

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



**Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou  
Faculté des sciences Biologique et des sciences Agronomiques  
Département des sciences agronomiques  
Filière science alimentaire**

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

**En vue de l'obtention du diplôme de master  
Spécialité : agroalimentaire et contrôle de qualité**

**Thème :**

**Essai de formulation d'un nectar à base des fruits et légumes  
et étude de l'influence de la température au cours du stockage**

Présenté par :

**M<sup>elle</sup> LOUNACI Hanane**

**M<sup>elle</sup> ZIAD Syla**

Soutenu le 16/07/2018 devant le jury :

**M. SADOUDI Rabah**

Maître de conférences à l'U.M.M.T.O.

**Président**

**M<sup>elle</sup> LAMMI Sarah**

Maître assistante à l'U.M.M.T.O.

**Promotrice**

**M. BENGANA Mohamed**

Maître de conférences à l'U.M.M.T.O.

**Examineur**

**Mme REMANE**

Maître assistante à l'U.M.M.T.O.

**Examinatrice**

**Année universitaire 2017-1018**

# Remerciements

*En premier lieu, on remercie dieu pour nous avoir donné la volonté,  
le courage et la patience de réaliser ce travail.*

*Aussi on adresse un vif remerciement à M<sup>elle</sup> LAMMI d'avoir  
accepté de nous encadrer. On la remercie également pour ses orientations, ses  
conseils et ses qualités d'encadrement.*

*Nos remerciements s'adressent également aux membres du jury d'avoir  
accepté d'examiner ce travail.*

*On tient également à remercier :*

*M. YALLAOUI Karim, responsable du laboratoire recherche et développement,  
M<sup>me</sup> SEDDIKI Fadila et M<sup>elle</sup> KAMARA Nadia ainsi que toute l'équipe NCA  
Rouiba pour leur orientation, leurs précieux conseils et encouragements, ainsi  
que pour leur collaboration et les moyens qu'ils ont mis à notre disposition.*

*Nos remerciements aux enseignants de l'INA pour leur accueil au sein de leur  
établissement et leurs précieux conseils*

*Enfin nos remerciements sont adressés à nos familles et  
spécialement à nos parents pour leur soutien et encouragement.*

*Un grand merci à nos camarades et ami(e)s et toute personne ayant contribué à  
l'accomplissement de ce travail.*

***Merci à tous***

# *Dédicace*

*Je dédie ce travail à :*

*Mes très chers parents que je remercie infiniment pour leur encouragement et leur soutien ; merci d'être là à mes côtés, que dieu vous garde.*

*A mes très chères sœurs  
Mon cher frère  
Et toute ma famille*

*A tout mes très chers ami(e)s, à tous les enseignants du département d'Agronomie ainsi que tous les responsables de l'UMMTO*

*A Ceux qui me sont très chers et qui m'ont aidé de près ou de loin à réaliser ce travail.*

*A ma binôme Syla*

*Hanane*

# *Dédicace*

*Je dédie ce travail à :*

*Mes très chers parents que je remercie infiniment pour leur encouragement et leur soutien ; merci d'être là à mes côtés, que dieu vous garde.*

*A mes très chères sœurs  
Mon cher frère  
Et toute ma famille*

*A tout mes très chers ami(e)s, à tous les enseignants du département d'Agronomie ainsi que tous les responsables de l'UMMTO.*

*A Ceux qui me sont très chers et qui m'ont aidé de près ou de loin à réaliser ce travail.*

*A ma binôme Syla*

*Hanane*

# *Dédicace*

*Je dédie ce travail à :*

*Mes très chers parents que je remercie infiniment pour leur encouragement et leur soutien ; merci d'être là à mes côtés, que dieu Vous garde.*

*A mes très chères sœurs  
A mes chères nièces  
Et toute ma famille*

*A tout mes très chers ami(e)s, à tous les enseignants du département d'Agronomie ainsi que tous les responsables de l'UMMTO.*

*A Ceux qui me sont très chers et qui m'ont aidé de près ou de loin à réaliser ce travail.*

*A ma binôme Hanane*

*Sylia*

# Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

**Introduction** ..... 1

## **PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

### **Chapitre I : Généralités sur les fruits et légumes utilisés.**

I.1 Les fruits et légumes utilisés ..... 2

I.1.1. Les Fruits ..... 2

a- L'orange ..... 2

a-1. Description de l'orange ..... 2

a-2. Intérêt nutritionnel et thérapeutique ..... 3

b- Le Citron ..... 3

b-1. Description du citron..... 3

b-2. Intérêt nutritionnel et thérapeutique..... 4

c -La pomme ..... 4

c-1. Description de la pomme ..... 4

c-2. Intérêt nutritionnel et thérapeutiques ..... 5

I.1.2. Les légumes ..... 6

a- La Betterave ..... 6

a-1. Description de la betterave..... 6

a-2. Intérêt thérapeutique et nutritionnel ..... 7

b- La courge ..... 7

b-1. Description de la courge ..... 7

b-2. Intérêt nutritionnel et thérapeutique ..... 8

c - Le fenouil ..... 8

c-1. Description du fenouil ..... 8

c.2- Intérêts nutritionnels thérapeutiques ..... 9

I.2. Composition biochimiques des fruits et légumes utilisés ..... 9

I.3. Production mondial des fruits et légumes utilisés..... 11

I.4. Production nationale des fruits et légumes utilisés .....	11
--	----

## **Chapitre II: Jus de fruits et légumes : Qualité et stabilité**

II .1. Définitions .....	13
II.1.1. Jus de fruits .....	13
II.1.2. Jus de légume.....	13
II.1.3. Cocktail.....	13
II.1.4. Nectar de fruits .....	13
II.2. Qualité nutritionnelle et thérapeutique des jus .....	13
II.3. Stabilité des jus .....	14
II.3.1. L'altération chimique .....	14
II.3.1.1. Dégradation de La vitamine C.....	14
II.3.1.2. Réaction de brunissement .....	15
a- brunissement non enzymatique (réaction de Maillard).....	16
b- Brunissement enzymatique .....	16
II.3.2. Altération organoleptique .....	17
II.3.2.1 Altération de la couleur .....	17
II.3.2.2 Altération de la saveur et l'arôme.....	17
II.3.3. Altération microbienne .....	17
II.3.3.1. Origine et nature de la flore microbienne des aliments .....	17
II.3.3.2. Contamination par les bactéries.....	17
II.3.3.3. Contamination par des levures .....	18
II.3.3.4. Contamination par les moisissures .....	18

## **Chapitre III: Présentation de l'organisme d'accueil**

III.1. Historique .....	19
III.2. Les produits de NCA-Rouïba .....	19
III.3. Processus de production à la NCA-Rouïba .....	20
III.3.1. Préparation du produit .....	20
III.3.2. Les étapes de la production .....	20
a. Phase 1 (dépotage et préparation).....	21
b. Phase 2 (traitement thermique) .....	22
c. Phase 3 (conditionnement et suremballage) .....	23
III.3.3. Le nettoyage et la désinfection de la chaine de fabrication.....	24

# PARTIE EXPERIMENTALE

## Chapitre I : Matériels et méthodes

I-1 Matériel végétal .....	26
I-1-1 Préparation de différentes purées .....	26
I.1.2 Préparation du jus de citron .....	27
I.2. Essais de formulation .....	27
I.2.1. Préparation des boissons .....	29
I.3. Évaluation sensorielle des différentes boissons .....	29
I.3.1. Stockage de la boisson sélectionnée .....	30
I.4. Méthodes d'analyses .....	31
I.4.1. Détermination des paramètres physico-chimiques .....	31
I.4.1.1. Détermination du potentiel d'hydrogène .....	31
I.4.1.2. Détermination de l'acidité titrable .....	31
I.4.1.3. Détermination de l'extrait sec soluble .....	32
I.4.1.4. Détermination de la teneur en acide ascorbique .....	33
I.4.1.5. Détermination du taux de pulpe .....	33
I.4.1.6 Détermination du taux des sels minéraux .....	34
I.4.2. Analyse Microbiologique.....	35
I.4.2.1. Dénombrement des levures et moisissures .....	35
I.4.2.2. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM).....	36
I.4.3.Détermination des caractéristiques organoleptiques.....	36
I.5. Test de stabilité .....	37

## Chapitre II : Résultats et discussions

II.1 Résultats de l'analyse physicochimique des purées utilisées .....	38
II.1.1 Caractéristiques physicochimiques de la purée de betterave .....	38
II.1.2.Caractéristiques physicochimiques de la purée de fenouil.....	38
II.1.3 Caractéristiques physicochimiques de la purée de la courge .....	39
II.1.4 Caractéristiques physicochimiques du jus de citron.....	39
II.1.5 Caractéristiques physicochimiques de la purée de pomme .....	40
II.1.6 Caractéristique physicochimique du concentré d'orange.....	40
II .2 Caractéristiques de la boisson retenue.....	41
II.3 Evolution des caractéristiques physico-chimiques de la boisson retenue au cours du Stockage .....	44

II.3.1 Le pH et l'acidité .....	44
II.3.2 Pulposité .....	46
II.3.3 La vitamine C .....	47
II.3.4 L'extrait sec réfractométrique .....	48
II.3.5 La teneur en éléments minéraux .....	49
II.4 Evolution des caractères microbiologiques de la boisson stockée à différentes températures .....	50
II.5 Evolution des caractères organoleptiques de la boisson stockée à différentes températures .....	51
<b>Conclusion et perspectives</b> .....	<b>54</b>

## **Références bibliographiques**

## **Annexes**

## Liste d'abréviation

- SPA : Société par actions.
- HACCP: Hazard Analysis Critical Control Point.
- OMC: Organisation Mondial du commerce.
- PET : poly téréphtalate d'éthylène.
- UV : Ultraviolet
- OGA: Oxytétracycline Glucose Agar.
- PCA: Plate count Agar.
- FAO: food and agriculture organization.
- UMMTO : Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou.
- DO: Densité optiques.
- pH: Potential hydrogen.
- MSDA: manuel Suisse des denrées alimentaires.
- NR : nombre de réponse.
- BP : barème de produit.
- CP : coefficient du paramètre.

## Liste de figures

<b>Figure 01:</b> Coupe transversale de l'orange.....	3
<b>Figure 02:</b> Caractéristiques morphologiques d'un citron.....	4
<b>Figure 03:</b> Coupe longitudinale d'une pomme.....	5
<b>Figure 04:</b> Schéma explicatif des différentes parties de la Betterave Rouge.....	6
<b>Figure05:</b> Coupe transversale d'une courge.....	8
<b>Figure 06 :</b> Coupe transversale du fenouil .....	8
<b>Figure 07 :</b> Production nationale de fruits et légumes utilisés .....	12
<b>Figure 08 :</b> Structure de la vitamine C .....	14
<b>Figure 09:</b> Voies de dégradation de l'acide aminé et effets sur la qualité du jus .....	16
<b>Figure 10 :</b> Les phases du processus de production de NCA-Rouïba .....	21
<b>Figure 11:</b> Les différentes étapes de préparation des purées utilisées.....	27
<b>Figure 12:</b> Les étapes de préparation des boissons formulées .....	29
<b>Figure 13:</b> La boisson retenue après pasteurisation .....	44
<b>Figure 14 :</b> Photo du culot après centrifugation .....	47

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01:</b> Composition biochimique des fruits et légumes utilisés (Données /100g).....	10
<b>Tableau 02:</b> Principaux pays producteurs au monde des fruits et légumes utilisés .....	11
<b>Tableau 03 :</b> Composition des boissons formulées pour 1000ml .....	28
<b>Tableau 04 :</b> Les résultats des analyses physicochimiques de la purée de Betterave .....	38
<b>Tableau 05 :</b> Caractéristiques physico-chimiques de la purée de fenouil.....	38
<b>Tableau 06 :</b> Caractéristiques physico-chimiques de la purée de la courge.....	39
<b>Tableau 07 :</b> Caractéristiques physico-chimiques du jus de citron.....	39
<b>Tableau 08 :</b> Caractéristiques physico-chimiques de purée de pomme .....	40
<b>Tableau 09 :</b> Les caractéristiques physicochimiques du concentré d'orange .....	40
<b>Tableau 10:</b> Caractéristiques physicochimiques de la boisson retenue.....	41
<b>Tableau 11 :</b> Besoins journaliers (g) en éléments minéraux .....	43
<b>Tableau 12 :</b> Caractéristiques microbiologiques de la boisson retenue .....	43
<b>Tableau 13 :</b> Caractéristiques organoleptiques de la boisson retenue.....	44
<b>Tableau 14 :</b> Evolution du pH et l'acidité de la boisson dans des différentes conditions.....	45
<b>Tableau 15 :</b> Evolution de la teneur en pulpe dans la boisson dans des différentes conditions..	46
<b>Tableau 16 :</b> Evolution de la teneur en vitamine C dans la boisson retenue dans des différentes conditions .....	47
<b>Tableau 17:</b> Evolution de l'extrait sec réfractométrique de la boisson dans différentes conditions .....	48
<b>Tableau 18:</b> Evolution de la teneur en éléments minéraux de la boisson dans différentes conditions .....	49
<b>Tableau 19 :</b> Résultats des analyses microbiologiques de la boisson dans les différentes conditions .....	50
<b>Tableau 20 :</b> L'évolution de la couleur de la boisson stockée a différentes températures.....	51
<b>Tableau 21 :</b> L'évolution du goût de la boisson stockée a différentes températures .....	52
<b>Tableau 22 :</b> L'évolution de l'odeur de la boisson stockée a différentes températures .....	52
<b>Tableau 23 :</b> L'évolution de l'aspect de la boisson stockée a différentes températures .....	53

La consommation des fruits et légumes a un effet reconnu sur la santé qui peut être associé à leur potentiel antioxydant et nutritionnelle, cependant la consommation quotidienne préconisée de 5 portions semble difficile à atteindre. Parmi les freins à la consommation de ces produits, leurs prix élevé, leur saisonnalité, leur fragilité, leur faible durée de consommation sont les raisons couramment évoquées par les consommateurs.

Les jus de fruits et de légumes, de par leur praticité, peuvent être un moyen attractif pour contribuer à remplir les objectifs plus de nutrition santé. En termes de consommation de fruits et légumes, un marché porteur se développe autour de jus de fruits aux nouveaux goûts et aux hautes valeurs nutritionnelles.

En Algérie, la production de fruits et légumes a connu ces dernières années une nette progression. Cette accroissement a contribué au développement du secteur agroalimentaire et en particulier l'industrie des boissons. C'est ainsi que le marché des boissons est en pleine évolution suite à l'augmentation du nombre d'acteurs privés, due notamment à la diversification des produits mis sur le marché, ce qui a mené les chercheurs et les producteurs à développer de nouvelles formules de boissons basées sur les mélanges de fruits et de légumes qui seront satisfaisantes sur le plan organoleptique nutritionnel et économique.

C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude qui porte sur un essai de formulation d'une boisson à base de concentré d'orange, de purée de pomme, fenouil, betterave, courge et de jus de citron.

Ce manuscrit comporte trois parties principales. La première partie passe en revue une synthèse bibliographique portant sur les différents fruits et légumes ainsi que les procédés de fabrication des jus au sein de l'entreprise NCA.

Les méthodes et les techniques utilisées au cours de cette étude sont exposées dans la deuxième partie du mémoire.

Quant à la troisième partie, elle est consacrée à la présentation des résultats obtenus et des discussions, en rapport avec la qualité physicochimique et microbiologique de matière première et de la boisson formulée, et enfin le dernier volet illustre la stabilité du jus formulé à différents paramètres caractérisant les boissons tout en gardant les qualités nutritionnelles et organoleptiques du jus.

Pour finir, une conclusion et des perspectives sont présentées à la fin de mémoire.

Les fruits et les légumes sont les parties comestibles de certaines plantes utilisées dans l'alimentation de l'homme et des animaux domestiques. Lorsqu'ils sont consommés peu après leur récolte, ils sont dits « fruits et légumes de saison ».

Un légume est une plante herbacée entièrement ou partiellement comestible, crue ou cuite. Ils présentent une bonne source de protéines, de vitamines, de minéraux, d'oligo-éléments et de fibres. Tous les légumes sont riches en hydrates de carbone, qui contribuent à leur donner un goût unique (NONNECKE, 2013).

Un fruit est un organe dérivant strictement des parties femelles d'une fleur fécondée. Important pour la santé, il devrait occuper une place primordiale dans notre alimentation car c'est une source de vitamine, minéraux, fibre, antioxydant, et énergie.

Les fruits et légumes sont une composante importante d'une alimentation saine. Consommés quotidiennement en quantité suffisante, ils pourraient aider à prévenir des affections d'importance majeure, comme les maladies cardiovasculaires et certains cancers.

Dans ce chapitre nous nous sommes intéressés aux fruits et légumes utilisés dans la partie expérimentale du présent travail.

## **I.1 Les fruits et légumes utilisés**

### **I.1.1. Les Fruits**

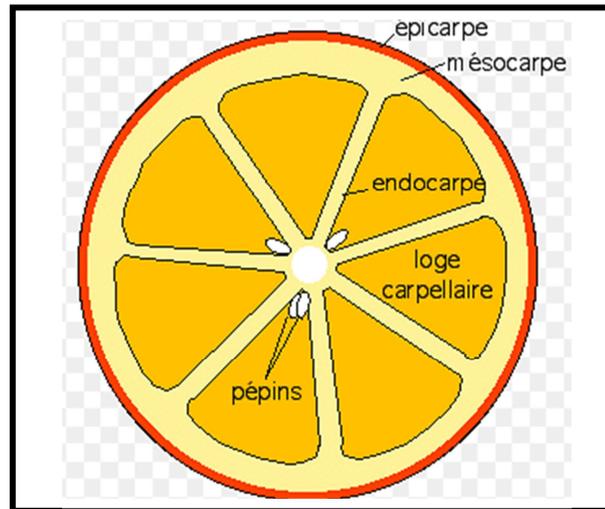
#### **a- L'orange**

##### **a-1. Description de l'orange :**

L'orange appartient à la famille des Rutacées du genre *Citrus* et de l'espèce *sinensis*. Le fruit, de forme sensiblement sphérique ou ovoïde est revêtu d'une peau composée d'une fine pellicule colorée ou « flavédo » riche en huiles essentielles et caroténoïdes, et d'une partie interne blanche ou « albédo » riche en pectine. La partie interne du fruit est divisée en tranches revêtues de fine membrane et contenant généralement les pépins (Espirad, 2002).

Elle est composée de plusieurs variétés tel : Orange amère (ou Séville), Canénera, Hamline, Maltaise, Portugaises, Pera, Salustiana, Sanguine, Valencia Washington Navel, Navel, Navelina, Naval late, Jaffa, Shamouti Valencia late, Tarocco, Tomango , Trovita .

La figure (01) montre une coupe transversale d'une orange :



**Figure 01** : Coupe transversale de l'orange.

## a-2. Intérêt nutritionnel et thérapeutique

Fruit juteux par excellence, l'orange est riche en eau (plus de 85%). Cette eau de constitution contient, sous forme dissoute, la plupart des éléments nutritifs (Suschetet, 1996).

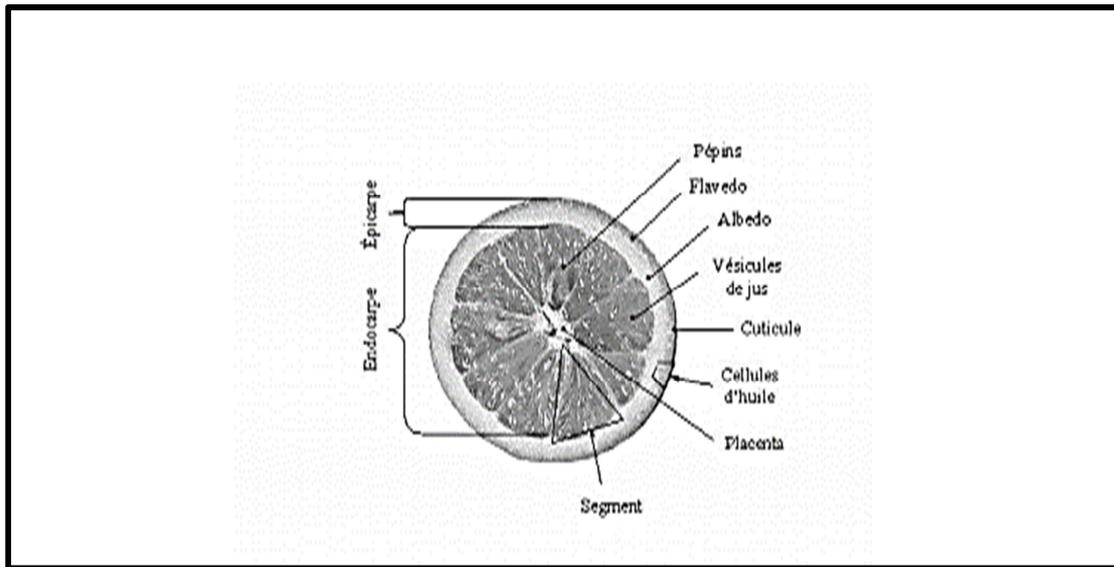
La richesse de l'orange en vitamine C la met en tête des aliments protecteurs et guérissant, car elle aide à fixer le calcium sur les os et évite l'apparition de maladies tel que le « Scorbut » et le « Barlow » (Sabri, 1980).

## b- Le Citron

### b-1. Description du citron :

Les citrons (*Citrus limonia*) font partie de la vaste famille des « *Rutaceae* », le nom anglais est *lime*. D'un point de vue botanique, ce sont des fruits charnus de type bai avec un péricarpe structuré en trois parties bien différenciées : l'épiderme (Flavédo), mésocarpe (Albédo) et l'endocarpe (pulpe). On distingue plusieurs variétés qui sont présentés comme suite : , *Verna* à gros fruits, *Eureka*, *Lisbonne*, *Monachello*, *Femminello*, *Interdoato*, *Hermosa*, *Lunaris* (Espirad, 2002).

La figure ( 02) représente les caractéristiques morphologiques d'un citron.



**Figure 02:** Caractéristiques morphologiques d'un citron (Duan et *al.*, 2014).

### b-2. Intérêt nutritionnel et thérapeutique

Le citron est riche en calcium, magnésium, phosphore, potassium et en vitamine A, B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub>, et contient une grande quantité de vitamine C qui protège contre le Scorbut (Sabri, 1980).

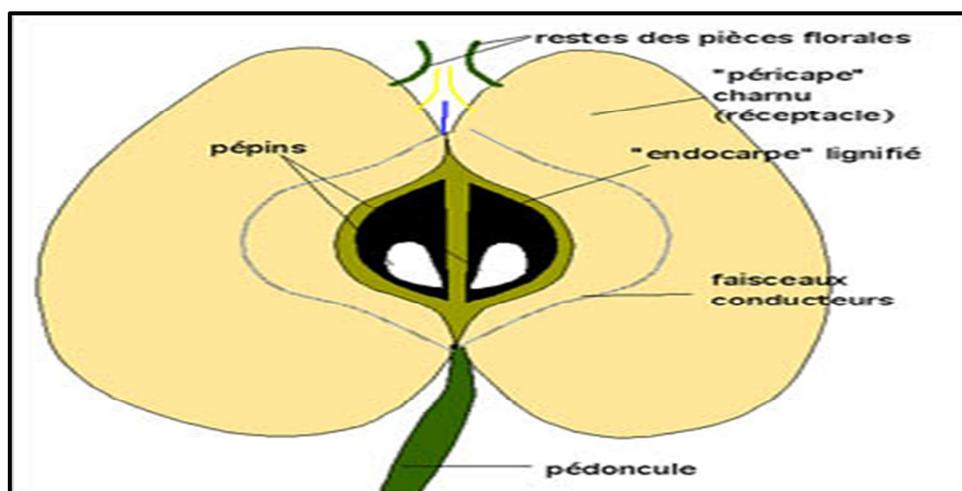
Le citron renforce les défenses immunitaires indispensables pour prévenir les maladies, favorise la digestion, stimule la circulation apporte tonus et vitalité, reminéralise et lutte contre l'anémie. Ses qualités antiseptiques en font également un puissant désinfectant.

### c -La pomme

#### c-1. Description de la pomme :

La pomme « *Malus* », de l'espèce « *Malus domestica* » appartient à la famille des «*Rosaceae*». Ces nombreuses variétés sont classées en deux grandes catégories : les pommes à couteau ou de table, douces, qui sont consommées en l'état ou en conserves, et les pommes à cidre qui sont des variétés généralement plus anciennes et à fruits plus acides (Espirad, 2002).

Une coupe transversale d'une pomme est présentée dans la figure ( 03) :



**Figure 03 :** Coupe longitudinale d'une pomme.

### c-2. Intérêt nutritionnel et thérapeutiques

La pomme est un fruit de composition variée et équilibrée. Elle est particulièrement riche en fibres alimentaires (de 2 à 3 g/100g sans ou avec la peau). Cette teneur la positionne devant la banane (2,0 g/100g) et l'orange (1,8 g/100g). Une pomme (180 g en moyenne) apporte 5 g de fibres, soit l'équivalent de 200 g de légumes frais ou 150 g de pain blanc (Aprifel, 2008).

Ces fibres sont notamment à l'origine des effets bénéfiques de la consommation de pomme sur le taux de cholestérol. Selon une étude récente, la consommation régulière de pommes (2 à 3 par jour) peut en effet diminuer de 5 à 15 % le taux de cholestérol et améliorer la part du « bon cholestérol » (*High Density Lipoprotein*, HDL) par rapport au « mauvais cholestérol » (*Low Density lipoprotein*, LDL) (Aprifel, 2008). Cette richesse en fibres s'accompagne par ailleurs d'une teneur intéressante en polyphénols : en moyenne 180 mg en équivalent d'acide gallique pour 100 g de fruit frais. Dans l'étude de (Brat et al. 2006), sur 25 fruits consommés couramment, cette teneur moyenne place la pomme en cinquième position.

Cependant, l'importance de sa consommation en fait le premier fruit source de composés phénoliques, avec en moyenne 100 mg d'équivalent acide gallique fourni par jour et par personne. Les poly phénols de la pomme sont la principale source du fort potentiel antioxydant de ce fruit. La composition variée et équilibrée de la pomme, sa richesse en fibres et en composés phénoliques et son apport pauvre en calories en font donc un modèle de fruit à valeur santé.

## I.1.2. Les légumes

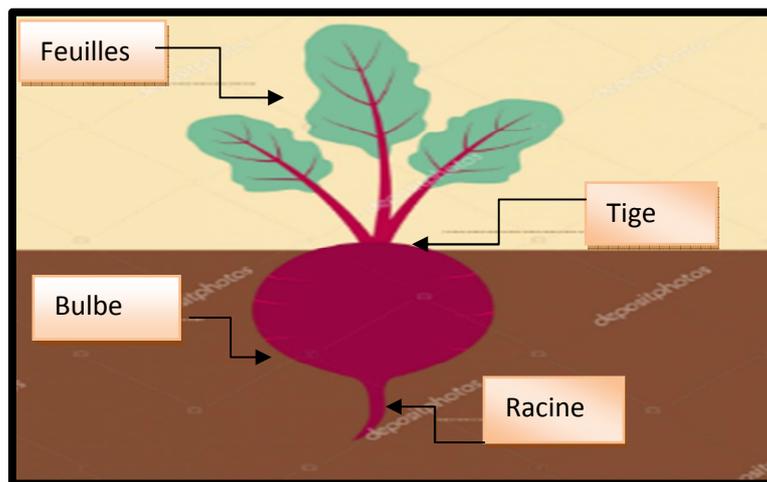
### a. La Betterave

#### a-1. Description de la betterave :

La betterave rouge potagère (*Beta vulgaris* L.) est une plante bisannuelle à racines charnues (partie consommée) de la famille des *Chenopodiaceae*. Elle existe sous différentes couleurs et formes de racines : longue, demi-longues, rondes et aplaties. Les plus communes sur le marché sont rondes avec une teinte rouge très foncée (Denis, 2010). Parmi les différentes variétés de la betterave rouge on trouve :

- Crapaudine : excellente betterave, la plus consommée, à la chair rouge, sucrée et ferme.
- Rouge Noir d’Egypte : variété précoce, idéal pour la récolte d’été.
- Bolivar : Variété ronde à la chair tendre, rouge foncé.
- Monogram: avec cette variété monogerme génétique, la graine ne produit qu’un germe, à la différence des autres variétés qui fournissent plusieurs germes par graine. (Benoît, 2006).

La figure (04) Présente les caractéristiques morphologiques de la betterave rouge.



**Figure 04** : Schéma explicatif des différentes parties de la Betterave Rouge.

**a-2. Intérêt thérapeutique et nutritionnel**

-La betterave est l'un des légumes ayant le meilleur pouvoir antioxydant (Stintzing, 2004). Les antioxydants sont des composés qui protègent les cellules du corps des dommages causés par les radicaux libres (Winkler et al. 2005).

-La betterave est l'un des rares végétaux qui contiennent des bétalaïnes (Kujala et vienola, 2002), une famille de pigments contribuant à sa couleur prononcée. Les bétalaïnes possèderaient aussi des propriétés anti-inflammatoires, anti-tumorales et de protection du foie (Escribano et Pedreno, 1998 ; Winkler et al. 2005).

-Riche en fibres, la betterave aide à lutter contre la paresse intestinale. Elle est d'ailleurs mieux tolérée pour les intestins sensibles lorsqu'elle est consommée cuite (Pavlov et al., 2005).

**b- La courge****b-1. Description de la courge :**

C'est une plante annuelle à larges feuilles plus au moins incisées, monoïques, à tige rompant ou non. La courge est caractérisée par une fleur à corolle jaune largement étalée aux lobes réfléchis ou aux lobes dressés. Sa longévité est de l'ordre de 6 à 8 ans (Laumonier, 1988).

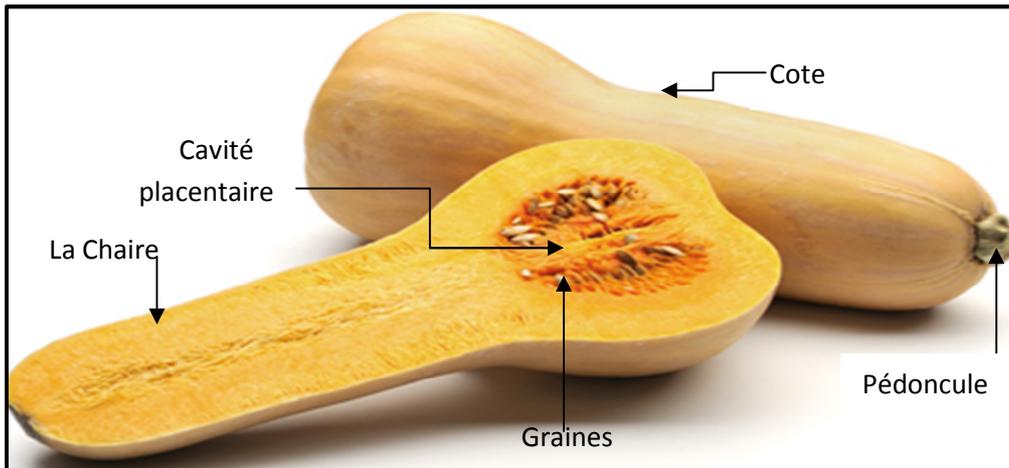
Les fruits ont des formes très variables selon les variétés. Certains sont arrondis ou ovoïdes, d'autres sont aplatis. Ils sont le plus souvent volumineux à nombreuses graines claires. La chair est de couleur jaune ou orange, ferme et comestible après cuisson. Les grains sont blancs ivoires, à brunes ovales aplatis à tégument coriace. L'écorce est parfois lisse ou faiblement brodée, de couleur vert foncé, jaune ou orange. Les variétés de courge sont multiples, on distingue :

-*Cucurbita moschata* (la courge brunette) ou bien la courge musquée : caractérisé par une chaire blanche, jaune ou rouge musquée.

-courge pépon (courge la vraie citrouille) : est une plante rampante, le fruit est ferme, souvent orangé, riche en sucre et d'une excellente qualité.

-*Potiron* : une plante annuelle, rampante d'une couleur rose à rouge orangé. (Laumonier, 1988).

La figure (05) illustre une coupe transversale d'une courge :



**Figure 05 :** Coupe transversale d'une courge

### b-2. Intérêt nutritionnel et thérapeutique

La courge est une bonne source de vitamines. Plus la chair de la courge est foncée, plus elle est riche en éléments nutritifs. Elle aiderait à prévenir les cataractes, les maladies cardiovasculaires et même certains cancers (Wilson, 2006).

### c - Le fenouil

#### c-1. Description du fenouil :

Le fenouil (*Foeniculum vulgare*) appartient à la famille des *Apiaceae*. C'est une plante très répandue et largement utilisée comme épice et aromate dans la cuisine. On distingue trois grandes variétés de fenouils : le Fenouil sauvage, le Fenouil de florence et le Fenouil doux. La figure (06) présente une coupe transversale du fenouil.



**Figure 06 :** Coupe transversal du fenouil

**c.2- Intérêts nutritionnels thérapeutiques**

Le fenouil est reconnu comme plante médicinale depuis l'antiquité. Il apaise les spasmes de l'estomac et les colites. Il favorise également la montée de lait chez les femmes qui allaitent.

Il servait d'antidote contre les morsures de serpent, et PLINE l'ancien le recommandait pour soigner pas moins de 22 maladies !

Le fenouil aurait eu, à tort le pouvoir de guérir la cécité, mais une infusion en compresse et calmante pour les yeux fatigués ou gonflés (Wilson, 2006).

**I.2. Composition biochimiques des fruits et légumes utilisés**

Les bénéfices pour la santé de la consommation régulière de fruits et légumes sont aujourd'hui largement démontrés. Certaines études scientifiques le prouvent : consommer quotidiennement les fruits et légumes joue un rôle positif dans la prévention des maladies.

Les effets bénéfiques des fruits et légumes sur la santé sont dus à leur grande richesse en éléments, des minéraux et des micronutriments anti oxydant qui protègent nos cellules. Le tableau (01) présente la composition chimique des fruits et légumes utilisés :

**Tableau 01 : Composition biochimique des fruits et légumes utilisés (Données /100g)  
(Ciquel, 2016)**

		Orange	Citron	Pomme	Betterave	Citrouille	Fenouil
Macronutriments (g)	Protéines	1.06	0.84	0.22	1.84	1	1.14
	Glucides	8.08	3.1	10.7	8.56	5	2.3
	Lipides	0.28	0.7	0.12	0.18	0.1	0.2
Vitamines (mg)	C	57	51	4	3.6	12	10.5
	B9	0.038	0.021	0.006	0.08	0.08	0.018
Minéraux (mg)	Phosphore	18.1	18.4	14.4	38	44	38
	Magnésium	12.4	8.54	4	16.8	8	12
	Potassium	151	157	90	305	383	405
	Calcium	29.7	13.7	5.34	19.1	22	39.6
Oligoéléments (mg)	<i>Bêta</i> -carotène	0.071	N.D.*	N.D.*	N.D.*	0.583	0.190
	Fer	0.089	0.34	0.099	0.79	0.8	0.53
	Manganèse	0.029	0.015	0.036	0.45	8	0.19
	Cuivre	0.035	0.034	0.041	0.053	0.08	0.066
Apport énergétique (Kcal)		46.6	39.1	53.2	47.2	26	19.9

(\*) : Non déterminé

### I.3 Production mondiale des fruits et légumes utilisés

La production mondiale des fruits et légumes frais ou transformés est de l'ordre du milliard de tonnes dont 55 % de légumes. Le commerce mondial des fruits et légumes (75 millions de tonnes) est en pleine extension ; il dépasse 55 milliards de dollars et correspond à plus de 15 % des échanges mondiaux de produits alimentaires (Ludovic, 2001).

La pomme est l'un des fruits les plus consommés, après les agrumes, la banane et le raisin. Environ 64 millions de tonnes de pommes sont annuellement récoltées dans le monde, dont plus d'un millions produit en France. Quant à l'orange, le Brésil est le leader incontesté de sa production, avec plus de 17 millions de tonnes produites. Les USA produisent plus de 5 millions de tonnes du citron en 2016.

Concernant les légumes, la France a produit plus de 33 millions de tonnes en 2016, l'Inde a produit plus de 5 millions de tonnes de courge, quant au fenouil plus de 63000 tonnes produites en Chine.

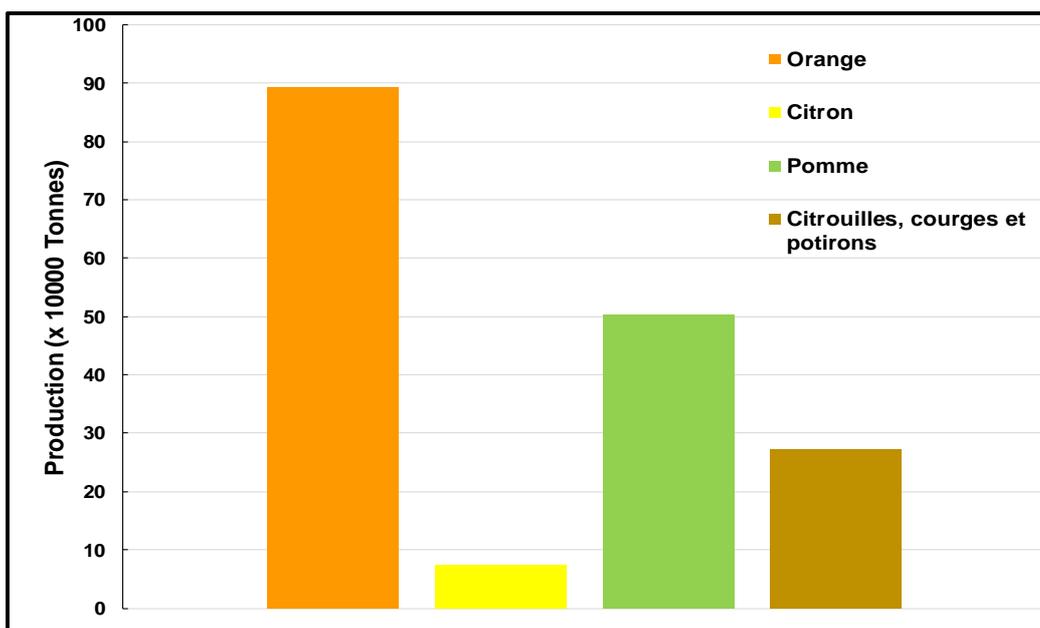
Les principaux pays producteurs des fruits et légumes utilisés sont représentés dans le tableau (02).

**Tableau 02 :** Principaux pays producteurs au monde des fruits et légumes utilisés (FAOSTAT, 2016)

Orange		Citron		Pomme		Betterave		Courge		Fenouil	
Pays	Production (tonnes)	Pays	Production (tonnes)	Pays	Production (tonnes)	Pays	Production (tonnes)	Pays	Production (tonnes)	Pays	Production (tonnes)
Brésil	17251291	États-Unis d'Amérique	5160000	Allemagne	1032913	France	33794906	Inde	5073678	Chine	63128

### I.4. Production nationale des fruits et légumes utilisés.

D'après les résultats obtenus par la FAOSTAT, on constate que l'orange est le fruit le plus produit en Algérie, avec environ de 900.000 de tonnes en 2016, suivit par la pomme avec un taux de production de 500.000 tonnes et 80.000 tonnes pour le citron. Concernant les légumes, l'Algérie a produit environ 280.000 tonnes de courges, citrouilles et potirons en 2016. La figure (07) présente la production nationale de fruits et légumes utilisés.



**Figure 07** : Production nationale de fruits et légumes utilisés  
(FAOSTAT, 2016)

Betterave et Fenouil : Données non disponibles

**II .1. Définitions****II.1.1. Jus de fruits**

Un jus de fruit est un produit fermentescible mais non fermenté, obtenu à partir de fruits sains et mûrs, frais ou conservés par le froid, prévenant d'une ou de plusieurs espèces en mélange, possédant la couleur, l'arôme et le goût caractéristique du jus des fruits dont il provient. (Brat et Cuq, 2007).

**II.1.2. Jus de légume**

Le jus de légume est le produit naturel provenant de la pression des légumes frais, sains et mûrs, non fermentés (CODEX STAN 179-1991).

**II.1.3. Cocktail**

La dénomination de cocktail désigne le produit préparé à partir d'un mélange de petits fruits et de petits morceaux de fruits, que les fruits soient frais, congelés ou en conserve. (CODEX STAN 78-1981).

**II.1.4. Nectar de fruits**

C'est le produit fermentescible mais non fermenté, obtenu en ajoutant de l'eau et de sucre et/ou du miel au jus de fruits concentrés, au jus de fruits déshydratés, à la purée de fruits, à la purée de fruits concentrée ou à un mélange de ces produits.

L'addition de sucre et/ou de miel est autorisée dans une quantité non supérieure à 20% en poids par rapport au poids total du produit fini. Dans le cas de la fabrication de nectars de fruits sans addition de sucres ou à faible valeur énergétique, les sucres peuvent être remplacés totalement ou partiellement par des édulcorants (Brat et Cuq, 2007).

**II.2. Qualité nutritionnelle et thérapeutique des jus**

La consommation de jus de fruits et légumes est recommandée pour une alimentation saine et plusieurs bienfaits sur la santé. Les jus de fruits et légumes présentent un grand intérêt nutritionnel grâce aux sels minéraux (potassium, calcium, magnésium) et aux vitamines (exemple : vit C) qu'ils contiennent.

Les jus de fruits et légumes sont nutritifs et rafraichissants. Coupés d'eau fraîche, ils sont plus désaltérants (Arthur, 1986).

La teneur élevée des jus de légumes en substances minérales et en vitamines, détermine la croissance continue de leur production et de leur consommation (Benamara et *al.*, 2003).

Les jus de fruits participent à la couverture des besoins hydriques et nutritionnels (en certains minéraux et vitamines) du corps humain. Ce sont des boissons rafraîchissantes qui apportent de l'énergie (Lecerf, 2001).

### II.3. Stabilité des jus

Dès le début de sa formulation jusqu'à ce qu'elle atteigne la table du consommateur, la boisson fruitée subit différents types d'altérations qui influent directement sur ses qualités nutritionnelles et organoleptiques, parmi lesquelles on distingue :

#### II.3.1. L'altération chimique

L'altération des aliments se traduit par un changement d'apparence, d'odeur ou de goût qui les rendent impropres à la consommation.

##### II.3.1.1. Dégradation de La vitamine C

La vitamine C ou acide L-ascorbique est une vitamine hydrosoluble, sensible à la chaleur et à la lumière. Elle est composée de 6 atomes de carbone, 6 atomes d'oxygène et 8 atomes d'hydrogène ( $C_6H_8O_6$ ) (Billiau et *al.*, 2010). La figure (08) présente la structure de la vitamine C.

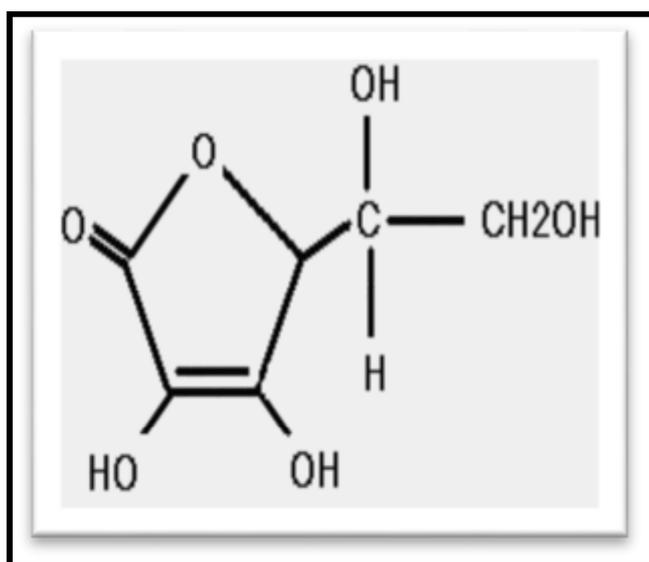


Figure 08 : Structure de la vitamine C (Pincemail et *al.*, 1998).

La dégradation de la vitamine C dans les jus provoque une perte de la qualité nutritionnelle mais aussi l'apparition de composés volatiles odorants à impact négatif et la formation de composés bruns responsables d'une modification de la couleur.

Plusieurs facteurs sont susceptible d'avoir une influence directe sur la dégradation de l'acide ascorbique à savoir (Oxygène, Temperature, pH, Lumière et humidité ) (Saoudi et Yattou, 1994).

#### ❖ L'oxygène

C'est le facteur le plus fréquent de la disparition de l'acide ascorbique dans le jus de fruits. Selon (Robertson et *al.*, 1986), cette dégradation est proportionnelle a la concentration initial en oxygène dans l'espace libre de jus (agrumes). Ce phénomène est augmenté en présence d'enzyme, de lumière, de métaux (fer, cuivre).

#### ❖ La température

La température est responsable de l'altération de la vitamine C selon la durée de stockage. Toutefois, son oxydation est possible à la température ordinaire, elle est accélérée aux températures élevées (Nagy, 1980).

#### ❖ Le pH

L'acide ascorbique est stable en milieu acide, par contre, il est moins stable en milieu alcalin (Sadoudi et Yattou, 1994).

#### ❖ La lumière

La dégradation par l'UV présente un problème majeur dans de nombreux produits qui sont constitués de polymères naturels et synthétiques, comme ils se cassent ou se désintègrent lors de l'exposition à la lumière du soleil en continu, l'attaque dépend du degré d'exposition, l'exposition non-stop est plus grave que l'exposition intermittente.

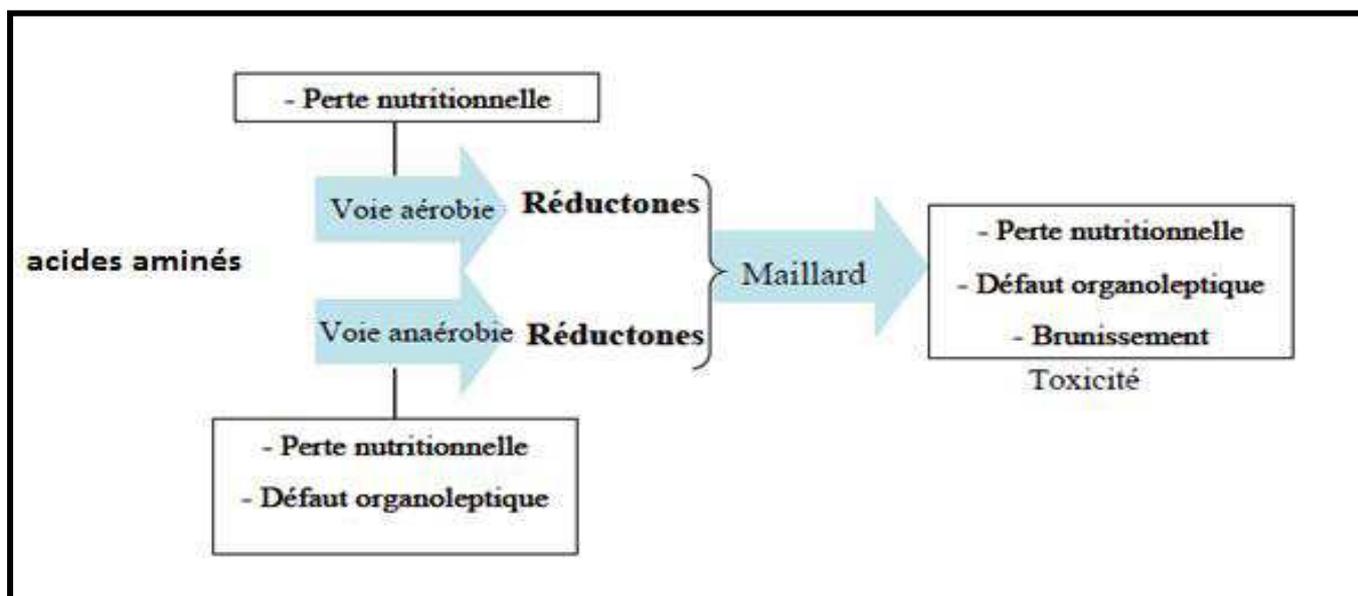
### II.3.1.2. Réaction de brunissement

Deux type de réactions peuvent être appréhendés, il s'agit d'une part des réactions de brunissement non enzymatique plus connues par « réaction de Maillard », d'autre part des réactions de brunissement enzymatique qui ne se retrouvent que dans le traitement des fruits et légumes et certaine crustacés (Benamara et Agougou, 2003).

### a. brunissement non enzymatique (réaction de Maillard)

Il désigne un ensemble de réaction très complexe, aboutissant à la formation de pigment brun ou noirs et à l'apparition, dans les aliments, de produits à odeur et saveurs particulière, agréable ou non, qui sont appelés les melanoids. Cette réaction est due à la présence des sucres réducteurs, d'acides aminés et de la vitamine C (Johnson *et al.*,1995).

C'est un phénomène très répandu dans les aliments durant le stockage et les traitements thermiques (Eskin, 1990). L'interaction de sucres réducteurs et d'acides aminés et l'ensemble de leurs réactions est appelée brunissement non enzymatique ou encore réaction de Maillard dans les jus d'agrumes. La figure (09) présente les voies de dégradation de l'acide aminé et effets sur la qualité du jus.



**Figure 09 :** Voies de dégradation de l'acide aminé et effets sur la qualité du jus (Berlinet, 2008).

### b. Brunissement enzymatique

Le brunissement enzymatique (BE) résulte de l'oxydation des composés phénoliques et quinones par la polyphénoloxydase (PPO). Ces quinones, vont se polymériser par la suite pour donner des pigments fortement colorés en brun ou noir.

Le Brunissement enzymatique ne s'observe que chez les végétaux riches en composés phénoliques. Il affecte la qualité des fruits et légumes par coloration due aux polymères et

intervient particulièrement chez les fruits et légumes endommagés notamment par les traitements, soit par pelage, découpage ou broyage ( Jeantet et *al.*, 2007).

### II.3.2. Altération organoleptique

#### II.3.2.1 Altération de la couleur

La couleur joue un rôle très important dans l'évolution de la qualité des boissons, son altération est ressentie la première puisqu'elle concerne le visuel. On peut distinguer deux types d'altération (Delacharlerie et *al.*, 2008).

- Les réactions de brunissement.
- Les réactions de décoloration : dégradation de pigment et blanchiment.

#### II.3.2.2 Altération de la saveur et l'arôme

Beaucoup de composés volatils qui contribuent à l'arôme naturel du jus de fruits diminuent pendant le stockage par contre, ceux responsables de l'odeur indésirable du produit stocké continuent à augmenter durant la période de stockage (Ahmed et *al.*, 1978).

### II.3.3. Altération microbienne

#### II.3.3.1. Origine et nature de la flore microbienne des aliments

La flore originelle est constituée la plupart du temps par des microorganismes commensaux saprophytes. Cependant, on peut y rencontrer des germes effectivement ou potentiellement pathogènes. Les aliments sont contaminés par l'air, sol, l'eau, les engrais. La manipulation et les traitements technologiques sont également impliqués.

De plus, les jus de fruits et légumes se caractérisent par leurs grandes richesses en acides aminés, notamment du groupe B, qui permettent la croissance des levures, de diverses bactéries acido-tolérantes, notamment des bactéries lactiques (Guiraud, 1998).

#### II.3.3.2. Contamination par les bactéries

Les bactéries hétérofermentaire (*Lactobacille pastorianus*, *Lactobacillus brévis*, *Leuconostoc mesenteroides*) et homofermentaire (*Lactobacilles arabinsus*) peuvent fermenter les sucres et entraîner l'apparition des goûts, odeurs anormales et le cas échéant du gaz.

Le bombage avec fermentation butyrique est dû à des bactéries mésophiles anaérobies comme *Clostridium butyricum* et *Clostridium perfringens*, le produit est fermenté avec acidification et libération abondante de gaz (H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) entraînant un bombage et l'éclatement des boîtes, cette altération se rencontre dans les produits acide avec un pH  $\leq$  4.5 (Guiraud, 1998).

#### **II.3.3.3. Contamination par des levures**

Lorsque les teneurs en sucre sont comprises entre 10 et 30 %, les levures peuvent se développer.

Une fermentation alcoolique peut être provoquée par les levures qui appartiennent le plus souvent au genre *Saccharomyces* (*Saccharomyces cerevisiae*), cette altération se manifeste par un goût alcoolisé et surtout par un intense dégagement gazeux qui rend le jus pétillant et qui fait gonfler ou éclater les emballages (Guiraud, 1998).

#### **II.3.3.4. Contamination par les moisissures**

Les moisissures ont des formes sporulées qui ne présentent pas une grande thermo-résistance, la présence d'espèce d'*Aspergillus* et *Mucor* indique un défaut d'hygiène lors de la mise en bouteille ou dans la stérilisation des installations (Albagne et al., 2002).

**III.1. Historique**

La nouvelle conserverie Algérienne (NCA) est une SPA, qui se situe au niveau de la zone industrielle RN° 5 Rouïba. Créée en mai 1966, par la famille OTHMANI, elle a tout au long de ses 52 ans d'expérience, opté pour une stratégie reposant sur le savoir faire industriel et l'innovation pour se différencier par rapport à ses concurrents. Sa première activité a été consacrée à la production de conserves conditionnées en boîtes métalliques. En 1983, elle commençait la fabrication de boissons et nectar de fruits. En 1990, la nouvelle conserverie Algérienne a mis sur le marché et pour la première fois, des boissons en emballages carton de type TETRA PACK au lieu de la boîte métallique, ce choix judicieux lui a permis de distancer la concurrence.

La mise à niveau par une amélioration continue de la qualité, lui a permis d'obtenir la certification ISO 9002 version 1994, ISO 9001 version 2000, ISO 14001 version 2004 pour la protection de l'environnement et la dernière version ISO 22000 et l'HACCP pour la sécurité alimentaire.

NCA doit également préserver sa position de leader et se préparer à l'adhésion de l'Algérie à l'OMC et l'ouverture à l'espace économique européen et ce, par l'innovation qui est la clé de son succès.

**III .2. Les produits de NCA-Rouïba**

La gamme de produits de NCA-Rouïba est représentée par :

- 1. Notre énergie** : boisson alliant le plaisir gustatif à un apport en énergie et en vitalité.
- 2. Light** : boisson aux fruits sans sucre ajouté.
- 3. Excellence** (Pur Jus et Nectar) : l'apport calorique du pur jus de fruits.
- 4. Fresh** : boisson désaltérante et rafraichissante ayant des caractéristiques organoleptiques supérieures.
- 5. Rouïba pulpe** : cette gamme représente les produits riches en pulpe.
- 6. Junior** : jus au lait.

**III.3. Processus de production à la NCA-Rouïba**

Le processus de fabrication de jus, boissons et nectars de fruits constitue l'étape prioritaire de l'entreprise. Ce choix est justifié par le fait que 80% des coûts de production sont générés par cette étape.

**III.3.1. Préparation du produit**

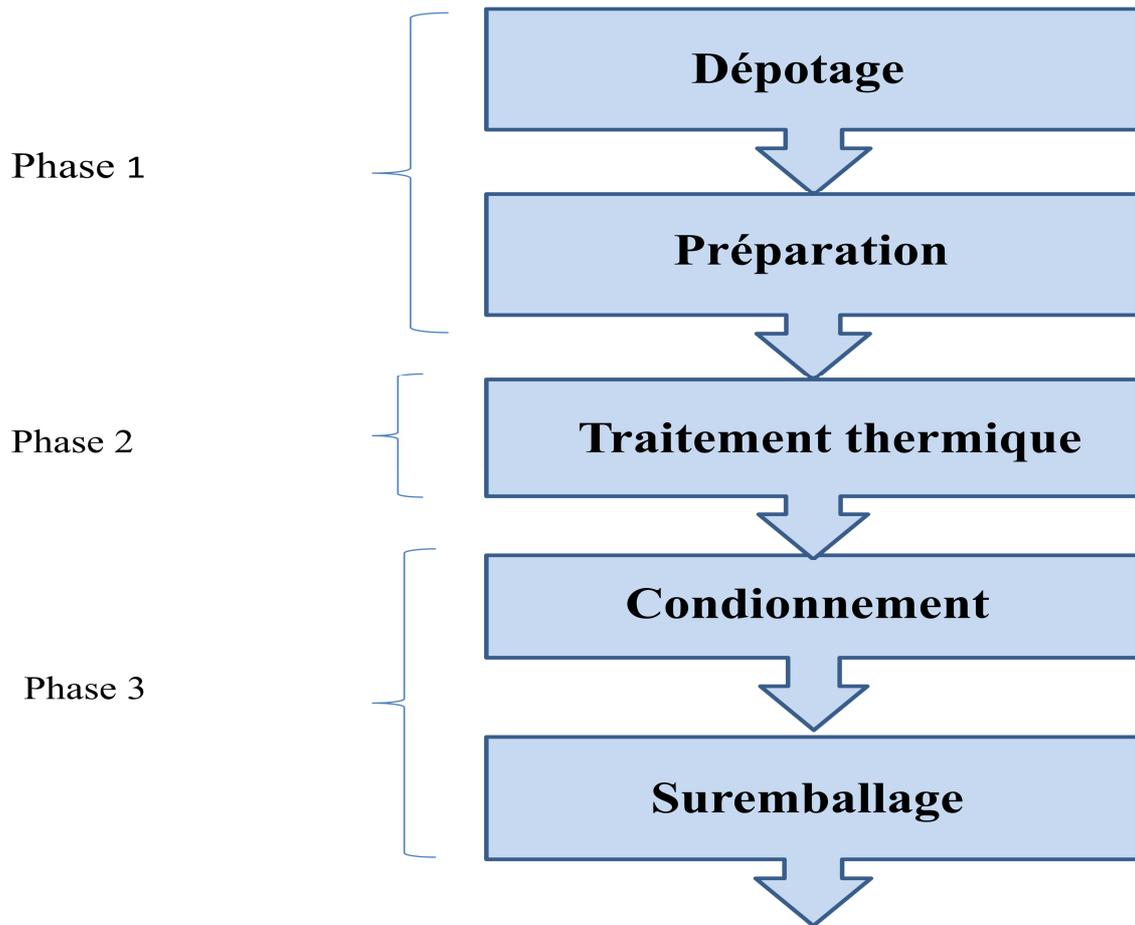
La préparation du produit s'articule autour d'une siroperie permettant de produire les jus, les nectars et les boissons d'une capacité théorique (nominale) de 750 000 Litres/jour et qui alimente quatre ateliers de conditionnement :

- Deux ateliers de conditionnement aseptique en emballage tétra pack abritant quatre lignes de conditionnement totalisant une capacité de 30 000 litres/ heure ;
- Deux ateliers de conditionnement aseptique en emballage PET d'une capacité de 27 000 litres/ heure.

L'alimentation en eau se fait à partir de deux forages réalisés sur site dont le débit est de 12 L/sec et 19,4 L/sec et une bache tampon semi-enterrée de 608 m<sup>3</sup> couvrent les besoins de NCA. Cette eau est traitée au niveau de la station se trouvant sur le site. L'eau utilisée dans la fabrication est traitée avant son utilisation, par une technique moderne « l'osmose inverse », qui assure une bonne qualité de l'eau.

**III.3.2. Les étapes de la production**

Elles sont au nombre de cinq (05) : dépotage, préparation, traitement thermique, conditionnement et suremballage. Elles peuvent être regroupées pour constituer les phases de processus de production, comme le montre la figure (10).



**Figure 10** : Les phases du processus de production de NCA-Rouïba

#### **a. Phase 1 (dépotage et préparation)**

Cette phase comprend deux étapes : le dépotage de la matière première et la préparation du produit semi fini.

- **Dépotage**

-La purée de fruit, contenue dans des fûts, est dépotée dans les cuves de dépotage (8 cuves de 2000 Kg) par le biais d'un aspirateur.

-L'acide citrique et le multivitaminé (mélange de six vitamines : C, A, E, B1, B2 et B6) sont dépotés dans 4 autres cuves de dépotage.

La pectine est mélangée avec du sucre cristallisé puis diluée dans de l'eau chaude à 80°C pour éviter la coagulation.

L'usine reçoit le sucre en générale dans un état liquide, il est versé dans deux cuves de stockage d'une capacité de 120 000 Kg. Un contrôle de qualité est effectué à cette étape pour s'assurer de la conformité des ingrédients.

- ***Préparation***

-Les ingrédients sont acheminés au mix pro, qui est un ensemble d'électrovannes servant à gérer le transfert simultané des ingrédients depuis les cuves de dépotage jusqu'aux cuves de préparation (agitateurs).

-Le transfert et le dosage sont assurés par un automate qui contrôle l'ouverture et la fermeture des électrovannes selon la recette choisie.

-L'atelier dispose de 12 réservoirs de préparation, qui forment 6 groupes, composé chacun de deux réservoirs fonctionnant en alternance (pour assurer la continuité du processus) et alimenter une ligne de conditionnement.

Sur l'interface l'opérateur sélectionne le numéro du groupe et la recette prévue dans le plan de production (programmé par le service planification), l'automate se chargera de tout le reste.

Le début de l'opération commence par l'ouverture des vannes pour faire passer les ingrédients des cuves de stockage aux réservoirs de préparation. Dès que les quantités nécessaires d'ingrédients sont atteintes les électrovannes sont fermées, puis une opération de drainage est exécutée (opération ayant pour objectif de pousser avec l'air la matière qui reste dans les conduites et qui n'est pas encore arrivée aux réservoirs de préparation).

Après un temps d'agitation de 15 à 20 min la préparation est prête. Un contrôle de la qualité de la préparation est effectué avant son transfert à l'étape suivante.

## **b. Phase 2 (traitement thermique)**

La technique de traitement thermique utilisé par NCA-Rouïba, est le flash Pasteurisation (95 °C pendant 30 secondes), qui préserve d'avantage les caractéristiques organoleptiques des fruits et la vitamine C qu'ils contiennent. Les étapes de cette technique sont les suivantes:

- ***Préchauffage***

Le préchauffage à une température de 55 °C est effectué pour faciliter la désaération et préparer le produit à l'étape de stérilisation.

- *Désaération*

Cette étape consiste à éliminer l'air dissout dans le produit, plus particulièrement l'oxygène qui représente un élément nutritif pour les microorganismes et qui peut causer des dégradations du produit (surtout la vitamine C). Cette opération est effectuée par un désaérateur en continu. Le produit entre dans le désaérateur sous forme de fines gouttelettes. Sous l'effet du vide, l'air est extrait.

- *Stérilisation*

Le produit passe par des échangeurs de chaleur tubulaires, où un transfert thermique par conduction est effectué. La préparation est chauffée à  $95^{\circ} \text{C} \pm 2$  pendant 30 secondes pour éliminer les micro-organismes et cela via une vapeur condensée de  $120^{\circ}\text{C}$ .

- *Refroidissement*

Le produit à la sortie de l'étape de stérilisation est pré-refroidi par échange de chaleur avec la préparation entrant dans la conduite, permettant ainsi une récupération de 80 % de chaleur. Le refroidissement final à  $20^{\circ} \text{C}$  est effectué par circulation d'eau froide. Ce choc thermique est nécessaire pour éliminer les microorganismes thermorésistants. Un contrôle de la qualité du processus de traitement thermique est effectué chaque 60 min.

### **c. Phase 3 (conditionnement et suremballage)**

C'est la dernière phase de production, cette phase est divisée en deux catégories d'opérations selon le type d'emballage ; Tétra pack ou PET.

L'opération de conditionnement est réalisée grâce à six conditionneuses à remplissage aseptique qui diffèrent selon la cadence, le format et l'emballage.

#### **c.1. Conditionnement en emballage Tétra pack**

L'emballage tétra pack est réceptionné sous forme de bobines. L'emballage est un complexe composé de 75% de carton, 5% d'aluminium et 20% de polyéthylène. Le carton confère sa rigidité à l'emballage et forme une barrière contre la lumière, le plastique lui donne son étanchéité (barrière contre l'oxygène) et l'aluminium participe comme élément essentiel

dans le mécanisme de la soudure transversale et forme une deuxième barrière contre l'oxygène.

### **c.2. Conditionnement en emballage PET**

Le matériel utilisé est une bouteille PET à deux couches de protection semi rigides, qui a subi un traitement anti-oxygène et anti-UV avec une viscosité adaptée et un bouchon PE rigide.

### **c.3. Suremballage**

Les Packs remplis et soudés et les bouteilles remplies et bouchées sont transférés vers d'autres machines qui assurent un ensemble de tâches :

- Datage : impression de la date de fabrication, de péremption et le numéro de lot.
- Application de pailles pour les Paks 20 cl.
- Application et collage des bouchons pour les Packs 100 cl et 150 cl.
- Application des étiquettes sur le produit à emballage PET.
- Mise en barquette et fardelage.
- Mise en palette : réalisée manuellement ou à l'aide d'un robot palettiseur. Le produit fini sera stocké par la suite.

### **III.3.3. Le nettoyage et la désinfection de la chaîne de fabrication**

Dans l'industrie agroalimentaire, le nettoyage et la désinfection font partie intégrante du processus de fabrication, l'objectif est :

- L'élimination des souillures organiques.
- L'élimination des souillures minérales ;
- L'élimination des micro-organismes.

L'une des solutions pour effectuer ces tâches de manière rapide et efficace, est l'application du nettoyage en place (NEP). Le produit de nettoyage agit en circuit fermé, et l'opération permet de nettoyer l'intérieur des machines, des cuves, et autres installations inaccessibles.

Le NEP utilisé dans l'entreprise NCA-Rouïba, est un système de lavage intégré aux installations et automatisé, le dispositif applique des programmes faisant intervenir successivement les différents produits de nettoyage, selon le protocole suivant :

- Prélavage : avec de l'eau chauffée à une température de 95 °C pendant 5 min ;

- Nettoyage à la soude caustique (NaOH) à une concentration de 2% et à une température de 85°C pendant 15 min, afin d'éliminer les souillures organiques ;
- Rinçage avec de l'eau traitée chauffée à une température de 45°C pendant 10 min.

La fréquence du NEP se fait à chaque fin de production et à chaque changement de produit.

Un nettoyage supplémentaire à l'acide nitrique (HNO<sub>3</sub>) à une concentration de 1,5 % pendant 15 min est réalisé une fois par semaine, pour hydrolyser les souillures minérales.

Le respect de 4 facteurs est indispensable pour qu'une opération du NEP soit efficace : température, action mécanique, concentration, et temps (TACT).

### Objectif

Notre travail expérimental consiste dans un premier temps, en un essai de formulation d'un nectar de fruits et légumes, préparé à base d'un concentré d'orange, de purée de pomme, purée de betterave, purée de fenouil, purée de courge et de jus de citron. Ce choix a été fait suite à une étude préliminaire, basée sur des tests de dégustation réalisée avec le personnel de l'unité NCA-Rouïba ainsi que le personnel et des étudiants de l'université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou.

Dans ce contexte, différentes formulations de jus de fruits et légumes ont été proposées au personnel de dégustation, les résultats sont donnés en [Annexe 1].

Ensuite, la formulation sélectionnée a été soumise à des analyses physico-chimiques, microbiologiques et organoleptiques, ainsi qu'à un test de stabilité sur une durée de 21 jours et ce, afin de suivre l'évolution des paramètres étudiés au cours du temps et à différentes températures.

### I-1 Matériel végétal

La boisson est obtenue à partir des fruits (orange, citron, pomme) et légumes (betterave, fenouil, courge).

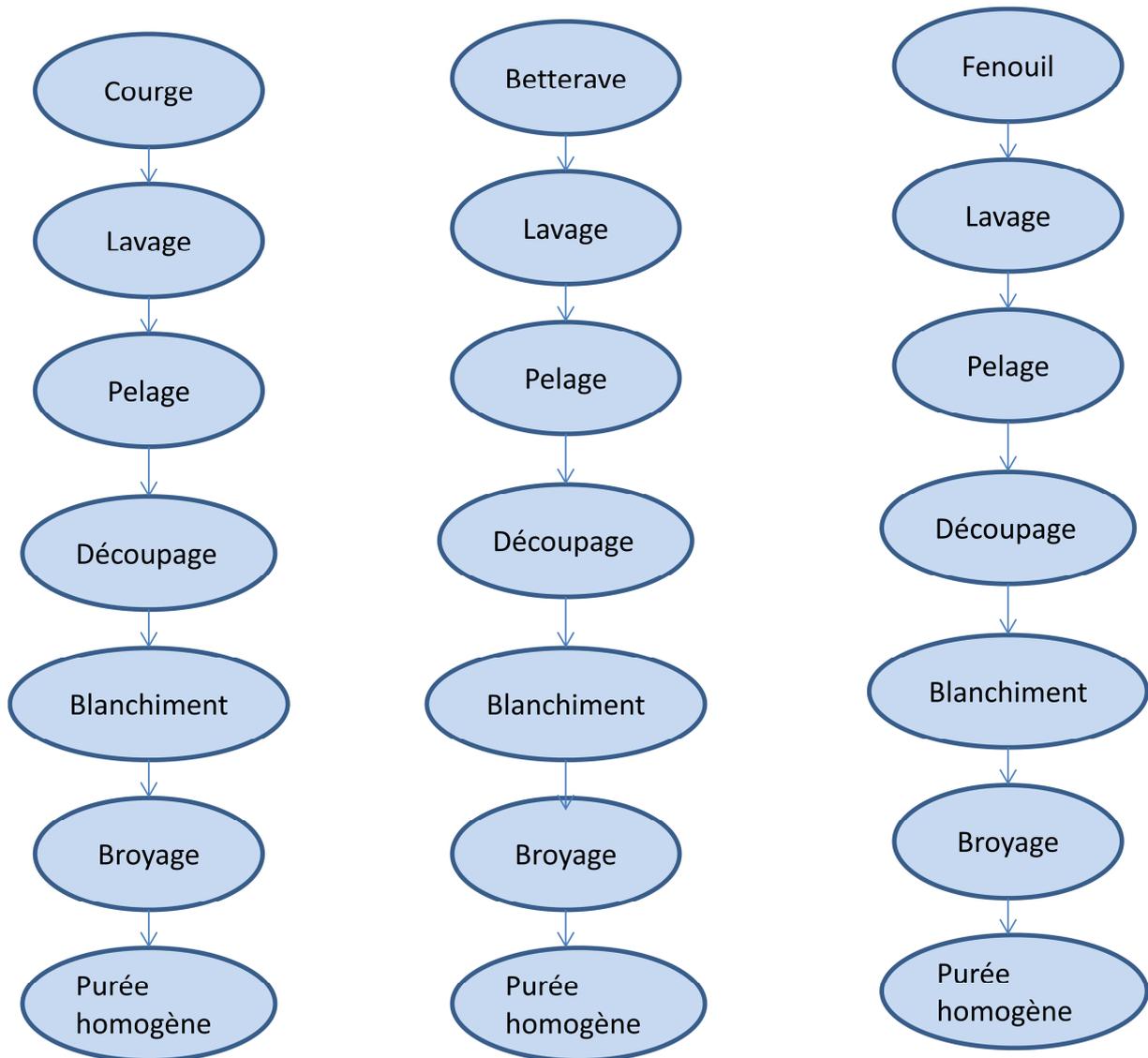
-Orange : sous forme de concentré fournie par la NCA.

-Pomme : sous forme d'une purée fournie par la NCA.

-Betterave, fenouil, courge et citron : proviennent des marchés locaux.

#### I-1-1 Préparation de différentes purées

La betterave, le fenouil et la courge, ont été lavés, pelés et découpés. Ensuite, ces différents composants ont été broyés à l'aide d'un mixeur jusqu'à l'obtention d'une purée homogène (figure 11).



**Figure 11** : Les différentes étapes de préparation des purées utilisées.

### I.1.2 Préparation du jus de citron

Pour la préparation du jus de citron, le fruit est nettoyé, pressé puis filtré à travers un papier filtre. Le jus obtenu est ensuite versé dans des bouteilles en verre préalablement stérilisées et conservées à une température de 6°C jusqu'à son utilisation.

### I.2. Essais de formulation

Le Nectar formulé est constitué de 38,5 % de fruits et légumes sous forme de purée et de jus, 61,5 % d'eau et sirop de sucre. Cette formulation répond à la législation internationale qui attribue l'appellation de nectar aux boissons dont la teneur en fruits est comprise entre 35% et 45%.

Les essais de formulation de boisson sont contrôlés par le degré Brix (°B) et la teneur en fruits, qui sont fixés entre 10,8 et 38,5%.

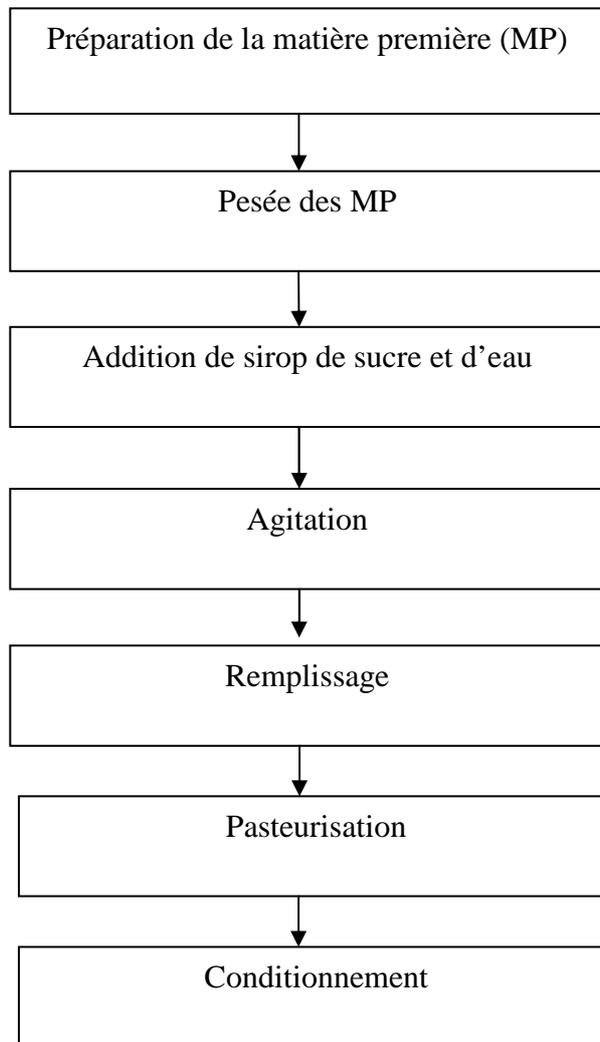
Après plusieurs essais effectués sur 20 formulations différentes de boissons de haute qualité organoleptique et nutritive, le choix est fait par un panel professionnel de dégustation de NCA. A cet effet, les formulations sélectionnées sont énumérées dans le tableau ci-après : (tableau 03).

**Tableau 03:** Composition des boissons formulées pour 1000 ml

	<b>Orange (g)</b>	<b>Citron (g)</b>	<b>Pomme (g)</b>	<b>Citrouille (g)</b>	<b>Betterave (g)</b>	<b>Fenouil (g)</b>	<b>Sirop (g)</b>
<b>Formulation n°1</b>	30	40	50	30	15	20	100,7
<b>Formulation n°2</b>	50	30	35	50	8	20	97

### I.2.1. Préparation des boissons

Les étapes de préparation des boissons formulées sont décrites sur la figure (12).



**Figure 12 :** Les étapes de préparation des boissons formulées.

### I.3. Évaluation sensorielle des différentes boissons

Les tests sensoriels peuvent être divisés en 2 catégories : affectifs et analytiques (Meilgard et *al*, 1999). Les tests affectifs impliquent des consommateurs et leurs perceptions d'acceptabilité. Les analytiques impliquent le recours à des panélistes dont les réponses sont traitées comme des données instrumentales.

Un groupe d'individus (généralement de 8 à 12) est utilisé pour l'analyse sensorielle descriptive afin d'avoir des résultats cohérents et représentatifs. Lors de cette mesure, le

travail est focalisé sur l'appréciation de la qualité organoleptique du jus de fruits et légumes. Pour cela, nous avons eu recours à l'analyse descriptive qui est un outil de choix pour différencier les aliments d'un point de vue qualitatif et quantitatif.

### ➤ Mode opératoire

Le test s'est basé sur l'évaluation des critères suivants : le goût, la couleur, l'odeur, la consistance, l'acidité et le sucre [Annexe 2]. La boisson n'a subi aucun traitement thermique. Le test de dégustation s'est déroulé à la bibliothèque centrale de l'UMMTO, en présence d'un ensemble d'étudiants de différente spécialité, du personnel de l'université et de différents secteurs publics des wilayas de Tizi-Ouzou et d'Alger (le nombre total de dégustateurs est de 30 personnes). Afin qu'ils ne soient pas influencés par des facteurs extrinsèques, les échantillons doivent être homogènes, gardés dans une glacière et présentés aux sujets d'une manière aléatoire. Les boissons formulées portent les abréviations P (pomme), C (courge).

La méthode de notation utilisée est la suivante :

-  Très bonne
-  Bonne
-  Moyenne
-  Mauvaise

Les résultats sont par la suite triés et insérés dans un tableau de calcul [Annexe 3] adopté par l'unité NCA, contenant les différents coefficients pour chaque analyse. La moyenne des notes avec coefficients représente la note finale du test.

### I.3.1. Stockage de la boisson sélectionnée

Des flacons en verre transparent de 180 ml avec une fermeture à vis ont été stérilisés à 120 °C pendant 20 min, puis remplis du nectar préparé dans une zone stérile. La boisson est pasteurisée à 70 °C pendant 20 min ensuite, les flacons sont immergés dans l'eau froide pour stopper le traitement thermique.

- 18 flacons ont été préparés pour toute l'étude. Ils sont partagés en trois lots et stockés pendant 21 jours à différentes températures :
- Premier lot à 4°C ;
- Deuxième lot à 23°C ;
- Troisième lot à 50°C ;

Deux (02) flacons de jus sont aseptiquement prélevés au temps initial (T0) pour effectuer les différentes analyses.

### **I.4. Méthodes d'analyses**

Les différentes analyses ont été effectuées en suivant le mode opératoire interne de l'unité NCA Rouïba.

#### **I.4.1. Détermination des paramètres physico-chimiques**

Ces analyses ont porté sur la détermination du pH, de l'acidité titrable, la teneur totale en sucres, la teneur en acide ascorbique, les sels minéraux et la pulpe.

**NB :** pour la matière première on reconstitue le jus à 10% (10 gr de concentré dans un erlenmeyer additionné l'eau distillée jusqu'à 100 ml).

##### **I.4.1.1. Détermination du potentiel d'hydrogène**

###### **➤ Principe :**

La mesure de pH est basée sur la différence du potentiel d'hydrogène existant entre une électrode de mesure et une électrode de référence plongées dans le produit. Cette détermination est réalisée à l'aide d'un pH mètre.

###### **➤ Mode opératoire**

Le pH-mètre est d'abord étalonné en utilisant une solution tampon ensuite, on prélève comme prise d'essai un volume V de la boisson formulée suffisamment importante pour permettre l'immersion de l'électrode, on note par la suite la valeur du pH affichée sur le pH mètre.

##### **I.4.1.2. Détermination de l'acidité titrable**

###### **➤ Principe**

L'acidité titrable mesure la teneur en acide dans le jus de fruits, en utilisant l'une des deux méthodes suivantes :

➤ **Méthode 1 :**

Cette mesure est réalisée par neutralisation de l'acidité libre totale avec une solution de soude (0,3125 N). L'évolution de la neutralisation est suivie à l'aide d'un pH-mètre et d'un réactif coloré (phénolphthaléine). On arrête le dosage lorsque le pH atteint 8,2 (point de virage de la phénolphthaléine).

➤ **Méthode 2**

L'acidité titrable est déterminée par titration à l'aide d'une solution de NaOH à (0.3125) jusqu'à coloration rose fushia; la coloration doit persister pendant 20 s. L'échantillon doit être agité en permanence, tout au long de l'analyse.

➤ **Mode opératoire**

25 ml d'échantillon sont additionnés de 75 ml d'eau distillée et de quelques gouttes de phénolphthaléine puis homogénéisé, le tout est titré par la solution d'hydroxyde de sodium jusqu'au virage de la couleur.

➤ **Expression des résultats**

Le résultat est exprimé en gr/100gr (100 ml) d'échantillon. La formule utilisée est la suivante :

$$\% \text{ acide ou gr/100 gr} = \frac{\text{Vde NaOH} \times \text{Normalité de NaOH} \times 6,4}{\text{Prise d'essai}}$$

**Avec :**

V (ml)= : volume titré de NaOH

Normalité de NAOH=0,3125

6.4 : Coefficient d'acidité de l'acide citrique.

#### **I.4 .1.3. Détermination de l'extrait sec soluble**

➤ **Principe**

Un jus sucré dévie la lumière (réfraction). Cette propriété est utilisée pour estimer la teneur en sucres. L'indice de réfraction des solutions sucrées est proportionnel à la teneur en sucre. La lecture se fait à une température de 20°C et la valeur lue s'exprime en degré Brix (g de saccharose par 100 g de solution).

➤ **Mode opératoire**

On lit l'indice réfractométrique avec un réfractomètre à main muni d'une échelle de lecture graduée par 2 unités.

**I.4.1.4. Détermination de la teneur en acide ascorbique**

Le dosage de la vitamine C est réalisé par la méthode iodométrique décrite par (Tansilav, 1978).

➤ **Principe**

Il est basé sur l'oxydation de l'acide ascorbique par l'iode en milieu acide.

➤ **Mode opératoire**

3 ml d'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) et quelques gouttes d'empois d'amidon (0.5%, utilisé comme indicateur coloré) sont ajoutés à 50 ml d'échantillon à analyser. Le mélange ainsi obtenu est mis dans un bécher puis titré par une solution d'iode jusqu'à l'apparition d'une coloration verte persistante.

➤ **Expression des résultats**

La teneur en acide ascorbique contenue dans un litre de produit est donnée par la formule suivante :

$$T = V \times 20 \times 4,4$$

Où :

20×4,4 : coefficient multiplicatif de l'acide ascorbique.

V : est le nombre de ml d'iode utilisé pendant le titrage.

T : la teneur en acide ascorbique en mg/l.

**I.4.1.5. Détermination du taux de pulpe**

➤ **Principe**

La détermination du taux de la pulpe est réalisée par une centrifugation à une vitesse de 200 tours/min pendant 20 minutes.

➤ **Mode opératoire**

Les tubes sont remplis jusqu'à 25 ml et mis dans la centrifugeuse.

Soit :

P0 : poids du tube vide.

P1 : prise d'essai.

P2: poids du tube avec le résidu (culot).

### Expression des résultats

$$\text{Teneur en pulpe} = \frac{P2 - P0}{P1} \times 100$$

#### I.4.1.6 Détermination du taux des sels minéraux

La quantification des éléments minéraux a été effectuée en utilisant le photomètre à Flamme, suivant la méthode du dosage par étalonnage.

##### ➤ Mode opératoire

Un dosage par étalonnage consiste à déterminer la concentration d'une espèce en s'appuyant sur une courbe étalon préalablement constituée. Ainsi, une gamme étalon est d'abord préparée à l'aide de dilution successive d'une solution de concentration connue contenant l'espèce qu'on cherche à doser. Ensuite, l'absorbance des différentes solutions préparées est mesurée puis, une courbe est tracée à partir des différentes valeurs enregistrées.

#### 1- Préparation de la gamme d'étalon

On réalise une gamme d'étalon pour chacun des minéraux suivants (K, Na, Ca).

On fait dissoudre une quantité connue de ( KCl, NaCl et CaCl<sub>2</sub>) dans 1l d'eau distillée, ensuite on prépare une gamme de ( 2 mg/l, 4 mg/l, 8 mg/l, 12 mg/l, 16 mg/l et 20 mg/l) en prélevant respectivement ( 2 ml, 4 ml, 8 ml, 12 ml, 16 ml et 20 ml) dans des fioles jaugées de 100 et on complète le volume jusqu'à 100 ml d'eau distillée.

#### 2-Préparation des dilutions de jus

On réalise une série de dilution pour le jus : (10<sup>-1</sup>, 10<sup>-2</sup>, 10<sup>-3</sup>, 10<sup>-4</sup>, 10<sup>-5</sup>, 10<sup>-6</sup>).

A partir de ces solutions, des mesures d'absorbance sont effectuées par un photomètre à flamme. Les concentrations des minéraux recherchés dans nos échantillons sont déterminées à partir de courbe étalon obtenu.

➤ **Expression des résultats**

On peut déduire la concentration recherchée ( [K] ou [Ca] ou[Na] ), en utilisant l'équation suivante :

$$Y = a X + b$$

Soit :

**Y** : Densité optique (DO).

**X** : la concentration recherchée

La courbe d'étalonnage de KCl [Annexe 4].

La courbe d'étalonnage de NaCl [Annexe 4].

La courbe d'étalonnage de CaCl<sub>2</sub> [Annexe 4].

**I.4.2. Analyse Microbiologique**

Ces analyses ont été entreprises dans le but d'évaluer la qualité microbiologique des jus de fruits, des jus de légumes ainsi que la formulation de jus préparée. Elles consistent à dénombrer les levures, les moisissures et la flore totale aérobie mésophile dans chaque préparation.

**I.4.2.1. Dénombrement des levures et moisissures**

Les levures et les moisissures sont classées dans la catégorie des champignons microscopiques. Ce sont des microorganismes eucaryotes, hétérotrophes, uni (levures) ou multicellulaires (moisissures). Ils se développent dans des milieux légèrement acides à des températures optimales entre 25-35°C. Les levures sont aérobies-anaérobies facultatives par contre, les moisissures sont aérobies strictes.

➤ **Mode opératoire**

A partir des séries de dilutions décimales des produits à analyser, on prélève 0.1 ml de chaque dilution et on l'étale sur la surface de la gélose OGA préalablement coulée et refroidie dans des boîtes de Pétri stériles. Les boîtesensemencées sont ensuite incubées à 30°C pendant 4 à 5 jours.

Une boîte témoin contenant le milieu de culture OGA est préparée puis, incubée dans les mêmes conditions.

Après incubation, seules les boîtes contenant entre 15-300 colonies sont retenues pour le dénombrement.

### **I.4.2.2. Dénombrement de la flore totale aérobique mésophile (FTAM)**

Elle correspond à l'ensemble de microorganismes non exigeants aptes à se multiplier dans les conditions standards d'aération et de température.

#### **➤ Mode opératoire**

Après la préparation d'une gamme de dilution décimale des différents produits à analyser, 1ml de chaque dilution est introduit aseptiquement dans une boîte de Pétri à l'aide d'une pipette pasteur puis, recouvert d'une couche d'environ 15 ml de gélose PCA préalablement fondue et refroidie. Le mélange est homogénéisé manuellement par des mouvements circulaires de va-et-vient en forme de 8. Après solidification, les boîtes sont incubées à 30°C pendant 72h.

Une boîte témoin contenant le milieu de culture PCA est préparée puis incubée dans les mêmes conditions.

Après incubation, la lecture est réalisée sur les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies. Le nombre de colonies trouvé est multiplié par l'inverse de la dilution afin de déterminer sa concentration dans le produit de départ, le résultat est exprimé en Unité Formant Colonie par Millilitre du produit (UFC/ml).

### **I.4.3. Détermination des caractéristiques organoleptiques**

- **Détermination du goût et de l'odeur**

On prélève un échantillon de 100 ml de la boisson préparée puis, le verser dans un bûcher en verre :

Le goût et l'odeur de la boisson doivent être francs, typiques au fruit, et ne présentant aucun signe de fermentation, ni d'oxydation.

- **L'appréciation de la couleur**

On prélève un échantillon de 100 ml de la boisson préparée puis la verser dans un bûcher en verre :

La couleur doit être franche, typique au fruit, et n'aura aucun signe de brunissement.

### I.5. Test de stabilité

Dans la présente étude, la stabilité de la formulation du nectar sélectionné est suivie pendant une durée de 21 jours sur trois lots conditionnés à des températures de 4, 23 et 50°C. Un flacon de jus est prélevé de chaque lot après 7, 15 et 21 jours de conservations, pour subir les différentes analyses physico-chimiques, microbiologiques et organoleptiques décrites plus haut.

## II.1 Résultats des analyses physicochimiques des purées utilisées

### II.1.1 Caractéristiques physicochimiques de la purée de betterave

Les caractéristiques physicochimiques de la betterave sont données dans le tableau (04).

**Tableau 04 :** Les résultats des analyses physicochimiques de la purée de betterave.

Paramètres	Purée de betterave
Extrait sec réfractométrique (°Brix)	13±0,00
pH	7,27±0,01
Acidité titrable (g /100 ml)	0,024
Acide ascorbique (mg/l)	/

D'après les résultats physicochimiques obtenus, la purée de betterave est caractérisée par un extrait sec réfractométrique donné en degré brix de 13. Elle est riche en sucre, est moyennement calorique. La valeur de pH de la betterave est de 7,27. Cette valeur permet de la classer dans la catégorie des denrées alimentaires faiblement acide (pH > 4,5), ce qui lui confère l'aptitude à subir des traitements thermiques à haute température (dépassant 115°C) pour la valorisation industrielle (Saenz et Sepulveda, 2001).

### II.1.2. Caractéristiques physicochimiques de la purée de fenouil

Les tests physicochimiques effectués sur la purée de fenouil ont révélé les résultats donnés dans le tableau (05).

**Tableau 05 :** Caractéristiques physico-chimiques de la purée de fenouil

Paramètres	Purée de fenouil
Extrait sec réfractométrique (°Brix)	5±0,00
pH	7,20±0,02
Acidité titrable (g /100ml)	0,089±0,05
Acide ascorbique (mg/l)	131,17±1,7

D'après les résultats, la purée de fenouil se caractérise par un pH de 7,20, une faible acidité 0,089g/ml, et une teneur assez élevée en vitamine C de 131,17mg/l (13,1 mg/100g),

une valeur proche de celle de Ciqual (2016), qui est de 10,5mg/100g. Sa faible teneur en sucre où l'extrait sec réfractométrique est de 5, confirme sa nature acalorique, c'est donc un légume très recommandé pour les diabétiques.

### II.1.3 Caractéristiques physicochimiques de la purée de la courge

Les caractéristiques physicochimiques de la courge sont données dans le tableau (06).

**Tableau 06 :** Caractéristiques physico-chimiques de la purée de courge

Paramètres	Purée de courge
Extrait sec réfractométrique (°Brix)	7±0,00
pH	7,16±0,02
Acidité titrable (g /100ml)	0,097±0,03
Acide ascorbique (mg/l)	88±2,15

Les résultats obtenus montrent que la purée de courge à une teneur en acide ascorbique qui est de 88mg/l et un extrait sec réfractométrique de 7 et une acidité de 0,097g/100ml. D'après une étude menée par Jacobo- Valenzuela et al.(2011), le pH de 95 courges appartenant à Cucurbita moschata récoltés au Mexique varie de 4,27 à 7,79, ces résultats concordent avec ceux obtenus dans cette présente étude ( pH=7,16).

### II.1.4 Caractéristiques physicochimiques du jus de citron

Le tableau (07) représente les caractéristiques physico-chimiques du jus de citron.

**Tableau 07 :** Caractéristiques physico-chimiques du jus de citron

Paramètres	Jus de citron
Extrait sec Réfractométrique (°Brix)	7±0,00
pH	3.17±0,01
Acidité titrable (g/100ml)	0.44±0,06
Vit C (mg/l)	450,12±0,87

D'après les résultats physicochimiques obtenus, le jus de citron est caractérisé par un degré d'extrait sec réfractométrique de 7, un pH de 3,17 et une acidité de 0,44% proche de celle proposé par la commission du codex alimentarius qui est de 0,5%. (Codex Stan 87-2005).

Le jus de citron est considéré très riche en acide ascorbique où la teneur en vitamine C est de 450,12 mg/l (45,012 mg/100g). Cette teneur en acide ascorbique est proche à celle rapportée par Ciqual (2016).

### II.1.3 Caractéristiques physicochimiques de la purée de pomme

Les caractéristiques physicochimiques de la pomme sont données dans le tableau (08)

**Tableau 08 : Caractéristiques physico-chimiques de purée de pomme**

Paramètre	Purée de pomme
<b>Extrait sec réfractométrique (°Brix)</b>	30±0,00
<b>pH</b>	4,6±0,02
<b>Acidité titrable (g/100ml)</b>	0,26±0,04
<b>Acide ascorbique (mg/l)</b>	90,84±0,26

D'après les résultats physicochimiques obtenus, on constate que la purée de pomme se caractérise par une teneur de 90,84mg/l en acide ascorbique, un extrait sec réfractométrique de 30, qui diffère d'une variété à une autre. La teneur en pH est de 4,6, une valeur qui est conforme à la norme MSDA (2,9-4,6), sa teneur en acidité est de 0,26g/100g.

### II.1.4 Caractéristique physicochimique du concentré d'orange

Les caractéristiques physicochimiques du concentré d'orange sont données dans le tableau (09).

**Tableau 09 : Les caractéristiques physicochimiques du concentré d'orange**

Paramètre	Concentré d'orange
<b>Extrait sec réfractométrique (°Brix)</b>	65±0,00
<b>pH</b>	3,85±0,03
<b>Acidité titrable (g/100ml)</b>	0,36±0,02
<b>Acide ascorbique (mg/l)</b>	319,86±1,37

Les résultats de l'évaluation des paramètres physicochimiques du concentré d'orange montrent que ce dernier est caractérisé par un pH de 3,85, un extrait sec réfractométrique donné en degré brix de 65, une acidité de (0,36g/100ml) et une teneur élevée en acide ascorbique de (319,86mg/l).

## II .2 Caractéristiques de la boisson retenue

### ➤ Caractéristiques physicochimiques

Les caractéristiques physicochimiques de la boisson retenue sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 10** : Caractéristiques physicochimiques de la boisson retenue

<b>Caractéristiques</b>	<b>Boisson</b>
<b>°Brix</b>	10.8±0,01
<b>Pulposité (%)</b>	22± 0,03
<b>Acidité g/100ml</b>	0.27±0,02
<b>pH</b>	3.95±0,00
<b>Vitamine C (mg/l)</b>	140.38±0,45
<b>Calcium (mg/l)</b>	820
<b>Potassium (mg/l)</b>	1050
<b>Sodium (mg/l)</b>	149

La boisson obtenue a un pH de 3.95 et une acidité de 0.27 g/100ml (tableau 10). Ces valeurs sont dues principalement au jus de citron, au concentré d'orange et à la purée de pomme qui donnent un goût acidulé et une sensation de fraîcheur très agréable. Ces deux

valeurs sont parfaites et normales par rapport aux valeurs des matières premières utilisées, ce qui ne nécessite pas l'utilisation d'acide citrique industriel. Selon la législation nationale du pays importateur, du jus de citron (*Citrus limon* (L.) Burm. F. *Citrus limonum* Rissa) et/ou du jus de lime (*Citrus aurantifolia* (Christm.)) peuvent être ajoutés aux jus de fruits dans les conditions suivantes: jusqu'à 3 g/l d'équivalent en acide citrique anhydre à des fins d'acidification dans les jus (CODEX STAN 247-2005).

La teneur en vitamine C dans la boisson obtenue, exprimée en mg d'acide ascorbique contenue dans un litre de boisson pasteurisé est de 140,38 mg/l. Cette valeur est très faible par rapport aux valeurs des matières premières utilisées. Ceci peut être expliqué par l'effet de dilution mais aussi par d'autres facteurs qui sont responsables de cette dégradation, la vitamine C est particulièrement sensible à l'oxydation et par conséquent aux catalyseurs d'oxydation (métaux), à la chaleur et à la lumière (Jadot, 1994).

L'oxygène de l'air réalise une oxydation complète et altère profondément la structure chimique de la vitamine et inhibe irréversiblement son activité physiologique. L'effet conjugué de la dilution et le contact de l'air dégrade la vitamine C. La solution aqueuse de vitamine C s'altère facilement au contact de l'air, par oxydation (Lubert, 1997).

La détermination de la teneur en pulpe dans les jus est importante, car elle renseigne sur la teneur en partie comestible des fruits et légumes dont ils sont issus. Dans notre nectar, la teneur en pulpe est de 22%.

La boisson formulée comme attendu est très riche en éléments minéraux indispensables pour l'organisme. Avec une teneur en potassium de 1050 mg/l (1,05g/l) et une teneur en calcium de 820 mg/l (0,82 g/l), la boisson couvre les besoins journaliers pour un homme adulte. La teneur en sodium est de 149 mg/l (0,149g/l), bien qu'insuffisante est néanmoins non négligeable pour compléter les besoins journaliers.

Le tableau (11) Présente les besoins journaliers en sodium, calcium et potassium pour une personne adulte.

**Tableau 11 :** Besoins journaliers (g) en éléments minéraux (Charles et *al.* 2003)

<b>Elément</b>	<b>Besoin journaliers (g)</b>
<b>Sodium</b>	1.0
<b>Potassium</b>	0.4 à 0.6
<b>Calcium</b>	0.5 à 1.2 (selon l'âge)

➤ **Caractéristiques microbiologiques**

Les caractéristiques microbiologiques de la boisson retenue sont présentées dans le tableau ci-dessous:

**Tableau 12 :** Caractéristiques microbiologiques de la boisson retenue

	<b>Echantillon témoin</b>	<b>Echantillon étuvés</b>
<b>Levures et moisissures</b>	Abs	Abs
<b>Les germes totaux</b>	Abs	Abs

Les résultats donnés par le tableau (12) révèlent l'absence de toute activité microbiologique pouvant altérer la boisson. Ceci est attribué en grande partie à l'efficacité du traitement thermique appliqué à la boisson et aux précautions prises lors de la préparation des concentrés, de la formulation des échantillons et pendant les examens microbiologiques.

➤ **Caractéristiques organoleptiques**

Les caractéristiques organoleptiques de la boisson retenue sont présentées dans le tableau (13) :



**Figure 13:** la boisson retenue après pasteurisation

**Tableau 13 :** caractéristiques organoleptiques de la boisson retenue

<b>Caractéristique</b>	<b>Appréciation</b>
<b>Odeur</b>	Agréable
<b>Consistance</b>	Bonne
<b>Couleur</b>	Rougeâtre
<b>Goût</b>	Bon

Le goût, la couleur et l'odeur de la boisson retenue sont typiques aux fruits et légumes utilisés, ils ne présentent aucun signe de fermentation ni de brunissement.

### **II.3 Evolution des caractéristiques physico-chimiques de la boisson retenue au cours du Stockage**

La boisson est emballée dans des bouteilles en verre, pasteurisée à 70 °C pendant 20 min puis, stockée à des températures différentes pendant 21 jours.

#### **II.3.1 Le pH et l'acidité**

Le tableau (14) exprime les résultats d'évolution du pH et l'acidité de la boisson retenue, stockée à différentes températures.

**Tableau 14 :** Evolution du pH et l'acidité de la boisson

Boissons et conditions de stockage	pH			Acidité titrable (g/100ml)		
	7 <sup>eme</sup> jour	15 <sup>eme</sup> Jour	21 <sup>eme</sup> jour	7 <sup>eme</sup> jour	15 <sup>eme</sup> Jour	21 <sup>eme</sup> jour
Boisson1 : Réfrigération (4°C)	3.95±0.01	3.95±0.01	3.94±0.01	0.28±0.02	0.28±0.01	0.28±0.02
Boisson 2 : Température ambiante (23°C)	3.95±0.02	3.94±0.02	3.94±0.02	0.27±0.01	0.28±0.02	0.29±0.02
Boisson 3 : Température (50°C)	3.94±0.02	3.94±0.01	3.89±0.02	0.28±0.01	0.28±0.02	0.29±0.02

Les résultats obtenus lors de l'analyse des lots stockés à 4°C, 23°C et 50°C ont révélé une légère augmentation de l'acidité dans les trois lots de notre boisson. Une augmentation plus élevée à 50°C et plus prononcée qu'à 23°C et 4°C. Nos résultats obtenus diffèrent de ceux obtenus par Saron (2004) ; celui-ci a trouvé des teneurs relativement constantes après 15 jours de stockage à 25°C et à 3°C.

Les valeurs de pH notées durant le stockage de la boisson sont relativement constantes ; Cette évaluation est la même que celle obtenue par SARON (2004).

Selon (Smoot et Nagy 1977), le stockage du jus de pamplemousse à 50°C pendant 12 semaines, ne présente pas de changement du pH, ce qui explique la stabilité de l'acidité des jus durant le stockage.

La légère diminution du pH ainsi que l'augmentation de l'acidité peuvent être expliquées par l'augmentation de température qui provoque l'évaporation de l'eau, et notre nectar devient alors plus concentré en acide.

### II.3.4 Pulposité

Les résultats de la détermination de la pulpe dans la boisson stockée à différentes températures sont représentés dans le tableau (15)

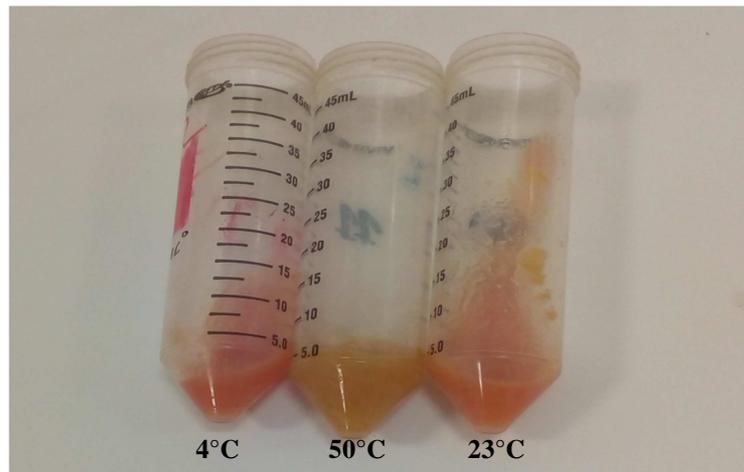
**Tableau 15 :** Evolution de la teneur en pulpe dans la boisson

Boissons et conditions de stockage	Pulposité		
	7 <sup>eme</sup> Jour	15 <sup>eme</sup> Jour	21 <sup>eme</sup> jour
<b>Boisson1 : Réfrigération (4°C)</b>	21.32±0.45	22.52±0.02	22.61±0.04
<b>Boisson2 : T ambiante (23°C)</b>	22.16±0.18	23.18±0.17	23.38±0.12
<b>Boisson3 : Température (50°C)</b>	22.34±0.2	22.23±0.19	23.26±0.3

Les résultats obtenus pour le dosage de la pulposité ont révélé des variations de cette dernière avec des teneurs allant de 21,32% à 23,38%.

(Duhoranima Emmanuel et Djouadi Ali., 2011) ont observé qu'il n'y avait pas de variation significative de la teneur en pulpe au cours du stockage dans une boisson formulée à base de fruit de la passion.

Ces variations sont dues probablement aux erreurs de manipulation durant l'expérimentation. La figure (14) présente les 3 culots après centrifugation de la boisson de la (3<sup>eme</sup> semaine) stockée à 4°C, 23°C et 50°C.



**Figure 14 :** Photo du culot après centrifugation

### II.3.2 La vitamine C

Le tableau (16) donne les résultats de l'évolution de la teneur en vitamine C de la boisson retenue stockée à différentes températures.

**Tableau 16:** Evolution de la teneur en vitamine C dans la boisson retenue à différentes températures

Boissons et conditions de stockage	Vitamine C (mg/l)		
	7 <sup>eme</sup> Jour	15 <sup>eme</sup> jour	21 <sup>eme</sup> Jour
Réfrigération (4°C)	138,2±0,35	129,15±0,15	114,07±0,04
T ambiante (23°C)	121,51±0,52	111,62±0,40	96,31±0,21
T (50°C)	111,23±0,12	101,2±0,17	89,91±0,38

Une baisse de la teneur en vitamine pendant la durée de stockage est enregistrée chez les trois lots de jus, avec une perte de vitamine C plus importante pour les lots stockés à 23°C et à 50°C. Cette diminution est expliquée par l'effet destructeur de la température et l'effet de la durée de stockage sur la stabilité de la vitamine C.

La dégradation de la vitamine C dans les trois conditions est due aussi à l'oxygène au cœur du jus qui provoque une oxydation. Compte tenu de l'oxygène résiduel présent dans de nombreux aliments packages, la dégradation de l'acide ascorbique dans des conteneurs scellés, principalement canettes et bouteille, serait produite par les deux voies oxydatives et anaérobies (Fennema, 1996).

### **II.3.3 L'extrait sec réfractométrique**

Les résultats de la détermination du degré Brix de la boisson stockée dans les différentes conditions sont représentés dans le tableau (17).

**Tableau 17 :** Evolution de l'extrait sec réfractométrique de la boisson dans différentes conditions

<b>Boissons et conditions de stockage</b>	<b>L'extrait sec réfractométrique</b>		
	<b>7eme jour</b>	<b>15eme jour</b>	<b>21eme Jour</b>
<b>Boisson1 :Réfrigération (4°C)</b>	10,8±0,00	10,9±0,00	10,9±0,00
<b>Boisson2 :T ambiante (23°C)</b>	10,8±0,00	10 ,9±0,01	10,9±0,00
<b>Boisson3 :T (50°C)</b>	10,9±0,00	10 ,9±0,01	11±0,01

L'analyse des boissons stockées à différentes températures a révélé que l'extrait sec réfractométrique reste relativement constant : les variations ne dépassant pas 1 %, ce qui indique la non-influence de la durée et de la température de stockage sur l'extrait sec soluble du jus de fruit et légume.

Selon Robertson et Samaniego (1986), le jus de citron stockée à 36 °C et contenant un degré de Brix de 9.4 ne présente aucun changement significatif durant le stockage.

L'augmentation de brix est négligeable mais peut être expliquée par l'effet d'évaporation qui provoque la diminution de l'eau et donc l'augmentation de la concentration du saccharose dans le jus.

Théoriquement si on prolonge la durée de stockage, l'augmentation de brix va être significative.

### II.3.4 La teneur en éléments minéraux

Les résultats de la détermination de la teneur en éléments minéraux de la boisson stockée dans les différentes conditions sont représentés dans le tableau (18)

**Tableau 18 :** Evolution de la teneur en éléments minéraux

Boissons et conditions de stockage	La teneur en éléments minéraux (mg/l)								
	7eme Jour			15eme Jour			21eme jour		
	Na	Ca	K	Na	Ca	K	Na	Ca	K
<b>Boisson1 Réfrigération (4°C)</b>	149	820	1050	149	810	1050	148	815	1046
<b>Boisson2 :T ambiante (22°C)</b>	152	820	1050	151	818	1050	151	817	1047
<b>Boisson3 :T ambiante (50°C)</b>	153	820	1050	152	819	1050	150	819	1047

Les résultats obtenus pour les boissons stockées relèvent une légère augmentation des éléments minéraux qui peut être due à l'évaporation de jus par l'effet de température.

(Benabi et Imrazene, 2006) ont observé qu'il n'y avait pas de variation significatif de la teneur en éléments minéraux au cours du stockage dans une boisson formulée à base de fraises pommes et carottes.

#### **II.4 Evolution de la qualité microbiologique de la boisson stockée à différentes températures**

Le tableau (19) regroupe les résultats de l'analyse microbiologique des boissons à différentes températures de stockage.

**Tableau 19 : Résultats des analyses microbiologiques**

	<b>Analyses microbiologiques</b>					
	<b>7eme</b>		<b>15eme</b>		<b>21eme</b>	
	<b>Jour</b>		<b>jour</b>		<b>Jour</b>	
	<b>LM</b>	<b>GT</b>	<b>LM</b>	<b>GT</b>	<b>LM</b>	<b>GT</b>
<b>Boisson1 :Réfrigération (4°C)</b>	Abs	abs	abs	abs	abs	abs
<b>Boisson2 :T ambiante (22°C)</b>	Abs	abs	abs	abs	abs	abs
<b>Boisson3 :T ambiante (50°C)</b>	Abs	abs	abs	abs	abs	abs

**LM** : levures et moisissures    **GT** : germes totaux    **Abs** : absence

Dans la majorité des contrôles de routine pour les jus de fruits et d'autres boissons non alcoolisées, on étudie seulement la flore « totale » et la flore fongique (GUIRAUD, 2003).

Les résultats obtenus montrent l'absence totale des germes recherchés dans les boissons tout au long du stockage. Ceci montre bien que la pasteurisation de la boisson et son conditionnement sous emballage en verre permettent une conservation suffisante avec une bonne préservation de la qualité hygiénique durant le stockage.

### **II.3.7 Evolution des caractères organoleptiques de la boisson stockée à différentes températures**

Les tableaux suivants présentent l'évolution des caractéristiques organoleptiques (couleur, gout, odeur et aspect) de la boisson stockée :

**Tableau 20** : l'évolution de la couleur de la boisson stockée à différentes températures

	<b>Couleur</b>		
	<b>7eme jour</b>	<b>15eme jour</b>	<b>21eme jour</b>
<b>Boisson1 :Réfrigération (4°C)</b>	Aucun Changement	Aucun changement	Aucun changement
<b>Boisson2 :T ambiante (22°C)</b>	Aucun Changement	Aucun changement	Jaunâtre
<b>Boisson3 :T ambiante (50°C)</b>	Jaune	Jaune	Jaune

**Tableau 21** : l'évolution du goût de la boisson stockée a différentes températures

	<b>Goût</b>		
	<b>7eme jour</b>	<b>15eme jour</b>	<b>21eme jour</b>
<b>Boisson1 :Réfrigération (4°C)</b>	Aucun changement	Aucun changement	Aucun changement
<b>Boisson2 :T ambiante (22°C)</b>	Aucun changement	Aucun changement	Mauvais goût
<b>Boisson3 :T ambiante (50°C)</b>	Mauvais goût	Mauvais goût	Mauvais goût

**Tableau 22** : l'évolution de l'odeur de la boisson stockée a différentes températures

	<b>Odeur</b>		
	<b>7eme jour</b>	<b>15eme jour</b>	<b>21eme jour</b>
<b>Boisson1 :Réfrigération (4°C)</b>	Aucun changement	Aucun changement	Aucun changement
<b>Boisson2 :T ambiante (22°C)</b>	Aucun changement	Aucun changement	Odeur désagréable
<b>Boisson3 :T ambiante (50°C)</b>	Odeur désagréable	Odeur désagréable	Odeur désagréable

**Tableau 23** : Evolution de l'aspect de la boisson stockée à différentes températures

	Aspect		
	7eme jour	15eme jour	21eme jour
<b>Boisson1 :Réfrigération (4°C)</b>	Pas de signe	Pas de signe	Pas de signe
<b>Boisson2 :T ambiante (22°C)</b>	Pas de signe	Pas de signe	Pas de signe
<b>Boisson3 :T ambiante (50°C)</b>	Pas de signe	Pas de signe	Pas de signe

D'après ces résultats, on constate que notre boisson conserve ses qualités organoleptiques à la température de 4°C, alors qu'une légère variation est observée à 23°C et qui s'accroît à 50°C.

On observe des changements pour les critères, goût, odeur et couleur, ceci est due certainement aux diverses dégradations chimiques produites lors du stockage particulièrement la dégradation de la vitamine C, l'apparition du brunissement enzymatique et non enzymatique et la diminution des composés volatils qui contribuent à l'arôme naturel du nectar et l'apparition de composés volatiles odorants à impacte négatif.

### Conclusion

Au cours de ce travail, nous avons élaboré plusieurs boissons à base de fruits (pomme, citron, orange) et de légumes (betterave, fenouil et courge) où différentes formulations ont été préparées. Après des tests de dégustation, une seule formulation a été sélectionnée pour ses qualités nutritionnelles et organoleptiques.

Les analyses physico-chimiques révèlent que la boisson sélectionnée est riche en éléments minéraux, sucre et en vitamine C. En effet, un litre de cette boisson contient :

- ✚ 140.08 mg d'acide ascorbique.
- ✚ 153 mg de sodium.
- ✚ 820 mg de calcium.
- ✚ 1050 mg de potassium.

La boisson formulée a subi également un test de stabilité qui consiste en une incubation pendant 21 jours à différentes températures :

- ✚ A une température de réfrigération ( $4 \pm 1^\circ\text{C}$ ).
- ✚ A une température ambiante ( $23^\circ \pm 1^\circ\text{C}$ ).
- ✚ A une température élevée ( $50 \pm 1^\circ\text{C}$ ).

Suite à cette expérimentation, il a été démontré que le jus de fruits et légumes formulé est stable aux températures (4 et  $22^\circ\text{C}$ ) par contre, des modifications de l'aspect organoleptique notamment le goût et l'odeur ont été enregistrées à la température de  $50^\circ\text{C}$ , qui sont principalement dues à l'effet du traitement thermique et la présence de l'oxygène durant la préparation.

Les résultats de l'analyse microbiologique montrent l'absence de germes pathogènes en raison de l'efficacité du traitement de pasteurisation.

D'autres analyses peuvent être effectuées, pour compléter cette étude et mieux caractérisée la boisson formulée, tels que le dosage des polyphénols et des pectines.

Il est important également d'étudier l'influence d'autres conditions de stockage tel que l'influence de la lumière sur les boissons.

## Références bibliographiques

---

- Adrian J., Potus J., Fragne R. (1995). La science alimentaire de A à Z ; 2ème édition, Lavoisier. Paris. 477 p.
- Ahmed E.M., Dennison P.A., Shaw P.E. (1978). Effect of selected oil and essence volatile components on flavor quality of punpout orange juice. Journal of agriculture and Food chemistry.
- Albagne G., Varoquaux P. et Montingquad J.C. (2002). Technologie de transformation des fruits. Edition Lavoisier. Paris. 498p.
- An L., Guo L., Liu E., H., Li P. (2014). Characterization and classification of seven citrusherbs by liquid chromatography-quadrupole time-of-flight mass spectrometry and genetic algorithm optimized support vector machines. J .chromatogr A.
- Apriel. (2008). Des fruits et légumes frais. Agence pour la recherche et l'information des fruits et légumes. <http://www.aprifel.com.2008> . Consulté le 22 Avril 2018.
- Arthur W. (1986). Le livre des produits alimentaires. Ed. MAX BREZOL, paris.
- Benabi M., Imazirane A. (2007). Essai de formulation d'une boisson à base de purée de fraise, purée de pomme et purée de carotte, Institut National Agronomique –El Harrache -Alger.
- Benamara S., Agougou A. (2003). Production du jus alimentaire technologie des industries agro-alimentation offices de publication universitaires.
- Berlinet C. (2008). Etude de l'influence de l'emballage et de la matrice sur la qualité d'un jus d'orange Sciences du Vivant ENSIA (AgroParisTech) France. 269p.
- Billiau L., Constant M., Mattaigne A., Nzeza R., Vanhamme. (2011) La vitamine C porte ses fruits.
- Robertson G.L et Samaniego C.M.L. (1986). Effect of initial dissolved oxygen levels on the degradation of ascorbic acid and the browning of lemon juice during storage. Journal of Food Science, 184-187.
- Brat P. et Cuq B. (2007). Transformation et conservation des fruits. Aspects économiques et réglementaires. F6274.
- Charles A., Guy L., Laurent M. (2003). Biochimie alimentaire, Ed Dunod, Paris.
- Cheftel J.C., Cheftel H. (1977). Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments Ed Lavoisier. Tec & Doc. Paris. 381p.
- Codex Alimentarius. Norme Général Codex pour les jus et les Nectars de fruits (Codex -Stan 247-2005).

## Références bibliographiques

---

- Laumonnier. (1988). Culture maraîchère, Tome 1, Lavoisier. 232 p.
- Codex Alimentarius. Norme général sur les jus des fruits et légumes (Codex Stan 87-2005).
- Delacharlerie S., de Biourge S., Clerié C., Sindie M., Derome C. (2008). HACCP organoleptique Guide pratique ASBL.176p. Consulté le 2 Avril 2018.
- Denis L.F. (2010). La culture biologique des légumes .Ed Berger A.C .Inc. Pp 525.
- Duhoanima E. et Djouadi A. (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, Université Mouloud MAMMERRI – Tizi-Ouzou.
- Escribano J., Pedreno M.A. (1998). Characterization of the antiradical activity of betalains from *Beta vulgaris* L. roots. *Phytochem Anal.*
- Eskin M. (1990). Biochemistry of food Processing: Browning reactions in foods. In *Biochemistry of foods* (second Ed, pp. 240-295). London: Academic press.
- Espirade E. (2002). Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed Tec & Doc. Lavoisier, Paris. 360 p.
- Faostat. (2017). [Http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC](http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC). Dernière mise à jours 28 mai 2018.
- Fennema., O.R. (1976). *Principals of Food Science*. New York, Marcel Dekker.
- Guiraud. (1998). *Microbiologie alimentaire*. Ed Dunod. Paris. 625p.
- Guiraud J.P. (2003). *Microbiologie alimentaire*, Nouv. Ed. Dunod, Paris.
- Jacobo-Vanlenzuela N., Zazueta-Morales J.D.J., Gallegos-Infante J.A., Aguillard Gutierrez F., Camacho-Hernandez I.L., Rocha-Guzaman N.E. et Gonzalezlaredo R.F. (2011). Chemical and physicochemical characterization of winter squash (*C. moschata* D). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. Pp 34-40.
- Jadot G. (1994). *Antioxydant et vieillissement*. Antioxydant et vieillissement .Ed John Libbey Eurotext. 300p.
- Johnson J.R., Braddock R.J. et Chen C.S. (1995). Kinetics of ascorbic acid loss and nonenzymatic browning in orange juice serum: Experimental rate constants. *Journal of Food Science*. P 502-505.
- Priel B. (2006). *Les légumes de potager*. Ed Rustica. 143p.
- Jeanette R., Croguennec T., Shuck P. et Brulé G. (2007). *Science des aliments biochimie, microbiologie, procédés-produit* Tome 1 et Tome 2. Ed Lavoisier Tec & Doc. Paris. 383p.

## Références bibliographiques

---

- Kujala T.S. Vienola MS. (2002). Betalain and phenolic compositions of four beetroot (*Beta vulgaris*) cultivars. *Eur Food Res Technol.* p 505-510.
- Lecerf J-M. (2001). Santé des enfants et jus de fruits. Union Nationale Interprofessionnelle des jus de fruits, publication UNIJUS, Institut Pasteur de Lille.
- Lubert S. (1997). La biochimie Ed. Médecine. Sciences et la biochimie médicale .Ed. Masson.
- Meilgaard, M. C., Carr, B. T., & Civille, G. V. (1999). Sensory evaluation techniques. 3rd Ed. CRC Press, Boca Raton, Florida. P416.
- MSDA. (2002). Directives pour l'appréciation et l'analyse, jus de fruits et légumes.
- Nagy S. (1980). Vitamin C content of citrus fruit and their products, *journal of agricultural and food chemistry* vol 28.
- Nonnecke I.L. (2003). "Légumes". *L'Encyclopédie Canadienne*. Toronto: Historica Canada.
- Pincemail J., Defraim, J.O., Limet R., Meurisse M. (1998). Antioxydants et prévention des maladies cardiovasculaires. 1er partie: la vitamine C. *Medi-Sphere* .p 99, 1-3.
- Sabri K.(1980). *El Ghidaala el Dawae*. Ed dar EL ILme el Malayine.
- Saenz C. et Sepulveda E. (2001). Cactus-pear juices. *Journal of the Professional Association for Cactus Développement*, pp 3-10.
- Saoudi et Yattou.(1994). Contribution à l'étude de l'évolution des caractéristiques physico-chimiques du nectar d'orange au cours du stockage à la température ambiante et à 4°C. *Mémoire d'ingénieur d'état*.INA.Alger.
- Stintzing. Florian C. Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition. (2004). *Trends in Food Science & Technology*, p. 19-38.
- Suschetet M. (1996). Des microconstituants végétaux présumés protecteurs. In : *RIBOLE*. Et al. Alimentation et cancer. Ed Tec et Doc Lavoisier. Paris. 331-345.
- Table Ciqual. Composition nutritionnelle des aliments version 2013 .[www.Table.com](http://www.Table.com).
- Verachten E., Vercauteren P., Wuidart A. (2010). *Sciences Biomédicales* .Ed Printemps des Sciences – Bruxelles.
- Wilson M. (2006). *Fleurs comestible*. Edition Fields, Montréal, .142p
- Winkler C., Wirleitner B., Schroecksnadel K. Schennach H., Fuchs, D. (2005). In vitro effects of beetroot juice on stimulated and unstimulated peripheral blood mononuclear cells. *Am J BiochemBiotechnol*. P180-18.

## ANNEXE 1

- **Essais préliminaires pour le choix des ingrédients (valeurs pour 100 ml de boisson)**

### **Recette 01**

- Purée de pomme de NCA
- Concentré d'orange de NCA
- Jus de citron
- Purée de fenouil
- Purée de citrouille
- Purée de betterave

### **Recette 02**

- Purée de pomme de NCA
- Concentré d'orange de NCA
- Jus de citron
- Purée de fenouil
- Purée de choux
- Purée de poireaux

- Les différentes formulations préparées pour la recette sélectionnée

<b>Formule 1</b>		<b>Formule 2</b>		<b>Formule 3</b>		<b>Formule 4</b>	
<b>Fruit et légumes utilisés</b>	<b>Poids en gramme</b>	<b>Fruit et légumes utilisés</b>	<b>Poids en gramme</b>	<b>Fruit et légumes utilisés</b>	<b>Poids en gramme</b>	<b>Fruit et légumes utilisés</b>	<b>Poids en gramme</b>
Concentré d'orange	50	Concentré d'orange	50	Concentré d'orange	30	Concentré d'orange	50
Purée de pomme	35	Purée de pomme	50	Purée de pomme	50	Purée de pomme	40
Citron	30	Citron	20	Citron	40	Citron	30
Purée de betterave	8						
Purée de fenouil	20						
Purée de citrouille	50	Purée de citrouille	30	Purée de citrouille	30	Purée de citrouille	40
Sirop	96	Sirop	85.07	Sirop	102.38	Sirop	87.46

<b>Formule 5</b>		<b>Formule 6</b>		<b>Formule 7</b>		<b>Formule 8</b>	
<b>Fruit et légumes utilisés</b>	<b>Poids en gramme</b>	<b>Fruit et légumes utilisés</b>	<b>Poids en gramme</b>	<b>Fruit et légumes utilisés</b>	<b>Poids en gramme</b>	<b>Fruit et légumes utilisés</b>	<b>Poids en gramme</b>
Concentré d'orange	35	Concentré d'orange	60	Concentré d'orange	40	Concentré d'orange	30
Purée de pomme	60	Purée de pomme	30	Purée de pomme	30	Purée de pomme	20
Citron	25	Citron	30	Citron	10	Citron	30
Purée de betterave	12	Purée de betterave	8	Purée de betterave	10	Purée de betterave	20
Purée de fenouil	18	Purée de fenouil	20	Purée de fenouil	12	Purée de fenouil	15
Purée de citrouille	15	Purée de citrouille	20	Purée de citrouille	50	Purée de citrouille	50
Sirop	95.52	Sirop	84.32	Sirop	102.83	Sirop	100.89

<b>Formule 9</b>		<b>Formule 10</b>		<b>Formule 11</b>		<b>Formule 12</b>	
<b>Fruit et légumes utilisés</b>	<b>Poids en gramme</b>	<b>Fruit et légumes utilisés</b>	<b>Poids en gramme</b>	<b>Fruit et légumes utilisés</b>	<b>Poids en gramme</b>	<b>Fruit et légumes utilisés</b>	<b>Poids en gramme</b>
Concentré d'orange	10825	Concentré d'orange	20	Concentré d'orange	60	Concentré d'orange	35
Purée de pomme	50	Purée de pomme	50	Purée de pomme	20	Purée de pomme	15
Citron	20	Citron	25	Citron	25	Citron	20
Purée de betterave	15	Purée de betterave	8	Purée de betterave	10	Purée de betterave	10
Purée de fenouil	10	Purée de fenouil	15	Purée de fenouil	20	Purée de fenouil	25
Purée de citrouille	30	Purée de citrouille	35	Purée de citrouille	25	Purée de citrouille	45
Sirop	108.65	Sirop	113.43	Sirop	88.35	Sirop	113.88

<b>Formule 13</b>		<b>Formule 14</b>		<b>Formule 15</b>		<b>Formule 16</b>	
<b>Fruit et légumes utilisés</b>	<b>Poids en gramme</b>	<b>Fruit et légumes utilisés</b>	<b>Poids en gramme</b>	<b>Fruit et légumes utilisés</b>	<b>Poids en gramme</b>	<b>Fruit et légumes utilisés</b>	<b>Poids en gramme</b>
Concentré d'orange	25	Concentré d'orange	55	Concentré d'orange	15	Concentré d'orange	30
Purée de pomme	25	Purée de pomme	25	Purée de pomme	50	Purée de pomme	40
Citron	15	Citron	25	Citron	40	Citron	20
Purée de betterave	5	Purée de betterave	20	Purée de betterave	8	Purée de betterave	10
Purée de fenouil	15	Purée de fenouil	30	Purée de fenouil	20	Purée de fenouil	20
Purée de citrouille	50	Purée de citrouille	40	Purée de citrouille	50	Purée de citrouille	30
Sirop	120	Sirop	86.71	Sirop	114.77	Sirop	108.50

<b>Formule 17</b>		<b>Formule 18</b>		<b>Formule 19</b>		<b>Formule 20</b>	
<b>Fruit et légumes utilisés</b>	<b>Poids en gramme</b>	<b>Fruit et légumes utilisés</b>	<b>Poids en gramme</b>	<b>Fruit et légumes utilisés</b>	<b>Poids en gramme</b>	<b>Fruit et légumes utilisés</b>	<b>Poids en gramme</b>
Concentré d'orange	45	Concentré d'orange	15	Concentré d'orange	25	Concentré d'orange	30
Purée de pomme	25	Purée de pomme	35	Purée de pomme	25	Purée de pomme	50
Citron	15	Citron	40	Citron	15	Citron	15
Purée de betterave	15	Purée de betterave	8	Purée de betterave	14	Purée de betterave	15
Purée de fenouil	20	Purée de fenouil	15	Purée de fenouil	35	Purée de fenouil	10
Purée de citrouille	34	Purée de citrouille	35	Purée de citrouille	40	Purée de citrouille	50
Sirop	91.94	Sirop	117.76	Sirop	117.91	Sirop	102.23

## ANNEXE 2

- **Formulaire du test de dégustation**

- Comment trouvez-vous ce produit (Cocher la bonne réponse) :

### Goût

/	Très bon	Bon	moyen	Mauvais
Boisson P				
Boisson C				

### Parfum

/	Très bon	Bon	moyen	Mauvais
Boisson P				
Boisson C				

### Couleur

/	Très bon	Bon	moyen	Mauvais
Boisson P				
Boisson C				

### Consistance

/	Très bon	Bon	moyen	Mauvais
Boisson P				
Boisson C				

### Acidité

/	trop	Ce qu'il faut	Pas suffisamment
Boisson P			
Boisson C			

### Sucre

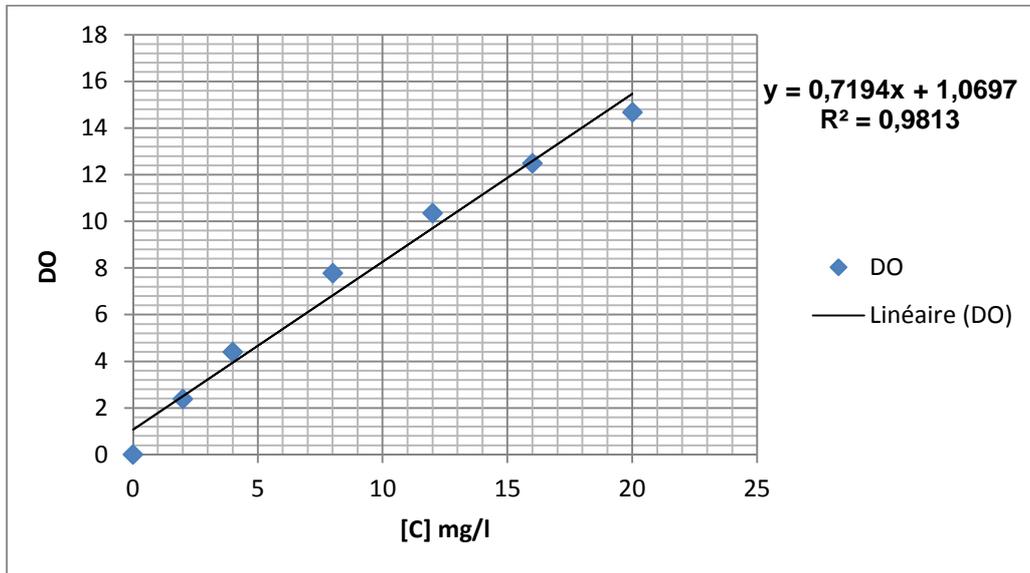
/	trop	Ce qu'il faut	Pas suffisamment
Boisson P			
Boisson C			



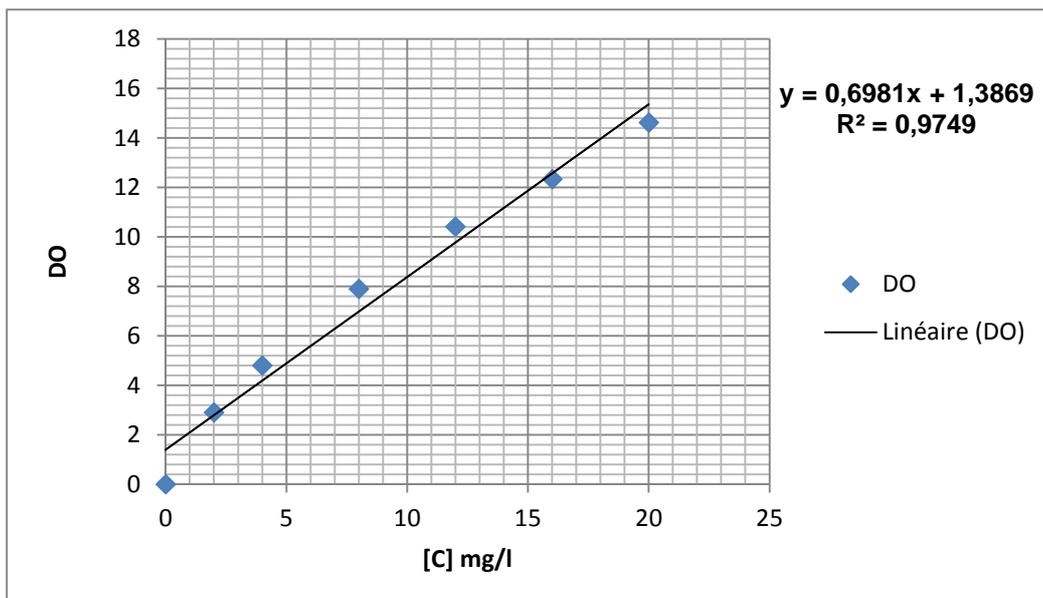
## ANNEXE 4

- Les courbes d'étalonnage

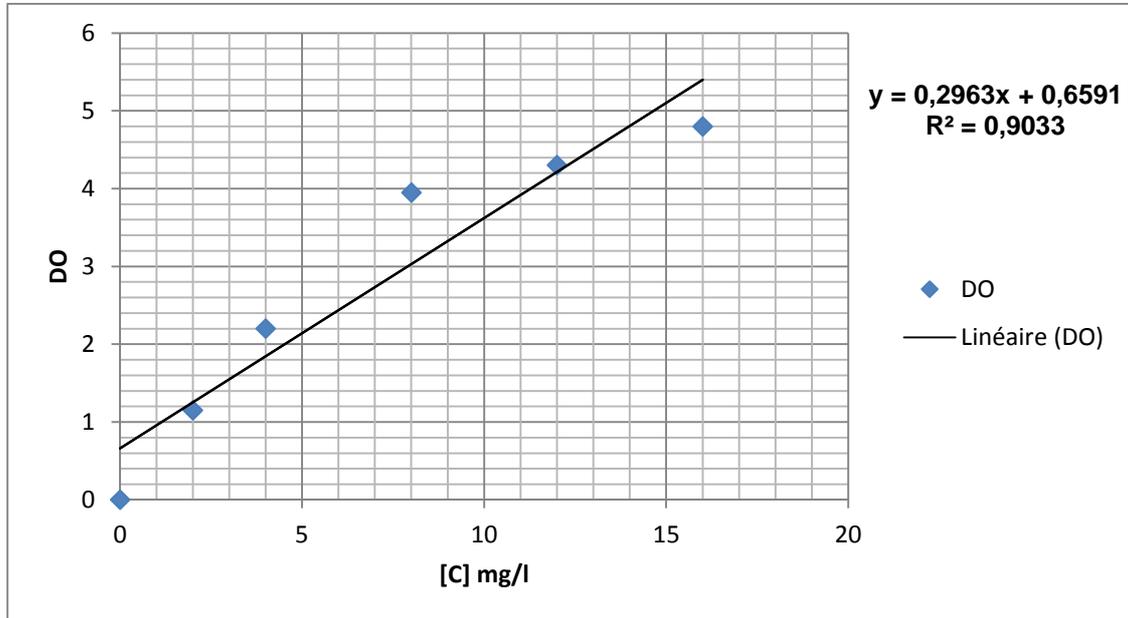
1- Courbe d'étalonnage de KCl pour déterminer la concentration de  $[K^+]$  :



2- Courbe d'étalonnage de NaCl pour déterminer la concentration de  $[Na]$  :



3- Courbe d'étalonnage de  $\text{CaCl}_2$  pour déterminer la concentration de  $[\text{Ca}^{2+}]$  :



## Résumé

La présente étude a pour objectif de contribuer à la formulation d'un nectar à base de fruits (orange, pomme, citron) et de légumes (betterave, courge et fenouil), et d'étudier sa stabilité.

Dans un premier temps, plusieurs recettes de jus de fruits et légumes ont été préparées et évaluées par un panel de dégustateurs. Ensuite, la formulation de jus sélectionnée a fait l'objet de différentes analyses physicochimiques et microbiologiques ainsi qu'un suivi de stabilité sur une durée de 21 jours aux températures de 4, 22 et 50°C.

Les résultats ont révélé que les paramètres physicochimiques: pH, Brix, acidité totale et pulposité sont restés stables au cours du temps aux différentes températures. Ce pendant, la teneur en vitamine C a diminué de 20.77% à 4°C, de 25.77% à 23°C et de 35.95% à 50°C. Les analyses microbiologiques n'ont révélé aucune présence microbienne dans le nectar formulé.

Au terme de notre étude, les résultats obtenus font ressortir que le nectar des fruits et légumes est très riche en nutriments notamment les vitamines et les minéraux. Il présente un caractère acide (pH=3,95) ce qui justifie sa stabilité microbiologique.

**Mot clés :** fruits, légumes, nectar, analyses physicochimiques, analyses microbiologiques, stabilité.

## Abstract

The present study aims to contribute to the formulation of a nectar based on fruits (orange, apple, lemon) and vegetables (beet, squash and fennel), and to study its stability.

As a first step, several recipes of fruit and vegetable juices were prepared and evaluated by a panel of tasters. Then, the selected juice formulation was subjected to various physicochemical and microbiological analyzes as well as stability monitoring over 21 days at temperatures of 4, 22 and 50 ° C.

The results revealed that the physicochemical parameters: pH, Brix, total acidity and pulpiness remained stable over time at different temperatures. The vitamin C content decreased by 20.77% at 4 ° C, 25.77% at 23 ° C and 35.95% at 50 ° C. Microbiological analyzes revealed no microbial presence in the formulated nectar.

At the end of our study, the results show that the nectar of fruits and vegetables is very rich in nutrients including vitamins and minerals. It has an acidic character (pH = 3.95) which justifies its microbiological stability.

**Key words:** fruits, vegetables, nectar, physicochemical analyzes, microbiological analyzes, stability.