REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministères de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et Agronomiques

Département des Sciences Biologiques

Mémoire de fin d'etudes

En vue de l'Obtention du Diplôme de MASTER II en Sciences Biologiques

Option : Biochimie Appliquée

Thème

Détermination de quelques paramètres physico-chimique de certains jus et l'étude de l'impact de la lumière sur leur qualité

Dérigé par :Mme Ouali-abdoune S.

Maitre assistante A,chargé de cours a l'UMMTO

Presenté par :

Melle Bendou Hassina ***Melle Larbi cherif Hakima***

Devant le Jury :

Président :Melle benahmed Djillali A. ***Maitre de Conférences A***

Examinateur 1 :Melle Dermeche.S ***Maitre Assistante A***

Promotion :2016/2017

Remerciements

On premier lieu nous remercions le Dieu pour sa bienveillance.

On remercie vivement :

Mme Ouali Abdoune S. Maitre assistante de classe A, pour son encadrement, son suivi et ses conseils qui ont été pour nous une source d'encouragement et qui ont contribué efficacement à l'aboutissement de ce mémoire.

Melle Benahmed Djillali A. Maitre de conférences de classe A, pour l'honneur qu'elle nous fait en acceptant de présider le jury d'examen.

Melle Dermeche. Maitre assistante A, d'avoir accepté d'examiner ce travail.

A tout le personnel du laboratoire physicochimique commun de notre faculté (Mme Rabiha, Mme Nadia).

Et tous se qui ont contribué de loin ou de prés à la réalisation de ce travail.

Je dédie ce travail à :

A ma chère maman, qui m'a encouragé tout au long de mes études. Que Dieu vous protège.

A la mémoire de mon cher père « Amer Bendou ».

A toute ma famille et tous mes amies.

Hassina

Je dédie ce travail à :

A mes parents, qui m'ont encouragé tout au long de mes études. Que Dieu les protège.

A mes très chers frères et mes sœurs.

A mon mari Smail et la famille Arab.

A tous mes amis.

Hakima

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale……..1

Partie théorique

Chapitre I : Généralités sur les jus de fruits

1.1. Définition du jus de fruits ……3

1.2. Différentes appellations de jus ……...3

1.2.1. Concentré de jus de fruits ……..3

1.2.2. Jus de fruit à base de concentré……..3

1.2.3. Purs jus de fruits ……....4

1.2.4. Nectar de fruits……..4

1.2.5. Jus de fruits déshydraté……4

1.2.6. Boissons aux jus de fruits……...4

1.2.7. Jus de fruits non pasteurisés……...5

1.2.8. Jus de légumes……5

1.3. Composition chimique des jus de fruits……6

1.3.1. L'eau……..6

1.3.2. Glucides…….....6

1.3.3. Acides organiques……6

1.3.4. Minéraux……7

1.3.5. Composés aminés……7

1.3.6. Vitamines……..7

1.3.7. Composés d'aromes……..8

1.3.8. Antioxydants……8

1.3.9. Pectines……9

1.4. Procédés de fabrication de jus de fruits……10

1.4.1. Matière première……..11

1.4.2. Procédés d'extraction, d'épuration et de désaération ……12

1.4.3Clarification des jus ……..….13
1.4.4. Stabilisation des jus troubles…….…..14
1.4.6. Condition et refroidissement……15

1.5. Critères de qualité ……15

1.5.1. Qualité organoleptique…….15
1.5. 2.Qualité nutritionnelle…….....16
1.5.3. Qualité microbiologique……...16

1.6. Procédés utilisées pour la conservation des jus de fruits……..16

1.7. Jus de fruits et la santé humaine……20
1.8. Altération des jus……...20
1.8.1. Altération biochimique…….....21
1.8.2. Altération microbiologique…….22

Chapitre II : La vitamine C

2.1. Historique……...24
2.2. Structure et caractéristique de la vitamine C …….24
2.2.1. Propriétés physiques……26
2.2.2. Propriétés chimiques……27
2.3. Production de l'acide ascorbique……...28
2.3.1. Synthèse chimique…….28
2.3.2. Biosynthèse de l'acide ascorbique……30
2.4. Besoins en vitamine C selon CNERNA en France……...30
2.5. Carence en vitamine C……...31
2.6. Sources végétales de la vitamine C…… ..31
2.7. Dégradation de la vitamine C…….32
2.7.1. Facteurs favorisant la dégradation de la vitamine C……33
2.8. Déférentes rôles de la vitamine C…….34
2.8.1. Rôle physiologique de la vitamine C……34
2.8.2. Rôle antioxydant……...36
2.8.3. Action sur les composés toxiques……36
2.8.4. Action sur les Nitrosamines …….36

2.9. Acide ascorbique et son rôle d'additif alimentaire…….36
2.9.1. Définition d'additif alimentaire……..36
2.9.2. Définition des antioxygénes……36
2.10. Vitamine C et lien avec le brunissement non enzymatique…….36
. 2.10.1. Dégradation aérobie……..……37
2.10.2. Dégradation anaérobie…….38

2.14. Modification de la couleur du jus : brunissement non-enzymatique……39
2.15. Domaines d'utilisation de l'acide ascorbique……..40

Partie expérimentale

Chapitre III : Matériels et méthodes

1.1. Matériels d'étude……43
1.1.1. Appareillage et verrerie……...43
1.1.2. Autres matériels ……..43
1.1.3. Préparation des réactifs……...43

1.2. Analyse physico-chimique des jus ……44
1.2.1. La mesure de pH ……..44
1.2.2. Dosage de l'acidité……45
1.2.3. Détermination de l'indice de refractomètre …….46
1.3. Analyse biochimique ……46
1.3.1. Dosage de la vitamine C ……. 46

Chapitre IV : Résultats et discutions

2.1. Résultats des analyses biochimiques ……48
2.2. Résultats des analyses physico-chimiques……..……..51
2.2.1.Etude de ph…….51
2.2.2. Evaluation de l'acidité titrable……. 53

2.2.3. Evaluation de l’indice de réfractométrique (Brix)……..….. 51

Conclusion générale……..52

Références bibliographique

Annexe

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
AFNOR	Association Française de Normalisation
Brix°	Degré brix
BE	Brunissement enzymatique
BNE	Brunissement non enzymatique
DLUO	Date Limite d'Utilisation Optimale
DLC	Date Limite de Consommation
H2SO4	Acide sulfurique
IFU	Fédération Internationale des jus de fruits
LDL	Lipoprotéines de basse densité
NaoH	Soude
pH	Potentiel d'Hydrogène
UV	Ultra violet
UHT	Ultra-haute température
Vit C	Vitamine C

Liste des figures

N°	Intitulés	Page
1	Diagrammes générales de la fabrication d'un jus de fruits.	**19**
2	structure chimique de la vitamine C (RAISONNIER, 2002).	**24**
3	Oxydation de l'acide ascorbique en acide déhydro L-ascorbique (LE GRUSSE et WATIER, 1993). .	**25**
4	Formule développée de l'acide déhydro L-ascorbique.	**26**
5	Procédé de Reichstein-Grussner de synthèse de l'acide L-ascorbique ,1993.	**29**
6	Voie de dégradation aérobie de vitamine C en solution aqueuse d'après (YUAN et CHEN ,1998).	**38**
7	Voie de dégradation anaérobie de la vitamine C en solution aqueuse d'après (YUAN et CHEN, 1998).	**39**
8	Histogramme 1 présentant les différentes teneurs en vitamine C dans les deux lots de jus.	**49**
9	Histogramme 2 présentant les variations du pH dans les deux lots de jus.	**51**
10	Histogramme 3 présentant les variations d'acidité dans les deux lots de jus.	**53**
11	Histogramme 4 présentant les différentes valeurs de Brix dans les deux lots de jus.	**55**

Liste des tableaux

N°	Intitulés	Page
I	Pourcentage de pulpe présent dans les boissons aux jus de fruits (ESPIARD, 2002).	**5**
II	Impact de l'enzymage sur les jus de fruits.	**10**
III	Principaux genres des micro-organismes identifiés dans les jus de fruits (ALBAGNAC *et al*, 2002).	**14**
IV	Composition chimique des principaux jus de fruits (ANONYME ,2013).	**23**
V	Les principales propriétés physiques des acides L-ascorbique et déhydro L-ascorbique (ELGAMOUZ, 2016).	**27**
VI	Apports nutritionnels conseillés en vitamine C pour la population française (*GUY PUYDOYEUX, 2012).* .	**31**
VII	Principaux aliments crus contenant de la vitamine C (AFSSA ,2009).	**32**
VIII	Appareillage et verrerie	**43**
IX	Valeurs d'acides ascorbiques dans les différents types de jus.	**48**
X	Valeurs de pH pour les différents types de jus.	**51**
XI	Différentes valeurs d'acidité titrable dans les deux lots de jus.	**53**
XII	Différentes valeurs de Brix dans les deux lots de jus.	**54**

Partie Bibliographique

Introduction Générale

Les consommateurs apprécient le jus de fruits essentiellement pour ses qualités sensorielles et pour ses propriétés nutritionnelles. Par conséquent, la moindre altération de la flaveur de ce produit aura certainement des répercussions sur sa commercialisation. Malgré les améliorations technologiques du processus de production du jus de fruits, la flaveur de ce produit n'est pas à l'abri des variations.

Le consommateur souhaite de plus en plus des jus de haute qualité, qui ressemblent au niveau organoleptique au jus frais pressé chez soi, et qui lui garantissent une bonne qualité nutritionnelle (UNIJUS, 2002).

Les industriels de l'agro-alimentaire doivent répondre aux préoccupations et exigences des consommateurs. Pour cela, ils cherchent à améliorer la qualité de la matière première tout en utilisant un procédé et un conditionnement qui préservent cette qualité.

Les jus évoluent d'un point de vue nutritionnel (vitamines) et organoleptique (couleur et arômes) pendant leur stockage. Parmi ses constituants on trouve les vitamines qui sont des substances organiques nécessaires à l'organisme et que l'homme ne peut pas les synthétiser en quantités suffisantes, de ce fait ils sont classés comme des nutriments essentiels.Une carence ou une absence totale de ces vitamines provoque des maladies plus ou moins graves connues depuis l'antiquité.

La vitamine C dont la carence suscite le scorbut est reconnue par ses bienfaits, notamment, la stimulation de la synthèse du collagène, l'accélération de la cicatrisation et la réduction du cholestérol…etc. (DUPIN *et al*, 1992).

Grâce à ses bienfaits, la vitamine C prend depuis plusieurs années une part importante dans différents domaines tel que l'industrie agroalimentaire, pharmaceutique et cosmétique.

Malheureusement, la vitamine C est certainement la plus fragile de toutes les vitamines. Elle est Sensible à la lumière, la chaleur (cuisson) et à l'air, ou elle est rapidement détruite. Cependant, elle est plus stable en milieu acide, comme dans les jus de fruits (BELLIOT,2003).

Selon AFNOR le contenu en vitamine C des jus est très variable. Il dépend, entre autres, de la variété et de la maturité des fruits, de la manipulation des fruits frais, des procédés de transformation (pasteurisation, congélation), du temps d'entreposage et de l'emballage.

Notre travail consiste en une contribution à l'étude de la qualité de quelques jus commercialisés chez nous par la détermination de quelques paramètres physico chimiques et leur teneur en vitamine C.

Notre travail sera scindé en trois parties :

- la première partie sera consacrée a la synthèse des données bibliographiques sur les jus de fruits et la vitamine C ;
- dans la deuxième partie on présentera le matériel et les méthodes d'analyse utilisés ;
- la dernière partie regroupera les résultats des différentes analyses et leurs discussions.

Chapitre I Généralités sur Les jus de fruits

I.1.Définition du jus de fruit

Selon la législation algérienne le jus de fruits est définit comme suit : l'appellation jus de fruits est réservée aux produits naturels provenant de la pression de fruit frais sains et murs, non fermentés et ne renferment pas des teneurs en alcool supérieures à 1%.

Selon le codex alimentaire, le jus de fruits est le liquide non fermenté mais fermentescible, tiré de la partie comestible des fruits sains, parvenus au degré de maturation approprié et frais ou des fruits conservés dans de saines conditions par des moyens adaptés et/ou par des traitements de surface post-récolte.

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

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.

I.2. Déférentes appellations de jus

I.2.1.Concentré de jus de fruits

Produit obtenu à partir d'une ou plusieurs espèces par l'élimination physique d'une partie déterminée de l'eau de constitution. Lorsque le produit est destiné à la consommation directe, cette élimination est d'au moins 50% (BOUROKAA ,2012).

I.2.2. Jus de fruit à base de concentré

Produit obtenu, à partir du jus de fruit concentré, après restitution de la proportion d'eau extraite du jus lors de la concentration. L'eau ajoutée présentant des caractéristiques appropriées notamment du point de vue chimique, microbiologique et organoleptique et de cette façon à garantir les qualités essentielles du jus. La restitution de son arome se fait en moyen de substances aromatisantes, récupérées lors de la concentration de jus de fruits dont il s'agit ou de jus de fruit de la même espèce et qui présente des caractéristiques

organoleptiques et analytiques équivalentes. Identifiés sur l'emballage par la mention " à base de jus concentré " (VIERLING, 2003).

I.2.3 Purs jus de fruits

(Identifiés sur l'emballage par " 100% pur jus " ou " 100 % pur jus direct ") sont obtenus par simple pression des fruits puis pasteurisés, sans adjonction de sucre ni d'additifs, puis stocké le plus souvent dans des fûts aseptiques et/ou congelés (UNIJUS, 2002).

I.2.4.Nectar de fruits

Selon le Codex alimentaire, Le nectar de fruits est le produit fermentescible mais non fermenté obtenu en ajoutant de l'eau, avec ou sans adjonction de sucre. Des substances aromatiques, des composés aromatisants volatils, de la pulpe qui doivent tous avoir été obtenus à partir des mêmes types de fruits et par des moyens physiques adaptés, peuvent être ajoutés.

I.2.5.Jus de fruit déshydraté

Produit obtenu à partir d'une ou plusieurs espèces par l'élimination physique de la quasi-totalité de l'eau de constitution (BOUROKAA, 2012).

I.2.6.Boissons aux jus de fruits

Elles peuvent contenir de 20 à 60% de jus ou pulpe selon le fruit considéré comme montre le tableau I. Ces boissons sont obtenues avec les mêmes composants que les nectars. L'eau peut être gazéifiée au gaz carbonique pur, et la dénomination de la boisson doit alors en porter mention. Dans le cas d'emploi de mélange de jus de fruits, la mention « cocktail »peut figurer dans la dénomination (ESPIARD, 2002).

Tableau I : pourcentage de pulpe présent dans les boissons aux jus de fruits (ESPIARD, 2002).

Nature de fruit	**Proportion minimum en % du volume**
Cassis, framboise, groseille, myrtille, mure, citron	20%
Orange, fruit de la passion, goyave	25%
Fraise, cerise, pèche, abricot, mangue, banane	30%
Pamplemousse, ananas	40%
Raisin	50%
Pomme, poire	60%

I.2.7.Jus de fruits non pasteurisés

Un faible pourcentage de jus de fruits n'est pas pasteurisé. Ceci veut dire que ces jus n'ont pas été traités afin d'éliminer les bactéries pouvant causer des empoisonnements alimentaires et pourraient donc être contaminés par des microorganismes tels qu'E.coli, *Salmonella*, *Cryptosporidium* et certains virus. Ces microorganismes dangereux peuvent causer des maladies graves allant jusqu'à la mort.

Les jus de fruits non pasteurisés sont habituellement en vente fraîchement pressés dans les vergers, sur les étalages routiers, dans les marchés fermiers et dans les foires agricoles. Ils peuvent également se retrouver dans les étalages réfrigérés des épiceries (SANTE CANDA, 2007).

I.2.8. Jus de légumes

La dénomination « jus de légumes » ou toute autre dénomination contenant ces mots est réservés au produit naturel provenant de la pression des légumes frais, sains et murs, non fermentés ou ne comportant pas, a la suite d'un début de fermentation, de traces d'alcool supérieur à 1°(VIERLING, 2003).

I.3. Composition chimique des jus de fruits

Les jus de fruits contiennent tous les éléments nutritifs des fruits. Ils apportent de l'eau (85 à 90%), selon (HENDRIX et REDD,1995), environ 76% de la matière sèche hydrosoluble du jus est constituée principalement par les glucides (saccharose, fructose, glucose et le sorbitol). Les micronutriments se présentent sous quatre formes : les vitamines, les minéraux et oligoéléments, les acides gras essentiels et les acides aminés, les jus de légumes et de fruits peuvent apporter une partie de ces micronutriments indispensables à l'équilibre alimentaire avec un pourcentage de 21%, le 3% restant est constitué par un grand nombre de composés « non nutritifs » des fruits (polyphénols, caroténoïdes, flavonoïdes, limonènes, terpènes,…) qui ont une influence importante sur les propriétés sensorielles de ce produit (UCKOO *et al.,* 2012).

I.3.1.L'eau

L'eau est le composant principal des boissons rafraîchissantes. L'eau utilisée pour la production de ces boissons est soit de l'eau de distribution, de l'eau minérale naturelle ou encore de l'eau de source.

Si l'eau utilisée provient du réseau public de distribution, elle est souvent traitée une fois de plus (adoucissement, enlèvement du fer) et ensuite épurée (filtration, …) pour pouvoir être utilisée comme ingrédient dans la boisson. La qualité et la composition de l'eau potable ne sont en effet pas constantes. Hors, il est primordial que la qualité de l'eau utilisée pour les boissons soit constante. L'eau joue en effet le rôle de solvant pour tous les autres ingrédients. C'est pour cette raison qu'elle doit donc être pure, inodore et incolore (FIEB, 2014).

I. 3.2.Glucides

À l'exception des nectars qui peuvent contenir des sucres ajoutés, tous les jus de fruits ne contiennent que les sucres naturels des fruits. Il s'agit alors d'un mélange naturel de glucose, de fructose et de saccharose, ces trois sucres étant présents dans des proportions différentes selon les fruits mis en œuvre (UNIJUS).

I.3.3. Acides organiques

L'acidité du jus de fruits est due principalement aux cinque acides : citrate, malate, succinate, lactate et acétate. Cette acidité se traduit par un pH entre 3.0 et 3.5 (NAGY et

SHAW, 1990). Hormis son rôle fondamental dans la saveur acidulée du jus, l'acidité a une influence remarquable sur la perception sensorielle des composés volatils du jus (BOUROKAA ,2012).

I.3.4.Minéraux

Les jus de fruits contiennent différents minéraux en quantités très variables en fonction du fruit à partir duquel ils sont extraits. Ils apportent notamment du potassium, essentiel pour les fonctions musculaires et nerveuses, et certains apportent du magnésium (REGLEMENT (UE) N° 432/2012).

La contribution des sels minéraux à la flaveur du jus de fruits n'est pas très bien élucidée. Cependant, on peut établir que leur rôle dans cette propriété sensorielle est généralement positif.

I.3.5.Composés aminés

Les composés aminés (0.05 à0.5 g/L) interviennent dans les réactions de brunissement non enzymatique suite aux traitements thermique. Certaines enzymes pouvant avoir des effets favorables ou défavorables sur l'élaboration du produit et ses qualités organoleptiques (DUHORANIMANA et DJOUADI, 2011).

I. 3.6.Vitamines

Les vitamines sont des substances organiques nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme. Le corps humain ne peut généralement pas les produire seul, et leur apport alimentaire est donc indispensable**.** Les vitamines ne fournissent pas directement de l'énergie cependant elles sont nécessaires aux réactions métaboliques permettant de créer de l'énergie.

Les jus de fruits et légumes crus sont une source très intéressante en vitamines**,** mais aussi en minéraux**,** antioxydants et enzymes (BIOFRAIS ,2016).

Il existe 13 vitamines qui permettent le bon fonctionnement et la croissance de notre corps, la défense immunitaire, la construction des os …etc.

Certains d'entre elles sont des antioxydants (vitamine A, C et E) qui se trouve dans les jus de fruits et de légumes (VITAALITY, 2014).

I.3.7.Composés d'aromes

Un produit alimentaire est constitué de nombreux composés odorants, qui peuvent être perçus soit par voie nasale directe, ce qui caractérise l'odeur, soit par voie rétronasale lorsque l'aliment est placé dans la bouche, ce qui donne naissance à l'arôme. Ces deux perceptions font partie d'un ensemble désigné sous le nom de flaveur et qui regroupe la saveur, l'astringence, l'odeur, l'arôme (RICHARD, 1992).

Les arômes constituent une part infime de la composition globale d'un jus, 0,02 % du poids total, mais ils jouent évidemment un rôle majeur dans l'appréciation organoleptique du produit. Les principales familles de composés d'arôme et leurs pourcentages sont les suivants : 75 à 98 % de terpènes ; 0,6 à 1,7 % d'aldéhydes ; 1 à 5 % d'alcools ; 1 % d'esters et 1 % de cétones, Aujourd'hui, plus de 200 composés volatils ont été identifiés dans les jus de fruits frais. La composition varie en fonction des fruits utilisés, du climat, de l'état de maturité et du procédé de fabrication utilisé (BUETTNER et SCHIEBERLE, 2001).

I.3.8.Antioxydants

- **Polyphénols**

Les jus de fruits sont aussi connus pour leur richesse en polyphénols. Cette grande famille englobe celle des flavonoïdes (présents dans les jus d'agrumes et fruits rouges principalement) et des tanins (présents dans les jus de pommes essentiellement). Le rôle des polyphénols sur la santé fait actuellement l'objet de nombreuses études scientifiques et malgré leur rôle antioxydant, les bénéfices santé chez l'homme restent encore à démontrer (UNIJUS).

- **Flavonoïdes**

La majorité des flavonoïdes du jus de fruits appartient au groupe des flavonone glycosides. Ils sont importants car certains de ces composés sont aussi responsables de l'amertume du jus. Ils sont disponibles en quantité assez élevée dans le jus de fruits (ABDOUNE et MEZAGHER ,2015).

- **Limonoïdes**

Sont des triterpènes qui se trouvent à faibles concentrations dans les divers agrumes. Leur concentration dépend de la variété, de la période de récolte et de la région géographique

de provenance. Les limonoïdes sont les plus abondants dans le jus d'orange (ABDOUNE et MEZAGHER, 2015).

- **Caroténoïdes**

La famille des caroténoïdes regroupe plus de 700 pigments végétaux responsables de la couleur jaune, orangée ou rouge des fruits. On les retrouve donc naturellement dans les jus de fruits. Le plus connu d'entre eux est le bêta-carotène particulièrement présent dans le jus de carotte, le nectar d'abricot, les jus de fruits exotiques et certains jus multi fruits et c'est à partir du béta carotène que notre corps va pouvoir fabriquer de la vitamine A (REGLEMENT (UE) N° 432/2012).

I.3.9.Pectines

Ce sont des composés quantitativement moins abondants mais présentant un fort impact technologique, on les trouve avec un ordre de 0.1 à 2 g/L. Les pectines jouent un rôle dans la stabilité colloïdale et la clarification des jus.

La composition chimique des jus de fruits est récapitulée dans le tableau IV.

Tableau IV : Composition chimique des principaux jus de fruits (ANONYME ,2013).

Pour 200 ml	ORANGE	POMME	MULTIFRUITS	PAMPLEMOUSSE	RAISIN	ANANAS	TOMATE
énergie (kcal)	87,4	84,8	101,4	75	136,2	97	41,6
Sucres (g)	17,4	19,3	23,2	17	31	23,2	7,7
Protéines (g)	1,4	<0,2	0,9	1,2	0,4	0,6	1,5
Matières grasses (g)	<0,2	<0,2	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,06
Eau (g)	176	176,8	174	177,8	165	172,6	187
Vitamine C (mg)	76,696%	22.28%	47.59%	52.65%	TRACES	19.24 %	33,242 %
Bêta-carotène (µg)	60	14	292	220	5	0	494
Vitamine B9 (µg)	66,43 %	16,48%	42.21%	29.15%	<55%	4.2%	33,41%
Potassium (mg)	34.21 %	19.410 %	32.61%	25.81%	21.01 %	26.61 %	52/62%
Magnésium (mg)	19,67 %	7,93%	15,65%	17,55%	14,45 %	27,69 %	23,28%

I. 4.Procédés de fabrication de jus de fruits

L'industrie du jus de fruits comporte un grand nombre d'opérations qui peuvent se regrouper en trois filières : la production agricole et les opérations post-récoltent, l'industrie d'extraction et de conditionnement et la filière d'entreposage, transport et commercialisation du jus conditionné (BOUROKAA, 2012).

I.4.1.Matière première

Tout, dans l'élaboration d'un jus de fruit, est conçue pour respecter au mieux la matière première. Ce souci constant de la préservation des qualités du fruit aussi bien nutritionnelles qu'organoleptiques se concrétise dans la mise en place de processus de fabrication, de conservation et de transport sans cesse améliorés.

La qualité du jus de fruits dépend largement des propriétés des fruits utilisées dans sa fabrication. A leur tour, ces propriétés sont tributaires d'un grand nombre de facteurs, parmi lesquels, la variété, le climat, la régie de fertilisation des fruits et le processus de maturation des fruits sont les plus importants (UNIJUS, 2002).

Dans les installations industrielles, les fruits sont soumis aux opérations suivantes :

- **lavage :** le lavage a pour objectif d'éliminer les particules de terre et de matière végétale. Suivant leur fragilité mécanique, les fruits sont lavés par aspersion ou immersion. les fruits très fragiles comme framboise supportent difficilement le lavage.
- **calibrage :** l'opération de calibrage est souvent nécessaire pour préparer les fruits aux opérations ultérieurs (équeutage, pelage, découpage, tranchage…) Des contraintes normatives peuvent aussi imposer le calibrage, par exemple, pour le respect de l'homogénéité des fruits (ALBAGNAC *et al*, 2002).
- **Pelage :** un certains nombre de fruits nécessitent d'être pelés avant transformation comme les poires, les pommes…etc.
- **Dénoyautage :** le dénoyautage est effectué sur des machines constitué par un tambour comportant des rangés d'alvéoles dans lesquelles les fruits viennent se positionner, ces alvéoles passent sous des aiguilles emporte-pièces qui transpercent les fruits en éjectant les noyaux. Ces machines sont surtout utilisées pour les cerises, les abricots.
- **Equeutage :** un certain nombre de fruits sont cueillis avec leur pédoncules (cerise, prunes) .L'élimination de ces queues est effectuée par passage des fruits dans des appareils comportant des rouleaux recouverts de caouchous tournant en sens inverse, les arrachant par pincement (ALBAGNAC *et al*, 2002).

I.4.2.Procédés d'extraction, d'épuration et de désaération

L'extraction du jus de fruit prêts a consommé nécessite une succession d'opération unitaires qui doivent être optimisées pour assurer un niveau de productivités suffisantes sans nuire, ni à la qualité ni à la sécurité.

Les grandes étapes de fabrication sont simples dans leur succession : les fruits lavés et apprêtés, sont traités mécaniquement pour séparer les jus ou la pulpe de résidus non comestible (ALBAGNAC *et al*, 2002).

L'extraction du jus se fait directement selon deux méthodes pratiquées dans le monde :

L'une fonctionne comme un presse-agrumes classique à la seule différence que le pressurage s'effectue dans un plan vertical au lieu d'un plan horizontal. Cette méthode est essentiellement utilisée sur le continent nord-américain en Floride et en Californie.

L'autre méthode a un principe de fonctionnement très différent. L'appareil de pressurage est constitué de coupelles dentelées placées comme deux mains positionnées face à face dans le sens vertical.

La coupelle supérieure vient appuyer fortement sur l'orange qui repose sur la coupelle inférieure. Par pressage, le jus et les pulpes sont extraits et passent au travers d'un trou pratiqué dans la coupelle inférieure. Ce jus est tamisé grossièrement dans un premier temps puis plus finement sur des tamis généralement rotatifs.

Les peaux, pépins et grosses membranes sont ainsi éliminés sur les tamis (UNIJUS, 2002).

Le jus extrait est alors traité avant et après conditionnement de façon à en assurer la stabilité microbiologique.

Les résidus peuvent être revalorisés en pectine. Il est souvent plus économique de concentrer les jus puis de les rediluer dans la région de distribution.

L'application des étapes de production est sujette à de nombreuses variations selon le fruit, le produit fini souhaité (jus trouble, nectar, concentré…) (ALBAGNAC *et al*, 2002).

La désaération a pour but d'éliminer l'air mélangé au jus ou à la pulpe durant la phase d'extraction et de raffinage. Pour les jus généralement peu visqueux ,il est facile de les

désaérer par dispersion dans une enceinte sous vide, par la dispersion en fines gouttelettes, on augmente la surface d'échange entre le jus et le vide, et la transfert de l'air en est facilité

I.4.3.Clarification des jus

La transformation des fruits en jus clairs, en jus troubles nécessite dans la plupart des cas un traitement enzymatique. L'utilisation des enzymes permettent d'augmenter les rendements en jus et d'optimiser le pressage. Elles favorisent une clarification rapide par diminution de la viscosité et améliorent la filtrabilité. Le tableau II a mis au point une gamme d'enzymes permettant de répondre à chaque problématique et ce qu'elles que soient les caractéristiques de la matière première à traiter.

Tableau II : Impact de l'enzymage sur les jus de fruits.

Enzymes	**Impact de l'enzymage**	**pH**
Pectinases	• Extraction des jus colorés à pigments résistants ; • Extraction des jus colorés à pigments fragiles ; • Clarification et Amélioration de la filtrabilité des jus sujet aux contaminations (moisissure).	2.5 -4.5
Cellulases	• Extraction de jus ; • Augmentation de rendement.	3-5
Amylases	• Dégradation de l'amidon.	2.5 - 4.5
Protéase	• Diminution de la mousse dans les jus.	Flexible

I.4.4.Stabilisation des jus troubles

Dans les jus troubles, il est nécessaire que le trouble ou l'opalescence reste homogène pour préserver les qualités organoleptiques de ce type de jus. Le trouble est attribué à une suspension de particules composées de pectines, protéines, hémicellulose, cellulose et d'autres composés mineurs (AGUILO-AGUAYO *et al*, 2010).

I.4.5. Conditionnement et refroidissement

Le refroidissement du produit est lié au type de conditionnement et au mode de conservation souhaité. On distingue en effet deux procédés différents :

1- Conditionnement dit stérile, la pulpe ou le jus sont mis dans l'emballage primaire à chaud et le plus prés possible de la température de pasteurisation, en préchauffant l'emballage, celui-ci est alors fermé, c'est-à-dire serti ou soudé et l'ensemble subit une pasteurisation de sécurité faite par aspersion d'eau très chaude avant le refroidissement et stockage ;
2- Dans le conditionnement dit aseptique ou dans celui destiné à la congélation, la pulpe ou le jus sont refroidis aussitôt après pasteurisation et avant d'être conditionné dans l'emballage aseptique choisi.

Les emballages utilisés sont évolutifs et se caractérisent par un haut niveau de technicité et de créativité, tant sur la présentation que sur l'aspect pratique, ce qui permette de conserver sans souci un produit non entamé jusqu'à la Date Limite d'Utilisation Optimale (DLUO) ou jusqu'à la Date Limite de Consommation (DLC).

Les matériaux utilisés sont issus de trois axes de recherche majeurs : la réduction de la pollution à la source, l'allègement du poids des emballages et le recyclage des emballages après consommation du produit, ceci en adéquation avec la protection de l'environnement.

Les industriels disposent désormais de cinq principaux types d'emballages : la brique en carton, la bouteille en verre, la bouteille plastique, la boîte métal et, depuis la fin des

années 90, le " cheerpack " (gourde souple aluminée avec bouchon " refermable ").

I.5. Critères de qualité

I.5.1.Qualité organoleptique

Les jus de fruits doivent avoir la couleur, l'arôme et la saveur caractéristiques du jus de la variété de fruits à partir de laquelle ils sont obtenus.

Le fruit ne conservera pas plus d'eau provenant des opérations de lavage, d'étuvage ou d'autres préparatifs qu'il n'est inévitable sur le plan technique.

I.5.2.Qualité nutritionnelle

Les jus de fruits ne sont pas des simples boissons. Ce sont de véritables aliments, des sources d'éléments protecteurs extrêmement variées, les plus connus étant les vitamines C et B9, la lycopène, les flavonoïdes et le potassium. Faiblement énergétiques (50Kcal/100ml en moyenne), les jus de fruits contribuent à l'équilibre alimentaire. Ce sont d'excellentes sources de micro nutriments dont le rôle sur la santé est aujourd'hui bien démontré.

I.5.3.Qualité microbiologique

La qualité microbiologique des jus de fruits est assurée par la pasteurisation ou Flash-pasteurisation, qui permet la destruction des microorganismes, qui peuvent altérer les différentes propriétés des jus.

I.6. Procédés utilisées pour la conservation des jus de fruits

Qu'il s'agisse de purs jus ou de jus à base de jus concentré, l'objectif est toujours d'obtenir une conservation et une sécurité parfaites par différents procédés :

- **Pasteurisation**

Les jus de fruits font l'objet d'un traitement thermique (l'utilisation de conservateurs étant interdite) afin de posséder une stabilité à long terme.

La pasteurisation est un traitement thermique qui vise à tuer les micro-organismes et à inactiver les enzymes qui pourraient altérer le produit ou le rendre impropre à la consommation humaine. Elle est la méthode la plus utilisée pour la conservation des jus de fruits (EXTENSO ,2012).

La pasteurisation est effectuée avec des pasteurisateurs à plaques ou tubulaires où le jus est soumis à une température élevée (ESPIARD, 2002).

Il est connu que la flaveur du jus est influencée par le traitement thermique. Plusieurs études ont démontré les effets de la chaleur notamment sur les composés volatiles de ce type de produit. Actuellement, ces altérations peuvent être éliminées par l'utilisation de nouveaux procédés de « pasteurisation à froid », plus respectueux des propriétés naturelles du jus (BOUROKAA, 2012).

Au début du XXe siècle, lors des premiers développements des jus de fruits conditionnés, la pasteurisation s'effectuant ainsi : bouteilles pleines fermées, elles étaient aspergés d'eau de plus en plus chaude jusqu'a atteindre des températures de l'ordre de 90 C°,ce qui chauffait le produit de 82 C° à 85C°. Cette technique de pasteurisation, mise au point par Pasteur, nécessitait des procédures longues de chauffage puis de refroidissement pouvant provoquer la cuisson de jus de fruits et la dégradation de ces aromes.

La première substitution à la pasteurisation classique est le chauffage rapide : le remplissage des emballages en verre se fait avec un jus porté 95/98 C°.L'ensemble jus/ bouteille après fermeture ayant une température de 82 C° à 85 C° s'auto-stérilise. Cet ensemble est ensuite rapidement refroidi. Cette technique dite « Flash pasteurisation » réduit de moitie le traitement thermique.

Les emballages sont stérilisés dans des ambiances aseptiques avant l'opération de remplissage.

Les jus de fruits sont stérilisés par Flash pasteurisation puis refroidis en quelques secondes à la température ambiante avant d'être introduit à froid dans l'emballage aseptique.

Cette technique de refroidissement rapide constitue le deuxième palier de réduction des temps de traitements thermiques ce qui préserve d'autant plus la qualité gustative des jus de fruits (BARON *et al*, 2007).

- **Lyophilisation**

C'est une technique de déshydratation industrielle qui consiste à soumettre les jus de fruits à un traitement sous vide à très basse température pour congeler l'eau qu'ils contiennent et l'éliminer ensuite à 90%.Les pertes en vitamines sont dans ce cas, insignifiantes et leurs teneurs restent intactes durant le temps de conservation (MARIN ET RENE,2000).

- **Congélation**

Les jus sont refroidis rapidement à 0°C puis congelés. La masse pâteuse que l'on obtient est placés dans des récipients destinés à la distribution, ceux-ci sont refroidis sous un courant d'air de 40 °C puis entreposés à une température ne dépasserait pas -18 °C. Ces opérations visent à éviter le développement des moisissures psychotrophes, le brunissement non enzymatique, la formation de gros cristaux de glace qui risque de déstabiliser la masse et les réactions d'oxydation (BENAICHE, 2001).

- **Pascalisation**

La principale technologie non thermique proposée pour remplacer la pasteurisation traditionnelle est la « pascalisation ».

Il s'agit d'un traitement non thermique qui consiste à appliquer une pression d'environ 500 MPa (méga pascal) pendant plusieurs minutes. Ce traitement a été largement proposé pour les jus de fruits. Il est efficace pour inactiver les microorganismes et dénaturer plusieurs enzymes sans affecter les vitamines et les pigments (DUHORANIMANA et DJOUADI, 2011).

- **Concentration**

Le jus obtenu peut être concentré afin d'en diminuer son volume ce qui facilitera son stockage et réduira son coût de transport.

Le jus concentré, ce produit (d'où sera issu le jus à base de jus concentré) plus facile à transporter, est obtenu par le processus suivant : Le jus est concentré très rapidement, de 5 à 7 minutes dans un concentrateur thermique. Cette opération, effectuée sous vide, élimine par vaporisation et condensation une partie de l'eau de constitution du fruit sans en altérer les qualités. La température d'évaporation assure en même temps la pasteurisation du jus.

Le jus concentré est soit refroidi à - 10°C puis stocké et transporté dans des citernes et des bateaux, soit il est congelé à - 18°C ou -20°C et transporté en fûts de 250 kg (UNIJUS, 2002).

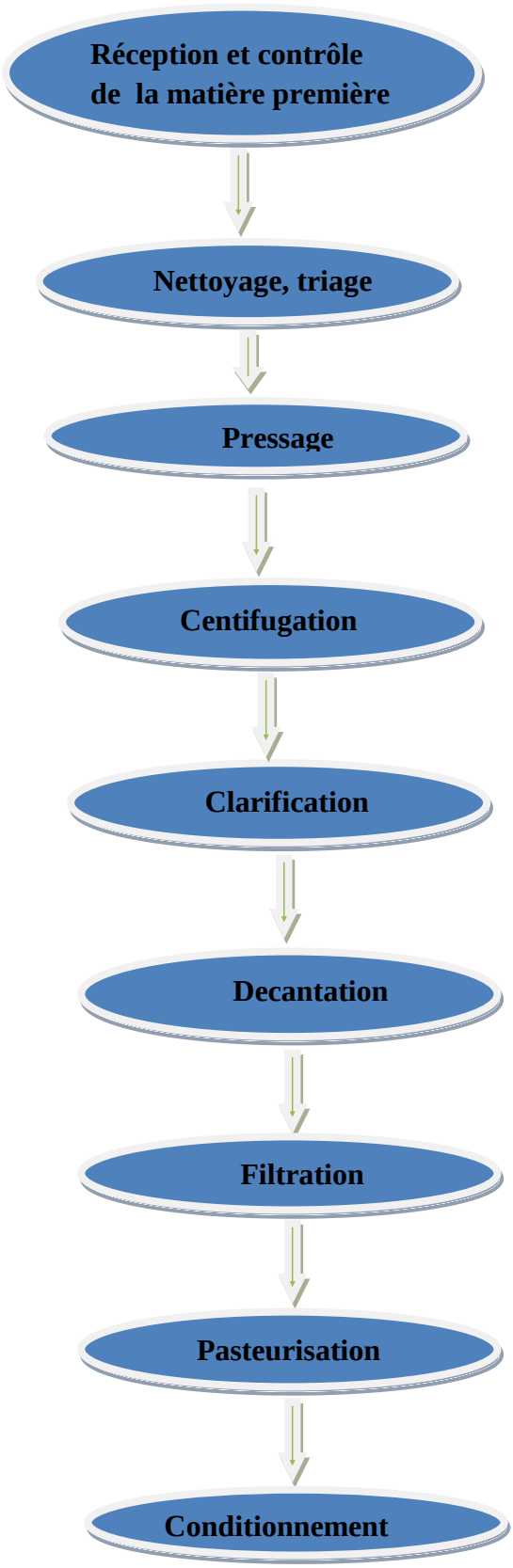


Figure 1 : Diagramme général de différentes étapes de fabrication d'un jus de fruits

I.7. Jus de fruits et la santé humaine

Les jus de fruits et de légumes contribuent dans la prévention des maladies cardio-vasculaires, de l'hypertension artérielle, de l'athérosclérose et de certains cancers grâce notamment à leur apport en antioxydants mais aussi dans celle des maladies dégénératives de la vision.

On peut trouver aussi que :

- une supplémentation en agrumes riches en vitamine C sous forme de jus d'orange peut réduire l'oxydation des LDL ("le mauvais cholestérol") chez des sujets consommant une alimentation riche en acides gras ;
- Un mode alimentaire associant consommation de jus d'orange, de légumes, d'agrume entraîne une augmentation de la survie de 36 % chez les patients atteints d'un cancer du larynx ;
- une association entre des apports élevés en légumes, caroténoïdes, béta carotène, vitamine A, suppléments en vitamine C qu'apportent les jus de fruits permet une diminution du risque de cataracte sévère (étude prospective portant sur 51 000 femmes).

I.8.Altération des jus de fruits

La dégradation des aliments vient d'un grand nombre de réactions chimiques dues à son environnement. La structure des cellules alimentaires favorise certaines de ces réactions. Leur point commun est qu'elles aboutissent toutes à l'altération de l'aliment concerné, ce qui est, bien sûr, indésirable. On distingue deux typesd'altération:

.Altération biochimique (brunissement enzymatique, brunissement non enzymatique) ;

.Altération microbiologique.

La chaleur favorisant les réactions chimiques, l'augmentation de la température entraîne une accélération de la dégradation des aliments.

I.8.1. Altération biochimique

- **Brunissement enzymatique**

Le brunissement enzymatique est une dégradation concernant essentiellement les aliments d'origine végétale (fruits, légumes...). Il s'agit d'une coloration d'un aliment due à la réaction du dioxygène de l'air et des enzymes entourant les cellules avec les composés phénoliques qui se trouvent à l'intérieur. En effet, lorsque l'on coupe un aliment tel qu'une pomme, la membrane qui sépare les deux est détruite ; les enzymes entrent en contact avec les phénols. La réaction d'oxydation de ces phénols, venant de la présence de dioxygène, est accélérée par les enzymes et aboutit à la formation de quinone.

Le BE apparait fréquemment lors des manipulations après récolte, lors de la conservation et des transformations technologiques (pelage, découpage, broyage, d'hydratation, congélation).

Ce phénomène s'observe surtout sur les pommes, les poires, les abricots, les pèches, les bananes et les avocats **(**CROGUENNEC, 2006).

L'oxydation de celle-ci donne lieu à la formation des pigments bruns, la mélanine, d'où le brunissement des aliments concernés.

L'ajout de l'acide ascorbique, qui est un antioxydant naturel : il empêche en grande partie l'oxydation en réduisant la quantité de quinones dans les jus de fruits.

- **Brunissement non enzymatique**

On distingue plusieurs types de brunissements non enzymatiques, tels que la réaction de Maillard ou encore la caramélisation. La réaction de Maillard est l'une des principales réactions de brunissement. Contrairement à beaucoup d'autres réactions de dégradation alimentaire, elle est appréciée. En effet, la couleur brune ainsi obtenue rend les aliments plus agréables au regard. Elle se caractérise par un brunissement des acides aminés contenus dans l'aliment lorsque celui-ci est porté à haute température. Ce brunissement est dû à la réaction des sucres de l'aliment concerné avec les acides aminés ; la chaleur accélère la réaction.

Une autre réaction de brunissement non enzymatique est la caramélisation. Elle a lieu lorsqu'un sucre approche de sa température de fusion.

Pour le saccharose, la réaction intervient à une température d'environ 160°C. La molécule de saccharose réagit avec une molécule d'eau pour donner du glucose et du fructose. En chauffant, ces deux molécules, des hexoses, se recombinent pour former des sucres complexes (oligosaccharides). Ce qui permet la formation de caramel à partir de sucres.

Lors de l'entreposage des jus de fruits, le BNE provoque souvent des effets défavorables : l'assombrissement de la couleur, l'apparition d'odeurs ou de saveurs indésirables et des pertes de valeur nutritionnelle (CHEFTEL ,1992).

I .8.2.Altération microbiologique

Les jus et les boissons de fruits, du fait de leur teneur en eau et de leur richesse en nutriments, constituent des milieux propices à la prolifération d'un grand nombre de microbes. En effet, Les germes présents dans les jus de fruits et autres boissons non alcoolisées proviennent en grandes partie de la matière première, malgré que le fruit, avant et après pressage, fasse l'objet d'analyses régulières.

Plus d'une centaine de micro-organismes ont été isolés et identifiés dans les jus de fruits et de légumes (tableau III).Certains, telles les bactéries appartenant aux germes *Lactobacilllus ou Leuconostoc* ou bien les levures du genre *Saccharomyces*, sont présents dans tous les jus. D'autres micro-organismes (des genres *Gluconobacter,Rhodotorula…)* sont beaucoup moins fréquents ou n'ont été identifiés que dans des produits avariés. Ainsi, la présence d'espèces d'*Aspergillus*, de *mucor*…indique un défaut d'hygiène lors de l'embouteillage ou dans la stérilisation des installations.

Tableau III : Principaux genres des micro-organismes identifiés dans les jus de fruits (ALBAGNAC *et al*, 2002).

Bactéries	Levures	Moisissures
Lactobacillus *Leuconostoc* *Actobacter* *Pedioccocus* *Citrobacter* *Bacillus* *Gluconobacter* *Enterobacter* *Escherichia*	*Saccharomyces* *Condida* *Pichia* *Rhodotorula* *Cryptococcus* *Zygosaccharomyces*	*Mucor* *Penicillium* *Alternaria* *Aspergillus* *Gladosporium*

Chapitre II
La vitamine C

II.1. Historique

Au début du XXe siècle l'étude de la maladie appelée le scorbut a conduit à la découverte d'un facteur antiscorbutique dans le jus de citron ; c'est une substance active contre le scorbut dont certaines de ses propriétés physiques et chimiques ont été déterminées. En 1932, Szent-Györgyi et King découvrent que l'acide hexuronique prévient le scorbut chez le cobaye. Grâce à cette découverte, la molécule est nommée en 1933 "acide ascorbique". La structure chimique de l'acide ascorbique fut établie par Haworth en 1932. En 1936 débute la production industrielle de la vitamine C.

II.2.Structure et caractéristiques de la vitamine C

La vitamine C est un antioxydant naturel qui se trouve dans les végétaux. Elle limite l'oxydation de certaines molécules (pigments, acides gras...) ce qui permet de limiter le rancissement (mauvais goût) ou le changement de couleur (brunissement). Cette vitamine est très hydrosoluble dans l'eau, et elle est sensible à l'oxydation, ce qu'est à l'origine de pertes importantes dans les aliments. La production commerciale d'acide L- ascorbique se fait par fermentation du glucose.

L'acide ascorbique présenté dans la figure 2 est un dérivé des oses $C_6 H_8 O_6$ avec un poids moléculaire de 176.13g/mol, il présente sur ses carbones 2 et 3 une fonction ène-diol qui peut être oxydée en dicétone ce qui donne l'acide déhydro L-ascorbique (noté DHA), de formule chimique $C_6 H_6 O_6$., deux fonctions alcool et une fonction lactone qui unit les carbones C1 et C4 (BELTZ *et al*, 2004).

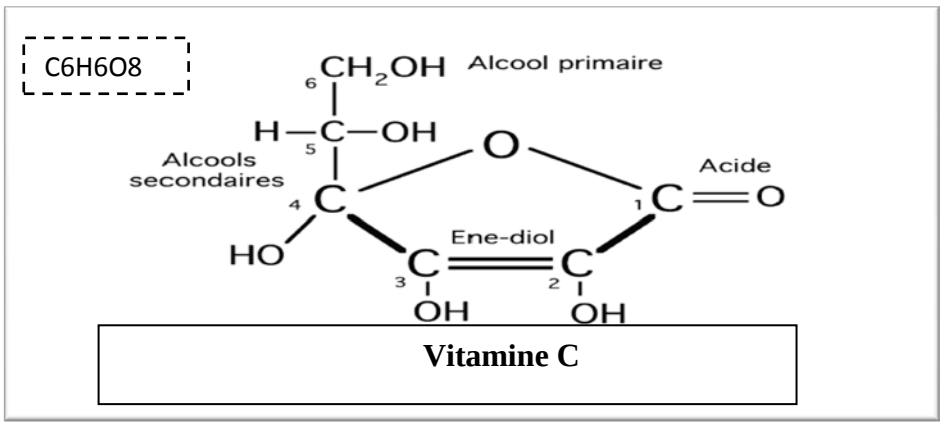


Figure 2: structure chimique de la vitamine C (RAISONNIER, 2002).

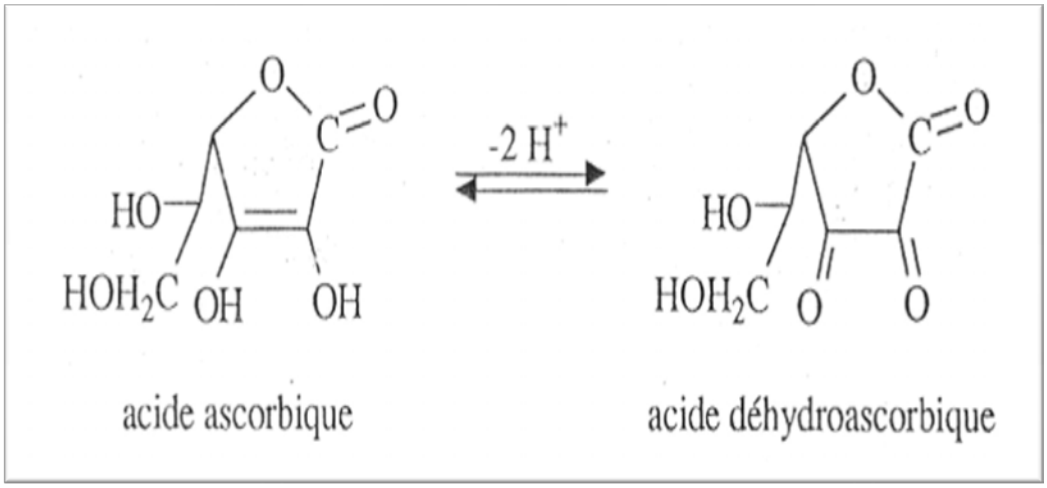


Figure 3: Oxydation de l'acide ascorbique en acide déhydro L-ascorbique (LE GRUSSE et WATIER, 1993).

L'acide ascorbique possède deux isomères : l'acide L ascorbique et l'acide D ascorbique, et seule la forme L est métabolisée de façon efficace chez l'homme.

L'acide ascorbique comporte deux paires d'énantiomères, respectivement les acides D, L-ascorbique et D, L-isoascorbique.

L'acide D-ascorbique et L-isoascorbique n'existant pas à l'état naturel, la vitamine C naturelle existe sous la forme lévogyre alors que la vitamine C artificielle est constituée de 50 % de L-ascorbate (lévogyre) et 50 % de D-ascorbate (dextrogyre).

Chez l'Homme et plusieurs espèces animales (anthropoïdes, cobaye), un des gènes de la voie métabolique qui permet la synthèse de l'acide ascorbique à partir du glucose n'est pas exprimé par le patrimoine génétique : il s'en suit que la synthèse de ce coenzyme est devenue impossible. L'acide ascorbique est donc pour nous un aliment indispensable (RAISONNIER, 2002).

Le terme Vitamine C est utilisé comme terme générique pour tous composés possédant la même activité biologique de l'acide L-ascorbique. Le premier composé naturel ayant une activité Vitamine C c'est l'acide L- ascorbique. L'acide D-isoascorbique ne représente que 5% de l'activité antiscorbutique de la vitamine C**.**

Lors du stockage des aliments ou au cours de leur transformation, l'acide L-ascorbique peut s'oxyder en acide déhydro L-ascorbique. Cette molécule possède une activité vitaminique identique à celle de l'acide L-ascorbique. La forme réduite et la forme oxydée sont en équilibre avec une forme radicalaire, instable, le radical ascorbyle (GUILLAND, 1998).

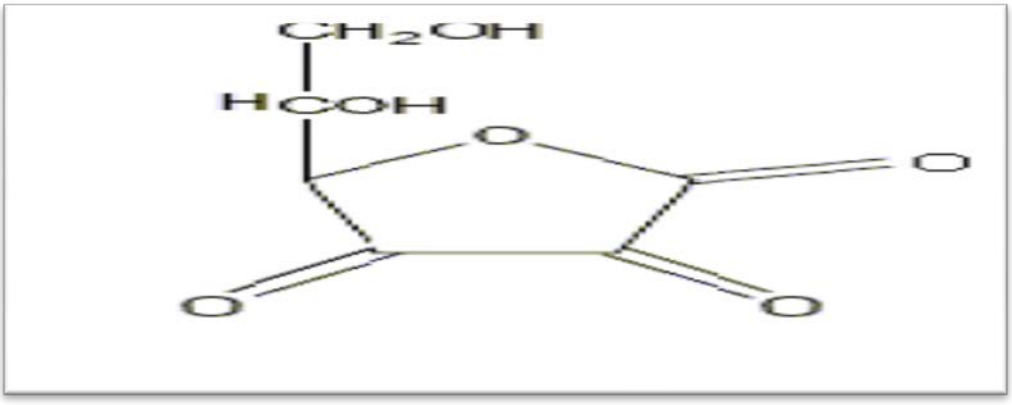


Figure 4: Formule développée de l'acide déhydro L-ascorbique

II.2.1.Propriétés physiques

L'acide ascorbique est un antioxydant très utilisé dans l'industrie alimentaire car il présente certaines caractéristiques physiques importantes qui lui permettent de changer sa forme de l'acide L-ascorbique vers l'acide déhydro L-ascorbique en milieu aqueux. L'ensemble de ces propriétés est présenté dans le tableau V.

Tableau V: Les principales propriétés physiques des acides L-ascorbique et déhydro L-ascorbique (ELGAMOUZ, 2016).

Propriétés physiques	Acide L-ascorbique	Acide déhydro L-ascorbique
Formule	$C_6H_8O_6$.	$C_6H_6O_6$.
Aspect	Cristaux blancs	Cristaux blancs
Poids moléculaire	176.13 g /mol	174.11 g/mol
Point de fusion	190°-192° C avec décomposition	225°C avec décomposition
Solubilité	Soluble : • 333g/L d'eau • 50g/L de propylène glycol • Insoluble dans : éther, éther de pétrole et solvants huileux.	Très soluble dans l'eau

II.2.2.Propriétés chimiques

En solution aqueuse, la vitamine C s'altère très rapidement au contact de l'oxygène de l'air, cette oxydation est accélérée par la chaleur, et les ions métalliques, c'est la réaction responsable de la disparition de la vitamine C dans les aliments (FEDERICI, 2003).

La vitesse d'oxydation dépend des concentrations d'acide ascorbique et d'ions métalliques mais aussi de la teneur en ions H+ du milieu (GRANDAZZI, 2002).

II.3.Production de l’acide ascorbique

II.3.1 Synthèse chimique

La production mondiale annuelle de vitamine C de synthèse est évaluée à environ 80000 tonnes avec une augmentation annuelle constante de 3-4%. La moitié de la production est employée dans les suppléments de vitamines et les préparations pharmaceutiques, 25% sont employés dans la transformation des produits alimentaires pour la protection des arômes et pigments. Environ 10% sont employés comme supplément dans l'alimentation animale pour améliorer la croissance et la santé des élevages. Enfin, 15% rentrent dans la composition de divers produits tels que les produits cosmétiques (HANCOCK *et al*, 2002).

Depuis 1934, la synthèse de Reichstein et Grussner est la seule méthode de production de l’acide ascorbique de synthèse (REICHSTEIN et GRUSSNER, 1934).

Pour synthétiser l’acide ascorbique 5 réactions chimiques, dont une étape de fermentation, sont nécessaires (figure 5). Cependant,cette méthode présente deux inconvénients :

1) elle consomme une quantité importante d’énergie car le processus nécessite de fortes températures et pressions.
2) elle nécessite une grande quantité de solvants organiques.

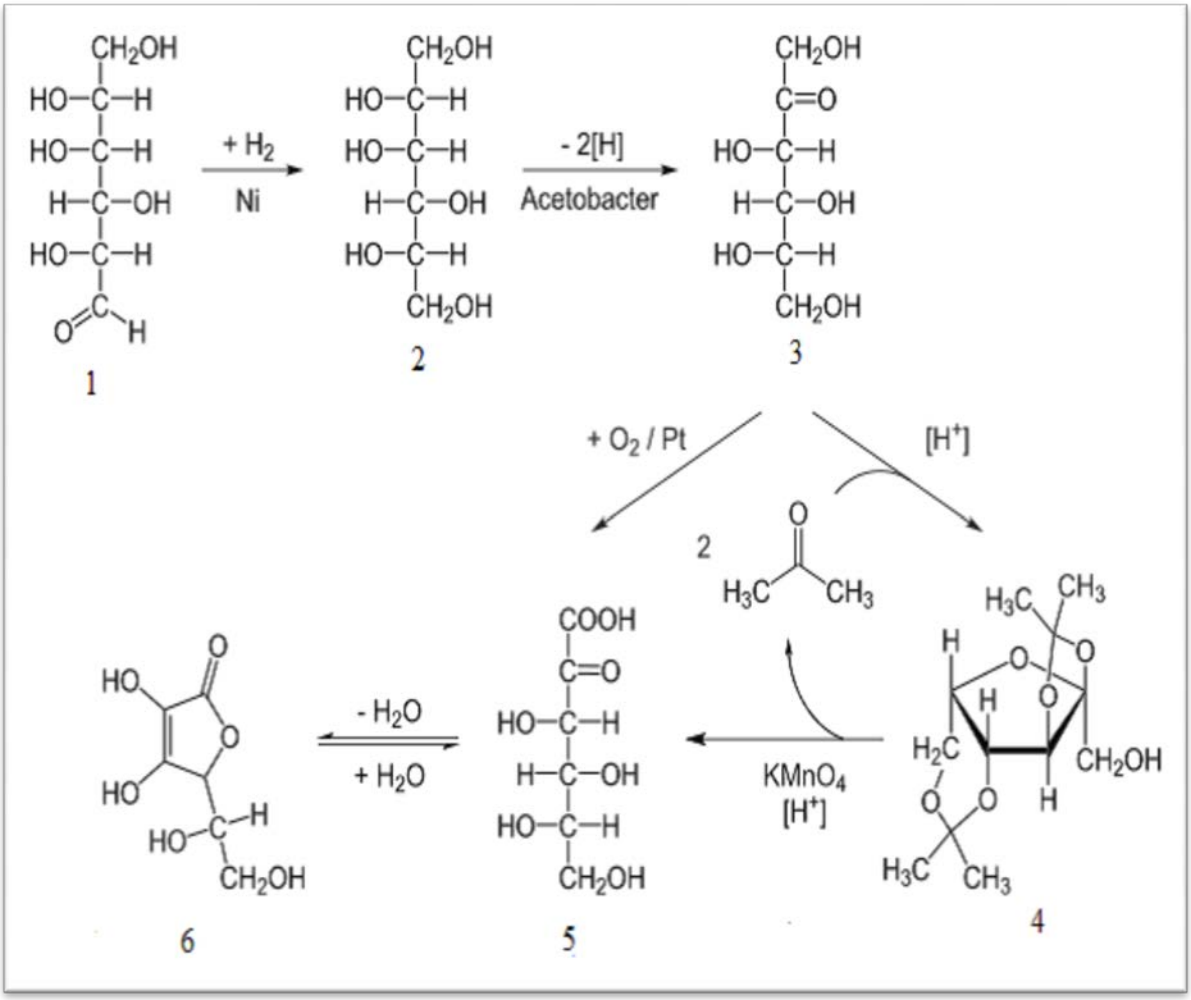


Figure 5 : Procédé de Reichstein-Grussner de synthèse de l'acide L-ascorbique (1933).

Le D-glucose est converti en L-acide ascorbique via une série d'étapes chimiques associées à une fermentation bactérienne pour la conversion du D-sorbitol en L-sorbose.

1 : D-glucose ; 2 : D-sorbitol ; 3 : L-sorbose ; 4 : 2,3 : 4,6-di-O-isopropylidène-α-l-sorbofuranose ; 5 : acide 2-kéto-L-gulonique ; 6 : acide ascorbique.

- étape 1 : hydrogénation du glucose en D-sorbitol en utilisant H_2/Ni ;
- étape 2 : oxydation par fermentation microbienne du D-sorbitol en L-sorbose ;
- étape 3 : protection des groupes hydroxyles ;
- étape 4 : oxydation avec du permanganate_de_potassium en solution alcaline ;
- étape 5 : fermeture du cycle par formation d'une γ-lactone par chauffage dans l'eau à 100 °C (rendement de 20 %) ou par estérification et traitement au méthoxyde_de sodium dans du méthanol suivie d'une acidification par l'acide chlorhydrique(rendement de 70 %).

Il existe une autre étape qui permet la formation directe du composé intermédiaire 5 à partir de l'intermédiaire 3 c'est une :

Oxydation en présence d'oxygène et d'un catalyseur de platine**.**

II.3.2.La biosynthèse de l'acide ascorbique

Chez les plantes et les animaux, le L-ascorbate (vitamine C) est produit par des voies de biosynthèse distinctes. Chez la levure, le D-érythroascorbate, un analogue en C5 de l'ascorbate est synthétisé. En revanche, les procaryotes ne synthétisent généralement pas l'ascorbate car ils utilisent majoritairement le glutathion comme antioxydant.

II.4. Besoins en vitamine C selon CNERNA (centre national de coordination des études de recherche sur la nutrition et l'alimentation) en France

Les besoins en vitamine C dépendent de beaucoup de facteurs car c'est la vitamine dont l'organisme a les besoins quantitatifs les plus élevés. Ils se chiffrent par plusieurs dizaine de milligrammes alors qu'il se compte en microgramme pour les autres vitamines.

Ces besoins vont être très variables d'une personne à l'autre, les Apports Alimentaires Recommandés ou AAR, correspondant aux besoins considérés comme adéquats pour assurer la santé de la majorité de la population, sont en général évalués à 60 mg/j.

Tableau VI : Apports nutritionnels conseillés en vitamine C pour la population française (GUY PUYDOYEUX, 2012).

	Vitamine C (mg)
Nourrissons	30
Enfants :	
De 1 à 3 ans	35
De 4 à 9 ans	40 à 60
De 10 à 12 ans	100
Adolescent de 13 à 19 ans	110
Adulte	110
Femme enceinte	120
Femme allaitante	130
Sportifs	800 à 1000

II.5. Carence en vitamine C

Le scorbut est la forme grave de la carence en vitamine C .Il est lié à un défaut de synthèse de collagène qui se manifeste par des hémorragies sous-cutanées, une faiblesse musculaire ,une gingivite et un déchaussement dentaire (MURRAY *et al* ,2002). Actuellement une telle carence est rare, elle risque en revanche d'affecté les personnes âgés, les fumeurs, les sujets présentant un déficit d'absorption et la population sous développées.

II .6. Sources de la vitamine C

Puisque l'Homme présente un déficit enzymatique en gulonolactone oxydase, il lui faut donc trouver la vitamine C dans son alimentation, et les principales sources alimentaires de l'acide ascorbique sont les agrumes, les fruits rouges, le Kiwi mais aussi les

légumes et les produits carnés. Le tableau VII présente les aliments d'origine végétale les plus riches en vitamine C.

Tableau VII : Principaux aliments crus contenant de la vitamine C selon (AFSSA ,2009).

Fruits, légumes et autres végétaux	Teneur en vitamine C (mg/g)
Cassis, persil frais, poivron rouge	160-200
Poivron vert, radis noir	100-150
Kiwi, poivron vert	70-100
Fraise, litchi, cresson, ciboulette fraiche	60-70
Orange et jus frais, citron, chou fleur, chou rouge	50-60
Oseille, mangue, grseille, citron vert, clémentine, mandarine, épinard	40-50
Pamplemousse et jus frais, jus de citron, cerfeuil, mure noire	30-40
Melon, fruit de la passion, nectarine, framboise, jus d'orange ou de pamplemousse à base de concentré, jus de citron pasteurisé, courgette.	20-30

II.7.Dégradation de la vitamine C

La vitamine C est l'une des plus instables de toutes les vitamines. La chaleur, l'exposition à l'air, à la lumière sont autant des conditions qui nuisent à sa teneur dans les aliments.

Les principales réactions chimiques de dégradation sont l'oxydation, l'hydrolyse et la réduction. Ces réactions sont en fonction de la vitamine considérée et de différents facteurs physiques ou chimiques, les plus importants sont la température, l'oxydation ou (O2), la lumière, l'humidité, le pH et la présence d'ions métalliques (BELLIOT, 2003).

II.7.1.Facteurs favorisant la dégradation de la vitamine C

- **Température**

Le chauffage des jus de fruits en particulier lors de la pasteurisation ou du flash pasteurisation est responsable de la dégradation d'une partie de l'acide ascorbique. Cette dégradation s'effectue en milieu acide soit en aérobiose ou en anaérobiose.(VITCNAT, 2016).

- **Oxygène**

La présence de l'oxygène est en seconde lieu le facteur le plus fréquent de la disparition de l'acide ascorbique dans les jus de fruits, il est peu stable en solution aqueuse, et rapidement oxydée par l'air (PHARMACOLOGIE et SANTE, 2011).

- **Métaux**

Comme le cuivre ou le fer, à doses mesurables dans tous les jus, sont aussi des catalyseurs d'oxydation.

Pour le fer, la première étape de la réaction est la formation d'un complexe ternaire entre le métal, l'anion ascorbate et l'oxygène. Le complexe se dissocie en libérant de l'acide déhydroascorbique, l'ion fer et du peroxyde d'hydrogène (H2O2).

Cette réaction, qui met en jeu le complexe métallique, est tout de suite ralentie quand le pH diminue (CLAUDE BOURGEOIS, 2003).

- **Oxydases naturelles**

Des systèmes enzymatiques existent (ascorbate oxydases et peroxydases) qui, en présence d'oxygène, oxyde l'acide ascorbique en acide déhydroascorbique. Ces enzymes ont un maximum d'activité à 40°C et sont inactives (détruites) à 65° (JEHL et MADET, 2004).

- **Humidité**

L'acide ascorbique cristallisé est stable à l'air sec. En présence d'air légèrement humide, la vitamine s'oxyde rapidement en acide déhydroascorbique et se dégrade ensuite en composés inactifs (GIL-IZQUIERDO, 2002).

- **Lumière**

On sait que seulement certaines vitamines se dégradent sous un rayonnement UV, et comme la vitamine C est très fragile, cette dernière disparaît rapidement à la suite d'une exposition à la chaleur, à l'oxygène et à la lumière durant la fabrication du jus (PARC TUNNEY, 2014).

La réponse sous le rayonnement UV dépend de l'intensité du rayonnement et le temps d'exposition.

Ainsi la lumière émise par les tubes fluorescents utilisée dans les rayons des supermarchés ne semble pas aggraver la dégradation de la vitamine C. Par contre, l'exposition des bouteilles aux rayons UV lors d'un stockage extérieur par exemple, doit être évitée.

Chez l'industriel, dans le cas du stockage ou de la mise en attente avant transport des palettes de bouteilles de jus d'orange à l'extérieur, les nouvelles technologies en agroalimentaires pourrait présenter l'avantage de limiter la transmission des rayonnements UV.

II.8.Déférentes rôles de la vitamine C

II.8.1.Rôle physiologique de la vitamine C

L'acide ascorbique joue plusieurs rôles dans l'organisme, notamment grâce à ses propriétés antioxydantes et hydroxylantes. Il intervient dans la synthèse de la tyrosine, de la carnitine, du cholestérol et des acides biliaires. Il participe également au métabolisme du fer et a un rôle dans l'élimination des carcinogènes et des nitrosamines cancérigènes (SEKLI-BELAIDI, 2011).

- C'est un excellent réducteur, C'est pour cette raison qu'on lui accorde des propriétés antioxydantes qui présentent d'innombrables bienfaits sur l'ensemble de l'organisme. Par conséquence elle 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, principal antioxydant de la membrane cellulaire (CARR, 1999) ;

- Joue un rôle important dans la formation du collagène (maintient le tonus de tous les organes et notamment de la peau et des vaisseaux sanguins) (GUY ROULIER, 2005) ;

- La vitamine C réduit le taux de mortalité due aux maladies cardio-vasculaires de 45% (KELLY, 1998) ;

- La vitamine C aide à réguler l'insuline chez les diabétiques (MAYNE, 2003) ;

- 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. On connaît mal son mode d'action, mais il existe une relation étroite entre la quantité de vitamine C présente dans le foie et la rapidité avec laquelle ce dernier transforme le cholestérol en acides biliaires (JACQUES, 1995);

- Cependant, les études montrent de façon constante que la vitamine C aide à réduire la durée d'un rhume et l'intensité.

  Suppléments de vitamine C à doses thérapeutiques (1 à 8 grammes / jour) à l'apparition d'un rhume peut réduire la durée des épisodes de froid par autant que 48% **;**

- A partir d'un certain âge, les maladies oculaires liées au vieillissement augmentent chez les hommes et les femmes, en raison de l'effet nocif des radicaux libres. Les radicaux libres apparaissent lorsque l'oxygène et la lumière (tous deux largement présents dans les yeux) se rencontrent. Ils accélèrent le vieillissement cellulaire et provoquent, d'une manière générale, des dommages cellulaires s'ils ne sont pas neutralisés. S'ils causent une opacification du cristallin, par exemple, ils peuvent aboutir à une cataracte. La vitamine C fait partie des principaux antioxydants dans le cristallin. Elle y est environ 60 fois plus concentrée que dans le plasma. La vitamine C neutralise les radicaux libres apparus dans l'œil sous l'effet de la lumière du soleil et empêche ainsi la dégradation des protéines sensibles du cristallin. Celles-ci devant durer toute la vie, la protection contre les rayons UV et un apport suffisant en vitamine C sont très importants (KELLY, 1998).

- La vitamine C sous sa forme oxydée (acide déhydroascorbique) tient un rôle immunologique en consolidant les ponts désulfures des anticorps produits au cours des infections bactériennes (VIERLING et FRENOT ,2001).

II.8.2.Rôle antioxydant

Le rôle antioxydant de l'acide ascorbique découle de ses propriétés réductrices. C'est le plus puissant des antioxydants hydrosolubles. Il est capable de réagir directement avec les espèces réactives oxygénées et azotées (RENAUD, 2003).

II.8.3.Action sur les composés toxiques

L'acide ascorbique participe, par sa fonction antioxydante, à la dégradation de certains toxiques et médicaments.

Selon (FREDERIC MATON ,2005), l'acide ascorbique a une action épurative vis à vis du tabac et en particulier de la nicotine : il diminue les taux de nicotine, et diminue les dégradations oxydo-réductrices directement imputables au tabac.

II.8.4. Action sur les Nitrosamines

Les nitrosamines sont des composés reconnus pour être cancérigènes, absorbés soit directement par l'alimentation, ou résultants d'une synthèse à partir des nitrates et nitrites alimentaires ou médicamenteux. L'acide ascorbique est un inhibiteur puissant de la réaction de transformation des amines libres en nitrosamines.

II.9.Acide ascorbique et son rôle d'additif alimentaire

II.9.1. Définition d'additif alimentaire

La définition des additifs retenue par la réglementation européenne selon la Directive 89/107/CEE du 21 décembre 1988, et entreprise dans les textes français est la suivante : « toute substance habituellement non consommée comme aliment en soi et non utilisée comme ingrédient caractéristique dans l'alimentation, possédant ou non une valeur nutritive, et dont l'adjonction intentionnelle aux denrées alimentaires, dans un but technologique, au stade de leur fabrication, transformation, préparation, traitement, conditionnement, transport ou entreposage a pour effet, ou peut raisonnablement être estimée avoir pour effet, qu'elle

devient elle-même ou que ses dérivés deviennent, directement ou indirectement, un composant de ces denrées alimentaires »

II.9.2.Définition des antioxygènes

Les antioxygènes sont des composés capables de retarder l'oxydation par des mécanismes indirects tels que la complexation des ions métalliques ou la réduction de l'oxygène.

Ces substances prolongent la durée de conservation des denrées alimentaires en les protégeant des altérations provoquées par l'oxydation, telles que le rancissement des matières grasses et les modifications de la couleur.

II.10.Vitamine C et lien avec le brunissement non enzymatique

La dégradation de la vitamine C dans les jus provoque une perte de qualité nutritionnelle mais aussi l'apparition de composés volatils odorants à impact négatif et la formation de composés bruns responsables d'une modification de couleur. Lors de son évolution dans le jus, la vitamine C peut donner naissance à différentes formes de réductones.

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.

II.10.1.Dégradation aérobie

L'acide ascorbique par oxydation donne naissance à l'acide déhydroascorbique, 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 de l'acide 2- furoïque (YUAN et CHEN, 1998).

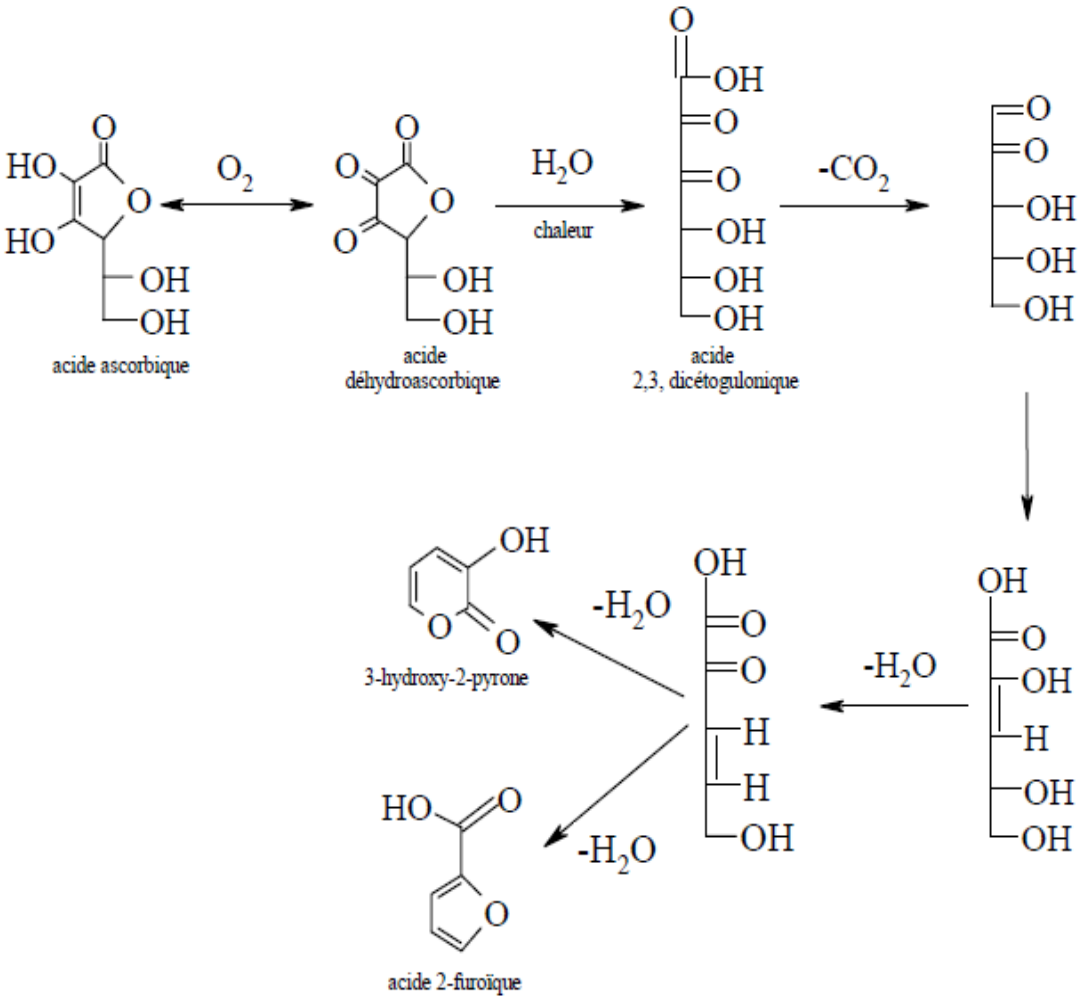


Figure 6 : voie de dégradation aérobie de vitamine C en solution aqueuse d'après (Yuan et Chen ,1998).

II.10.2.Dégradation anaérobie

L'acide ascorbique peut aussi se dégrader en absence d'oxygène, cette dégradation anaérobie a été observée dans les jus au cours de leur stockage. La voie anaérobie conduit, de la même manière que la voie aérobie, à la formation de produits intermédiaires qui peuvent être des réductones. Des composés volatils sont formés dont le furfural, qui est caractérisé par des descripteurs piquant, pain, caramel, cannelle-amande (JEHL et MADET, 2004).

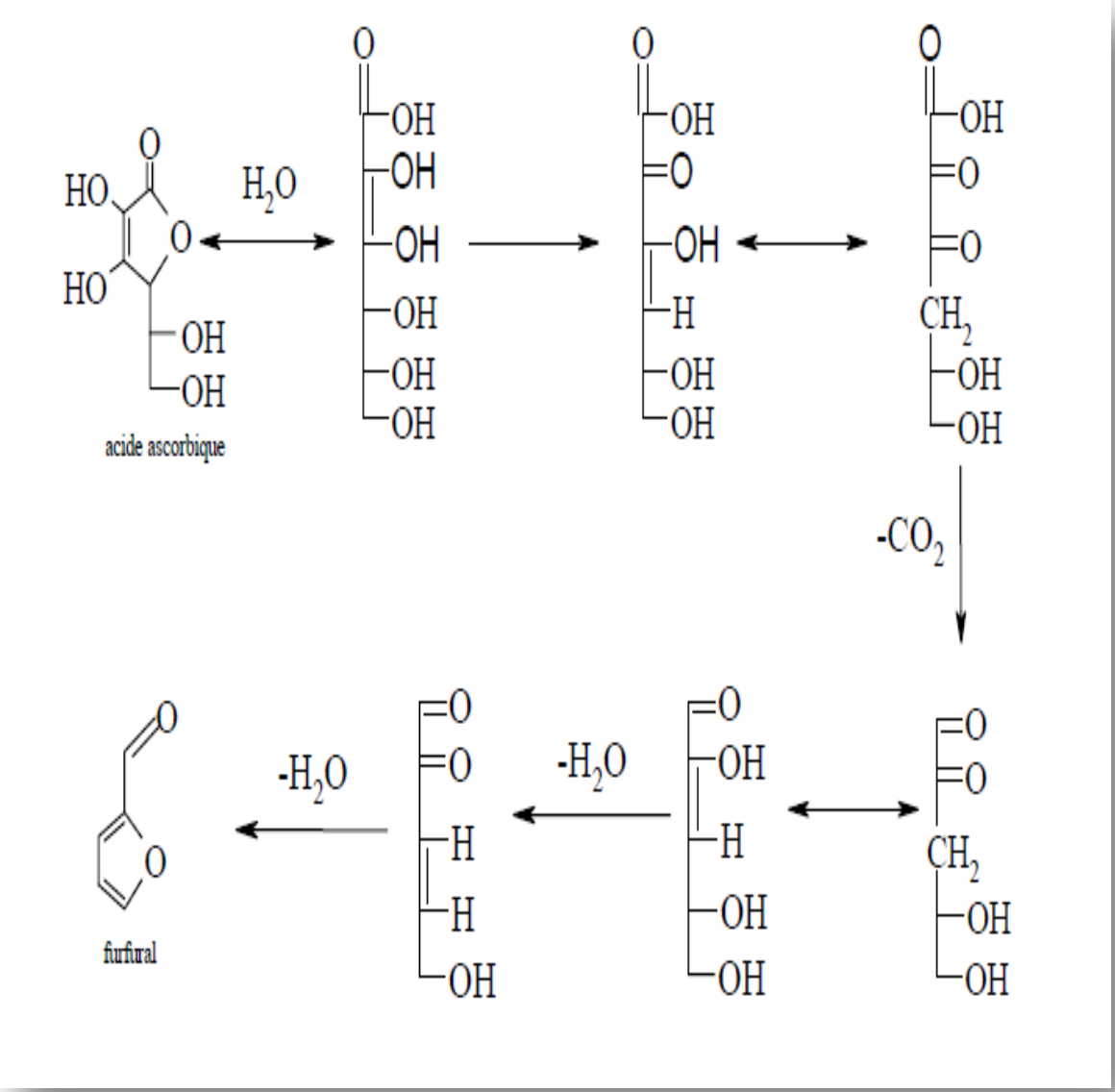


Figure 7 : Voie de dégradation anaérobie de la vitamine C en solution aqueuse d'après (Yuan et Chen, 1998).

II.11.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. Les réactions de Maillard au sens propre sont des réactions de condensation du groupe carbonyle des sucres réducteurs avec des groupes amines des acides aminés et/ou des protéines.

La réaction de Maillard comporte plusieurs étapes complexes qui aboutissent à des composés qui peuvent modifier le profil aromatique des jus et nuire à leur qualité organoleptique :

- la synthèse de composés carbonylés très réactifs (furfuraldéhydes, réductones) ;
- la formation de polymères bruns, aussi appelés mélanoïdines ;
- la formation de composés volatils et odorants.

La température est le principal facteur du brunissement non enzymatique (la vitesse de la réaction est multipliée par 20000 lorsqu'on passe de 0 à 70 °C). Et la présence d'acide citrique favorise également ce brunissement, les sucres influent peu sur ces réactions**.** Enfin, des valeurs de pH faibles augmentent le brunissement (SHINODA *et al*, 2004).

II.12.Domaines d'utilisation autorisée et non-autorisée de l'acide ascorbique

La dose acide ascorbique utilisée dans les denrées alimentaires ne doit pas dépasser la quantité nécessaire pour obtenir l'effet désiré et à la condition de ne pas induire le consommateur en erreur (PARLEMENT EUROPEEN, DIRECTIVE DU CONSEIL DU 21 DECEMBRE 1988).

L'intérêt majeur de l'acide ascorbique restera le fait qu'il peut être utilisé dans toutes les denrées alimentaires à l'exception :

- des denrées alimentaires non transformées, c'est à dire n'ayant subi aucun traitement entraînant un changement substantiel de leur état d'origine ;
- du miel ;
- des huiles et graisses d'origine animale ou végétale non émulsionnées ;
- du lait (entier, écrémé et demi-écrémé) et à la crème (entière ou en faible teneur en matières grasses) pasteurisés et stérilisés (y compris par procédé UHT) ;
- des sucres ;
- des aliments pour nourrissons et enfants en bas âge, et les aliments pour les nourrissons et les enfants en bas âge qui ne sont pas en bonne santé ;

En se référant à leurs législations respectives, l'additif E300 peut donc être utilisé dans :

- Les jus de fruits et nectars ;
- Les confitures extra et gelées extra ;
- Les laits de conserve, totalement ou partiellement déshydratés ;
- Les fruits et légumes en conserve.

Matériels et méthodes

La partie expérimentale de cette étude a été réalisée au niveau du laboratoire de recherche de Biochimie Analytique et Biotechnologies de l'université MOULOUD MAMMERI de TIZI OUZOU. Au cours de notre travail, nous avons effectué une évaluation physicochimique afin de vérifier la qualité de quelques types de jus commercialisés notamment leur teneur en vitamine C.

Objectif :

La grande demande en nouveaux produits, avec de nouvelles saveurs et flaveurs, impératifs de conservation et de sécurité alimentaire, revêt une importance primordiale sur les plans technologique et toxicologique, d'où l'utilisation des additifs et adjuvants de fabrication dans les industries agroalimentaires. L'acide ascorbique est le principal antioxydant parfois ajouté aux nombreux produits alimentaires industriels pour garantir à ces aliments une durée de conservation plus longue et pour maintenir leurs qualités organoleptiques. Notre travail consiste en une évaluation de la teneur en acide ascorbique dans quatre types de jus de fruits, les plus consommés chez nous. Les jus analysés ont étés conservés dans des conditions différentes.

- Un lot de ces jus (J1,J2, J3 et J4) a été conservé à la lumière ;
- Et un autre lot des mêmes jus ont étés mis à l'abri de la lumière.

Les analyses effectuées sont les suivants :

- Etude analytique de la quantité d'acide ascorbique dans les deux lots analysés ;
- Détermination du pH, de l'acidité et du Brix des Jus étudiés.

I. Matériels et méthodes

I.1. Matériel

I.1.1. Appareillage et verrerie

Verrerie	Appareillage
- Béchers (10,50, 100, 250, 500 et 1000ml) ; - pipettes graduées (1 ml, 5ml) ; - Fioles jaugés (250 ml) ; -Erlenmeyer (250 ml), burettes (100ml) ; - Entonnoir	- Agitateur magnétique de type et barreau magnétique - Balance de précision de type; - Plaque chauffante ; - Refractomètre …. ; - pH mètre …..

I.1.2-Autres matériels

Bavettes, gants, spatules, coupelles, pissettes, poires, micropipettes (200µl).

I.2. Préparation des réactifs

Pour la détermination du pH

- Eau distillée
- Solution tampon à pH 7
- Solution tampon à pH 4

Pour la détermination de l'acidité titrable

- Phénolphtaléine 1% (1g de phénolphtaléine dans 100 ml de l'éthanol).
- Solution de NaOH 0.1N (0.4 g de NaOH dans 250 ml d'eau distillée).

Pour le dosage de la vitamine C

- Solution de diiode 0.05N (4.1g KI+ 3.1 I2) dans 500 ml d'eau distillée, cette solution est conservée dans une bouteille teintée.
- Solution d'acide sulfurique 0.1N.
- L'empois d'amidon à 0.5% (0.5 g d'empois d'amidon dans 100 ml d'eau froid).

Echantillons de jus utilisés : quatre types de jus (Ruiba, Ramy, Ifruit, Fruits d'or) ont été achète et placés dans des conditions déférentes. Ces jus ont été mis à la lumière et à l abri de la lumière.

I.3.Méthodes expérimentales

I.3.1. Méthodes d'échantillonnage

Les prélèvements d'échantillons en vue, de l'analyse se font au niveau des magasins et des usines de production.

- ✓ les jus exposés à la lumière ont été acheté de différents magasins.
- ✓ les jus mis à l'abri de la lumière proviennent directement de leurs usines de fabrication.

I.3.2.Analyse physico-chimique des jus

I.3.2.1. Mesure du pH

Valeur de pH : logarithme décimal négatif de la concentration en ions d'hydrogène, en moles par litre de solution (NORMES NF V76-122, NF EN 1132, 1994).

Elle nous renseigne sur la contenance en H+ du jus qui lui confère son caractère acide ou basique.Elle est mesurée à l'aide d'un pH mètre qui est préalablement étalonné par deux solution tampon.

- **Principe selon la Fiche d'utilisation du pH mètre**

La mesure du pH des échantillons s'effectue par potentiomètrie.

- **Mode opératoire**

Avant chaque mesure ou chaque étape d'étalonnage, rincer soigneusement l'électrode avec de l'eau distillée, puis éliminer les traces d'eau avec du papier filtre ;

Si l'échantillon contient des quantités notables de gaz carbonique, éliminer autant que possible ce dernier en agitant vigoureusement l'échantillon dans un erlenmeyer fermé (puis en l'ouvrant de temps en temps) ;

Effectuer un étalonnage du pH mètre en deux points avec les solutions tampons 7 et 4 en suivant les indications du fabricant de l'instrument (Fiche d'utilisation du pH mètre) ;

Mesurer le pH de l'échantillon conformément aux indications du fabricant de l'instrument (Fiche d'utilisation du pH mètre) ;

Il convient d'effectuer l'étalonnage et les mesures en agitant doucement la solution de l'échantillon.

I.3.2.2.Dosage de l'acidité

L'acidité titrable est la teneur en acides organiques et minéraux déterminée par titrage conformément à la présente norme (NORME EUROPEENNE 12147 DECEMBRE 1996).

- **Principe selon la Fiche d'utilisation du titrimètre**

  Titrage à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium.

- **Mode opératoire**
  - ✓ Prendre 10ml de jus, les verser dans un bécher, mètre à l'ébullition ;
  - ✓ Compléter jusqu'à 50 ml avec de l'eau distillée, ajouter 2 gouttes de phénolphtaléine ;
  - ✓ Verser goutte à goutte la solution de NaOH (0.1N) jusqu'au virage de couleur en rose.
  - ✓ Noter le volume V1 de la tombée de la burette.

L'acidité titrable est exprimée en grammes d'acides pour 100 g ou 100 ml de produit, en multipliant par le facteur correspondant à l'acide.

La formule de calcul d'acidité est :

$V1 \times 0.070$ g

Soit V1 : volume de NaOH versé.

Et 0.070 : le facteur d'acidité.

I.3.2.3.Détermination de l'indice de refractomètre (Brix)

Le degré Brix exprime la quantité de sucres : 1 degré Brix est défini par une teneur de 1 g de saccharose dans 100 g d'eau (% massique). Le degré Brix est mesuré par réfractométrie. La déviation de l'angle lumineux est rapportée à la teneur en éléments solubles présents dans le milieu (sucres, acides organiques, alcools…). Les sucres étant très majoritaires dans les jus, l'indice réfractométrique est converti par approximation à la teneur en sucres dans le milieu.

- **Mode opératoire**

Il faut étalonner le réfractomètre avec l'eau distillée à température ambiante.

Une petite quantité de jus est placée sur un prisme du refractomètre, puis se dernier est dirigé vers une source de lumière .Deux zones graduées apparaissent, une foncé et l'autre claire, la lecture se fait sur la limite entre les deux zones.

I.3.3.Analyse biochimique

I.3.3.1.Dosage de la vitamine C

- **Dosage par la méthode iodometrique**

1. **Principe**

Cette méthode est basée sur la réaction d'oxydation de l'acide ascorbique par l'iode en milieu acide.

2. **Mode opératoire**

Prendre 50 ml de jus d'orange auxquelles sont additionnés 3ml de l'acide sulfurique à 0.1N qui joue le rôle d'un antioxydant et quelques gouttes d'empois d'amidon comme indicateur coloré, le mélange est titré par une solution d'iode à 0.05N jusqu'à l'apparition de la couleur bleue .

- **Le pré-dosage de diiode**

La molécule de diiode est de caractère apolaire est insoluble dans l'eau, alors il faut ajouter l'iodure de potassium KI à I2 pour former I3- entité soluble dans l'eau. La solution est préparée à partir de 4.1 g de KI et 3.1 g de I2 dans 250 ml d'eau est de concentration C2.

❖ **Calcul de la masse de Vitamine C**

Le couple représentant la vitamine C : $C_6H_6O_6/C_6H_8O_6$

La réaction mise en jeu entre les couples $C_6H_6O_6/C_6H_8O_6$ et I2/I- est la suivante :

- $C_6H_8O_6\ (aq) \longrightarrow C_6H_6O_6\ (aq) + 2H^+ + 2\ e^-$
- $I_2\ (aq) + 2\ e^- \longrightarrow 2\ I^-\ (aq)$
- $C_6H_8O_6\ (aq) + I_2\ (aq) \longrightarrow 2I^-\ (aq) + C_6H_6O_6\ (aq) + 2H^+$

Résultats et discussion

I.4. Présentation des résultats

Les résultats d'acidité, pH, Brix et quantité d'acide ascorbique dans les déférents types de jus sont présentés graphiquement par des histogrammes et par des tableaux.

I.4.1.Présentation des résultats de l'analyse biochimique

Les variations des teneurs en vitamine C dans les différents types de jus sont présentées dans le tableau IX et par la figure 8.

Tableau IX: les valeurs d'acides ascorbiques dans les différents types de jus.

Jus	**Teneurs en acides ascorbique mg/L dans les jus à l'abri de la lumière**	**Ecart-type**	**Teneurs en acides ascorbique mg/L dans les jus exposé à la lumière**	**Ecart-type**	**Norme AFNOR**
Jus 1	76.73	±2.12	62.8	±2.5	200-400 mg/L
Jus 2	76.73	±1.03	49.98	±2.18	
Jus 3	81.66	±1.15	39	±1.8	
Jus 4	255.2	±2.1	56.32	±2.1	

Selon le tableau IX, les jus (Jus 1, Jus 2 et Jus 3) ont des quantités en acides ascorbiques très inférieures à la norme AFNOR (200-400 mg/l).

La teneur en acide L-ascorbique est susceptible d'être modifier en fonction de la variété du fruit, du degré de maturité, du traitement et même des conditions climatiques.

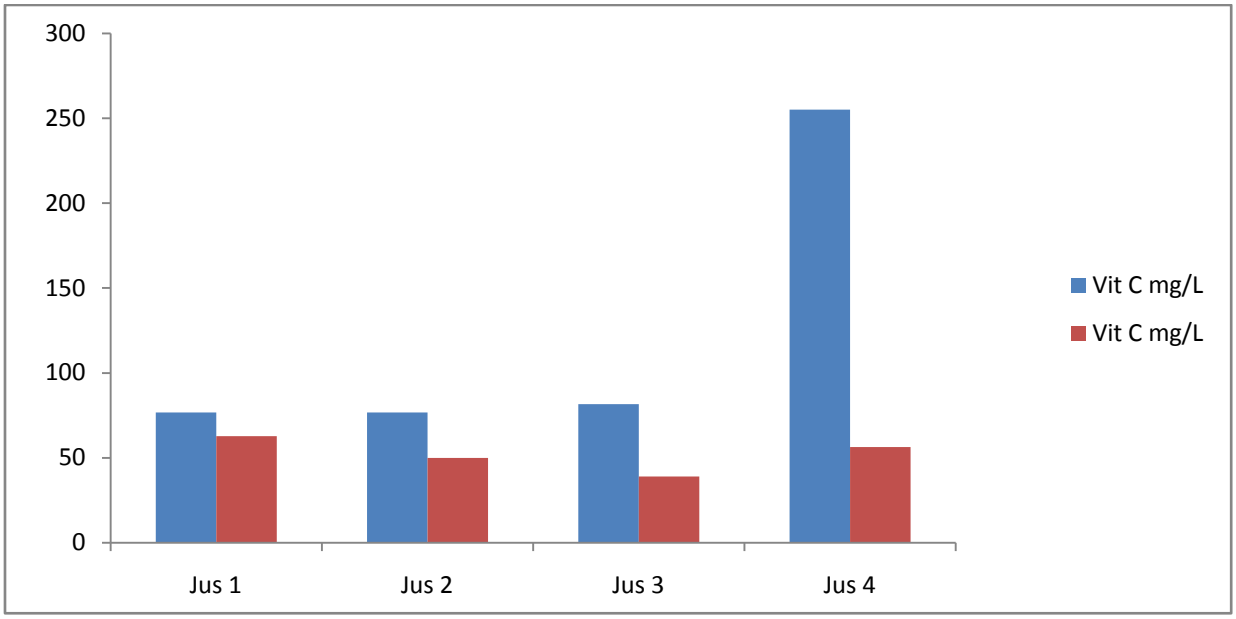


Figure 8 : Histogramme 1 présentant les différentes teneurs en vitamine C dans les deux lots de jus.

Les jus et les boissons aux fruits sont naturellement riches en vitamine C mais pour certaines raisons, l'industriel peut l'ajouter:

- soit pour restaurer dans la boisson la quantité initialement présente et perdue lors du process de fabrication ;
- soit pour enrichir la boisson dans un but de communication commerciale sur cette valeur auprès du consommateur ;
- soit en tant qu'antioxygène pour assurer une meilleure conservation du produit au cours de son vieillissement.

De plus, d'après CLAUDE BOURGEOIS (2003), de nombreuses marques jouent sur les effets bénéfiques des vitamines ou de la vitamine C perçues par le consommateur, les industriels enrichissent donc leurs jus en vitamine C afin d'en faire un argument de vente, mais selon les résultats présentés sur l'histogramme 1, on remarque que tous les jus analysés ne répondent pas à la norme, à l'exception du jus (Jus 4) qui possède une teneur de 255.2 mg/L d'acide ascorbique.

L'exposition des jus à la lumière induit la dégradation excessive de la vitamine C, parce qu'elle est l'une des plus instables de toutes les vitamines. La chaleur, l'exposition à l'air, à la lumière et sa solubilité dans l'eau sont autant des conditions qui nuisent à cette dernière dans les aliments. Ces résultats sont en accord avec (SATARR *et al*, 1989).
En tant que antioxygéne , l'acide ascorbique représentait entre 65 et 100 % de l'activité anti-oxydante globale dans un jus. Ce résultat a été confirmé par GIL- IZQUIERDO *et al*. (2002) et SANCHEZ-MORENO *et al.* (2003) qui ont trouvé que l'activité anti-oxydante de la vitamine C était de l'ordre de 77 à 96 % et de 99%, respectivement, par rapport aux autres anti-oxydants utilisés dans les jus.

L'oxydation de l'acide ascorbique est favorisé par la lumière ce qui diminue sa teneur dans les jus, et selon la figure 8 on remarque que la cinétique de perte d'acide ascorbique est rapide pendant les 15 jours d'exposition à la lumière.

Cette diminution pourrait être attribuée aussi à la présence d'oxygène dans l'espace de tête et aussi à l'oxygène dissous dans le jus. Selon KENNEDY *et al*. (1992), on observe une dégradation aérobie rapide de l'acide ascorbique par l'oxygène restant encore dans le col de la bouteille fermée, puis une dégradation lente anaérobie par l'oxygène dissous, d'après CLAUDE BOURGEOIS (2003), en absence d'air, l'acide ascorbique peut aussi se dégrader, ce phénomène peut se produire soit lorsque le milieu est chaud, soit dans un milieu acide. L'acide ascorbique subit alors une déshydratation et une décarboxylation qui conduisent à la formation de CO2 et de furfural. Cette dégradation anaérobie est observée dans les jus de fruits acide tels que le jus de citron ou même le jus d'orange conditionnés dans des bouteilles hermétiquement fermées.

Les facteurs les plus impliqués dans la dégradation de la vitamine C sont la lumière et l'oxydation, mais aussi sa forte solubilité constitue un troisième facteur aggravant sa perte.
La forte sensibilité de la (VitC) à la lumière explique pourquoi elle est souvent choisie comme marqueur de dégradation pour l'ensemble des vitamines hydrosolubles.

I.4.2. Présentation des résultats physico-chimique

I.4.2.1.pH

Les valeurs de pH pour les différents types de jus sont présentées dans le tableau X et par la figure 9.

Tableau X : Les valeurs de pH pour les différents types de jus.

Jus	**pH des jus à l'abri de la lumière**	**Ecart-type**	**pH des jus exposés à la lumière**	**Ecart-type**
Jus 1	3.9	±0 .1	3.1	±0.1
Jus 2	3.33	±0.02	3.31	±0.02
Jus 3	3.14	±0.02	3.13	±0.01
Jus 4	3.24	±0.03	3.24	±0.0.2

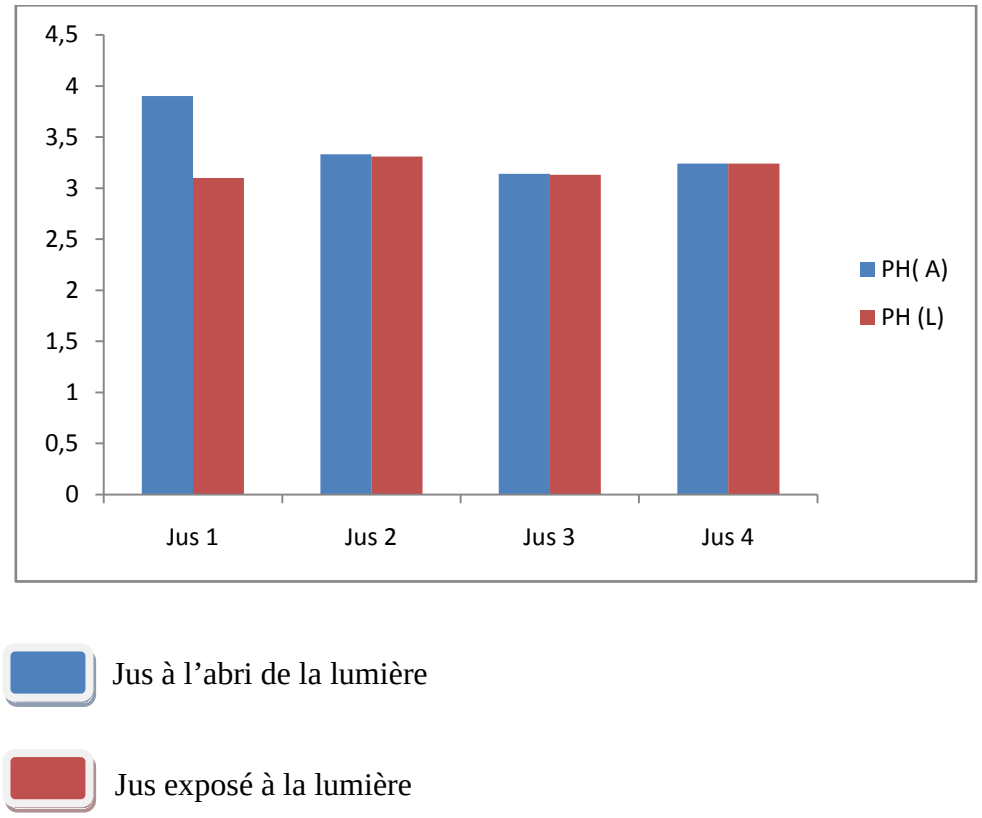


Figure 9: Histogramme 2 présentant les variations du pH dans les deux lots de jus.

Les valeurs de pH de ces échantillons sont satisfaisantes car selon la norme Codex alimentaire, le pH des jus de fruits doit être inférieur à 4,5.

D'après la figure 9 on remarque que les valeurs du pH des jus exposés à la lumière sont inférieures à ceux des jus mis à l'abri de la lumière. Et on a remarqué aussi que le pH diminue avec la diminution de la teneur en vitamine C suite a sa photo-dégradation. Nos résultats concordent avec ceux obtenus par CECILIA BERLINET (2006) dans son travail sur l'étude de l'influence de l'emballage et de la matrice sur la qualité du jus d'orange, ce résultat est en accord aussi avec les observations de (LI *et al* ,1989) qui ont observés une diminution du pH avec la perte de l'acide ascorbique dans les jus exposés à la lumière.

La diminution du pH observée dans les jus exposé à la lumière, peut être due à une fermentation alcoolique, causée par des moisissures ou des levures ,cette fermentation est un processus biochimique par lequel des sucres (principalement le glucose) sont transformés en alcool (éthanol) dans un milieu liquide.

La réaction libère de l'énergie qui sera utilisée par ces micro-organismes quand l'oxygène nécessaire à la respiration cellulaire manque, et elle se déroule comme suit :

$C_6H_{12}O_6 + 2\ ADP + 2\ Pi \longrightarrow 2\ C_2H_5OH + 2\ CO_2 + 2\ ATP.$

Glucose éthanol dioxyde de C

Et selon DENIS CORPET, 2014 ces microorganismes ont des pH d'activité optimaux très bas (Les moisissures pH 1.5 à 10 et les levures pH 2 à 9) et elles moisissent facilement les aliments acides.

Ces germes d'altération se développent uniquement dans les boissons acides et sucrées, et les jus de fruits présentent des conditions de croissance favorables.

L'exposition prolongée des jus de fruits à la lumière conduit à une perte des qualités organoleptiques et hygiénique du produit (production de gaz, dégradation des protéines, changement de couleur…etc) (Gautier, 2006).

La prolifération de moisissures et de levures dans les jus pourrait s'expliqué par le non respect des critères d'hygiène lors du, procédé de fabrication, de l'eau utilisée, du

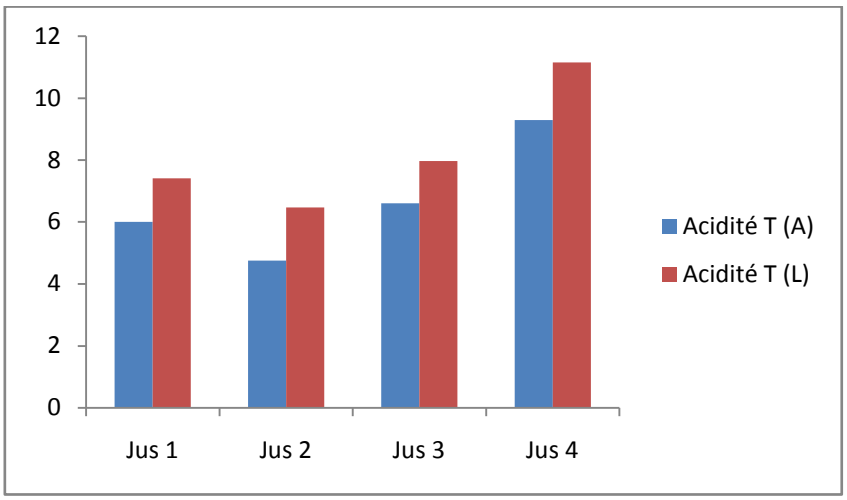
conditionnement et des conditions de vente chez les commerçants (B. ABUL, 2007 et AGASSOUNON, 2011).

I.4.2.2.L'acidité titrable

L'acidité totale, déterminée par neutralisation à pH 8.1, dépend de l'origine du fruit, du climat, variété et du degré de maturité du fruit. Les différentes valeurs d'acidité sont présentées dans le tableau XI et par la figure 10.

Tableau XI : les différentes valeurs d'acidité titrable dans les deux lots de jus.

Jus	**Acidité titrable (g/L) des jus à l'abri de la lumière**	**Ecart -type**	**Acidité titrable (g/L) des jus exposé à la lumière**	**Ecart-type**	**Norme AFNOR**
Jus1	6.6	±0.7	7.97	±1.17	(6.3 g/L à17g/L)
Jus 2	4.75	±0.65	6.47	±0.37	
Jus 3	6.01	±0.21	7.41	±1.11	
Jus 4	9.29	±1.10	11.15	±0.15	



Jus exposés à la lumière

Jus à l'abri de la lumière

Figure 10: histogramme 3 présentant les variations d'acidité dans les deux lots de jus.

D'après les résultats des jus mis à l'abri de la lumière, nous constatons que les deux jus J1 et J4, sont en concordance avec la norme par contre les jus J2 et J3 sont moins acides.

Aussi, l'acidité des jus exposés à la lumière augmente avec la diminution du pH et de la teneure en vitamine C. D'après (ELGAMOUZ ,2016**)** dans son travail sur le suivi de la teneur de la vitamine C dans un jus industriel, cette augmentation est due à la fermentation alcoolique par les moisissures et les levures.

Ces résultats montrent que la lumière est un facteur indirect de la diminution du pH et de l'augmentation d'acidité, dans les jus exposés à la lumière.

I.4.2.3.Evaluation de l'extrait sec soluble (Brix)

Les teneurs en Brix de différents jus sont présentées dans le tableau XII et par la figure 11.

Tableau XII : les différentes valeurs de Brix dans les deux lots de jus.

Jus	**Degré Brix en %dans les jus à l'abri de la lumière**	**Ecart-type**	**Degré Brix en %dans les jus exposés à la lumière**	**Ecart-type**	**Norme AFNOR**
Jus 1	13	±1	13	±1	>11.2%
Jus 2	12	±0	12	±0	
Jus 3	11	±0.3	12	±0	
Jus 4	12	±0	13	±0	

Selon le tableau XI, tous les jus ont un Brix supérieur à 11.2 %, ce qui est conforme à la norme AFNOR. Et selon le Codex alimentaire, les jus de fruits exigeant la reconstitution doivent être préparés de façon à respecter la valeur du Brix minimale, sans compter la matière sèche composée par les ingrédients facultatifs ou les additifs ajoutés.

Lorsque la valeur du Brix est inférieure à la norme (11,2), le jus reconstitué sera accepté a condition que cette valeur ne sera pas trop basse (inferieure à 10) et qu'il soit conforme aux critères d'authenticité pour les jus et les nectars de fruits.

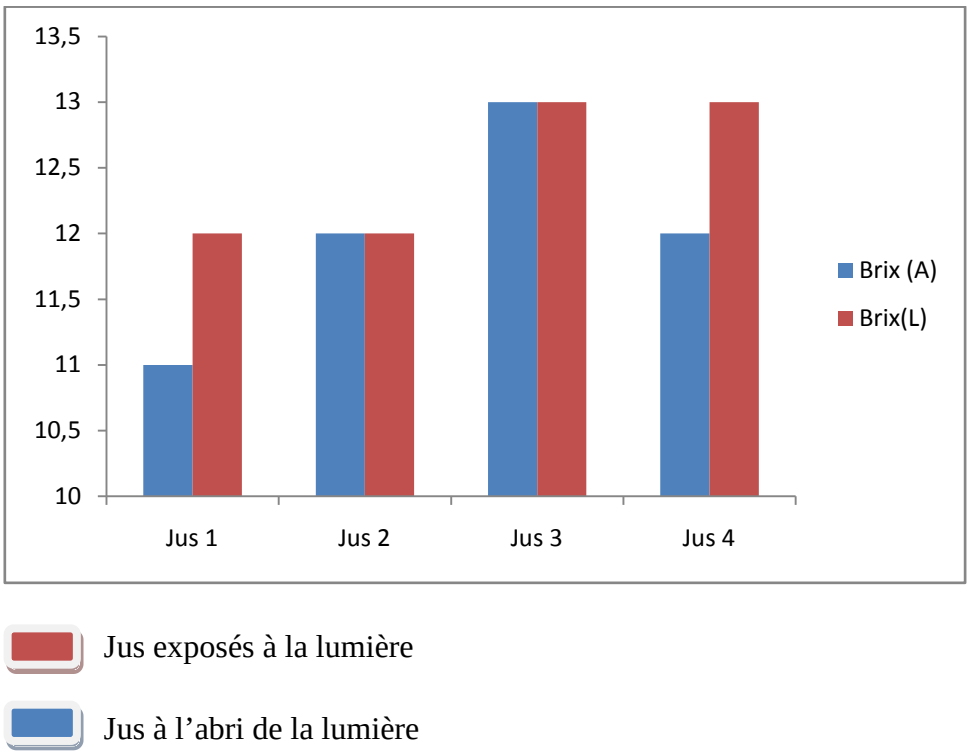


Figure 11: histogramme 4 présentant les différentes valeurs de Brix dans les deux lots de jus.

D'après les résultats, nous remarquons que la lumière n'a aucun effet sur le Brix des deux lots analysés mais qu'une différence négligeable a été observé entre les différents jus.

Conclusion

Les jus de fruits sont de plus en plus apprécies et consommés vu leur valeur nutritionnelle élevée notamment leur richesse en vitamines et aussi pour leurs caractéristiques organoleptiques recherchées.

Malheureusement comme toutes denrées alimentaires les jus peuvent être altérés et dégradés, causant aussi des effets nuisibles pour la santé du consommateur.

Notre travail consiste en une évaluation et appréciation de la qualité de certains jus de fruits des plus connus en Algérie par l'analyse de certains paramètres biochimique et physico-chimique.

Deux lots de jus ont faits l'objet d'analyse l'un conservé à l'abri de la lumière et l'autre mis dans les mêmes conditions que chez le commerçant.

L'analyse de ces deux lots en pour objectif de tester et de mettre en évidence l'impact de la lumière sur la qualité de ces jus.

Les résultats obtenus sont présentés sous forme d'histogrammes et de tableaux. Et on peut conclure que:

- Les faibles valeurs de pH correspondent aux échantillons de faible teneur en acide ascorbique.
- L'augmentation de l'acidité dans les jus exposés à la lumière favorise la dégradation de l'acide ascorbique.
- La lumière n'a aucun effet sur le Brix des deux lots de jus.
- L'exposition des jus à la lumière provoque une dégradation de la vitamine C, parce qu'elle est extrêmement sensible aux rayons UV .Et elle est utilisée comme indicateur de maintien de la qualité vitaminique des aliments, car si elle est préservée, les autres vitamines le seront aussi.

Recommandations

Les jus de fruits sont des produits très altérables lorsqu'ils se trouvent dans des conditions défavorables (lumière, température, pH, oxygène…), ce qui engendre une perte de

leurs qualités nutritionnelle, organoleptiques et microbiologique. Pour préserver ces produits il faut suivre certaines précautions telles que :

- L'utilisation des emballages teintés et imperméables pour l'isoler des influences néfastes de la lumière et de l'oxygène.
- Eviter d'exposés les jus à la lumière dans les magasins ou sur les étalages routiers ou dans des épiceries.
- Eviter de mètre les jus dans des endroits ou' la température est élevée afin d'éliminé la prolifération des moisissures et des levures.
- Consommés les jus le plus vite possibles après l'ouverture des bouteilles.

Références bibliographiques

A

- Albagnac G.,Varoquaux P., Montigaud J-C.(2002). Technologies de transformation des fruits, Ed : Lavoisier Paris.
- D. T. M. Agassounon, F. C. Bada, Ahanhanzo, S. A. Adisso, F. Toukourou et C. DE Souza, " Effets des huiles essentielles sur les qualités hygiéniques et organoleptiques de la boisson bissap," Rev. Microbiol. Ind. San et Environn.,vol. 1, no 5, pp 1-23, 2011.
- B. Abul et R. R. Sabita, " Microbiological Quality of Local Market Vended Freshly Squeezed Fruit Juices in Dhaka City, Bangladesh, " Bangladesh J. Microbiol., vol. 2, no. 24, pp. 166-168, 2007.
- Aguiló-Aguayo I., Robert S-F., Olga M-B. (2010). Color and viscosity of watermelon juice treated by high-intensity pulsed electric fields or heat. Innovative Food Science and Emerging Technologies 11 (2010) 299–305.
- Abdoune et Mezaguer .(2015). Dosage du benzoate de sodium et du méthyl parabène dans un jus de fruits par chromatographie liquide à haute performance (H.P.L.C).Memoir de fin d'etde de l'université mouloud mammeri.
- AFSSA. Agence française de sécurité sanitaire des aliments Apports nutritionnels conseillés en vitamine C pour la population française (2009).

B

- Bourokaa A. (2012).Etude biochimique de l'adultération du jus de fruits.
- Baron A., Drilleau J.F. et Le quere J.M. (2007).Des fruits aux jus de fruits et produits fermentés. I n sciences des aliments ; .Ed. Tec et Doc. Lavoisier. Paris.
- Benaiche J. (2001).Jus d'orange concentré : extraction et conservation. F 6280.Techniques de l'ingénieur, Traité Agroalimentaire.pp.1-15.
- Buettner A., Schieberle P. (2001). Evaluation of aroma differences between hand-squeezed juices from Valencia Late and Navel oranges by quantitation of key odorants and flavor reconstitution experiments. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49 (5), 2387-2394.

- Information issue de Beltz H-D., Grosch W., Schieberle P., Food Chemistry.3rd Edition, Springer, 2004, 423-426.

- Belliot, J.P., 2003. In Les Vitamines dans les Industries Agroalimentaires.

C

- commission du codex alimentaire, rapport de la vingt-deuxième session du comité du codex sur les fruits et légumes traités, 106 pages, 2005.
- Croguennec T. et Schuck P. (2006). Brunissement enzymatique, Stabilisation biologique et physico-chimique .In sciences des aliments Volume 1. Ed .Tech et Doc. Lavoisier Paris. pp276.
- Chefftel H. et Chefftel J.C. (1992).Introduction a la biochimie et à la technologie des aliments .Volume 1.Ed. Tec 1 et Doc. Lavoisier Paris. pp 209-236.
- Claude BOURGEOIS, Les vitamines dans les Industries Agro-Alimentaires. Editions Lavoisier-Tec & Doc. PARIS, 2003. 712 pages.
- Carr, A., Frei, B., (1999). Does vitamin C act as a pro-oxidant under physiological conditions. The FASEB Journal; 13: 1007-24.
- Cecilia Berlinet. (2006). Etude de l'influence de l'emballage et de la matrice sur la qualite du jus d'orange**.**

D

- Duhoranimana E., Djouadi. (2011).Essai de fabrication du jus de fruits de la passion et étude de l'influence de la durée et de la température de stockage sur sa stabilité.

E

- Espiard É. (2002). Introduction à la transformation industrielle des fruits. Éditions Lavoisier .Paris.

- Aliments-Légumes et Fruits-Les jus d'orange : toujours sources de vitamine C.

- Elgamouz S. (2016). Le suivi de la teneur de la vitamine C dans un jus industriel.

F

- Federici M. (2003).Synthese des vitamines hydrosolubles in les vitamines dans les industries Agroalimentaires.technique et documentation ,Lavoisier.Paris.
- Frédéric M. (2005). Diététique du sportif. Comment préserver les vitamines des aliments.

G

- Guy Roulier, janvier 2005. Extrait du livre de Guy Roulier à paraître Aux Editions Dangles "Fabuleuses plantes d'Amazonie".
- Gil-Izquierdo, A., Gil, M.I., Ferreres, F., 2002. Effect of processing techniques at industrial scale on orange juice antioxidant and beneficial health compounds. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50 (18), 5107- 5114.

- Guy Puydoyeux. (2012). avec les conseils du Docteur Guy Puydoyeux. Tout sur la vitamine C ou Acide ascorbique.

- Grandazzi, C., 2002. Synthèse bibliographique sur le jus d'orange Montrouge, p19.

- Guilland, J.G., Lequeu, B., Birlouez, I., Bourgeois, G., 1998. Vitamine C dans le statut vitaminique : Physiopathologie, exploration biologique et intérêt clinique. Paris : Technique et Documentation. pp.317 - 340.

H

- Hendrix, C.; Redd, J. (1995). Chemistry and Technology of Citrus Juices and By-Products. p: 53-87.
- Hancock, D. R., and Viola, R. (2002). Biotechnological approaches for L-ascorbic acid production. Trends in Biotechnol 20: 299-305.

J

- Jehl B., Madet N. (2004).L'acide ascorbique et son utilisation en tant qu'additif dans les industries alimentaires.
- Jacques, F. Paul, Sulsky, Sandra, I., Perrone, Gayle, E., Jenner, Jennifer, Schaefer, Ernst, J., (1995). "Effet de la supplémentation en vitamine C sur le cholestérol de lipoprotéines, apolipo protéines, et de triglycérides concentrations". Annals of Epidemiology 5 (1): 52-9.
- Johanston, c. s., Steinberg, f. m., and Rucker, r. b. (2001). Ascorbic acid. in handbook of vitamin, r. b. rucker, rucker, r. b., suttie j. w. mccromick d. b. and machlin l. j., ed. marcel dekker, inc., newyork, 529-554.

K

- Kelly, FJ. (1998). « L'utilisation des antioxydants dans la prévention et le traitement
- Kennedy J.F., Rivera Z.S., Lloyd L.L., Warner F.P., Jumel K.L. (1992). Ascorbic acid stability in aseptically processed orange juice in Tetra Brik cartons and the effect of oxygen. Food Chemistry,327-331

L

- Li Z., Alli I, Kermasha S. (1989). Use of acidification, low temperature, and sorbates for storage of orange juice. Journal of Food Science, 54 (3), 674-678.

M

- MARIN M. et RENE F. (2000).Lyophilisation, Traité Agroalimentaire, Vol.F1.
- Marjolaine Cérou. (2013).Jus de fruits : les rayons UV protègent de l'altération. Éditions du Boisbaudry ,13 square du Chêne Germain - CS 77711.
- MA ., WANG S.L., ZHANG K., WU Z.G., HATTORI M., CHEN G.L., MA C.M.

(2012). Chemical components and antioxidant activity of the peels of commercial appleshaped pear (fruit of Pyrus pyrifolia cv. Pingguoli*). J Food Sci.* 77: pp 1097-1102.

- Mayne, ST, 2003. « Nutriments antioxydants et les maladies chroniques : l'utilisation de biomarqueurs d'exposition et état de stress oxydatif dans la recherche épidémiologique. Le Journal de la nutrition 133 Supp1 3 : 940S.

N

- NAGY, S.; SHAW, P. E. 1990. Factors Affecting The Flavour of citrus Fruit. Food Flavours. Part C: The Flavour of Fruits. p: 93-124.

P

- Parlement Européen, Directive du Conseil du 21 décembre 1988 relative au rapprochement des législations des états membres concernant les additifs pouvant être employés dans les denrées destinées à l'alimentation humaine (89/107/CEE). Journal Officiel n°40 du 11 février 1989, 27 pages.
- Paul Keirn. (2010). Polyphénoles : définition, actions, listes des plantes actives.

R

- Richard H. (1992). Les arômes alimentaires. Coordonnateurs Richard H., Multon J.L. Paris: Tec & Doc.
- Raisonnier A. (2002). Biochimie métabolique et Régulations. p : 31.
- Renaud .A ; Fer, vitamine C et acide folique : convergence sanguine. Journal de pédiatrie et de puériculture, 16 (2003) 281-283.

S

- Shinoda Y., Murata M., Homma S., Komura H. (2004). Browning and model products of model orange juice. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry,529-536.
- Sekli-belaidi F. (2011). Fonctionnalisation de surfaces d'électrodes par un film de poly (3,4- éthylènedioxythiophène) PEDOT pour l'élaboration de microcapteur spécifique des acides ascorbique et urique : application à l'étude des propriétés antioxydantes du sérum sanguin.
- Sattar A., Durrani M.J., Khan R.N., Hussain B.H. (1989). Effect of packaging materials and fluorescent light on HTST pasteurized orange drink. Zeitschrift fuer Lebensmittel -Untersuchung und -Forschung, 430-433.

- Solomon O., Svanberg U., Sahlström A. (1995) Effect of oxygen and fluorescent light on the quality of orange juice during storage at 8°C. Food Chemistry, 53 (4), 363-368.
- Sanchez-Moreno C., Plaza L., de Ancos B., Cano P. (2003). Quantitative bioactive compounds assessment and their relative contribution to the antioxidant capacity of commercial orange juices. Journal of the Science of Food and Agriculture,430-439.

U

- UCKOO R.M., JAYAPRAKASHA G.K., BALASUBRAMANIAM V.M., PATIL B.S.(2012). Grapefruit *(Citrus paradise Macfad)* phytochemicals composition is modulated by household processing techniques. *J Food Sci.*77: pp 921-926.

V

- VIERLING E. (2003). Aliments et boissons. Filières et produits, 2éme Ed., Doen, Paris.

Y

- Yuan, J.P., Chen, F., 1998. Degradation of ascorbic acid in aqueous solution. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46 (12), 5078-5082. Yuan et Chen (1998).

Anonyme

Anonyme 1 : Union National Interprofessionnelle des Jus de fruits. (2002).

Anonyme 2 : Santé Canada. (2007).

Anonyme 3 : Extenso. (2012). Le Centre de référence sur la nutrition de l'Université de Montréal.

Anonyme 4: FIEB. (2014).

Anonyme 5: Règlement (UE) N°432/2012.

Anonyme 6:BioFrais.2016.

Anonyme 7:Vitaality.2014.

Anonyme 8:RNSE.2013.

Anonyme 9:VitCnat.2016.

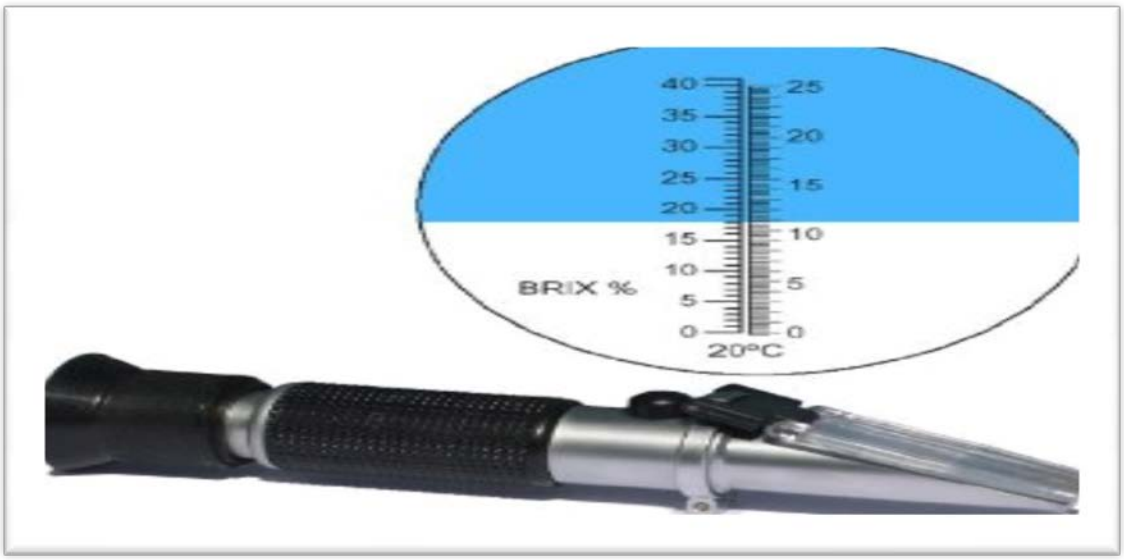
Anonyme 10: Pharmacologie et santé. (2011).La vitamine C dans tous ces états. ***Anonyme 11:*** Normes NF V76-122, NF EN1132.1994.

Anonyme 12:Normes Européenne EN 12147 Décembre .1996.

Annexes

Annexes I

Réfractomètre



Le réfractomètre :est un appareil de mesure qui détermine l'indice de réfractionde la lumière d'une matrice solide ou liquide .Cet indice s'observe par la déviation d'un faisceau lumineux suivant la nature du milieu dans lequel il se propage.L'angle du faisceau dévie en fonction du taux de matière sèche soluble dans le milieu**,** plus la concentration de matière sèche soluble est élevée, plus la réfraction est importante.

Annexes II

Pertes en vitamine C

Les pertes en vitamine C se calcule à partir de la formule suivante :

$$\textbf{Pertes en vitamine C} = \frac{\textbf{Teneur initiale} - \textbf{teneur finale}}{\textbf{Teneur initiale}}$$

Elles se résument dans le tableau suivant :

Jus de fruits	Pertes en vitamine C %
J1	52.24
J2	18.5
J3	34.86
J4	77.93

Annexes III

VALEUR BRIX MINIMALE POUR LES JUS ET PUREES DE FRUITS RECONSTITUES SELON LE CODEXE ALIMENTAIRE 2005.

Nom courant du fruit	**Valeur Brix minimale Jus de fruits reconstitués et purées reconstituées**
Anacarde	11,5
Ananas	12,817 Il est entendu que la valeur Brix peut différer de cette valeur selon les pays. Lorsque la valeur Brix est presque toujours inférieure à cette valeur, le jus reconstitué à valeur Brix inférieure faisant l'objet d'un commerce international sera accepté, à condition qu'il soit conforme aux critères d'authenticité énumérés dans la Norme générale pour les jus et les nectars de fruits et que la valeur Brix ne soit pas inférieure à 10 pour les jus d'ananas et de pomme.
Corossol	14.5
Pastèque	8.5
Lime	8.0
Pamplemousse (« Oroblanco »)	10.0
Orange	11.8-11.2

Annexes IV

Composition légale d'un jus d'orange selon la Norme française V76-005 de 1995

Famille	Composé	Limite
Sucre	Glucose	20 à 50 g.l-1
	Fructose	20 à 50 g.l-1
	Saccharose	10 à 50 g.l-1
Alcools	éthanol	< à 3 g.l-1
Acides	Acide citrique	6,3 à 17 g.l-1
	Acide L-malique	0,8 à 3,0 g.l-1
	Acide lactique	< à 0,5 g.l-1
	Acide acétique	< à 0,4 g.l-1
	Acide L- ascorbique	> à 0,2 g.l-1
	Acide d-isocritique	0,065 à 0,2 g.l-1
Sels minéraux	Potassium	1300 à 2500 mg.l-1
	Phosphore	115 à 210 mg.l-1
	Magnésium	70 à 160 mg.l-1
	Calcium	60 à 150 mg.l-1
	Sodium	< à 30 mg.l-1
	Sulfate	< à 150 mg.l-1
	Nitrate	< à 10 mg.l-1
Oligo-éléments	Cuivre	< à 5,0 mg.l-1
	Zinc	< à 5,0 mg.l-1
	Fer	< à 5,0 mg.l-1
	Etain	< à 1,0 mg.l-1
	Plomb	< à 0,2 mg.l-1
	arsenic	< à 0,1 mg.l-1
	cadmium	< à 0,02 mg.l-1
	mercure	< à 0,01 mg.l-1
Pectine	Pectine totale	< à 700 mg.l-1
	Pectine soluble dans l'eau	< à 500 mg.l-1
Pigments	hespéridine	250 à 700 mg.l-1

Annexes V

Teneur en ascorbate dans les fruits, légumes et produit d'origine animale exprimée en mg /100g matière fraîche. (Adapté de.Johnston *et al*., 2001).

Fruits	**mg/100g**	**Légumes**	**mg/100g**
Pomme	2-30	Asperge	15-30
Banane	8-16	Avocat	10
Mûre	8-10	Brocoli	80-90
Cerise	15-30	Betterave	6-8
Raisin sec rouge	20-50	Haricot	10-15
Raisin sec noir	150-200	Choux de Bruxelles	100-120
Raisin	2-5	Choux	30-70
Pamplemousse	30-70	Carotte	5-10
Kiwi	80-90	Concombre	6-8
Citron	9-60	Chou-fleur	50-70
Mangue	10-15	Aubergine	15-20
Orange	30-50	Ciboulette	40-50
Poire	2-5	Salade frisée	70-100
Ananas	15-25	Salade	10-30

Fruit de l'églantier	250-800	Pois
8-12		
Fraise	40-70	Pomme de terre
4-30		
Tomate	10-20	Potiron
15		
Acérola	1745	Radis
25		
Poivron	150-200	
Produits animaux		Endive
33		
Lait vache	0.5-2	Coriandre
90		
Lait humain	3-6	Ail
60		
Bœuf	1-2	Raifort
45		
Veau	1-1.5	Poireau
15		
Foie de poulet	15-20	Persil
200-300		
Foie de boeuf	10	Papaye
39		
Rein des poulets	6-8	
Coeur de poulet	5	
Gésier de poulet	5-7	
Crabe	1-4	
Crevette	2-4	

Résumé

Les jus de fruits sont des boissons fruités, rafraichissantes, riche en eau, en acide organique, en sucre et en conservateurs essentiellement la vitamine C qui détermine la qualité nutritionnelle et organoleptique des jus, en plus à la qualité de la matière premier et aux conditions de fabrication.

L'ajout d'acide ascorbique dans les jus commercialisés sert à augmenter leurs durées de vie et à conserver leurs qualités organoleptiques sauvegardées par son principal rôle d'antioxydant.

D'après cette étude, que la vitamine C se dégrade facilement lorsque les jus sont exposés à la lumière et des variations des paramètres physicochimiques.

En effet ,nous avons enregistré des taux de :

255.2mg/L d'acide ascorbique dans les jus 4 conservé à l'abrit de la lumiere,alors que celui qui est exposé a la lumière avec un taux de 62.8mg/L

Ph de 3.33 pour le jus 2 conservé à l'abrit de la lumiere,alors que celui qui est exposé a la lumière avec un taux de 3.31

L'acidité de 9.92 g/L pour le jus 4 conservé à l'abrit de la lumière et de 11.5g/L pour celui exposé à la lumiére

Brix de 13 pour jus 1 mit à l'abrit de la lumière et de celui qui exposé à la lumiére.

Mots clé :

Jus de fruits, lumière, Vitamine C, , , Oxygène, antioxydant.