

Sommaire

INTRODUCTION.....	1
Chapitre I : Etude bibliographique.....	5
I. Présentation de Agro Juice Processing :	12
1. Présentation de l'entreprise :	12
2. Fiche signalétique :.....	12
3. Organigramme de la société :.....	12
4. Les produits :.....	13
5. Procédé de Fabrication :.....	13
II. Aperçu sur les vitamines	19
1. Définition :	19
2. Classification des vitamines	19
2.1. Les vitamines hydrosolubles :.....	19
2.2. Les vitamines liposolubles :.....	19
3. Les rôles physiologiques des vitamines :.....	20
3.1. Fonction co-enzymatique :.....	20
3.2. Transport des électrons et des protons :.....	20
3.3. Stabilisation des membranes :.....	20
3.4. Fonction hormonale :	20
III. La vitamine C :.....	20
1. Histoire :.....	20
2. Structure et propriétés :	20
2.1. Nomenclature :.....	20
2.2. L'acide déhydro L-ascorbique :.....	21
2.3. Les stéréoisomères l'acide ascorbique :.....	21
2.4. Propriétés physico-chimiques :.....	22
2.5. L'instabilité de la vitamine C :.....	23
3. La synthèse de la vitamine C.....	23
3.1. La synthèse chimique.....	23
3.2. Synthèse par bio-production :	24
4. Les sources d'acide L-ascorbique :	24
4.1. Les sources végétales :.....	25
4.2. Les sources animales :	25
5. Les bienfaits de la vitamine C :.....	25
6. Les besoins en vitamine C :.....	26

7.	Action sur les composés toxiques	26
7.1.	Action sur les composés toxiques	26
7.2.	Action sur les Nitrosamines :	27
IV.	L'acide ascorbique et son rôle d'additif alimentaire :	27
1.	Définition d'additif alimentaire :	27
2.	Classification des additifs alimentaires :	28
3.	Définition des antioxygènes :	28
4.	Principe antioxygène d'acide ascorbique :	28
4.1.	Voie de dégradation aérobie :	29
4.2.	Voie de dégradation anaérobie	30
5.	L'utilisation d'acide ascorbique dans la préparation des produits alimentaires :	30
5.1.	Réglementation :	30
5.2.	La Directive 89/107/CEE du 21/12/1988 :	30
5.3.	Domaine d'application de la Directive :	30
5.4.	Application de la Directive 89/107/CE au cas de l'acide ascorbique :	31
6.	Domaines d'utilisation autorisée et non-autorisée de l'acide ascorbique :	31
V.	Dosages directs de la vitamine C	31
1.	Méthode spectroscopique :	31
2.	Méthodes électrochimiques :	32
	Méthodes polarographiques :	32
3.	Les méthodes fluorométriques :	32
4.	Méthodes de titration :	32
4.1.	Titration directe à l'iode :	32
4.2.	Titration indirecte de la vitamine C par iodométrie :	32
4.3.	Titration par bleu de méthylène :	32
4.4.	Méthode à la 2-4 Dinitro-Phenyl Hydrazine :	32
4.5.	Titration par 2-6 dichlorophénol indophénol :	33
4.6.	Titration électrométrique au 2-6 dichlorophénol indophénol :	33
4.7.	Méthode à l'indophénoxyène :	33
5.	Méthodes biochimiques :	33
6.	Les méthodes photométriques :	33
	Chapitre II : Etude expérimentale	29
I-	Cadre et Objectifs :	36
II-	Titration indirecte de la vitamine C par iodométrie :	36
1.	Préparation des réactifs :	36

1.1.	Préparation de la solution de diiode.....	36
1.2.	Préparation de la solution de thiosulfate de sodium :	36
1.3.	Préparation d'empois d'amidon à 5% :.....	37
2.	Protocole de dosage :.....	37
2.1.	Titration préliminaire de diiode :.....	37
2.2.	Les réactions d'oxydo-réduction :	37
2.3.	Calcul de la concentration de la solution de diiode C_2 :.....	37
2.4.	Titration indirecte de la vitamine C :	38
3.	Calcul de la masse de Vitamine C :.....	38
III-	Mesure des paramètres physico-chimiques :.....	39
1.	Détermination de Brix :.....	39
2.	Mesure de pH :.....	39
3.	Dosage de l'acide citrique :.....	40
IV-	Résultats et discussion :.....	40
1.	Optimisation de dosage de la vitamine C :.....	40
2.	Echantillonnage :.....	40
3.	Les résultats de calcul :	41
3.1.	Le pré-dosage de diiode :	41
3.2.	Le pré-dosage des Jus Nectar :.....	41
4.	Présentation des résultats :	41
5.	Discussion des résultats obtenus :.....	44
5.1.	Optimisation de l'effet de pH sur la quantité d'acide ascorbique :.....	44
5.2.	Optimisation de l'effet de Brix sur la quantité d'acide ascorbique :	46
5.3.	Optimisation de l'effet d'acidité sur la quantité d'acide ascorbique :	48
	Conclusion générale	51
	Références bibliographiques.....	47

INTRODUCTION

La consommation des jus de fruits et des boissons fruitées se voit augmentée grâce à la large gamme des produits disponibles au marché. Néanmoins, les consommateurs souhaitent de plus en plus des jus de haute qualité qui ressemblent aux jus naturels, par leur aspect organoleptique tout en garantissant une qualité nutritionnelle.

Les industries agro-alimentaires doivent répondre aux exigences des consommateurs. Pour cela, il faut toujours chercher à améliorer la qualité de la matière première, le conditionnement et le stockage du produit fini qui préservent la qualité nutritionnelle du jus industriel.

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

Dans cette perspective, citons la vitamine C qui suscite le scorbut lors de son absence dans un régime alimentaire. Par contre la stimulation de la synthèse du collagène, l'accélération de la cicatrisation et la réduction du cholestérol sont comptés parmi les multiples bienfaits de la vitamine C.

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

L'ajout de cette vitamine aux denrées alimentaires est basé sur :

- ✓ L'enrichissement.
- ✓ La préservation des denrées alimentaires.
- ✓ La compensation des pertes vitaminique due à la fabrication des aliments et leurs stockages.

Le présent travail s'inscrit dans le cadre du contrôle de la qualité nutritionnelle de la large gamme d'Agro Juice Processing, Valencia, en réalisant un suivi de la quantité restante de la vitamine C dans ses jus.

Notre travail sera présenté comme suit :

- Dans le premier chapitre, nous allons donner un aperçu général sur l'entreprise d'accueil, suivi d'une bibliographie sera consacrée à la définition des vitamines, à leurs rôles physiologiques et à leurs métabolismes, suivi d'un aperçu sur la vitamine C et les différentes méthodes de sa titration.
- Le deuxième chapitre Présentera l'ensemble de Matériel et méthodes utilisés pour réaliser ce travail ainsi les résultats obtenus et discussion suivi d'une conclusion générale et perspective.

Chapitre I :

Etude

Bibliographique

I. Présentation de Agro Juice Processing :

✓ Première Partie : Organisme d'accueil :

1. Présentation de l'entreprise :

AJP est une nouvelle entreprise dans le secteur agroalimentaire créée en 2011, elle innove de façon continue en créant des produits sains et équilibrés répondant aux besoins et aux attentes des consommateurs. L'unité de production AJP permet d'offrir la plus grande sélection industrielle de jus de fruit à base de concentré. La variété de jus de fruits est disponible en cartons sceptiques de différents volumes appropriés pour une conservation à long terme.

2. Fiche signalétique :

Tableau 1 : Fiche signalétique de AJP

Date de création	2011
PDG	Mr. BELKOURA Aboubakr
Produit commercialisé	Valencia
Marché de service	Local
Certification	ISO 22000, HACPP, FSSC2200
Patente	30571
Forme juridique	S.A.R.L
Adresse	Résidence NOURIA IMM D N° 26 lot de patrouilleuse NV 50000 MEKNES

3. Organigramme de la société :

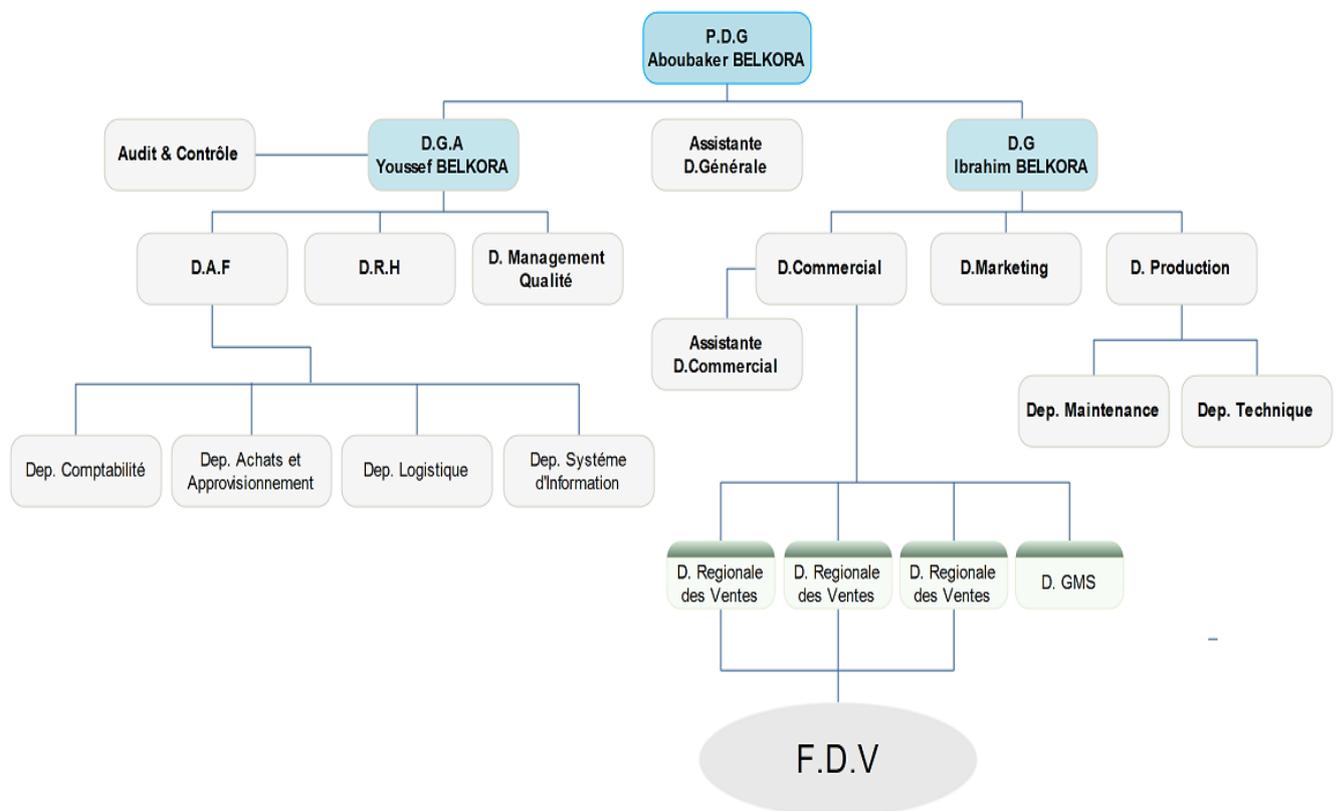


Figure 1 : Organigramme de la société

4. Les produits :

L'industrie des boissons couvre deux grands groupes et huit sous-groupes.

1. Un groupe des boissons non alcoolisés comporte les sirops, les eaux et les boissons sans alcool (bouteilles et canettes), les jus de fruits (bouteilles, canettes et briques), ainsi que le café et le thé.
2. Un groupe des boissons alcooliques comprend le vin et la bière.

La gamme de production d'AJP concernant les Boissons non-alcoolisés regroupée sous trois catégories :

- ✚ La première catégorie : les Jus contenant les Nectar, Jus 100%, light et Boisson.
- ✚ La deuxième catégorie : Jus au lait.
- ✚ La troisième catégorie : Lait aromatisé au Chocolat ou à la fraise.

Ces segments ont été identifiés et étudiés dans le moindre détail afin de mieux appréhender les coutumes des consommateurs et pouvoir répondre parfaitement à leurs attentes : Enfants, jeunes et familles.

5. Procédé de Fabrication :

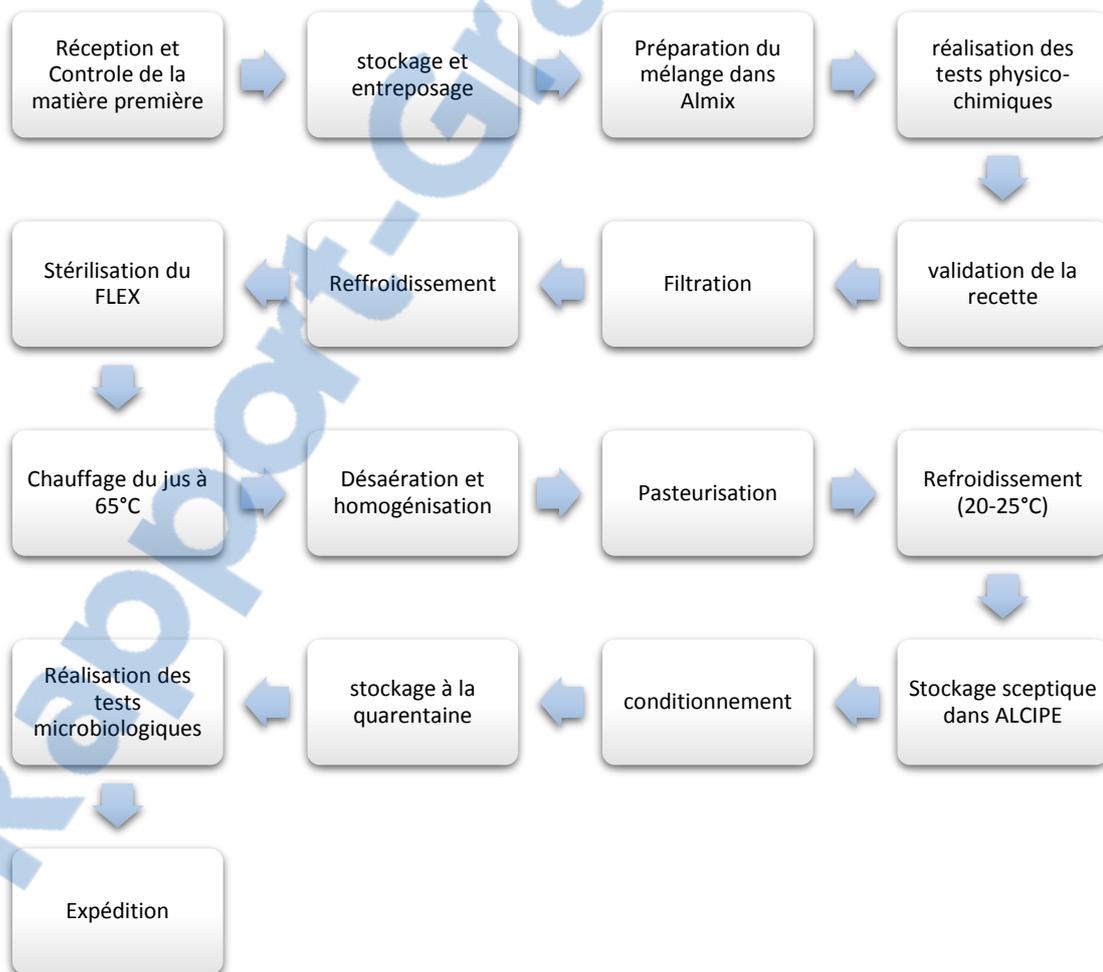


Schéma 1 : Procédé de fabrication

✓ Deuxième Partie : Le procédé de fabrication :

I. Description de la chaîne de la production :

1. Le traitement d'eau :

L'alimentation de l'usine par de l'eau est fournie par un puits. Cette eau est traitée dans une salle munie de deux filtres, deux adoucisseurs et un appareil osmose. Le passage d'eau à travers cet équipement assure un traitement efficace.

- ✚ Le filtre à sable : est un moyen écologique de traitement des effluents relativement simple et peu coûteux. Son principe est de faire percoler de l'eau à travers un massif de sable.

Les grains de sable forment une couche qui est traversée par l'eau et va arrêter par simple effet de tamisage les particules les plus grosses, quant aux plus petites elles seront également retenues par l'effets de paroi sur la surface des grains.

- ✚ Le filtre à charbon actif : est fabriqué avec de la poudre de charbon actif retenant les particules d'odeurs passant à travers le filtre.

Le charbon actif est un produit spécifique pouvant couvrir une surface très grande, qui rend le charbon actif idéal pour l'adsorption qui est employé pour extraire les substances solubles dans l'eau.

- ✚ L'adoucisseur d'eau : est un appareil qui réduit la dureté de l'eau en réduisant la quantité de calcaire (carbonates principalement de calcium et de magnésium) en suspension dans l'eau. Il existe deux types d'adoucisseurs principaux selon les techniques utilisées, l'adoucisseur à résine et celui au CO₂.

- ✚ L'Osmose : est un système de purification de l'eau contenant des matières en solution par un système de filtrage très fin qui ne laisse passer que les molécules d'eau.

Le but en est essentiellement la diminution de la dureté de l'eau, ce qui rend son utilisation plus agréable et protège les équipements en aval, mais aussi de supprimer les polluants (nitrates, résidus de pesticides, ...) et d'en améliorer le goût par l'élimination des composés chlorés.

2. Mélange des ingrédients :

Au niveau de la salle de préparation, après la vérification de la validité des matières premières (Concentrés, Vitamines, Aromes, Sucre) et l'eau, la préparation débute en présence d'un technicien de laboratoire.

Cette salle est composée de :

- Un mélangeur Tetra Almix : dans lequel on met les ingrédients secs en versant les sacs dans le mélangeur alors que les concentrés lourds et en grandes quantités sont ajoutés à l'aide d'une pompe.
- Cinq tanks : dont lesquels une boucle de mélange entre la recette et l'eau traitée aura lieu.

3. La Pasteurisation :

La préparation précédente subit un léger chauffage, une désaération pour éliminer les gaz et l'air suivie d'une homogénéisation avant la pasteurisation, également appelée débactérisation thermo contrôlée ou Aseptique Flex.

La pasteurisation est un procédé de conservation des aliments, ils sont alors chauffés à une température de 95°C pendant 30s pour les jus nectar, 140 °C pendant 4s pour les jus au lait et 100°C pendant 30s pour les jus au lait aromatisé, c'est la Flash-Pasteurisation, pour réduire les micro-organismes d'une manière assez significative.

Après le refroidissement du jus, il est placé au fonds du Tank en contact avec l'air stérilisé.

4. Le conditionnement :

Le jus pasteurisé est prêt à l'emballage. Le service de conditionnement est constitué de trois lignes de mise en emballage chacune est composée de plusieurs appareils :

➤ **Machine de remplissage** : pour un conditionnement aseptique du produit :

- 1^{ère} ligne : TBA/8 qui est raccordé directement à l'Aseptic Flex. Son volume de colis est 1000 ml.
- 2^{ème} ligne : A3CF lié à Tetra Alsaf le tank destiné au stockage intermédiaire aseptique de produit alimentaire de faible acidité. Le volume de colis d'A3CF est 200 ml.
- 3^{ème} ligne : A3CF Edge, elle raccordé à Tetra Alsaf. Ses volumes de colis sont 200 ml et 250 ml.

➤ Helix accumulateur Tetra Pak : accumule les paquets en toute sécurité.

- CAP applicateur 30 Flex : applicateur de cap rapide et flexible pour la première et la troisième ligne.
- Applicateur des pailles : pour un positionnement rapide et précis des pailles sur les emballages pour la deuxième ligne.
- CBP 32 : packs forfait carton dans des plateaux et des unités wrap-around.
- PC 23 : convoyeur pour un transport sûr et hygiénique des emballages.
- Bac shrink TS 30 : packs emballages carton dans les bacs avec film rétractable de protection.

5. Le stockage :

L'AJP réserve pour le stockage de ses jus une grande salle où la température est adéquate pour que les jus gardent leurs propriétés organoleptiques et nutritionnelles.

6. Le nettoyage :

Le nettoyage dans une entreprise de secteur agroalimentaire est un maillon indispensable de la production.

Tetra Alcip est un système de Nettoyage En Place (NEP) automatique où les solutions de lavage et désinfection circulant dans le circuit nettoient les chaînes de production et d'embouteillage sans démontage. Le nettoyage en place minimise le risque de contamination et de contamination croisée et garantit par la même occasion à tout moment la sécurité du produit.

Ce nettoyage passe par trois étapes :

- ✚ Nettoyage à la soude caustique
- ✚ Nettoyage avec l'acide nitrique
- ✚ Rinçage avec l'eau tiède

II. Contrôle qualité :

1. Introduction :

Pour offrir aux clients un produit consommable à la hauteur de leurs attentes, AJP possède un laboratoire au sein duquel les techniciens laborantins, chacun selon sa responsabilité, effectuent différentes analyses chimiques, physiques et microbiologiques en contrôlant la qualité des produits, mais également pour développer et inventer des nouvelles recettes pour améliorer les produits tout en respectant bien évidemment les normes.

2. Contrôle de la matière première :

Tableau 2 : Contrôle de la matière première

La matière première	But	Domaine d'application	Paramètres
Le concentré de Jus	Décrire les contrôles effectués à la réception du concentré et la purée des fruits	- concentré de Jus - Purée de fruits	-Contrôle visuel de l'état et la température du véhicule - Contrôle des fûts -Contrôle des paramètres des fûts : Vérification de la fermeture, la date de production/péremption - Contrôle des conditions du stockage
Contrôle du sucre :	Décrire les contrôles effectués à la réception du sucre granulé	A chaque type de sucre granulé	- Contrôle visuel de l'état des sacs et du véhicule -Echantillonnage pour analyser Le sucre doit être en cristaux blancs -Examen organoleptique : Gout, Odeur, Turbidité
Contrôle Bouchons et Pailles	Décrire les modalités mise en place pour contrôler les bouchons et les pailles à la réception	Tous type de bouchons et pailles	- Emballage - Identification des bouchons et pailles -Contrôle visuel
Contrôle des cartons et bobines	Décrire les modalités mise en place pour contrôler à la réception les cartons ou bobines	Chaque type de cartons ou bobines	Contrôle visuel de : -Couleur lithographie -Textes imprimés -Dimensions
Contrôle d'acide Nitrique & soude caustique	Utiliser pour expliquer les modalités pour contrôler à la réception de l'acide Nitrique et la soude caustique	Acide Nitrique HNO ₃ -Soude Caustique NaOH	-Emballage -Date de production/Péremption, N° de lot -% du HNO ₃ /NaOH

3. Les analyses physico-chimiques :

➤ Produits finis :

Tableau 3 : analyses physico-chimiques des Produits finis

	But de contrôle	Les produits contrôlés
Examen Organoleptique	Contrôler l'aspect extérieur, l'odeur, la texture et le goût du produit.	Le Produit semi fini et fini pour les jus nectar et les jus au lait
Détermination du Brix	Contrôler le % de la matière sèche (BRIX) du produit.	Jus, Boissons, Jus au lait, Produits lactés
Mesure du ph	Mesure d'acidité d'une solution contenant un acide, une base ou un mélange d'acide et de base	Jus, Jus au lait, eau, Tomate
Dosage de l'acide citrique	Pour déterminer l'acidité totale du jus et jus au lait	Jus, Jus au lait
Détermination de contenu NET	Mesurer le contenu NET du produit fini	Le produit fini
Contrôle de codage	Vérifier la disponibilité et la lisibilité de la date de production et la date de péremption.	Tous les emballages des produits finis.
Contrôle d'intégrité d'emballage	Détecter des fuites ou des trous dans l'emballage aseptique.	Le produit fini
Contrôle de la concentration du Peroxyde	Vérifier la concentration de peroxyde utilisé pour le conditionnement de produit	Le peroxyde de l'emballage au cours de conditionnement

➤ Les tests d'eau :

Tableau 4 : les tests d'eau

Type de contrôle	But	Domaine d'application
<i>Examen Organoleptique EAU</i>	Contrôle d'aspect extérieur, l'odeur et la texture du produit	- Eau traitée.
<i>Mesure de Titre Alcalin et Titre d'Alcalin Complet de l'eau</i>	Mesurer le TA et TAC de l'eau analysée	- Eau brute - Eau adoucie - Eau osmose
<i>Mesure de Titre Hydrotimétrique</i>	Mesurer le TH de l'eau analyser	- Eau brute - Eau adoucie

2.4. Les analyses microbiologiques :

Tableau 5 : Les analyses microbiologiques

Les contrôles
Identification des germes totaux dans le produit fini
Identification des levures et moisissures
Identification des germes totaux dans l'eau
Identification des coliformes dans l'eau
Identification des levures et moisissures dans l'eau de rinçage

II. Aperçu sur les vitamines

1. Définition :

Les vitamines sont des substances organiques, sans valeur énergétique, qui sont nécessaires à l'organisme et que l'homme ne peut synthétiser en quantité suffisante. Elles doivent être fournies par l'alimentation. Il est à noter que pour quelques vitamines il existe d'autres sources pouvant remplacer les apports alimentaires : exposition de la peau aux ultra-violets solaire pour la vitamine D.

Treize substances répondent à cette définition. Il s'agit d'un groupe de molécules chimiquement très hétérogène, ce sont des substances de faible poids moléculaire.

2. Classification des vitamines :

Les vitamines sont habituellement regroupées selon leur solubilité : les vitamines liposolubles et les vitamines hydrosolubles.

2.1. Les vitamines hydrosolubles :

Ce sont la vitamine C et les vitamines du groupe B (B1, B2, B3 ou PP, B5, B6, B8, B9 et B12).

On les appelle ainsi car elles sont solubles dans l'eau, et par conséquent se dispersent dans les liquides de l'organisme, sans être stockées : ce facteur les rend très peu toxiques, puisque même en cas de surconsommation, elles sont évacuées dans les urines. Cela veut dire aussi que si l'alimentation n'en apporte pas régulièrement plus de 50% des apports recommandés, de petites carences peuvent se développer en l'espace d'un mois.

2.2. Les vitamines liposolubles :

Sont dissoutes et stockées dans les tissus adipeux, ce qui peut les rendre toxiques à haute dose. Cette propriété permet de les apporter de manière moins régulière que les vitamines hydrosolubles.

D'une manière générale, les vitamines liposolubles sont apportées par les lipides alimentaires (huiles, poissons gras, jaunes d'œufs, abats, foie, etc.), à l'exception de la vitamine D dont la seule source vraiment intéressante reste le soleil.

3. Les rôles physiologiques des vitamines :

Chaque vitamine a un rôle spécifique, important pour le bon équilibre de l'organisme et pour éviter les carences vitaminiques causes de nombreuses maladies graves. Les vitamines sont indispensables à quatre fonctions physiologiques :

3.1. Fonction co-enzymatique :

Une coenzyme est une molécule d'intérêt biologique, de faible poids moléculaire intervenant dans les réactions de catalyse enzymatique : la vitamine se fixe sur l'enzyme lors de la catalyse et agit conjointement avec elle. Par exemple, la vitamine B2 agit comme une coenzyme dans la production d'énergie par oxydation du glucose.

3.2. Transport des électrons et des protons :

Le transfert de protons et d'électrons dans la chaîne respiratoire et la neutralisation des radicaux libres qui sont toxiques pour les tissus (action antioxydante).

3.3. Stabilisation des membranes :

Par inhibition des phénomènes d'oxydation. La vitamine E assure un rôle de protection des graisses des membranes cellulaires et par conséquent leur stabilisation.

3.4. Fonction hormonale :

Le déclenchement de la synthèse d'une protéine effectrice avec une vitamine.

III. La vitamine C :

1. Histoire :

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.¹ En 1933, Howart et Szent-Gyorgyi proposèrent de l'appeler la vitamine C.

2. Structure et propriétés :

2.1. Nomenclature :

La vitamine C, ou acide L-ascorbique, fait partie des vitamines hydrosolubles. Son nom "vitamine" lui a été donné par Casimir Funk en 1911.

Nous devons donc à Zilva en 1923 le nom de vitamine C et à Haworth et Szent-Györqyi le nom d'acide ascorbique à partir de 1928. Encore appelée initialement acide hexuronique.

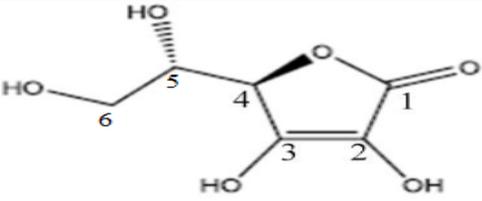
 <p style="text-align: center;">Acide Ascorbique</p>	Hexose cyclique
	Formule $C_6H_8O_6$
	Poids moléculaire 176,13
	Comporte : une fonction lactone
	Une fonction ène-diol 2 fonctions alcools une primaire et l'autre secondaire

Figure 2 : Formule de l'acide L-ascorbique.

L'acide L-ascorbique peut aussi être nommé l'acide L-xyloascorbique car il peut être synthétisé à partir d'xylose. Sa formule développée correspond à l'acide lactone L-thréo-hex-2-énoïque. Ces trois appellations sont reconnues depuis 1965 par la commission de Nomenclature Biochimique. La dénomination de l'acide L-ascorbique est restée plus ancienne.

2.2.L'acide déhydro L-ascorbique :

Lors du stockage des aliments ou au cours de leur transformation, l'acide L-ascorbique peut s'oxyder partiellement 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.^{2,3}

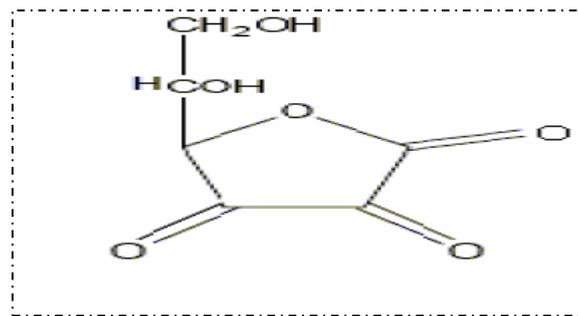


Figure3 : Formule développée de l'acide déhydro L-ascorbique.

2.3.Les stéréoisomères l'acide ascorbique :

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

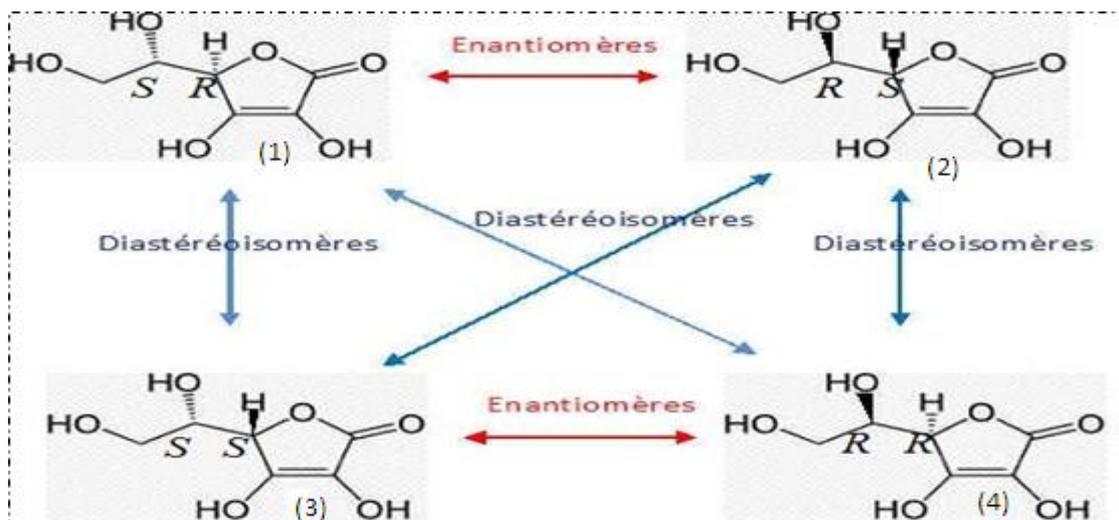


Figure 4 : Les dérivés de l'acide L-ascorbique :

- 1 : Acide L-ascorbique (vitamine C) 2 : Acide D-ascorbique ;
3 : Acide L- isoascorbique ;4 : Acide D-isoascorbique.

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.⁴

2.4. Propriétés physico-chimiques :

L'oxydation en milieu aérobie de l'acide ascorbique en présence d'ions de métaux de transition est la plus importante réaction responsable de la disparition de la vitamine C dans les aliments. En présence de dioxygène et de traces d'ions métalliques (Fe^{2+} et Cu^{2+} , en particulier) un complexe intermédiaire est formé subissant un transfert de deux électrons pour produire de l'acide déhydroascorbique et du peroxyde d'hydrogène selon la réaction suivante :



Le peroxyde d'hydrogène ainsi formé conduit, en présence de Fe^{2+} , au radical hydroxyle "·OH" (Réaction de Fenton) selon :



La vitesse d'oxydation dépend des concentrations d'acide ascorbique et d'ions métalliques mais aussi de la teneur en ions H^+ du milieu ; en effet à pH très bas, voisin de 1, l'acide ascorbique est complètement protoné et plus difficilement oxydable qu'à un pH plus élevé.⁵

Tableau 6 : Les principales propriétés physiques des acides L-ascorbique et déhydro L-ascorbique.

Propriétés physiques	Acide L-ascorbique	Acide déhydro L-ascorbique
Formule	$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$	$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6$
Aspect	Cristaux blancs	Cristaux blancs
Poids moléculaire	176.13g/mol	174.11 g/mol
Point de fusion	190°-192° C avec décomposition	225°C avec décomposition
Pouvoir rotatoire	$[\alpha]_{25}^{20,5}$ à $21,5$ (C=1 dans l'eau) $[\alpha]_{23}^{48}$ (C = 1 dans le méthanol)	$[\alpha]_{20}^{+56}$ (C = 1 dans l'eau)
Solubilité	Soluble : <ul style="list-style-type: none"> • 333g/L d'eau • 50g/L de propylène glycol • 33g/L d'éthanol 95° • 20g/L d'éthanol absolu • Insoluble dans : éther, chloroforme, éther de pétrole, huile éther de pétrole et solvants huileux. 	Très soluble dans l'eau

2.5.L'instabilité de la vitamine C :

La vitamine C est l'une des plus instables vitamines, elle se détruit facilement tant par les polluants chimiques que par la cuisson, dans ce cas on peut noter que :

- ✚ L'oxydation de l'acide ascorbique est favorisée par la température,⁶ la présence d'ions métalliques (fer et cuivre),⁷ et la teneur en oxygène dissous.⁸
- ✚ La température est un autre grand ennemi de la vitamine C, une température élevée dénature l'acide ascorbique oxydase, enzyme trouvée dans les fruits et légumes, Comme cette enzyme catalyse le processus d'oxydation, la température peut servir à protéger la vitamine C.
- ✚ S'altère rapidement pendant le stockage et la préparation des aliments.
- ✚ 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. Elle est très fragile en solution.
- ✚ La mesure des teneurs en vitamine C (acide ascorbique et déhydroascorbique) d'un jus avant et après pasteurisation à l'échelle industrielle, ces chercheurs n'ont observé aucune perte de cette molécule après un traitement à 95°C pendant 30 s.⁹

3. La synthèse de la vitamine C :

3.1.La synthèse chimique :

Le passage du laboratoire de recherche à l'usine de fabrication a été une étape décisive mise en place par T. Reichstein, en 1933, qui propose à la firme F. Hoffman-la Roche de produire industriellement la vitamine C à partir du glucose selon un procédé original :

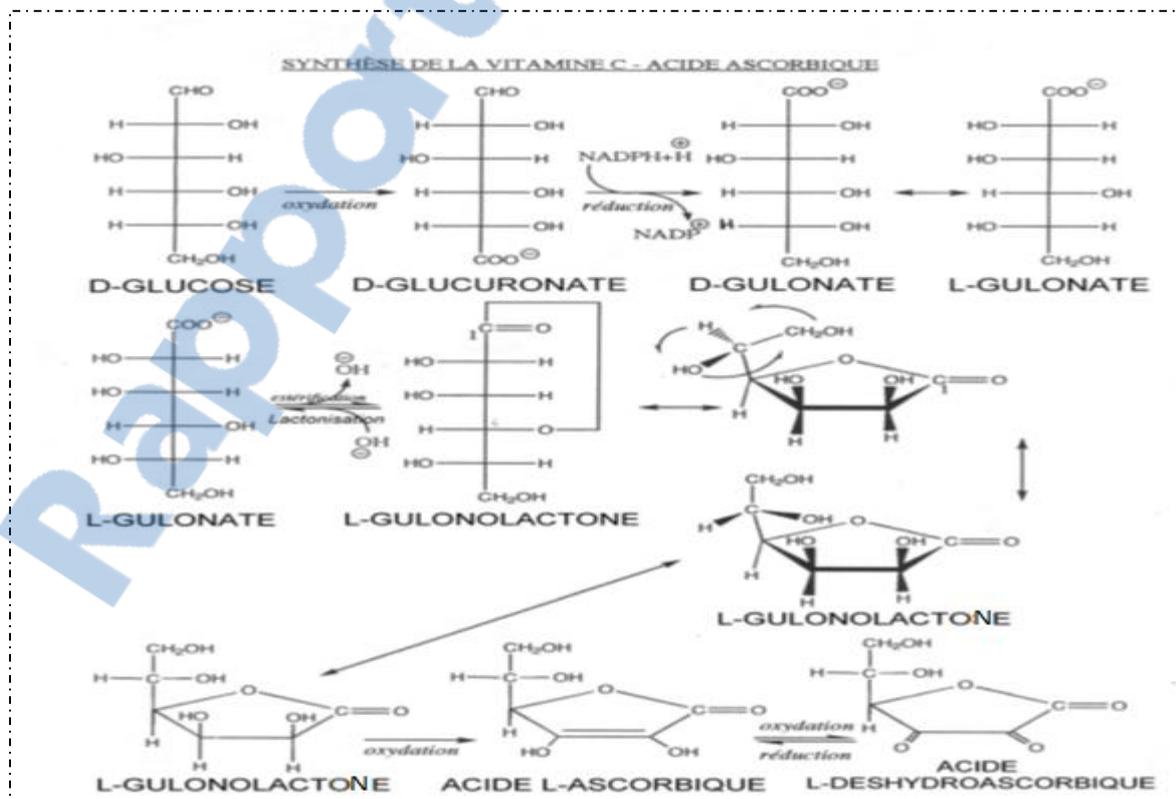


Figure 5 : Procédé de Reichstein-Grussner de synthèse de l'acide L-ascorbique.

3.2. Synthèse par bio-production :

Cette méthode est largement utilisée actuellement pour une production annuelle mondiale de 80 000 tonnes, en croissance de 3-4% par an, le procédé Reichstein est relativement efficace (rendement de 50%) après plus de 60 ans de développements continus, mais il consomme beaucoup d'énergie.

En effet, cette synthèse inclut une étape biologique nécessaire pour obtenir un stéréo-isomère d'un produit intermédiaire.

La synthèse (conversion du D-glucose en acide ascorbique) a un rendement de 15-18 %.

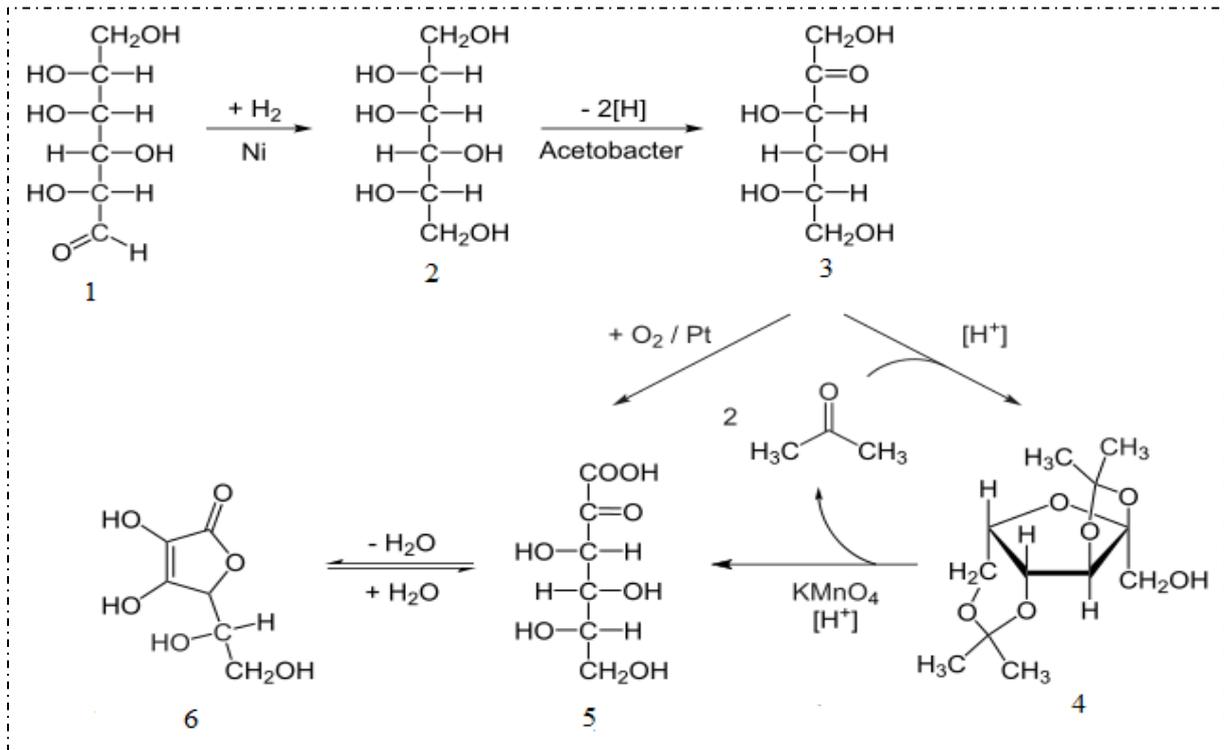


Figure 6 : Synthèse par bio-fermentation, Intervention de *Gluconobacter oxydans*.

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.

- ✓ Etape 1 : Hydrogénation catalytique du D-glucose en D-sorbitol en utilisant H_2/Ni .
- ✓ Etape 2 : Oxydation par fermentation microbienne du D-sorbitol en L-sorbose.
- ✓ Etape 3 : Protection des groupes hydroxyles par formation d'acétals à l'aide d'acétone et d'acide sulfurique à basse température.
- ✓ Etape 4 : oxydation avec du permanganate de potassium.
- ✓ Etape 5 : fermeture du cycle par formation d'une γ -lactone par chauffage dans l'eau à $100^\circ C$ (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 %).
- ✓ Etape 3.b : oxydation en présence d'oxygène et d'un catalyseur de platine qui permet la formation directe du composé intermédiaire 5 à partir de l'intermédiaire 3.

4. Les sources d'acide L-ascorbique :

Parmi les 2 énantiomères d'acide ascorbique seule la forme L est métabolisée de façon efficace chez l'homme, tandis que la forme D est synthétisée et utilisée chez les eucaryotes inférieurs (champignons). A l'instar des primates ou du cobaye, l'homme est incapable de la synthétiser

puisque'il présente un déficit enzymatique en gulonolactone oxydase, il lui faut donc trouver la vitamine C dans son alimentation avec un régime alimentaire normal satisfait aux besoins recommandés.

4.1. Les sources végétales :

Tableau 7 : Principaux aliments crus contenant de la vitamine C.¹⁰

<u>Fruits, légumes et autres végétaux</u>	<u>Teneur en vitamine C (mg/100 g)</u>
Baie d'églantier, Acérola.	1200-1800
Cassis, persil frais, poivron rouge.	160-200
Poivron vert, radis noir.	100-150
Kiwi, poivron vert.	70-100
Fraise, litchi, cresson, ciboulette fraîche.	60-70
Orange et jus frais, citron, chou fleur, chou rouge.	50-60
Oseille, mangue, groseille, citron vert, clémentine, mandarine, épinard.	40-50
Pamplemousse et jus frais, mâche, jus de citron ou citron vert frais, laitue, cerfeuil, ail, mûre noire.	30-40
Melon, fruit de la passion, nectarine, mûre, framboise, myrtille, jus d'orange ou de pamplemousse à base de concentré, jus de citron pasteurisé, radis, courgette.	20-30

4.2. Les sources animales :

La majorité des espèces d'animaux synthétisent leur propre vitamine C. La synthèse est réalisée à travers une voie de quatre étapes catalysées par des enzymes spécifiques qui convertissent le glucose en acide ascorbique.

5. Les bienfaits de la vitamine C :

La vitamine C est indispensable au corps humain quotidiennement requise pour au moins 300 fonctions métaboliques dans le corps humain. Parmi quelques bienfaits de cette molécule on peut citer :

- ✚ 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 conséquent elle bloque la production de radicaux libres,¹¹ 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.
- ✚ 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).¹²

- ✚ 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.¹³
- ✚ La vitamine C réduit le taux de mortalité due aux maladies cardio-vasculaires de 45%.¹⁴
- ✚ La vitamine C aide à réguler l'insuline chez les diabétiques.¹⁵
- ✚ La vitamine C est un puissant détoxifiant, notamment hépatique mais aussi au niveau de toutes les cellules qu'elle protège contre les radicaux libres, elle renforce les défenses immunitaires, améliore la résistance aux infections virales et microbiennes au niveau de tous les organes.
- ✚ 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.¹⁴

6. Les besoins en vitamine C :

Ils 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 (entre autres par la Food and Drug Administration).¹⁶

Les patients soumis à une hémodialyse ont montré une diminution du taux de vitamine C (et de vitamine B2) dans leur organisme, nécessitant alors une supplémentation dans les traitements prolongés.¹⁷

7. Action sur les composés toxiques

7.1. Action sur les composés toxiques :

L'acide ascorbique participe, de façon là encore mal connue mais probablement toujours liée à sa fonction antioxydante, à la dégradation de certains toxiques et médicaments.¹⁸

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.¹⁹

7.2.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.

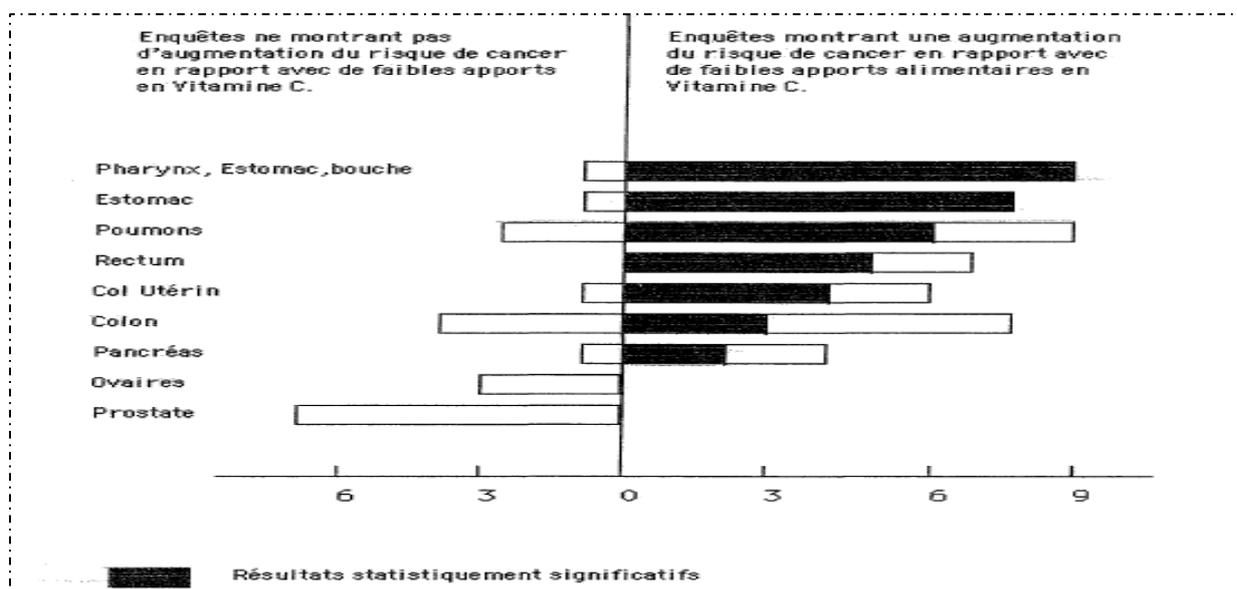


7.3.Effet sur la cancérogénèse :

C'est le grand sujet de discussion concernant la vitamine C, et les vitamines en général.²⁰ Plusieurs études semblent avoir montré un effet protecteur vis-à-vis du cancer de la peau et de l'estomac. Se basant sur 90 études, Block a ainsi pu confirmer qu'une alimentation riche en vitamine C exerçait une protection vis à vis des cancers digestifs, bouche, estomac, pancréas, la relation étant beaucoup moins évidente avec le rein, l'utérus et le colon.²¹

Le tableau suivant, inspiré des résultats de Gladys Block, illustre parfaitement ces propos :

Tableau 8 : Résultats d'étude épidémiologique concernant l'effet protecteur de la vitamine C contre le cancer.²¹



IV. L'acide ascorbique et son rôle d'additif alimentaire :

1. Définition d'additif alimentaire :

Le **règlement 1333/2008** donne la définition de l'additif alimentaire : « 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,

L'acide ascorbique peut aussi se dégrader en absence d'air, ce phénomène peut se produire soit lorsque le milieu est chaud, soit le milieu devient 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 acides tels que le jus de citron ou même le jus d'orange conditionnés, dans des bouteilles en verre et ou de boîtes métalliques fermées hermétiquement. Dans le cas où l'oxygène se trouve encore dans le col de la bouteille qui a été fermée, on observe tout d'abord une dégradation de l'acide ascorbique par l'oxygène dissous, puis une dégradation lente anaérobie. La dégradation aérobie est environ 10 fois plus rapide que la dégradation anaérobie.²³

- ✚ De nombreux travaux montrent une corrélation entre les pertes en acide ascorbique et le développement de pigments bruns dans le jus.²⁴
- ✚ L'acide ascorbique se dégrade, donne naissance à des produits de dégradation (réductones) et contribuent au brunissement.²⁵ La présence d'acide citrique favorise également ce brunissement et les sucres influent peu sur ces réactions.²⁵ Enfin, des valeurs de pH faibles augmentent le brunissement.²⁶

4.1. Voie de dégradation aérobie :

Les deux formes oxydée et réduite ont la même activité biologique, L'oxydation de l'acide ascorbique en acide déhydroascorbique est réversible, mais le plus souvent, dans l'aliment, l'acide déhydroascorbique subit une hydrolyse irréversible qui conduit à la formation de l'acide 2,3- dicétogulonique.²⁷ ce dernier après décarboxylation, en milieu aqueuse, peut donner le 3-hydroxy-2-pyrone ou l'acide 2-furoïque.²⁷

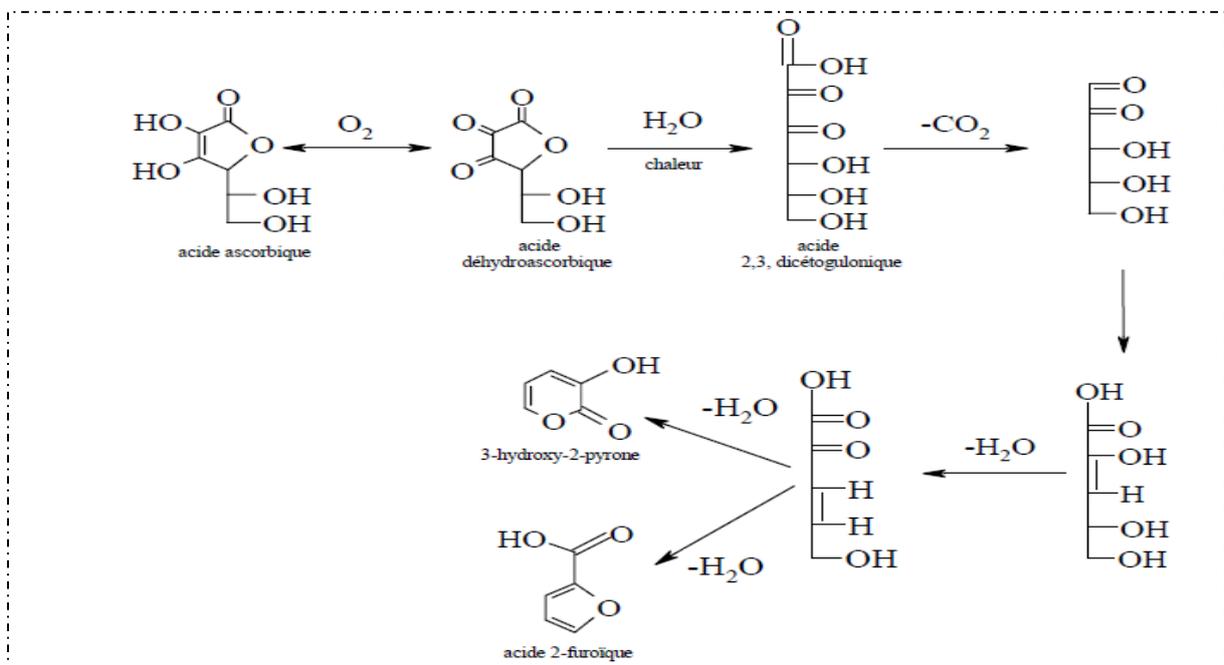


Figure 8 : Voie de dégradation aérobie de la vitamine C en solution aqueuse.²⁷

4.2. Voie de dégradation anaérobie

L'acide ascorbique peut aussi se dégrader en absence d'oxygène. En milieu acide et à chaud, l'acide ascorbique subit une déshydratation et une décarboxylation qui conduisent à la formation de produits intermédiaires, de gaz carbonique et de furfural.²⁸

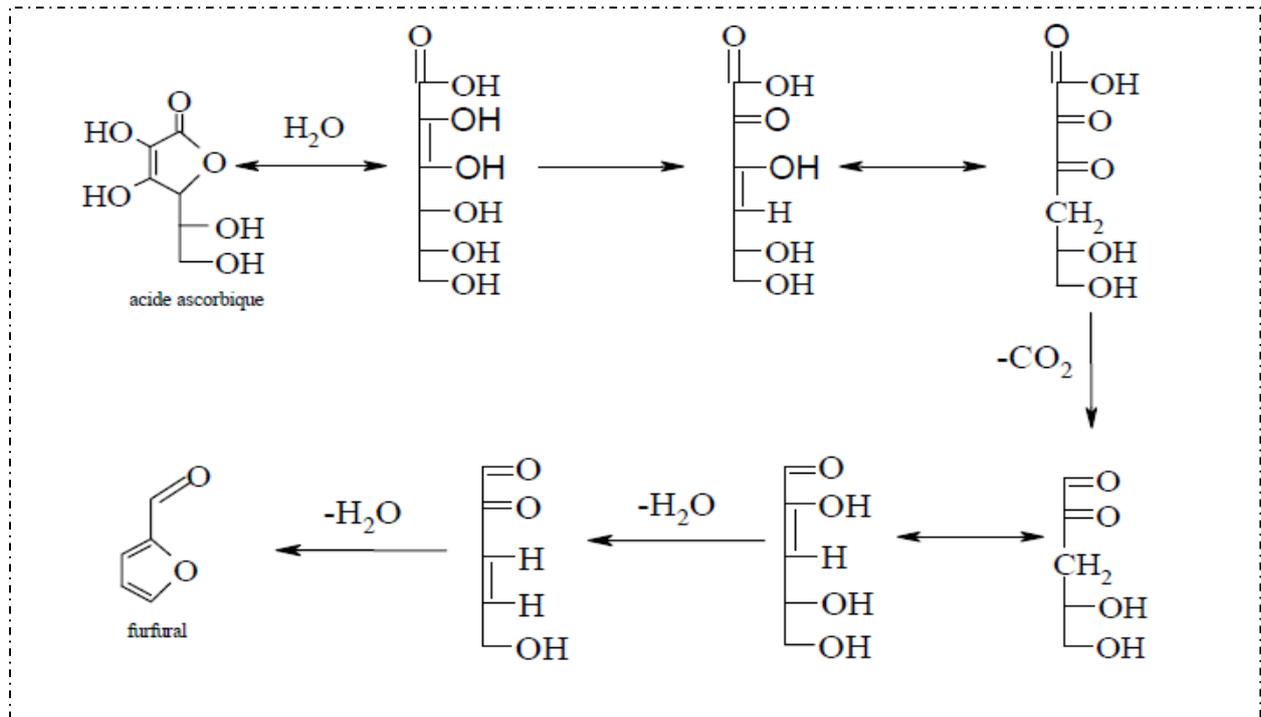


Figure 9 : Voie de dégradation anaérobie de la vitamine C en solution aqueuse.²⁷

5. L'utilisation d'acide ascorbique dans la préparation des produits alimentaires :

5.1. Réglementation :

L'amélioration des qualités hygiéniques, organoleptiques et nutritionnelles des aliments est aussi exprimée par l'utilisation d'additifs alimentaires. Ces produits, ajoutés au cours de l'élaboration du produit, sont soumis à une réglementation nationale, européenne et internationale stricte visant à garantir pour le consommateur la sécurité et la non-toxicité de l'aliment vis-à-vis de l'usage d'additifs alimentaires.

5.2. La Directive 89/107/CEE du 21/12/1988 :

Cette Directive du Conseil Européen est « relative au rapprochement des législations des Etats Membres et concernant les additifs pouvant être employés dans les denrées destinées à l'alimentation humaine ».²⁹

5.3. Domaine d'application de la Directive :

Cette Directive définit son champ d'application couvrant tous les produits considérés comme additifs auxquels appartient l'acide ascorbique.

La directive définit dans une liste, les substances qui peuvent être utilisées en tant qu'additifs alimentaires et leurs conditions d'utilisation respectives. De plus, le Conseil y arrête la liste des denrées auxquelles ces substances peuvent être ajoutées.

Enfin, l'article exige l'indication du nom, dans un ordre décroissant de l'importance pondérale, des additifs utilisés et se retrouvant dans les denrées alimentaires.

5.4. Application de la Directive 89/107/CE au cas de l'acide ascorbique :

Dans le cas de l'acide ascorbique en tant qu'additif alimentaire, celui-ci répond à des critères généraux d'utilisation :

- ✚ L'addition d'acide ascorbique ne peut être approuvée que si un besoin technologique suffisant est démontré et si l'objectif recherché ne peut être atteint par d'autres méthodes économiquement et technologiquement utilisables.
- ✚ Si son emploi n'induit pas le consommateur en erreur (un produit contenant dans la liste de ses ingrédients l'additif E300 ne signifie pas forcément qu'il est présent dans un but thérapeutique ou curatif).
- ✚ Selon cette directive, l'acide ascorbique est défini comme un antioxygène mais il a aussi des fonctions technologiques d'acidifiant, de séquestrant, de renforçateur de goût et de stabilisant des produits.

6. Domaines d'utilisation autorisée et non-autorisée de l'acide ascorbique :

L'utilisation de l'acide ascorbique est réalisée selon le principe du *quantum satis*. C'est à dire qu'aucune quantité maximale n'est spécifiée mais que toutefois, cette substance doit être utilisée conformément aux bonnes pratiques de fabrication. La dose utilisée ne doit donc pas dépasser la quantité nécessaire pour obtenir l'effet désiré et à la condition de ne pas induire le consommateur en erreur.³⁰

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.
- Les préparations de viande hachée fraîche.

V. Dosages directs de la vitamine C

1. Méthode spectroscopique :

La vitamine C présente un spectre d'absorption en solution aqueuse avec maximum vers

2,650 Å. Cette technique nécessite l'utilisation d'un bon spectrophotomètre, des solutions relativement pures d'acide ascorbique et d'une concentration assez élevée pour obtenir des résultats lisibles. En outre, dans les milieux biologiques complexes qui sont associés à la vitamine C, de nombreuses causes d'erreur viendront s'ajouter au dosage proprement dit, par suite de la présence d'impuretés ayant des propriétés absorbantes notables vers 2.650 Å.³¹

2. Méthodes électrochimiques : Méthodes polarographiques :

Basée sur les propriétés oxydo-réductrices de la molécule d'acide ascorbique. La méthode polarographique exige un matériel coûteux, elle ne s'applique bien qu'aux jus de fruits, les autres extraits de plantes contiennent des substances interférentes qui perturbent le dosage.³²

3. Les méthodes fluorométriques :

Elles consistent, après oxydation de l'acide L-ascorbique en acide déhydro L-ascorbique, à transformer ce dernier en un produit fluorescent par l'intermédiaire de l'orthophénylènediamine. La méthode à l'orthophénylènediamine a été retenue par l'Association Française de Normalisation (AFNOR) pour le dosage de la vitamine C dans les jus des fruits et légumes et constitue la méthode officielle de l'AOAC (1984) pour le dosage de la vitamine C dans les préparations vitaminées.

Cette méthode qui peut être partiellement automatisée (Devries, 1983) est très sensible et possède une assez bonne spécificité.

4. Méthodes de titration :

De nombreuses techniques de dosage de la vitamine C ont été décrites font appel aux propriétés oxydo-réductrices de l'acide ascorbique sur des colorants appropriés, d'autres plus spécifiques sont des réactions colorées de la molécule avec des copulateurs choisis.

4.1. Titration directe à l'iode :

Simple dosage iodométrique classique, cette méthode n'est applicable qu'à des produits purs (préparations pharmaceutiques) et ne dose que l'acide ascorbique réduit.

4.2. Titrage indirecte de la vitamine C par iodométrie :

La méthode de titrage indirecte de la vitamine C par iodométrie a été décrite par plusieurs auteurs.³³ La technique utilisée est celle du dosage redox par retour. Un volume connu d'extraits des aliments est mis en présence d'une quantité connue de diiode en excès. La totalité de la vitamine C réagit avec le diiode en excès et le diiode restant est dosé par une solution de thiosulfate de sodium $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

4.3. Titration par bleu de méthylène :

Excellente méthode clinique par sa rapidité et sa simplicité, elle paraît insuffisante en pratique dans le cas de la présence de réductones et parce qu'elle ne touche qu'à l'acide ascorbique réduit.

Utilise les propriétés photo-réductrices de l'acide ascorbique sur le bleu de méthylène qui est transformé en leuco dérivé et ceci quantitativement.³⁴

4.4. Méthode à la 2-4 Dinitro-Phenyl Hydrazine :

Le dérivé qui donne la 2-4 dinitro-phényl hydrazone de l'acide déhydroascorbique avec H_2SO_4 à 85 % présente une coloration rouge dont les maxima d'absorption sont à 500- 550 μm et 350- 380 μm .³⁵

L'acide ascorbique ne donne pas cette réaction. Mais son oxydation quantitative le transforme en acide déhydroascorbique qui réagit sur la 2-4 dinitro-phényl hydrazine.

4.5. Titration par 2-6 dichlorophénol indophénol :

La méthode de titration directe est sensible à de nombreuses substances réductrices, elle est basée sur les propriétés oxydantes de l'acide ascorbique réduit, elle ne donne aucun renseignement sur les formes oxydées de ce dernier, à moins de passer par des artifices successifs d'oxydation puis de réduction complète.³⁶

Cette méthode avec détection potentiométrique du point d'équivalence reste la méthode officielle du dosage de l'acide L-ascorbique dans les aliments de l'Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Bien qu'elle soit sujet de nombreuses interférences, elle est encore largement utilisée.³⁷

4.6. Titration électrométrique au 2-6 dichlorophénol indophénol :

Cette méthode est une variante de la méthode directe, le point de virage étant détecté à l'électro-titrimètre. Elle présente l'avantage sur la précédente de pouvoir opérer dans les milieux troubles ; les inconvénients seront les mêmes que ceux de la technique directe.³⁸

4.7. Méthode à l'indophénoxyène :

On opère une décoloration d'un excès de 2-6 dichlorophénol indophénol par l'acide ascorbique réduit. Mais au lieu de mesurer directement la quantité du colorant réduit par titrimétrie, on extrait le colorant avec du xylène et on mesure photométriquement l'excès du colorant non réduit.³⁹

5. Méthodes biochimiques :

C'est une méthode enzymatique basée sur l'oxydation préférentielle de l'acide ascorbique par l'acide ascorbique oxydase. Cette méthode n'était pas spécifique.

6. Les méthodes photométriques :

Le réactif le plus fréquemment utilisé est un sel de tétrazolium qui, en présence d'acide ascorbique, donne un composé qui absorbe dans le domaine visible à une longueur d'onde maximale de 578 nm.

Une méthode cinétique a été étudiée. Ces auteurs ont montré qu'en présence d'un excès d'acide L-ascorbique, la constante de vitesse apparente de la réaction de réduction du dichloro-2,6 phénol indophénol était proportionnelle à la concentration en acide L-ascorbique.

On constate que les inconvénients pour les méthodes photométriques sont les mêmes que les méthodes titrimétriques ; une spécificité incertaine et l'impossibilité de doser simplement la vitamine C totale.

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons regroupés un ensemble des données bibliographiques sur la vitamine C : sa synthèse, ses bienfaits pour la santé, ses caractères physico-chimiques, ainsi son utilisation comme adjuvant alimentaire au niveau de l'industrie agroalimentaire sans oublier les différentes méthodes permettent son analyse quantitative.

Elle est connue sous le non E 300, l'utilisation de cet adjuvant est bien contrôlée par des réglementations européennes internationales, puisque ces réglementations autorisent son addition à des produits comme les jus nectar et les beurres, cependant son utilisation est interdite pour le miel l'eau naturelle et les produits à base de lait fermenté.

D'après les recherches effectuées au cours de ce travail, nous avons constatés que la quantité ajoutée d'acide ascorbique à un jus nectar peut être changée (dégradée ou bien détruite carrément), celle-ci est influencée par différents facteurs parmi eux la valeur du pH, la valeur du Brix et l'acidité du jus.

Chapitre II :

Etude

Expérimentale

I- Cadre et Objectifs :

La grande demande en nouveaux produits, avec de nouvelles saveurs et saveurs, impératifs de conservation et de sécurité alimentaire, revêt une importance primordiale sur les plans technologique, toxicologique et psychologique d'où l'utilisation des additifs et adjuvants de fabrication dans les industries agroalimentaires. Plus précisément, l'acide ascorbique d'un rôle principale antioxydant est ajouté aux nombreux produits alimentaires industriels pour garantir à ces aliments une durée de conservation plus longue et maintenir des qualités organoleptiques, d'où l'intérêt de ce modeste travail qui consiste à suivre la quantité restante de l'acide ascorbique dans quatre produits différents de la large gamme de VALENCIA.

Les travaux de recherche que nous avons effectués sont les suivants :

- ✓ Etude analytique de la quantité d'acide ascorbique encore restante.
- ✓ Etude de l'acidité, du Brix et du pH des Jus étudiés.

II- Titrage indirecte de la vitamine C par iodométrie :

La méthode de titrage indirecte de la vitamine C par iodométrie a été décrite par plusieurs auteurs.⁴⁰ La technique utilisée est celle du dosage redox par retour. Un volume connu d'extraits des aliments est mis en présence d'une quantité connue de diiode en excès. La totalité de la vitamine C réagit avec le diiode en excès et le diiode restant est dosé par une solution de thiosulfate de sodium $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

1. Préparation des réactifs :

1.1. Préparation de la solution du diiode

Le protocole expérimental décrit par Derambure a été utilisé. Une solution d'iodure de Potassium trois fois plus concentré que la solution d'iode désirée a été préparée. Le mélange est agité magnétiquement, puis complété au volume souhaité.

➤ Pour 1 litre d'eau distillée, 25g de KI a été dissout afin d'obtenir une solution de 12,02g d' I_2 , cette solution est conservée dans une bouteille teintée.

1.2. Préparation de la solution de thiosulfate de sodium :

Pour préparer 1 litre une solution de thiosulfate de sodium d'une concentration $C_1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$

On a $n = m/M$ et $n = c \cdot v$

$$\text{donc } m = n \cdot M \Rightarrow m = c \cdot v \cdot M = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 158.11$$

$$m = 0.79\text{g}$$

1.3. Préparation d'empois d'amidon à 5% :

On pèse 10 g d'amidon, on le met en suspension dans 100ml d'eau froide, puis on verse dans 900 ml d'eau bouillante, après on laisse bouillir 2 à 3 minutes.

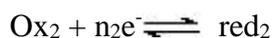
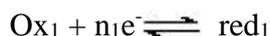
2. Protocole de dosage :

2.1. Titrage préliminaire de diiode :

Mettre $V_2 = 10$ ml de solution de diiode dans un erlenmeyer, puis on remplit la burette graduée avec la solution de thiosulfate de sodium de concentration $C_1 = 5,0 \cdot 10^{-3}$ mol/l. Après Réglage du zéro de la burette, on ajoute lentement la solution de thiosulfate de sodium. Lorsque le mélange réactionnel devient jaune pâle, on ajoute quelques gouttes d'empois d'amidon. La solution prend alors une couleur verte, on continue à verser lentement la solution de thiosulfate de sodium jusqu'à la zone de virage : l'équivalence est alors atteinte. On repère et on note le volume à l'équivalence V_E , On fait trois titrages concordants.

2.2. Les réactions d'oxydo-réduction :

Une réaction d'oxydoréduction met en jeu 2 couple redox.



La classification des couples redox par leur potentiel permet de prévoir quelle réaction est possible. Elle ne peut se produire uniquement entre l'oxydant le plus fort d'un couple avec le réducteur le plus fort de l'autre couple.

C'est la règle dite du « gamma » illustré par le schéma ci-dessous :

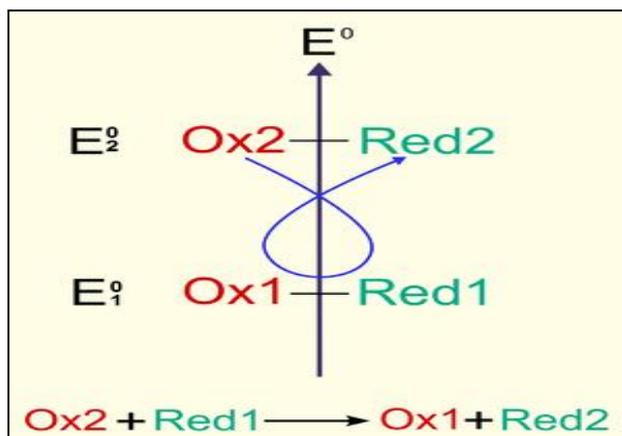
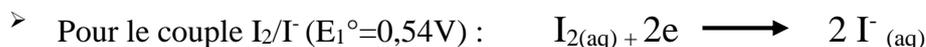


Figure 10 : la règle de gamma

2.3. Calcul de la concentration de la solution de diiode C_2 :

Les couples redox participant dans ce dosage sont I_2/I^- et $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$

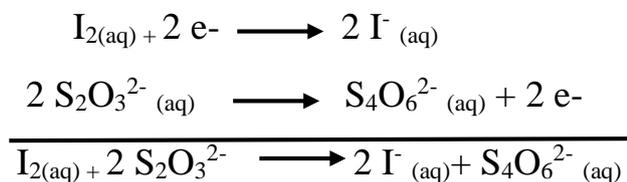
Les réactions d'oxydo-réduction les suivantes :



➤ Pour le couple $S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$ ($E_2^\circ=0.08V$): $2 S_2O_3^{2-}(aq) \longrightarrow S_4O_6^{2-}(aq) + 2 e^-$

$E_1^\circ > E_2^\circ$ alors selon la règle de Gamma I_2 se réduit en I^- sous l'action du réducteur $S_2O_3^{2-}$, qui va s'oxyder en $S_4O_6^{2-}$ par l'effet de I_2 .

Le bilan réactionnel est :



➤ Le tableau 9 : L'avancement chimique de la réaction :

	$I_{2(aq)} + 2 S_2O_3^{2-} \longrightarrow 2 I^- (aq) + S_4O_6^{2-} (aq)$			
t_0	$N_2 = C_2 \cdot V_2$	$N_1 = C_1 \cdot V_E$	0	0
t	$N_2 - x$	$N_1 - 2x$	$2x$	x

A l'équivalence, les réactifs ont été mélangés dans les proportions stœchiométriques

N initial (I_2) = N versé à l'équivalence de $(S_2O_3^{2-}) / 2$

$$C_2 \times V_2 = (C_1 \times V_E) / 2$$

D'où :

$$C_2 = (1/2 C_1 \cdot V_E) / V_2$$

2.4. Titrage indirecte de la vitamine C :

Dans un bécher, On introduit un volume $V_1 = 5$ ml de d'un jus à partir de sa brique, puis on ajoute quelques gouttes d'empois d'amidon, et un volume $V_2 = 10$ ou $V_2 = 5$ ml d'iode de concentration C_2 . La solution est alors noire, à cause de l'excès d'iode.

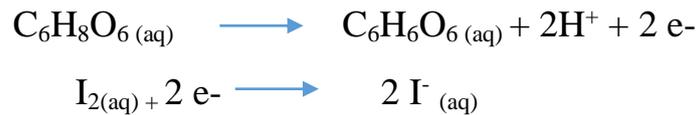
On remplit une burette graduée avec la solution de thiosulfate de sodium à $C_1 = 5,0 \cdot 10^{-3}$ mol/l et on titre la solution de diiode restant jusqu'à disparition complète de la coloration noire, puis on note le volume V_{EQ} de thiosulfate de sodium versé à l'équivalence, On fait 3 à 5 titrages concordants.

Le témoin de ce dosage est un mélange de jus, de diiode et quelques gouttes d'empois d'amidon.

3. 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 I_2/I^- est la suivante :



En principe on fait réagir toute la quantité de vitamine C dans l'échantillon de jus avec un excès de diiode, puis on dose cet excès avec la solution de thiosulfate de sodium.

✚ Calcul de nombre de mole de vitamine C :

$$n(\text{I}_2)_{\text{Total}} = n(\text{I}_2) \text{ réagit avec vitamine C} + n(\text{I}_2) \text{ restant} \quad (1)$$

$$n(\text{I}_2) \text{ réagit avec vitamine C} = n(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6)_{\text{Total}}$$

$$n(\text{I}_2) \text{ restant} = \frac{1}{2} \cdot C_1 \cdot V_E$$

On déduit l'équation (1) : $n(\text{I}_2)_{\text{Total}} = n(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6)_{\text{Total}} + \frac{1}{2} \cdot C_1 \cdot V_E$

$$n(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6)_{\text{Total}} = n(\text{I}_2)_{\text{Total}} - \frac{1}{2} \cdot C_1 \cdot V_E$$

✚ Calcul de masse molaire de vitamine C :

$$m(\text{Vitamine C}) = n(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6)_{\text{Total}} \times M(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6)$$

La masse calculée de vitamine C est celle existe dans un échantillon de 5ml, alors qu'il faut cherchée celle qui contient un litre de produit.

$$m \longrightarrow 5\text{ml}$$

$$m' \longrightarrow 1000\text{ ml}$$

$$m' = (m \times 1000) / 5$$

III- Mesure des paramètres physico-chimiques :

1. Détermination de Brix :

La valeur de Brix reflète la quantité de sucre dans le Jus. Cette valeur est déterminée à l'aide d'un réfractomètre.

- ✚ Il faut étalonner le réfractomètre avec l'eau distillée à température ambiante.
- ✚ La valeur 0 confirme l'étalonnage, après un léger rinçage avec le jus destiné à cette mesure.
- ✚ On verse une petite quantité de ce jus la valeur de Brix est affiché en %.

2. Mesure de pH :

- ✚ Dans une éprouvette on mesure 25ml du jus analysé.
- ✚ Verser les 25 ml dans un bécher on mesure le Ph à l'aide d'un pH-mètre déjà étalonner.
- ✚ La valeur de pH -réel = valeur affichée -0.7

L'étalonnage du pH-mètre est effectué par une solution tampon de pH=4,1 par plongement de l'électrode jusqu'à ce que le pH-mètre affiche la valeur 4,1.

3. Dosage de l'acide citrique :

Ce dosage nous renseigne sur l'acidité du Jus but d'analyse.

- ✚ Prélever 25 ml de Jus + 25ml d'eau distillée avec une éprouvette, les verser dans un bécher.
- ✚ Placer le bécher sous burette remplie avec de la soude(NaOH) à 0.1mol/L.
- ✚ Etalonner le pH-mètre et placer le dans le bécher.
- ✚ Lorsque la valeur de pH est stabilisée, commencer à titrer l'acide citrique par la soude jusqu'à pH =8.1.
- ✚ Noter le volume V de la tombée de la burette.

La formule de calcul d'acidité d'un jus est :

$$\% \text{ d'acidité} = 0.1 \times V \times 0.256 / D$$

Avec V : volume de NaOH

D : densité de Jus.

N.B : la densité de Jus est liée à son Brix, un tableau de conversion Brix/Densité permet de convertir le Brix en densité pour calculer l'acidité

Pour obtenir l'acidité en g/l :

$$\text{Acidité(g/l)} = \% \text{ d'acidité} \times 10$$

IV- Résultats et discussion :

1. Optimisation de dosage de la vitamine C :

Le protocole expérimental suivi pour la détermination de la teneur en vitamine C des jus industriels a été vérifié par le dosage de celui-ci dans un sirop vitaminique commercial de concentration connue.

2. Echantillonnage :

Les échantillons étudiés sont des Nectar, un Nectar est un Jus non alcoolisés contenant au minimum 25% de fruit. Ils sont collectés de Laboratoire d'AJP, et mis à une température ambiante ne dépassant pas 35°C à l'ombre dans des placards.

Le collecte des échantillons est justifié par le fait que nous avons besoin de 12 briques, de chaque arôme, représentant la production de d'une année. Selon la disponibilité des briques nous avons trouvé :

- 12 briques de nectar orange.
- 10 briques de nectar mangue.
- 10 briques de nectar panaché 7fruits.
- 14 briques de nectar pêche.

Les ingrédients d'un tel jus restent inchangés même si l'emballage est différent, cependant les briques utilisées durant cette étude sont de volume de 200 ml ou 1l.

3. Les résultats de calcul :

3.1. Le pré-dosage de diiode :

La molécule de diiode 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 25 g de KI et 12,7 g de I₂ dans 1 litre d'eau est de concentration C₂. Le dosage de cette solution conformément au paragraphe II-2-3 donne la valeur suivante :

$$C_2 = 4,77 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

3.2. Le pré-dosage des Jus Nectar :

Les essais de pré-dosage des échantillons en utilisant le diiode de concentration C₂ = 4,77 × 10⁻² mol/l nécessitent des volumes assez grands de thiosulfate de sodium de l'ordre de 81ml et 84ml. Nous avons donc amené à diluer la solution mère de I₂ d'un facteur C_d = 10. Pour avoir des volumes tombés de burette raisonnables.

Nous avons essayé de mettre dans un premier temps deux fois plus de volume de I₂ que de jus et dans deuxième temps des quantités égales de jus et de la solution de diiode. Le calcul de la quantité d'acide ascorbique pour les deux essais présente des grandes différences et en particulier des erreurs assez grandes pour les premiers tests.

C'est pourquoi nous avons opté pour des dosages avec un V_{JUS} = V_{DIODE} = 5ml.

4. Présentation des résultats :

Tous les calculs d'acidité, pH, Brix et quantité d'acide ascorbique restante encore dans le jus sont représentés dans les tableaux suivants.

Tableau 10 : résultats du Nectar Orange

Nectar Orange							
Date	pH	Brix	Densité	Volume de NaOH écoulé (10 ⁻³ l)	Acidité (g/l)	V. de thiosulfate écoulé (10 ⁻³ l)	Quantité d'Acide Ascorbique (g)
06/14	3.483	13.8	1.05599	21.7	5.2606	16.2	0.25344
07/14	3.498	13.9	1.05641	21.2	5.1373	6.6	0.25872
08/14	3.456	13.9	1.05641	20.9	5.0647	6	0.31152
09/14	3.476	13.6	1.05514	20.1	4.8766	5.9	0.32032
10/14	3.446	13.8	1.05599	20	4.8485	5.8	0.32912
11/14	6.457	13.6	1.05514	19.8	4.8103	5.7	0.33792
03/15	3.541	13.3	1.05386	19.7	4.7854	5.5	0.35552
04/15	3.475	13.2	1.05344	19.6	4.7630	5.3	0.37312
05/15	3.359	14	1.05684	25.1	6.0800	5.6	0.34672
06/15	3.338	13.9	1.05641	26.3	6.3732	7.1	0.2147
08/15	3.444	13.8	1.05599	23.3	5.6485	6.7	0.24992
10/15	3.336	13.9	1.05641	23.9	5.7916	6.8	0.24112

Tableau 11 : résultats du Nectar Panaché 7 fruits

Nectar panaché 7 fruits							
Date	pH	Brix	Densité	Volume de NaOH écoulé (10 ⁻³ l)	Acidité (g/l)	V. de thiosulfate écoulé (10 ⁻³ l)	Quantité d'Acide Ascorbique (g)
06/14	3.76	13.4	1.05429	13.8	3.3508	5.9	0.32032
07/14	3.719	13.6	1.05514	13.3	3.4618	6.5	0.26752
08/14	3.659	11.8	1.04754	13.1	3.2268	5.2	0.38192
09/14	3.650	12.7	1.05132	13.9	3.3846	6	0.31152
10/14	3.297	6.6	1.02611	9.8	2.4449	9.1	3.872*10 ⁻²
11/14	3.297	6.8	1.02692	9.4	2.3433	9.3	2.112*10 ⁻²
12/14	3.654	13.1	1.05302	16.5	4.0113	8.1	0.12672
02/15	3.372	12.4	1.05006	14.2	3.2014	7.1	0.4136
04/15	3.541	12.7	1.05132	14.5	3.5307	7.6	0.17072
06/15	3.447	13.5	1.05471	16.5	4.0048	8	0.13552

Les produits de mois 10 et 11 ont une coloration rouge. Cette coloration est due à l'ajout de l'arôme du fruit de la passion qui est aussi un colorant.

Tableau 12 : résultats du Nectar Mangué

Nectar Mangué							
<i>Date</i>	pH	Brix	Densité	Volume de NaOH écoulé (10^{-3} l)	Acidité (g/l)	V. de thiosulfate écoulé (10^{-3} l)	Quantité d'Acide Ascorbique (g)
06/14	3.40	6.4	1.02530	8.8	2.1972	6.8	0.24112
07/14	3.19	6.4	1.02530	8	1.9974	5.5	0.35552
08/14	3.10	6.9	1.02651	8.7	2.1696	6.9	0.23232
10/14	3.31	13.1	1.05302	8.9	2.1636	6	0.31152
11/14	3.17	6.8	1.02692	9	2.2436	7.2	0.20592
12/14	3.25	6.8	1.02692	8.6	2.1493	6.3	0.28512
02/15	3.43	6.7	1.02651	8.2	2.0449	14.7	0.38544
04/15	3.63	13.1	1.05302	9.7	2.3581	13.9	0.45584
06/15	3.62	13.2	1.05344	9.6	2.3329	14.5	0.40304
07/15	3.68	11.1	1.04460	8.9	2.1811	14.7	0.37664
Résultats des tests refaits :							
10/14	3.31	13.1	1.05302	8.9	2.1636	6.5	0.26752
02/15	3.43	6.7	1.02651	8.2	2.0449	5.9	0.32032
04/15	3.63	13.1	1.05302	9.7	2.3581	8.1	0.12672
06/15	3.62	13.2	1.05344	9.6	2.3329	8.2	0.11792
07/15	3.68	11.1	1.04460	8.9	2.1811	6.6	0.25872

Le dosage avec un volume de diode égale 10ml et un volume de Jus 5ml donne des différents résultats au niveau de la quantité d'acide ascorbique présente dans le jus.

Les résultats des mois 10/2014 ,02,04,05,07/2015 sont répétés en prenant $V_{jus} = V_{diode} = 5ml$.

Tableau 13 : résultats du Nectar Pêche

<i>Nectar pêche</i>							
La date	pH	Brix	Densité	V écoulé de NaOH de la burette (10 ⁻³ l)	Acidité (g/l)	Ve (10 ⁻³ l)	Quantité de vitamine C (g)
06/14	3.374	11.5	1.04628	13.3	3.25419	5.7	0.33792
08/14	3.423	12.2	1.04922	13.5	3.29387	6	0.31152
09/14	3.46	11.7	1.04712	14.1	3.44026	6.8	0.24112
10/14	3.418	11.4	1.04586	14.2	3.47579	6.9	0.23232
02/15	3.629	11.3	1.04544	12.2	2.98745	5.4	0.36432
03/15	3.652	11.4	1.04586	12.1	2.96177	5	0.39952
04/15	3.596	11.1	1.04460	11.8	2.89182	4.7	0.42592
05/15	3.568	12.4	1.05006	13.6	3.31562	6.1	0.30272
06/15	3.559	12.7	1.05132	14.4	3.50644	7.5	0.17952
07/15	3.469	12.7	1.05132	13.9	3.38469	6.5	0.26752
08/15	3.607	12.9	1.05217	13.4	3.26030	5.8	0.32912
09/15	3.496	12.1	1.04880	13.6	3.31960	6.2	0.29392
10/15	3.494	13.2	1.05344	13.7	3.32928	6.4	0.27632
11/15	3.519	12	1.04837	13.1	3.19887	5.6	0.34672

5. Discussion des résultats obtenus :

5.1. Optimisation de l'effet de pH sur la quantité d'acide ascorbique :

✚ Nectar Orange :

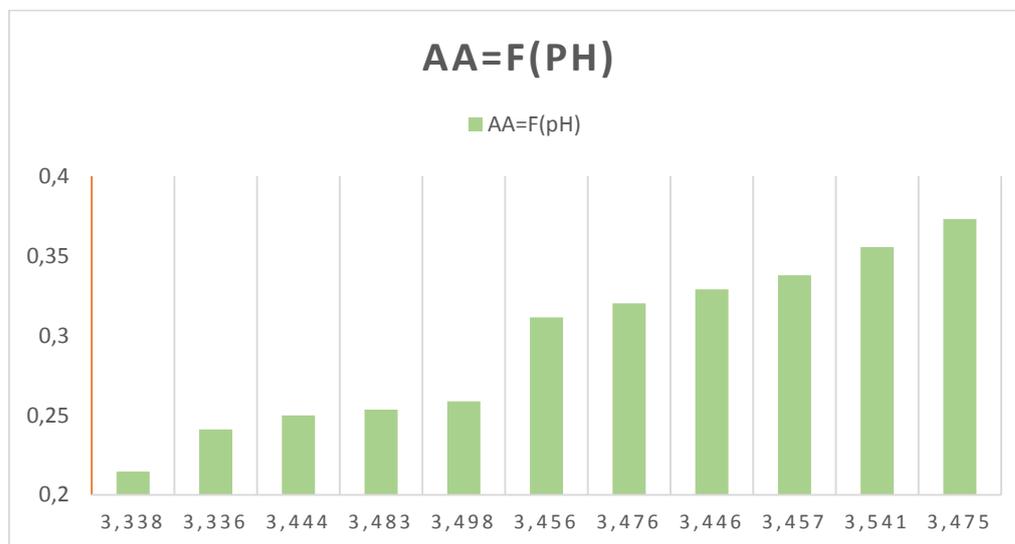


Figure 11 : La variation de la teneur d'acide L-ascorbique en fonction du pH-Nectar orange.

Le jus du mois juin 2015 contient la plus petite quantité d'acide ascorbique correspond à une valeur faible du pH.

✚ Nectar Mangue :

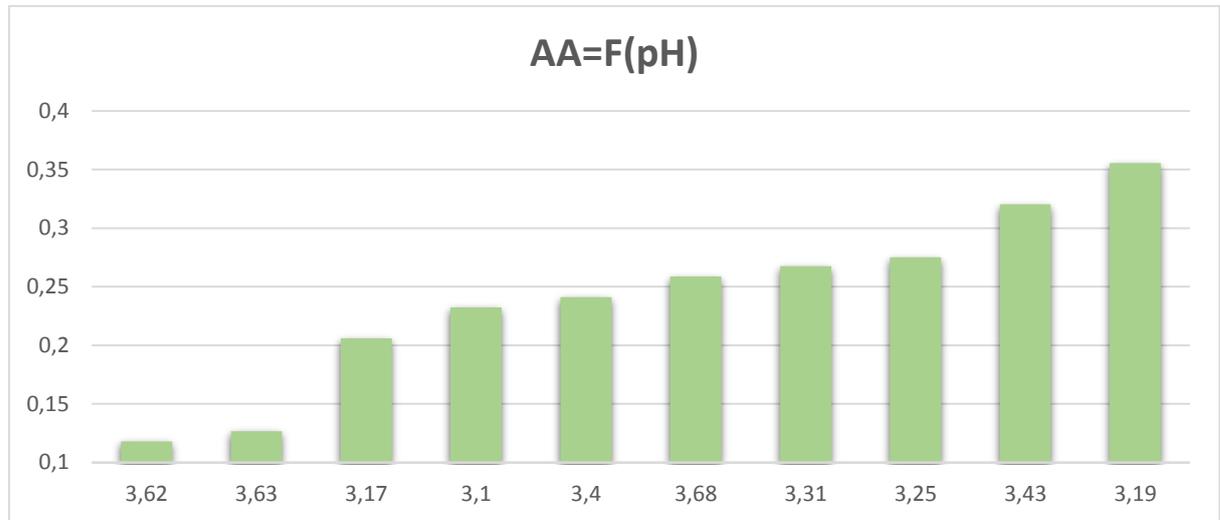


Figure12 : La variation de la teneur d'acide L-ascorbique en fonction du pH-Nectar Mangue.

Le jus du mois juillet 2015 est celui qui a une grande quantité d'acide ascorbique et une faible valeur de pH.

✚ Nectar pêche :

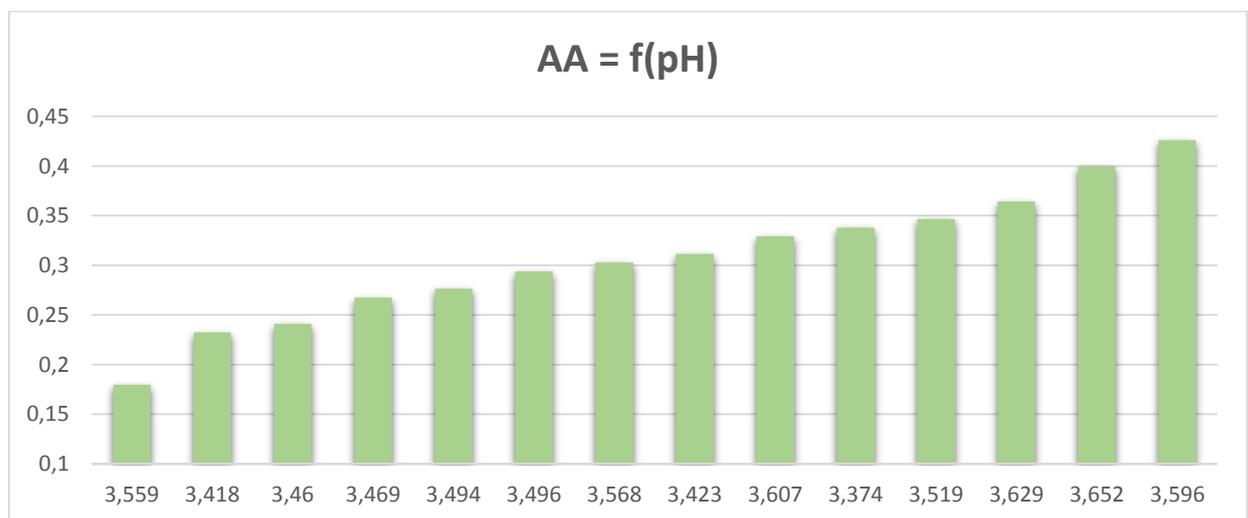


Figure13 : La variation de la teneur d'acide L-ascorbique en fonction du pH-Nectar pêche.

✚ Nectar panaché 7 fruits :

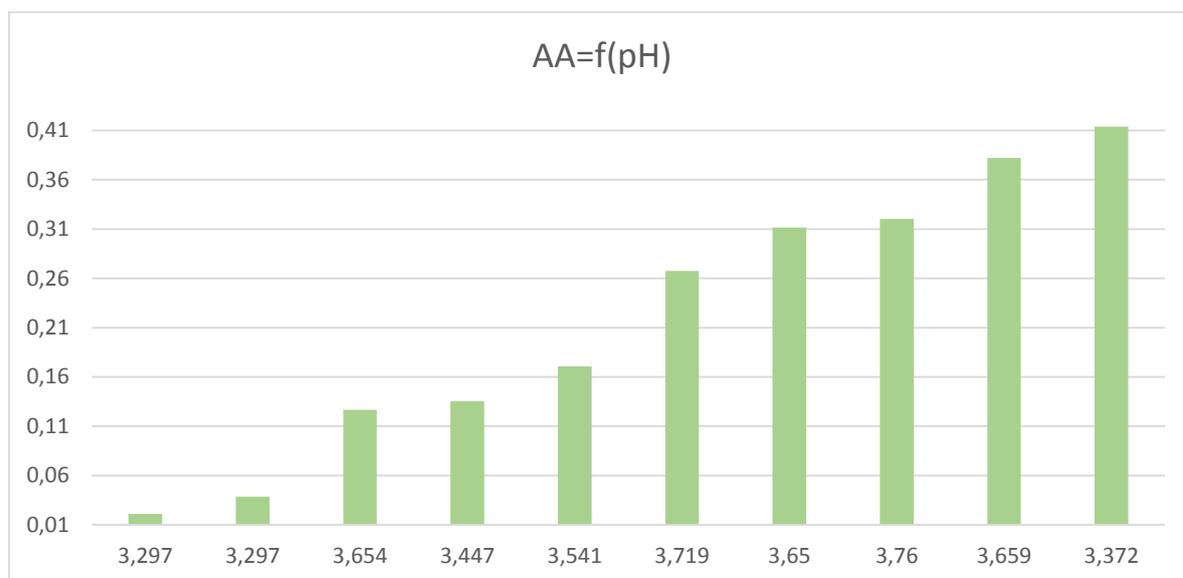


Figure 14 : La variation de la teneur d'acide L-ascorbique en fonction du pH -Nectar panaché.

Les deux produits qui ont des valeurs assez petites d'acide ascorbique et correspondent à la valeur la plus faible de pH.

Les histogrammes montrent que les valeurs du pH faibles correspondent de faibles valeurs d'acide ascorbique pour le nectar orange et panaché 7 fruits, alors que le nectar Mangue présent un résultat contradictoire aux précédents.

A l'exception du nectar mangue, pour chaque jus l'échantillon du faible teneur en acide ascorbique correspond à un pH faible par rapport à celui-ci présentant l'échantillon de la grande teneur en acide ascorbique.

5.2. Optimisation de l'effet de Brix sur la quantité d'acide ascorbique :

✚ Nectar panaché :

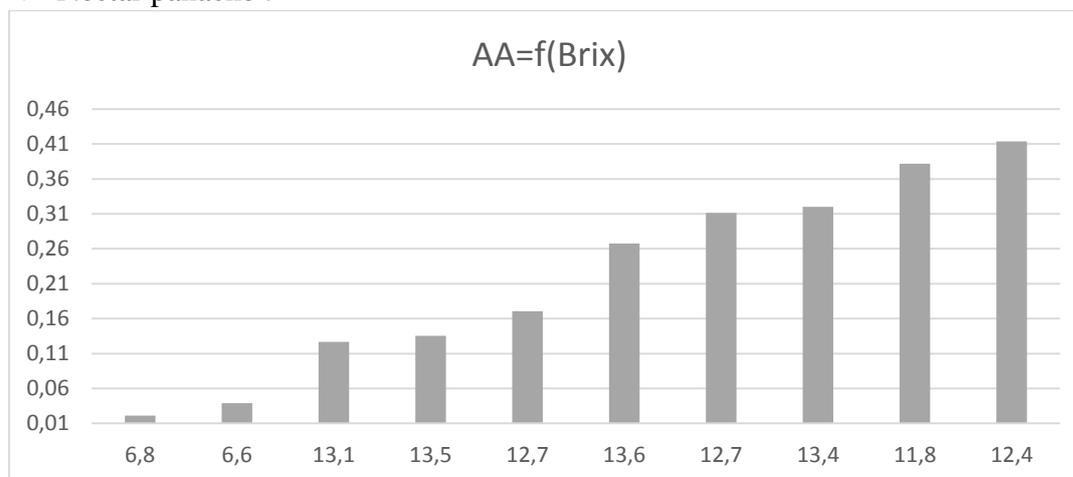


Figure15 : La variation de la teneur d'acide L-ascorbique en fonction de Brix-Nectar panaché.

Le jus qui contient la plus faible teneur en acide ascorbique a un faible Brix. Et le jus de grande teneur en acide ascorbique correspond à une grande valeur du Brix.

✚ Nectar pêche :

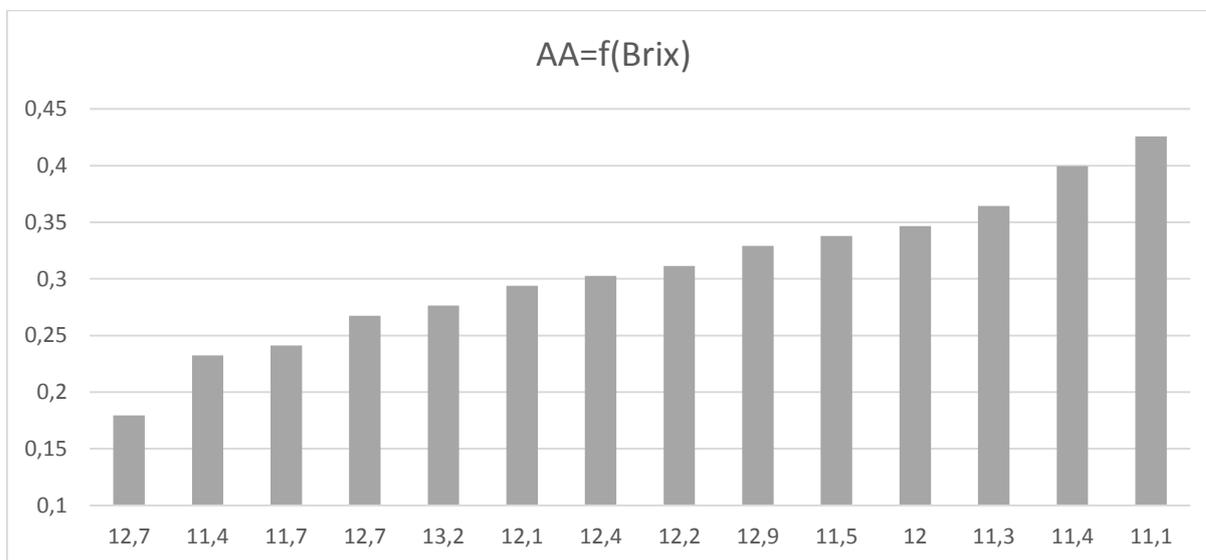


Figure16 : La variation de la teneur d'acide L-ascorbique en fonction de Brix-Nectar pêche.

La faible valeur du Brix correspond au jus de grande quantité en acide ascorbique. Cependant, une grande valeur du Brix correspond à une faible teneur en acide ascorbique.

✚ Nectar mangue :

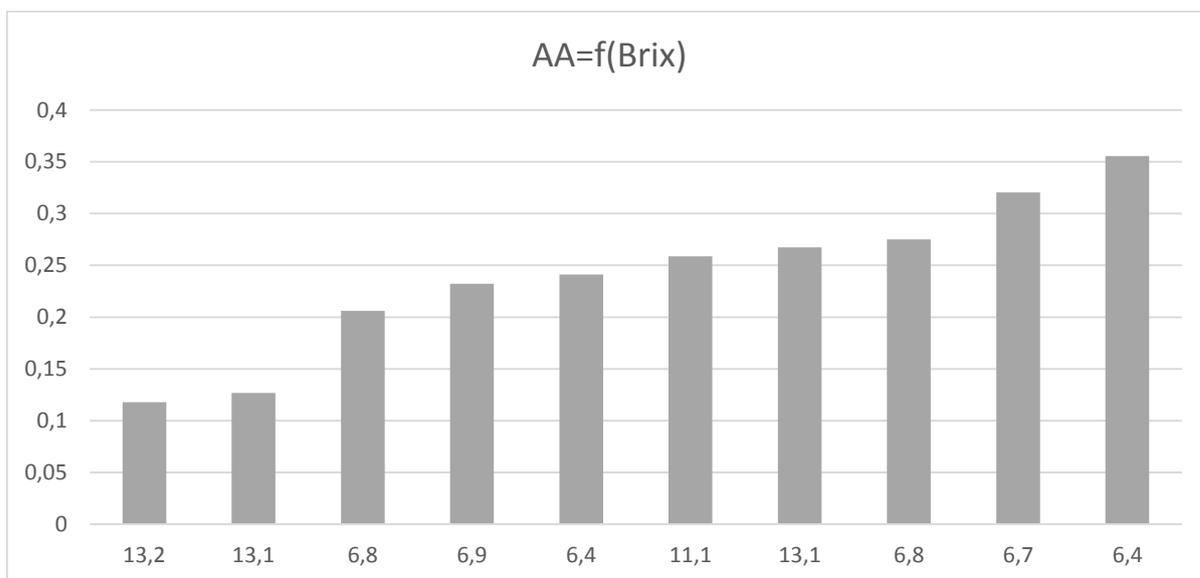


Figure17 : La variation de la teneur d'acide L-ascorbique en fonction de Brix-Nectar mangue.

✚ Nectar Orange :

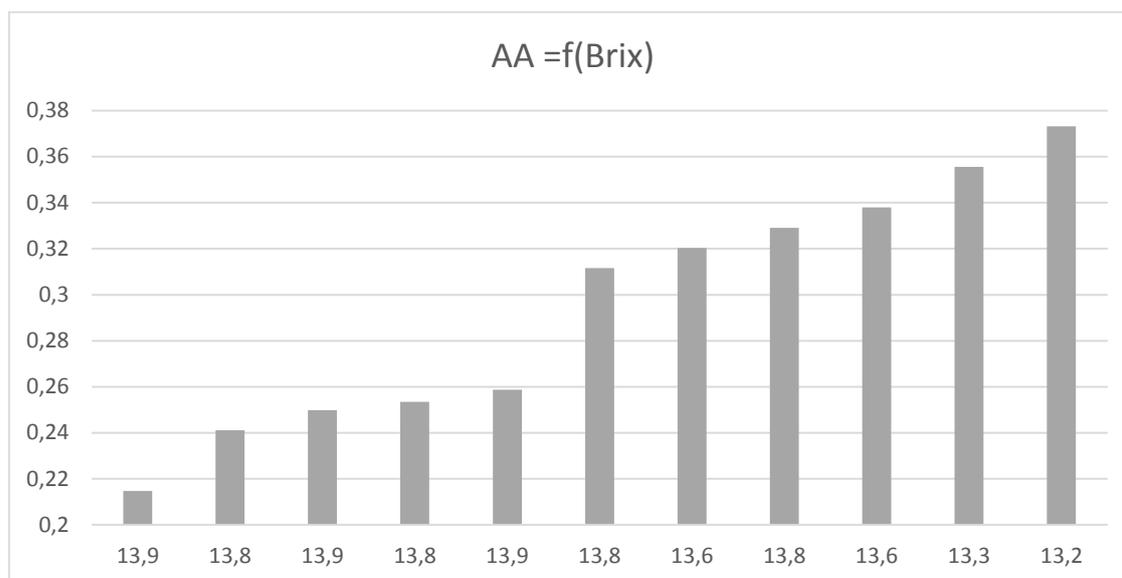


Figure18 : La variation de la teneur d'acide L-ascorbique en fonction de Brix-Nectar orange.

En effet tous ces histogrammes montrent que pour chaque jus l'échantillon ayant une grande quantité d'acide ascorbique présente aussi la plus petite valeur de Brix à l'exception du nectar panaché.

A l'exception du panaché, pour chaque jus l'échantillon ayant la plus grande teneur en acide ascorbique possède une petite valeur de Brix que celle-ci possédant l'échantillon du faible teneur en acide ascorbique.

5.3. Optimisation de l'effet d'acidité sur la quantité d'acide ascorbique :

✚ Nectar Orange :

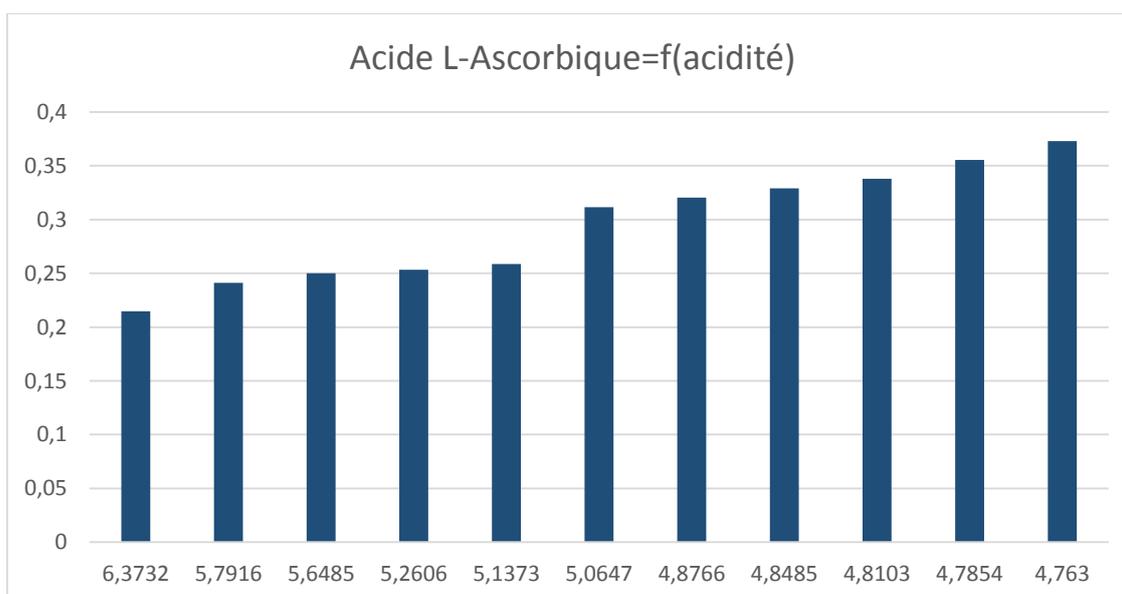


Figure19 : La variation d'acide L-ascorbique en fonction d'acidité -Nectar orange.

✚ Nectar mangue

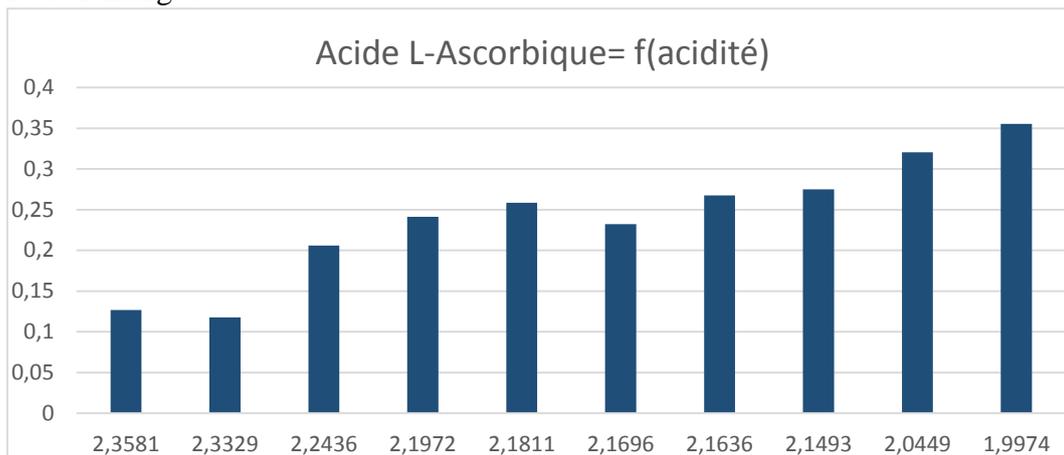


Figure 20 : La variation d'acide L-ascorbique en fonction d'acidité -Nectar mangue.

✚ Nectar pêche

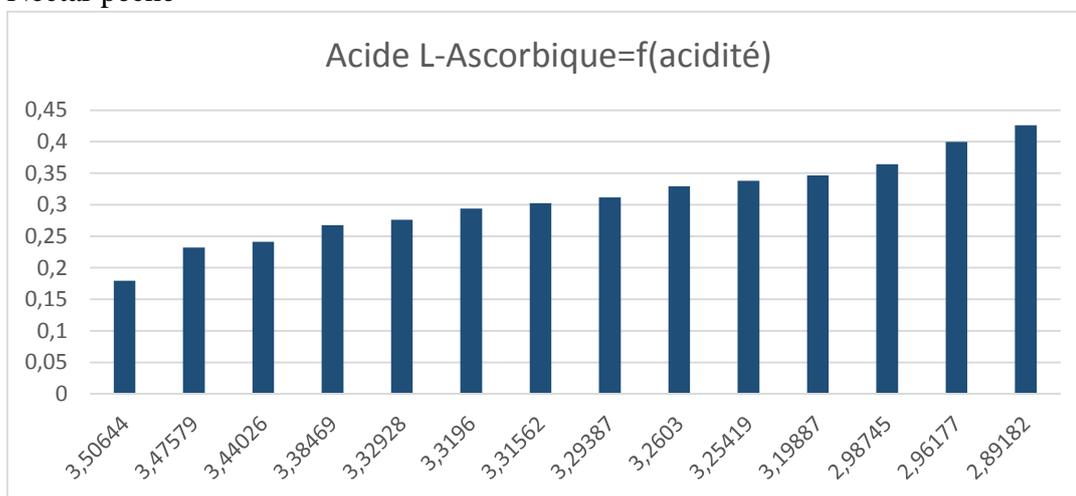


Figure 21 : La variation d'acide L-ascorbique en fonction d'acidité -Nectar pêche.

✚ Nectar Panaché :

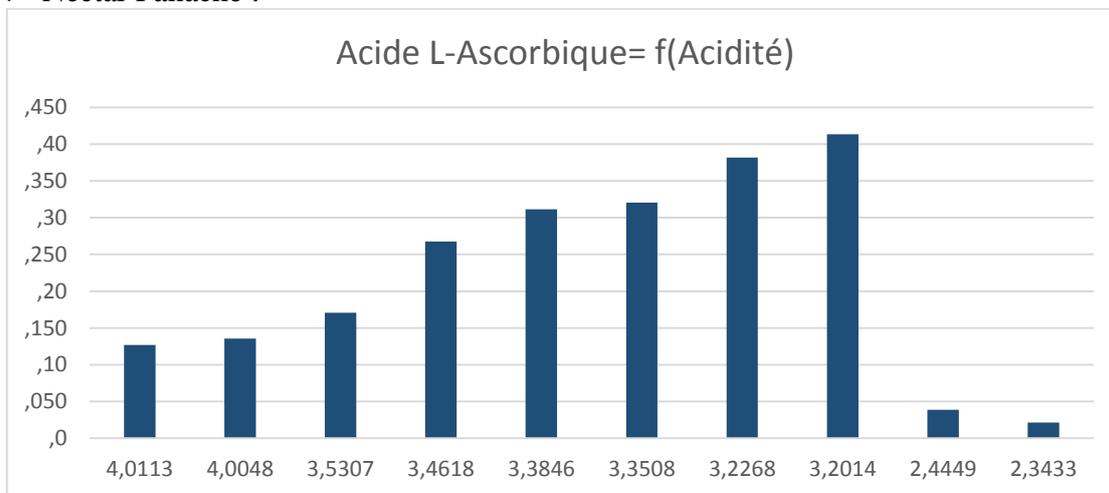


Figure22 : La variation d'acide L-ascorbique en fonction d'acidité -Nectar panaché.

D'après les histogrammes on remarque que l'acidité est inversement proportionnelle à la quantité d'acide ascorbique présente dans les échantillons à l'exception des deux échantillons du Nectar panaché qui présentent les plus petites valeurs d'acide ascorbique parmi tous les échantillons analysés.

Conclusion :

Les résultats obtenus le long de ce travail sont présentés sous forme d'histogrammes nous aidant à vérifier l'existence des effets entre les paramètres physico-chimiques, Brix -acidité-pH, et la quantité d'acide ascorbique existante dans un jus industriel.

D'après ces histogrammes on peut conclure que :

- ✓ A l'exception du nectar mangue, pour chaque jus l'échantillon du faible teneur en acide ascorbique correspond à un pH faible par rapport à celui-ci présentant l'échantillon de la grande teneur en acide ascorbique, alors à un pH de petite valeur la quantité de l'acide ascorbique est minimale.
- ✓ Les échantillons ayant la plus grande teneur en acide ascorbique possède une faible valeur du Brix que celle-ci possédant l'échantillon du faible teneur en acide ascorbique donc plus ce qu'à une grande valeur du Brix du jus sa teneur en acide ascorbique diminue.
- ✓ L'acidité a également une influence sur l'acide ascorbique, l'augmentation de l'acidité favorise la dégradation de l'acide ascorbique.

Conclusion générale

Le présent travail a pour objectif principal une approche partielle sur la variation quantitative d'un additif alimentaire, l'acide ascorbique, dans quatre jus nectar industriels de la gamme VALENCIA ; nectar orange, nectar mangue, nectar panaché 7 fruits et nectar pêche. Ainsi nous avons déterminé les paramètres physico-chimiques de ces quatre jus pour vérifier si ces derniers influencent ou non la teneur de l'acide ascorbique présente dans chaque jus.

La vitamine C, l'acide ascorbique ou encore l'E 300 est utilisé comme adjuvant technologique pour éviter le rancissement oxydatif des aliments, mais aussi pour ses multiples bienfaits sur la santé. Elle joue un rôle « anti-nitrosamines », les nitrosamines sont suspectées d'être à l'origine de cancers de l'estomac, elle favorise la synthèse du collagène et de carnitine, elle présente également une différente influence envers les médicaments sa présence améliore l'effet de lévodopa, anti parkinson, et d'autre part elle diminue l'absorption tubulaire d'antidépresseurs.

Son utilisation est strictement contrôlée par des réglementations et directives et selon le principe de « *quantum satis* » ou quantité requise qu'elle sert à protéger le consommateur de l'ajout d'un tel additif artificiel en quantité excessive et injustifiée dans leurs préparations alimentaires.

On peut conclure que l'objectif de notre travail a été atteint du fait que nous avons suivi la teneur en acide ascorbique de ces quatre jus ainsi que l'impact du pH, du Brix et de l'acidité pour arriver aux résultats suivants :

- ✓ Les faibles valeurs de pH correspondent aux échantillons de faible teneur d'acide ascorbique, ce résultat est valable pour tous les nectars on exclut le nectar mangue.
- ✓ Le Brix influe légèrement l'acide ascorbique, pour chaque jus l'échantillon présentant la plus grande teneur en acide ascorbique possède une faible valeur du Brix que celle-ci possédant l'échantillon du faible teneur en acide ascorbique.
- ✓ Alors que l'acidité influe également l'acide ascorbique d'une manière assez significative c.-à-d. que l'augmentation de l'acidité favorise la dégradation de l'acide ascorbique.

Références bibliographiques

1. Hardem, A., Zilva S.S., 1918. Citée dans Handbook of vitamins (Machlin L.J., Ed. 1984). Biochem.J. 12, 259.
2. Guiland, 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.
3. Kim, Y., Yu, S., Lee, S., Hwang, Y., Kang, S., 1996. A heme-containing ascorbate oxidase from *Pleurotus ostreatus*. The Journal of Biological Chemistry, Vol. 271, No. 6, pp. 3105 - 3111.
4. Le muel G, Saverot-Dauvergne A, Gausson T, Gueant J.L. (coordonnateurs) Le statut vitaminique : physiopathologie, exploration biologique et intérêt clinique. Éditions Médicales Internationales, mars 1998.
5. Grandazzi, C., 2002. Synthèse bibliographique sur le jus d'orange Montrouge, p19.
6. Kennedy, J.F., Rivera, Z.S., Lloy, L.L., Warner, F.P., Jumel, K.L., 1992. Ascorbic acid stability in aseptically processed orange juice in TetraBrik cartons and the effect of oxygen. Food Chemistry, 45 (5), 327-331.
7. Khan, M.M., Martell, A.E., 1967. Metal ion and metal chelate catalyzed oxidation of ascorbic acid by molecular oxygen. Journal of the American Chemical Society, 89, 4176-4185.
8. 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.
9. 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.
10. AFSSA). Agence française de sécurité sanitaire des aliments Apports nutritionnels conseillés en vitamine C pour la population française [Consulté le 16 avril 2009] www.afssa.fr.
11. Carr, A., Frei, B., 1999 Jun. Does vitamin C act as a pro-oxidant under physiological conditions. The FASEB Journal; 13: 1007-24.
12. Guy Roulier, janvier 2005. Extrait du livre de Guy Roulier à paraître Aux Editions Dangles "Fabuleuses plantes d'Amazonie".
13. 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. Doi : 10.1016/1047-2797 (94) 00041-Q. PMID 7728285.
14. Kelly, FJ, 1998. « L'utilisation des antioxydants dans la prévention et le traitement

15. 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. 933S PMID 12612179.
16. Levine M. New concepts in the biology and body chemistry of ascorbic acid. *New Engl. J. Med.* 1986, 314, 892-902.
17. Sullivan JF., Eisenstein AB., Mottola OMO The effect of dialysis on plasma and tissue levels of vitamin C. *Trans. Am. Soc. Artif. Intern. Org.* 1972, 18, 277-282.
18. Douarre C. Quelques données actuelles sur la vitamine C. Thèse Pharma Clermont. 1987.
19. Desche P., Najman A., Gorin NC., Duhamel G. Lebreton G. Un cas de scorbut parisien. *Nouv. Presse Med.* 1982, 11, 2416.
20. Cameron E., Pauling L. Supplemental ascorbate in the supportive treatment of cancer: prolongation of the survival times in terminal human cancer. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 1976, 73, 3685-3689.
21. Block G. Epidemiologic evidence regarding vitamin C and cancer. *Am. J. Clin. Nut.* 1991, 1310-1314.
22. Le grusse J, Watier B. Les vitamines : données biochimiques, nutritionnelles et cliniques. Editions C.E.I.V. 1985.
23. Bourgeois, C.F., Maingy, P.R., 1975. Determination of ascorbic acid and dehydroascorbic acid in foods. *Intern. J. Vitamine Nutr. Res.*, 45, 70-84.
24. Kacem, B., Marshall, M.R., Matthews, R.F., Gregory, J.F., 1986. Simultaneous analysis of ascorbic acid and dehydroascorbic acid by high performance liquid chromatography with postcolumn derivatization and UV absorbance. *J. Agric. Food Chem.*, 34, 271-274.
25. with postcolumn derivatization and UV absorbance. *J. Agric. Food Chem.*, 34, 271-274.
26. Shigeoka, S., Nakano, Y., Kitaoka, S., 1979. The biosynthetic pathway of l-ascorbic acid in *Euglena gracilis* Z. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 25, 299-307.
27. Naim, M., Schutz, O., Zehavi, U., Rouseff, R.L., Haleva-Toledo, E., 1997. Effects of orange juice fortification with thiols on p-vinylguaiacol formation, ascorbic-acid degradation, browning, and acceptance during pasteurization and storage under moderate conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45 (5), 1861- 1867.
28. 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)
29. Huelin F.E., Coggiola I.M., Sidhu G.S., Kennett B.H. (1971). The anaerobic decomposition of ascorbic acid in the pH range of foods and in more acid solutions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 22 (10), 540-542.
30. 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.

31. La Directive 95/2/CE du 20/02/1995, JOCE n°L61 du 18/03/1995, art.2 P : 8
32. Huh, W.K., Lee, B.H., Kim, S.T., Kim, Y.R., Rhie, G.-E., Baek, Y.W., Hwang, C.S., Lee, J.S., Kang, S.O.1998. D-Erythroascorbic acid is an important antioxidant molecule in *Saccharomyces cerevisiae*. Mol. Microbiol. 30, 895–903.
33. Bul-Nguyen, M.H., 1980. Application of high performance liquid chromatography to the separation of ascorbic acid from isoascorbic acid. J. Chromatogr., 196, 163-165.
34. Martini el Bonsignore, Bwchem, Z., 273, 170, 1934, Boll. Soc. Ital. Biol. Sper., 9, 388, 1934.
35. Tepe, B., Sokmen, M., Akpulat, H.A., Sokmen, A., 2006.Screening of the antioxidant potentials of six *Salvia* species from Turkey. Food Chem., 95: 200-204.
36. Vasileva-Aleksandrova, P., Neicheva, A., 1979.Spektral photometrische Bestimmung von L -Ascorbinsäure mit 2,2',5'5,-tetra-(4-nitrophenyl)-3,3'-(3,3-dimethoxy-4,4'-biphenyl) ditetrazoliumchlorid. Mikrochim. Acta, II, 337-342.
37. Tilimanns, 1927. Untersuch. Lebensm., 54, 33.
38. Steele, L., Jadhav, S., Khadziyev, D., 1976. The chemical assay of vitamin C in dehydrated mashed potatoes. Food Sei. Technol., 9, 239-245.
39. Harris M Apson, Wang, 1942. Biochem. J. 36, 183.
40. Robinson et Stotz, J. Bioi. Chem., 160, 217Baldesten, A., Hjalmarsson, S.G., Neuman, G., 1978. Isotachophoretic analysis of some organic acids in food. Fresenius'Z. Anal. Chem., 290, 148-149.