



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de La recherche scientifique



UNIVERSITE AMAR TELIDJI –LAGHOUAT-

FACULTE : SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

Mémoire de Master

Présenté par : ALLALI Meriem

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)

FILIERE : SCIENCES ALIMENTAIRES

OPTION : AGROALIMENTAIRE ET CONTROLE DE QUALITE

Thème

Contribution à la formulation et la caractérisation des propriétés physicochimiques et organoleptiques de jus

Jury de soutenance:

Nom et prénom	Grade	Qualité
Mr. Benchetouh Ahmed	MCA	Président
Mme. Amrani Ouarda	MCB	Examinatrice
Mme. Menasra Amina	MCB	Promotrice
Mr. Asseli Brahim	Docteur	Co-promoteur

Année universitaire : 2022- 2023.

Remerciements

J'exprime tout d'abord ma gratitude envers Allah, pour m'avoir accordé le courage, la volonté, l'amour de la connaissance et surtout la patience nécessaire pour accomplir ce travail.

J'exprime mes sincères remerciements, accompagnés d'un profond respect, à ma promotrice Mme. Menasra Amina pour avoir encadré ce travail, pour sa disponibilité, et ses précieux conseils qui m'ont fait progresser.

J'adresse mes remerciements à l'ensemble des membres de jury qui m'ont fait l'honneur d'accepter de juger mon travail.

Mes remerciements à Madame Amrani Ouarda pour son encouragement, ses remarques pertinentes et pour m'avoir fait l'honneur d'examiner mon travail.

Je tiens à remercier Monsieur Benchetouh Ahmed qui me fait l'honneur d'accepté de présider mon travail.

Je tiens à remercier aussi toute l'équipe du laboratoire Agroalimentaire pour leurs aides.



Dédicace

A mon cher père et ma chère mère

À mes frères (Yacine, Hamza, Abou Baker, Toufik, Yousef et Adel)

À mes sœurs (Dalila et Khadîdja)

À ma famille

À mes amies

À tous ceux qui m'aiment de près ou de loin

À toute la promotion de Master 2 ACQ (2022-2023)

*À tous les enseignants qui m'ont guidé tout au long de mon parcours
scolaire de l'école primaire à l'université.*



Allali Meriem

Thème : Contribution à la formulation et la caractérisation des propriétés physicochimiques et organoleptiques de jus.

Etudiante : ALLALI Meryem

Promotrice : Mme. Menasra Amina

Résumé:

Le but de ce travail est d'étudier l'effet de l'incorporation de concentré de carotte, de la diminution de sucre et l'addition de l'acide citrique sur les propriétés physicochimiques et organoleptiques de jus d'orange. Avec l'évaluation de l'agréabilité de goût, de couleur, d'acidité, et d'odeur de jus formulée. D'après les résultats nous avons constaté que le taux de concentré de carotte a des effets significatifs sur l'ensemble des composantes de la qualité nutritive et organoleptique de jus (diminution de taux d'humidité (de 91 à 71%), de sucres (de 19.43 à 16.85%), d'acidité (de 2.87 à 0.15%) et de vitamine C (de 9.54 à 7.95 mg/100 ml), enrichissement en caroténoïdes (de 225.35 à 435.9 µg/100 ml) et en composés phénoliques (de 18.15 à 37.05 mg EAG/100ml) avec une amélioration des caractéristiques sensorielles). Tandis que, il s'est avéré que l'addition de l'acide citrique affecte la qualité organoleptique du jus (la majorité des dégustateurs n'est pas aimé son goût acide). Enfin, la carotte forme un bon ingrédient pour enrichir les jus sans en altérer sa qualité.

Mots-clés : Jus, Carotte, Formulation, Enrichissement, Propriétés, Qualité.

Abstract

The aim of this work is to study the effect of the incorporation of carrot concentrate, the reduction of sugar and the addition of citric acid on the physicochemical and organoleptic properties of orange juice. With the evaluation of the pleasantness of taste, color, acidity, and odor of juice formulated. According to the results we found that the level of carrot concentrate has significant effects on all the components of the nutritional and organoleptic quality of juice (reduction in humidity level (from 91 to 71%), sugars (from 19.43 to 16.85%), acidity (from 2.87 to 0.15%), and in vitamin C (from 9.54 to 7.95 mg/100 ml), enrichment in carotenoids (from 225.35 to 435.9 µg/100 ml) and in phenolic compounds (from 18.15 to 37.05 mg EAG/100ml), with an improvement in sensory characteristics). Whereas, it turned out that the addition of citric acid affects the organoleptic quality of the juice (the majority of tasters did not like its acidic taste). Finally, carrots are a good ingredient for enriching juices without altering their quality.

Keywords: Juice, Carrot, Formulation, Enrichment, Properties, Quality.

الملخص

الهدف من هذا العمل هو دراسة تأثير إضافة مركز الجزر ، تخفيض نسبة السكر وإضافة حامض الستريك على الخصائص الفيزيوكيميائية والحسية لعصير البرتقال. مع تقييم مدى تقبل المتذوقين لطعم، اللون، لحموضة ولرائحة العصير المحضر. من خلال النتائج وجدنا أن مستوى تركيز الجزر له تأثيرات مرغوبة على جميع مكونات الجودة الغذائية والحسية للعصير (انخفاض مستوى الرطوبة (من 91 إلى 71%)، السكريات (من 19.43 إلى 16.85%)، الحموضة (من 2.87 إلى 0.15%) وفييتامين س(من 9.54 إلى 7.95مغ/100 مل)، إثراء في الكاروتينات(من 225.35 إلى 435.9 ميكروغرام /100 مل) والمركبات الفينولية (من 18.15 إلى 37.05مغ/100 مل) مع تحسن في الخصائص الحسية). بالإضافة إلى ذلك لقد تبين أن إضافة حامض الستريك يؤثر على الجودة الحسية للعصير (أغلبية المتذوقين لم يعجبهم طعمه الحمضي). وأخيراً، يعتبر الجزر مكوناً جيداً لإثراء العصائر دون تغيير جودتها

الكلمات المفتاحية: عصير، جزر، صياغة، إثراء، خصائص، جودة

Table des matières

Remerciement	
Dédicace	
Résumé	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale	1

Partie bibliographique

Chapitre I Généralité sur les fruits, légumes et jus

1-Les agrumes	3
1-1-L'orange (<i>Citrus sinensis</i>)	3
1.1.1 Définition.....	3
1.1.2 Les différents types d'orange.....	4
1-1-3- La composition chimique et la valeur nutritionnelle d'orange.....	5
1.1.4. Le rôle d'orange.....	7
1-2-Citron (<i>citrus limonia</i>).....	7
1-2-1-Définition	7
1-2-2-Les différents types de citron	8
1-2-3-Composition et la valeur nutritionnelle de citron.....	8
1-2-4- Le rôle de citron	9
1-2-5-Caractéristique physicochimique de citron	9
1.3-Carotte : (<i>Daucus carotta</i>).....	10
1-3-1-Définition	10
1-3-2- Les différents types de carotte.....	11
1-3-3-Composition et valeur nutritionnelle de la carotte	12
2- Généralité sur les jus.....	13
2-1-Définition de Jus de fruits.....	13
2-2-Différents types de jus	13
2-2-1-Purée de fruits.....	13
2-2-2-Les boissons aux fruits	13
2-2-3-Nectar de fruits	13

Table des matières

2-2-4- Jus de légume.....	14
2-2-5- Jus cocktail	14
2-3- Qualité nutritionnelle et thérapeutique des jus	14
2-4-Altération de jus	14
2-4-1-L'altération chimique	14
2-4-1-1-Dégradation de la vitamine C.....	14
2-4-2-Altération organoleptique.....	16
2-4-2-1-Altération de la couleur	16
2-4-2-2-Altération de la saveur et l'arôme	16
2-4-2-3-Altération microbienne.....	16
4. Importance de la filière du jus dans l'Algérie.....	16
5. La consommation algérienne du jus	17

Partie expérimentale

Chapitre II : Matériel et méthodes

Matériel et méthodes.....	20
1-Matière première.....	20
2-Equipements et réactifs.....	21
3- Préparation de jus d'orange enrichi en concentré de carotte	22
3-1-Concentré de jus de carotte.....	22
3-2-Jus d'orange enrichi en concentré de carotte.....	25
4-Analyse physicochimiques et biochimiques.....	27
4-1-Détermination du rendement d'extraction de jus	27
4-2- Caractérisation physicochimique et biochimique.....	27
4.2.1. Mesure de la densité:	27
4.2.2. Matière sèche et teneur en eau :.....	27
4.2.3. Degré Brix	28
4.2.4. Détermination du potentiel d'hydrogène	28
4.2.5. Acidité titrable	29
4.2.6. Dosage des sucres totaux.....	29
4.2.7. Dosage des polyphénols totaux des jus	30
4.2.8. Dosage des caroténoïdes.....	32
4.2.9. Dosage de la vitamine C.....	33
5-Analyse sensorielle	34
6. Analyse statistique	37
7. Analyse des composants principaux (ACP).....	37

Table des matières

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Caractéristiques physico-chimiques des matières premières utilisées	39
2. Propriétés physicochimiques et biochimiques des jus préparés	40
2.1. Rendement d'extraction des jus	40
2.2. Densité.....	41
2.3. Teneur en eau	42
2.4. Degré Brix	43
2.5. pH.....	44
2.6. L'acidité titrable	45
2.7. Sucres totaux	46
2.8. Taux des polyphénols totaux.....	47
2.9. Caroténoïdes.....	48
2.10. Vitamine C	49
3. Propriétés organoleptiques des jus préparés	50
3.1. Teste de classement (Agréabilité)	51
3.2. Teste hédonique.....	53
4. Analyse des composants principaux(ACP)	55
Conclusion	59
Références bibliographiques	62

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des abréviations

ACP : Analyse des Composants Principaux.

A.O.A.C: Association of Official Analytical Chemists.

A.P.A.B : Association des Producteurs Algériens de Boissons.

J.O.C.E : Journal officiel des Communautés européennes.

J.O.R.A.D.P : Journal officiel de la république algérienne démocratique et populaire.

P.C.A : Principal Composant Analysis.

pH : Potentiel Hydrogène.

Liste des figures

N°	Liste des figures	p
01	Coupe transversale de l'orange	5
02	Différentes parties d'une orange	5
03	Les composés du citron	8
04	Les minéraux et les vitamines du citron	9
05	Les carottes	11
06	La valeur nutritionnelle de la carotte et leur effet sur la santé	12
07	Structure de la vitamine C	15
08	Voies de dégradation de l'acide aminé et effets sur la qualité du jus	18
09	Photographie originale montrant la carotte, l'orange et le citron.	22
10	Diagramme de préparation du concentré de carotte	25
11	Diagramme de préparation de jus d'orange	26
12	Diagramme de préparation de jus enrichi en concentré de carotte	28
13	Photographie originale montrant le refractomètre	30
14	Photographie originale montrant le pH-mètre	31
15	Les différentes étapes de dosage des polyphénols	33
16	Photographie originale montre les échantillons des jus préparés lors l'analyse sensorielle	37
17	Photographie originale montre les étudiantes faisant l'analyse sensorielle	38
18	Échelle faciale à neuf points utilisée pour la catégorisation hédonique des jus préparés	39
19	Rendement d'extraction de concentré de jus de carotte et d'orange	43
20	Densité des différents jus formulés	44
21	pH des jus témoin de jus enrichis en concentré de carotte	47
22	Teneur en sucres totaux des jus préparés	49
23	Teneur en caroténoïdes des jus fabriqués	51
24	Résultats de la teneur en vitamine C des jus formulés	52
25	Résultats du test de dégustation des jus préparés	55
26	Profils sensoriels de jus témoin et des jus enrichis en concentré de carotte.	56
27	Graphique des charges des différentes propriétés physicochimiques des jus préparés (A) avec les scores (B) de ces jus.	57

Liste des tableaux

N°	Liste des tableaux	p
01	Composition nutritionnelles de l'orange	6
02	Compositions en vitamines de l'orange	6
03	Composition nutritionnelle de l'orange (minéraux et oligo-élément)	7
04	Composition chimique et nutritionnelle pour 100g de citron	9
05	Caractéristiques et compositions chimique et nutritionnelle de la carotte	12
06	Liste des produits chimiques et du matériel utilisés dans la partie expérimentale	24
07	Formulation des jus préparés	27
08	Propriétés physicochimiques des matières premières utilisées dans la préparation des jus	42
09	Teneurs en eau et matière sèche des jus préparés	45
10	Extrait sec soluble (°Brix) des jus préparés	46
11	Acidité titrable des jus préparés	48
12	Teneur en polyphénols des jus préparés	50
13	Données du test de classement par rang d'acceptation de jus témoin et des jus enrichis en concentré de carotte	54
14	La différence entre les paires des jus préparés	54
15	Propriétés sensorielles de jus témoin et des jus enrichi en concentré de carotte	55



Introduction

Introduction

Les fruits ont une place très importante dans notre alimentation quotidienne. Ils nous apportent de nombreux éléments indispensables au bon fonctionnement de notre organisme (**Metlef et al, 2022**). La consommation des fruits et des légumes a un effet connu sur la santé qui peut être associé à sa composition nutritionnelle, mais il semble difficile d'atteindre la consommation quotidienne recommandée de 5 portions (**Banaish, 2001**).

Les jus de fruits conservent une majeure partie de ses propriétés, ils peuvent remplacer les fruits lors d'une collation ou d'un repas (**Metlef et al, 2022**). Les jus de fruit ont un rôle important dans l'alimentation humaine par leur apport en minéraux, fibres, vitamines, polyphénols... (**Espiard, 2002**).

L'obtention de jus de fruit prêt à être consommé nécessite une succession d'opération unitaires qui doivent être optimisées pour assurer un niveau de productivité suffisant sans nuire, ni à la qualité des produits, ni à la sécurité du consommateur (**Guy et al, 2002**).

A l'heure actuelle, le secteur agroalimentaire cherche de plus en plus à formuler et à élaborer des produits plus sains et biologiques. Les produits modernes plus sains nécessitent des modifications de ses ingrédients et de sa formulation qui ont un impact sur sa rhéologie, sa structure, sa composition et ses bienfaits surtout (**Afoakwa et al, 2009**).

L'industrie des jus et des boissons à base de fruit, s'est considérablement développée ces dernières années. La fabrication des jus n'utilise pas seulement comme matière de base les concentrés de pulpe des fruits mais aussi des légumes.

La carotte (*Daucus carota* L.) est l'un des légumes de la nutrition humaine le plus consommé car elle est riche en bêta-carotène, acide ascorbique, tocophérol et classée comme aliment vitaminé. Les carottes forment une bonne source de glucides, de calcium, de phosphore, de fer, de potassium, de magnésium, de cuivre, de manganèse et de soufre (**Reisch et al, 2017**).

C'est dans cette optique, que notre travail s'inscrit. Dont l'objectif principal est de développer une recette adaptée pour transformer la carotte en jus, en valorisant ce légume d'utilisation limitée, ce qui lui apportera une valeur ajoutée.

Par conséquent ce manuscrit se compose de trois parties principales :

- ✓ La première partie passe en revue une synthèse bibliographique portant sur les généralités sur les jus, les fruits et légumes utilisés.
- ✓ Les méthodes et les techniques utilisées au cours de cette étude sont exposées dans la deuxième partie.

Introduction

✓ La troisième partie est consacrée pour les résultats obtenus avec la discussion et on termine avec la conclusion et les perspectives.

Chapitre I
Généralité sur les fruits, légumes et jus

Les régimes riches en fruits et légumes sont largement recommandés pour leurs propriétés favorables à la santé. Fruits et légumes ont toujours occupé une place dans l'orientation alimentaire en raison de leurs concentrations de vitamines, en particulier de vitamines C et A ; les minéraux, en particulier les électrolytes ; et plus récemment les produits phyto-chimiques, en particulier les antioxydants. En outre, les fruits et les légumes sont recommandés comme source de fibres alimentaires (**Joanne Slavin et al, 2012**).

1-Les agrumes

Les agrumes sont des arbres fruitiers d'une grande importance économique et l'un des types de fruits les plus populaires dans le monde entier. Ces dernières années, environ 146 millions de tonnes d'agrumes ont été produites chaque année dans le monde, dont 16 millions de tonnes au Brésil, il y a environ 600 000 hectares cultivés avec plusieurs variétés d'agrumes pour l'industrie (huile essentielle et jus) et pour la consommation fraîche. Les mandarines et les oranges contribuent à 85% du montant total de la production brésilienne d'agrumes. Les mandarines et les oranges sont consommés en grande quantité en raison de leur goût et de leur arôme très appréciés et de divers composants bénéfiques pour la santé. Les recommandations mondiales et nationales encouragent la consommation de fruits dans le cadre d'une alimentation saine (**Isabelle, 2011**).

Les agrumes ne sont pas utilisés seulement en secteur agro-alimentaire mais aussi en industrie cosmétique (savon, parfum, produits de soins, etc.), et en Production de biocarburants et de métaux biodégradables (**Ledesma-E et al., 2014**). Les avantages des agrumes sont maintenant scientifiquement reconnus. Ces arbres sont utiles pour les défenses immunitaires, le système intraveineux, la vision et la digestion (**Christine, 2011**).

1-1-L'orange (*Citrus sinensis*)

1.1.1 Définition

Fruit comestible de l'oranger, de forme sphérique à ovale, à la peau orangé rougeâtre contenant une huile essentielle d'odeur caractéristique et dont la pulpe est juteuse et sucrée.

On distingue quatre principaux groupes d'oranges : l'orange navel, qui possède dans leur partie apicale interne un petit fruit supplémentaire ; les oranges blondes, communes, à pépins, aspermes ou presque sans pépins ; les oranges sanguines ; les oranges sans acidité. Les oranges sont consommées fraîches ou sous forme de

jus. L'industrie des jus tire de nombreux sous-produits (substances pharmaceutiques, colorants naturels, aliments du bétail). De l'écorce, on extrait des huiles essentielles utilisées en parfumerie, en confiserie, dans l'industrie des boissons rafraîchissantes.

L'oranger est une variété traditionnelle très appréciée par le consommateur pour ses qualités gustatives et ses rendements très élevés chaque année. Plusieurs articles SUR le marché (B.I.H.A., 2009) Le fruit est une baie généralement oblongue à sphérique. Sa coloration et sa grosseur varient sensiblement selon la variété, sa poids est de quelques dizaines de grammes. Sa pulpe se divise en quartiers composés de vésicules juteuses et de graines dures de couleur blanches (Isabelle, 2011 ; Marilidia, 2002).

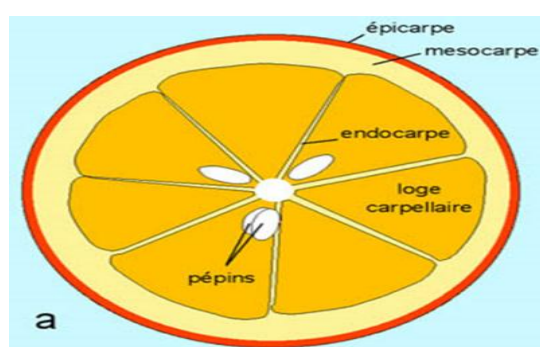


Figure 1: Coupe transversale de l'orange (Ciquel, 2017).

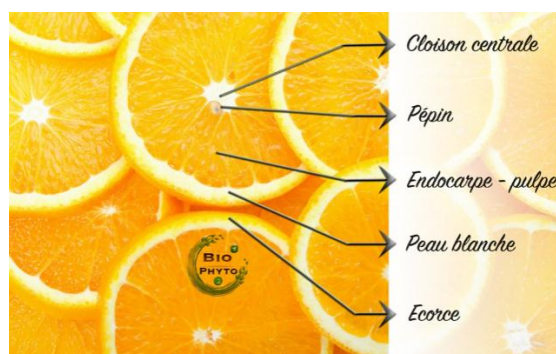


Figure 2 : Différentes parties d'une orange (Ciquel, 2017).

1.1.2 Les différents types d'orange

Il existe deux types des oranges : Orange doux (*Citrus sinensis*) et Bigarade (*Citrus aurantium*)

✓ L'oranger doux (*Citrus sinensis*)

Les orangers doux représentent l'espèce la plus cultivée du genre citrus. Les caractéristiques du fruit permettent de distinguer (4) quatre groupes :

- Les oranges blondes navels ;
- Les oranges blondes ;
- Les oranges sanguines ;
- Les oranges douces.

✓ **Bigaradier (*Citrus aurantium*)**

Le bigaradier possède une écorce verte et rugueuse. La pulpe de ces fruits est acidulée, ce qui lui confère un goût amer. Le bigaradier est utilisé comme porte greffe pour ses nombreuses qualités : la compatibilité satisfaisante avec les autres grandes variétés, la production abondante de fruits de bonne qualité.

1-1-3-. La composition chimique et la valeur nutritionnelle d'orange

Le fruit est riche en jus avec distinction, l'orange est riche en eau (plus de 85%). Cette eau de-là Constitution, sous forme dissoute, contient la plupart des éléments nutritifs (**Sabri, 1980**).

L'orange est riche aussi en nutriments (fibres, protéines, glucides, etc.) (Tableau 01), vitamines En particulier la vitamine C et la vitamine B du groupe (tableau 02) donc dans les minéraux et oligo-éléments, en particulier le calcium, le phosphore et le magnésium (tableau

Tableau 01 : Composition nutritionnelles de l'orange (Ciquel, 2017).

Composants	Teneur moyenne pour 100g
Fibres	2.2g
Protéines	1.1g
Lipides	0.36g
Acide organiques	1.13g
Glucides	7.92g

Tableau 02 : Compositions en vitamines de l'orange (Ciquel, 2017).

Vitamine	Teneur moyenne pour 100g
Provitamine A Bêta-carotène	71ug
Equivalent vitamine A	11,83ug
Vitamine B1	0,087mg
Vitamine B2	0,036mg
Vitamine B3	0,29mg
Vitamine B5	0,22mg
Vitamine B6	0,071mg
Vitamine B9	38,1ug
Vitamine C	57mg
Vitamine E	0,37mg

Tableau 03: Composition nutritionnelle de l'orange (minéraux et oligo-élément) (Ciquel, 2017)

Minéraux et oligo-élément	Teneur moyenne pour 100g
Calcium	29,7mg
Cuivre	0,035mg
Fer	0,089mg
Iode	0,3ug
Magnésium	12,4mg
Manganèse	0,029mg
Phosphore	18,1mg
Potassium	151mg
Sodium	1,25mg
Zinc	0,066mg

1.1.4. Le rôle d'orange

- ✓ La saveur amère et aromatique de la pulpe d'orange amère ouvre l'appétit et facilite la digestion (Touscher et al, 2005).
- ✓ La pulpe d'orange fraîche est utilisée pour traiter les maladies de la peau : l'acné, soins de visage (Valnet, 2001, Bachès, 2011).

1.1.5. Caractéristique physicochimique de l'orange

L'orange est ovale, de couleur orange, avec une peau épaisse, La pulpe est un peu acide et de couleur orange pâle. Ce goût légèrement acide est dû à la présence d'acide citrique. L'orange contient de fortes concentrations en vitamine C (Goudeau et al. 2008 ; Ramful et al., 2010).

1-2-Citron (*Citrus limonia*)

1-2-1-Définition

Le citron ou le limon serait originaire de l'Inde, avec de fortes branches barbelées. Feuilles de remplacement en cuir sont très grandes parfumées. Les fleurs sont blanches et pas trop parfumées, assemblées dans les hanches des feuilles. Le fruit est lourd, gras et de forme ovale, sa texture, forme et couleur varient selon l'espèce. Sa chair est divisée en 6 ou 12 quartiers et contient peu de graines. Citron est sélectionné avant maturité pour maintenir son acidité. (Rymond, 1998 ; Nathalie, 2007 ; Isabelle, 2011). Le goût aigre du citron provient de l'acide organique (acide citrique et malique) ne reste pas quand l'acide est dans les cellules. Les expériences ont prouvé à long terme que l'utilisation prolongée. Le citron fournit à l'organisme du carbonate de potassium lui permettant d'égaliser l'excès d'acidité du sang et l'environnement hormonal (Rymond, 1998).

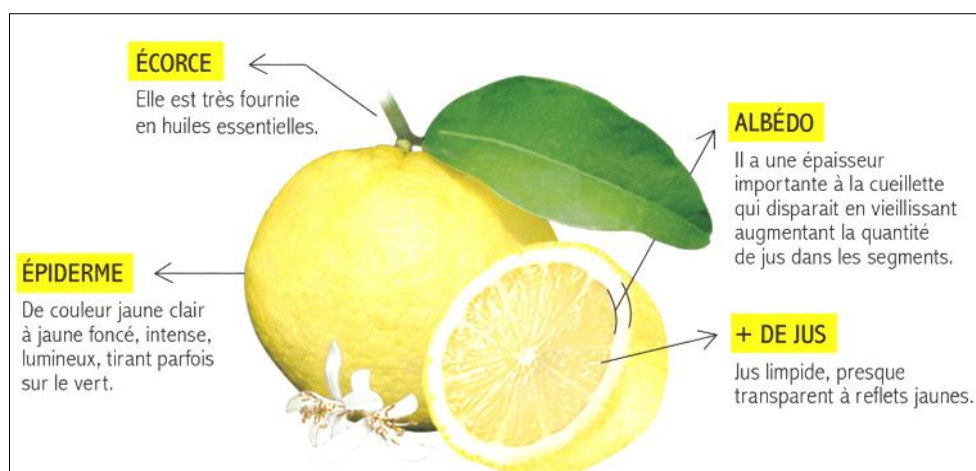


Figure 3: Les différents composés du citron (Ciquel, 2017).

1-2-2-Les différents types de citron

Le citron contient plusieurs variétés telles que (Esperade E., 2002):

- Citrons jaunes. Eureka : le plus cultivé dans le monde, d'origine californienne ; rond, peau fine, très acide, peu de pépins ; se trouve toute l'année. ...
- Citron Meyer. ...
- Citron caviar. ...
- Main de Bouddha. ...
- Yuzu. ...
- Citrons verts ou lime. ...
- Combava ou combawa ou citron kaffir. ...
- Cédrat..... etc(Ispirade, 2002).

1-2-3-Composition et la valeur nutritionnelle de citron

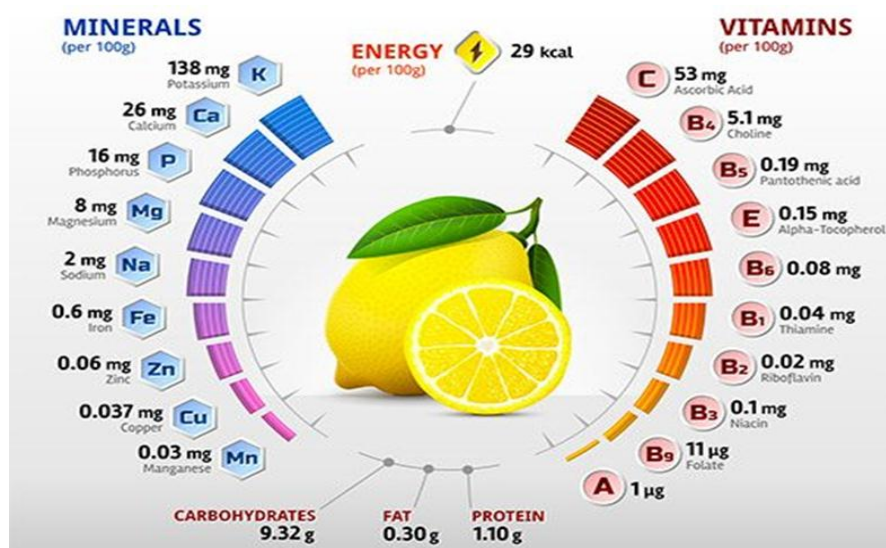


Figure 4:Les minéraux et les vitamines du citron (FAO, 2013).

Tableau 04 : Composition chimique et nutritionnelle pour 100g de citron (Ciquel, 2017).

Constituant	Teneurmoyenne	Constituant	Teneurmoyenne
Eau(g)	89 ,2	Beta-Carotène(µg)	3
Protéines(g)	0,8	VitamineE(mg)	0,8
Glucides(g)	2,45	VitamineC(mg)	53
Lipides(g)	0,3	VitamineB1(mg)	0,05
Sucres(g)	2,2	VitamineB2(mg)	0,02
Fibres(g)	2	VitamineB3(mg)	0,2
Sodium(mg)	<3	VitamineB5(mg)	0,19
Magnesium (mg)	8,93	VitamineB6(mg)	0,08
Potassium(mg)	149	VitamineB9(µg)	11
Calcium(mg)	18	Phosphor(mg)	15,5

1-2-4- Le rôle de citron

Le citron est connu pour son anti-fièvre, fatigue, constipation et maux de tête. Maux de tête et inflammation de la gorge, action anti-venin, même dit être immunisé à les morsures de serpent, ils aident à arrêter de fumer, etc. (Rymond, 1998 ; Michele , 2012).

1-2-5- Caractéristique physicochimique de citron

Le citron est ovale, jaune vif, avec une peau épaisse, La pulpe est acide et de couleur jaune pâle. Ce goût amer est dû à la présence d'acide citrique. Les citrons contient de fortes concentrations d'acides organiques (Tomer et al. 2010). Un citron est un agrume, également connu sous le nom de "mandarine". L'écorce d'orange diffère des autres fruits, tels que les tomates ou les raisins, car elle a La peau dure qui protège la partie comestible du fruit. La structure du fruit du citron se compose de trois parties (Bachès, 2011):

- La couche extérieure colorée "zeste", également appelée "flavedo", fournit Nombreuses glandes séminales.
- Couche interne blanche ou mésocarpe "ziste", également appelée "albédo" Consistance spongieuse plus ou moins épaisse, riche en pectine.
- La partie comestible, endocarpe ou épiderme interne recouvert de poils juteux, Remplir l'intérieur de la chambre capillaire.

1.3-Carotte : (*Daucus carotta*)

1-3-1-Définition

La carotte (*Daucus carotta* L.) est un légume important sur le plan économique et nutritionnel ; outre les caroténoïdes, il contient de nombreux composés phénoliques qui, comme on le suppose, ont un impact positif sur notre santé.

De plus, une carotte contient de nombreux éléments précieux ; ceux-ci comprennent les vitamines, les caroténoïdes, les anthocyanes, les fibres, les minéraux et d'autres nutriments. Il augmente également l'immunité aux maladies humaines.

La carotte est une plante très appréciée pour le marché des fruits et légumes, car c'est une riche source de nutriments importants pour le corps humain. Il est également apprécié en raison de la teneur en composés biologiquement actifs. Les racines des carottes sont faciles à stocker et fournissent une matière première pour la production de carottes séchées, de jus, de concentrés, d'aliments surgelés et en conserve. Les méthodes précédemment utilisées pour évaluer la valeur nutritionnelle des carottes supposent que les racines du même cultivar provenant de la même source sont similaires. En pratique, l'évaluation nutritionnelle de la carotte est basée sur l'évaluation moyenne d'un échantillon prélevé sur un lot de matière première, au lieu d'examiner la composition chimique des racines individuelles. C'est une simplification dans une certaine mesure, car on sait que les racines de carotte d'un même cultivar peuvent varier en valeur nutritionnelle, en fonction des conditions de croissance, en particulier au cours des différentes années de culture. Les fruits et légumes sont notoirement variables, et la qualité des morceaux individuels peut différer de la moyenne. Les légumes issus de l'agriculture biologique se caractérisent par des variations importantes, notamment au niveau de la forme. Les tests effectués sur les carottes indiquent que le système de culture peut avoir un impact substantiel sur l'accumulation de caroténoïdes et de sucres dans les racines. Ont montré que les racines des carottes issues de l'agriculture biologique se caractérisaient par une teneur plus élevée en sucres, en β -carotène et en lutéine par rapport aux cultures conventionnelles (**Redurant, 2007**).



Figure 5 : Les carottes.

1-3-2- Les différents types de carotte

La carotte cultivée appartient à la sous-espèce *Daucus carota* subsp. *sativus*. Celle-ci comprend deux variétés reconnues :

- *Daucus carota* subsp. *sativus* var. *sativus*, la Carotte de l'Ouest ; cette variété est la plus cultivée dans le monde, sauf en Asie ; elle se caractérise par des organes de réserve orange, jaunes ou blancs et par des feuilles vert-jaune fortement découpées;
- *Daucus carota* subsp. *sativus* var. *atrorubens*, la Carotte de l'Est ; cette variété est le plus communément cultivée en Asie ; elle se caractérise par des organes de réserve pourpres ou jaunes, exceptionnellement jaunâtres ou jaune orangé et par des feuilles vert glauque relativement peu découpées. (**Redurant, 2007**).

1-3-3-Compositionnel valeur nutritionnelle de la carotte

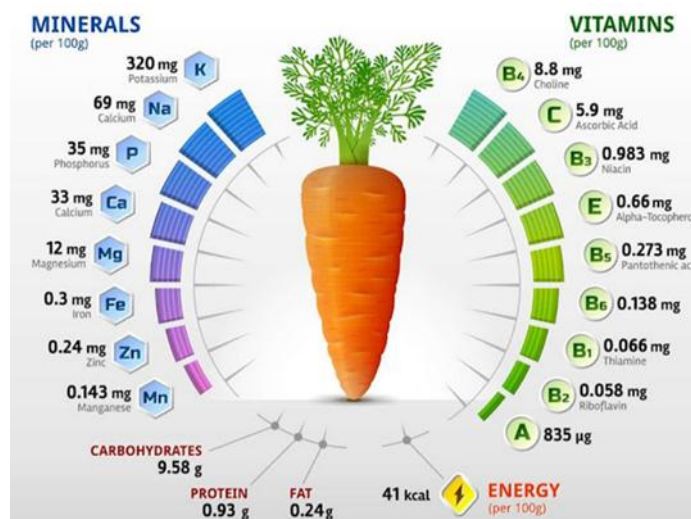


Figure 6 : La valeur nutritionnelle de la carotte et leur effet sur la santé (FAO, 2013 ; Ciquel, 2017)).

Tableau 05 : Caractéristiques et compositions chimique et nutritionnelle de la carotte (Mazarine ,2004 ; Cohen *et al*, 2009).

Nomdeconstituent	Teneur moyenne	Nomdeconstituent	Teneur moyenne
Poids (g)	100	Sodium(mg)	<40
Eau(g)	89	Ca(mg)	30
Calories(kcal)	33	K(mg)	300
Protides(g)	0,8	P(mg)	25
Lipides (g)	0,3	Fe(mg)	0,3
Glucides(g)	6,7	Fibres(g)	3
VitamineC(mg)	10	β-carotène(mg)	7

✚ Les carottes contiennent des vitamines : A, B1, B2, C, Provitamine A (carotène) et Minéraux : calcium, acide phosphorique, sodium, magnésium, potassium, oxyde de fer et Arsenic.

✚ Vitamine A (oxyfofol) : Son manque entraîne une perte de poids en raison de la malnutrition. Appendices secs (ongles, cheveux, etc.), troubles de toutes sortes (neurologiques, Anxiété et maux de tête.....)

✚ Vitamine B1 (thiamine) : nécessaire à la formation de diastases permettant l'absorption et la dégradation du glucose dans les cellules.

✚ Vitamine B2 (riboflavine) : contribue à l'équilibre des fonctions nutritionnelles et Tissu respiratoire.

✚ Vitamine C (acide ascorbique) : maintient la cohésion cellulaire dans les tissus, Les produits biologiques contribuent à assurer leur nutrition.

✚ Provitamine A (carotène) : indispensable à la croissance et même à la vieillesse active les reins surtout pendant la grossesse où il active.

✚ Destruction des toxines des contractions des muscles utérins (**Rymond, 1998**).

2- Généralité sur les jus

2-1-Définition de 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, provenant 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**).

2-2-Différents types de jus

2-2-1-Purée de fruits

Produit obtenu par des procédés appropriés, par exemple en passant au tamis ou en broyant la partie comestible du fruit entier ou pelé sans en prélever le jus. Le fruit doit être sain, parvenu à un degré de maturation approprié et frais ou bien conservé par des moyens physiques ou par un ou plusieurs des traitements appliqués conformément aux dispositions pertinentes de la commission du **Codex Alimentarius (2005)**.

2-2-2-Les boissons aux fruits

Sont composées de jus de fruits concentrés ou non, d'eau et de sucre et contiennent au moins 25% de jus de fruits, dans le cas des boissons plates. Dans les boissons aux fruits gazeuses cette teneur est d'au moins 10% (**Boiron, 2000**).

2-2-3-Nectar de fruits

Le nectar de fruits est le produit non fermenté, mais fermentescible, obtenu en ajoutant de l'eau, avec ou sans adjonction de sucres, de miel et/ou de sirops, et/ou d'édulcorant, ou à un mélange de ces produits. Des substances aromatiques, des composés aromatisants volatils, de la pulpe et des cellules, qui doivent tous avoir été obtenus à partir du

même type de fruit et par des moyens physiques adaptés, peuvent être ajoutés (**Codex Alimentarius, 2005**).

2-2-4- Jus de légume

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

2-2-5- Jus cocktail

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

2-3- 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 fraiche, 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**).

2-4-Altération de jus

2-4-1-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.

2-4-1-1-Dégradation de la vitamineC

La vitamine C ou l'acide 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 07représente la structure de la vitamineC.

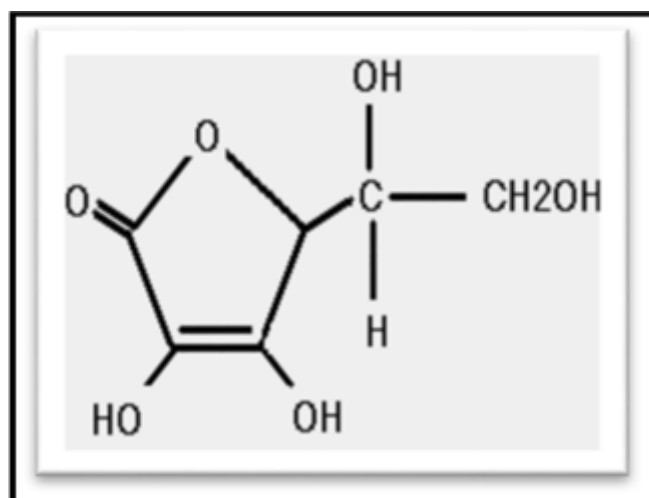


Figure7: Structure de la vitamineC (Ciquel, 2017).

Les facteurs favorisant la gradation de la vitamine C :

✓ **L'oxygène**

C'est le facteur le plus fréquent de la disparition de l'acide ascorbique dans le jus de fruits. Cette dégradation est proportionnelle à la concentration initiale d'oxygène dans l'espace libre de jus (des agrumes). Ce phénomène est augment éenprésence d'enzyme, de lumière, de métaux (fer et cuivre) (Pincemail *et al*, 1998).

✓ **La température**

La température est responsable de l'altération de la vitamine C selon la durée de stockage. Toutefois, son oxydation est possible à température ordinaire, elle est accéléré eaux 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 a

la lumière.

Donc, plusieurs facteurs sont susceptibles d'avoir une influence directe sur la dégradation de l'acide ascorbique à savoir (Oxygène, Température, pH, Lumière et humidité) (**Saoudi et Yattou, 1994**).

2-4-2-Altération organoleptique

2-4-2-1-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.

2-4-2-2-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**).

2-4-2-3-Altération microbienne

➤ **Origine et nature de la flore microbienne des aliments**

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 acide-tolérantes, notamment des bactéries lactiques (**Guiraud, 1998**).

4. Importance de la filière du jus dans l'Algérie

Le secteur des boissons non alcoolisées est l'un des plus importants de ce secteur de l'industrie alimentaire algérienne. Elle a généré plus de 45 milliards de dollars de ventes.

Plus de 1 700 entreprises sont actives dans le secteur 19 000 travailleurs. Caractéristiques de la production de trois catégories de produits: Boissons gazeuses, jus de fruits et eau minérale. Cette production permet de satisfaire La demande toujours croissante de la population, estimée à 21 millions d'hectolitres en 2010(**Isabelle, 2011**).

5. La consommation algérienne du jus

L'Algérie consomme environ 17 litres de jus de fruits industriels par an, 8 litres pour la Tunisie, 33 litres pour la Libye et 5 litres pour la Libye. En 2012, environ 2,4 milliards de litres de jus de différents fruits ont été vendus tout le territoire vaut 104,8 milliards de dinars. La consommation de jus de fruits en Algérie augmente fortement, avec une croissance annuelle 10%. Les Algériens consommant 239 millions de litres de jus de fruits en 2011, ils le consommeront en 2016 : 324,4 millions de litres (**Lamani et Cheriet, 2011**).

Partie expérimentale

Chapitre II:

Matériel et méthodes

Matériel et méthodes

L'objectif de notre travail est d'incorporer le concentré de jus de carotte qui présente des avantages nutritionnels et thérapeutiques très connus pour enrichir le jus d'orange naturel. Ensuite, d'estimer l'effet de l'ajout d'acide citrique sur les propriétés physico-chimiques et organoleptiques du jus préparé.

1-Matière première

Les ingrédients utilisés dans la préparation des jus sont : carotte (*Daucus carotta*L.), orange (*Citrus sinensis*L.), citron (*Citrus limon* L.), sucre, et acide citrique (tableau 07). Ces matières ont été achetées au marché et aux grandes surfaces de la wilaya de Laghouat.



Figure 9 : Photographie originale montrant la carotte, l'orange et le citron.

2-Equipements et réactifs

L'ensemble de ce travail a été réalisé au laboratoire pédagogique de département des Sciences Agronomie et alimentaire et le laboratoire de recherche de chimie de l'université Amar Telidji Laghouat. Le tableau 06 montre la liste des produits chimiques et du matériel utilisés dans la partie expérimentale. Tous les produits utilisés dans ce travail sont d'un grade analytique élevé.

Tableau 06 : Liste des produits chimiques et du matériel utilisés dans la partie expérimentale

Produit chimiques	Marque
Acide chlorhydrique (HCl)(37%), Hydroxyde de sodium (NaOH), Chlorure de sodium (NaCl), RéactifFolin-Ciocalteau, Acide gallique (C ₇ H ₆ O ₅), Acétone(C ₃ H ₆ O), l'acidesulfurique (H ₂ SO ₄), acétate d'éthyle(C ₄ H ₈ O ₂), Acide gallique (C ₇ H ₆ O ₅), Acide ascorbique (C ₆ H ₈ O ₆), Beta-carotène (C ₄₀ H ₅₆), 2,6-DCPIP, Acide ortho phosphorique, Acide ascorbique.	<i>SIGMA-ALDRICH</i>
Appareillages	Marque
Balance analytique Spectrophotomètre UV/Visible Spectrophotomètre UV/Visible pH-mètre Micropipette 20-200µl Micropipette 100-1000µl Micropipette 10-100µl Etuve Bain marie Agitateur magnétique chauffant	<i>KERN, ABS 220-4 Shimadzu 1800 Shimadzu 1601 WTW:inoLab® pH 7110 ISOLAB SOCOREX Accumax Memmert Stuart Ceramique, IC152-1L</i>
Méthanol(CH ₄ O), Ethanol (C ₂ H ₅ OH).	<i>Riedel-de Haen</i>
Chloroforme (CHCl ₃),	<i>Fluka</i>

Carbonate de sodium (Na_2CO_3).	<i>Pearce</i>
Hydroxyde de potassium à 5% (KOH), hydroxyde de sodium (NaOH),	<i>Biochem</i>
Verreries	
Béchers, Fioles jaugées classe A et B (5, 10, 25, 100, 250, 500, 1000 ml), Tube à essai en verre, Eprouvette graduée de classe A (5ml), Porte tube, Spatule, Verre de montre, Nacelles en verre, de capacité appropriée la prise d'essai, Cuvette UV/visible à usage unique en plastique.	

3- Préparation de jus d'orange enrichi en concentré de carotte

3-1-Concentré de jus de carotte

La carotte (*Daucus carotta* L.) est une variété dont la pulpe est très riche en vitamines, en carotène spécialement, en fibres et en polyphénols.

La préparation de concentré de jus de carotte est passée par plusieurs étapes. Après le triage, les carottes sont lavées avec de l'eau distillée puis épluchées et coupés en morceaux d'un diamètre d'environ 3.5 ± 0.2 cm et une épaisseur de 0.5 ± 0.1 cm. Ensuite les carottes découpées sont portées à la cuisson par la vapeur pendant 6 minutes dans le but de ramollir les parois.

A l'aide d'un mixeur, les carottes ont été mixées à froide. Puis, une étape de filtration dont le but est de séparer la phase liquide (concentré) de la phase solide (pulpe) est effectuée par une gaze stérile (**Adubofuor et al., 2016**).

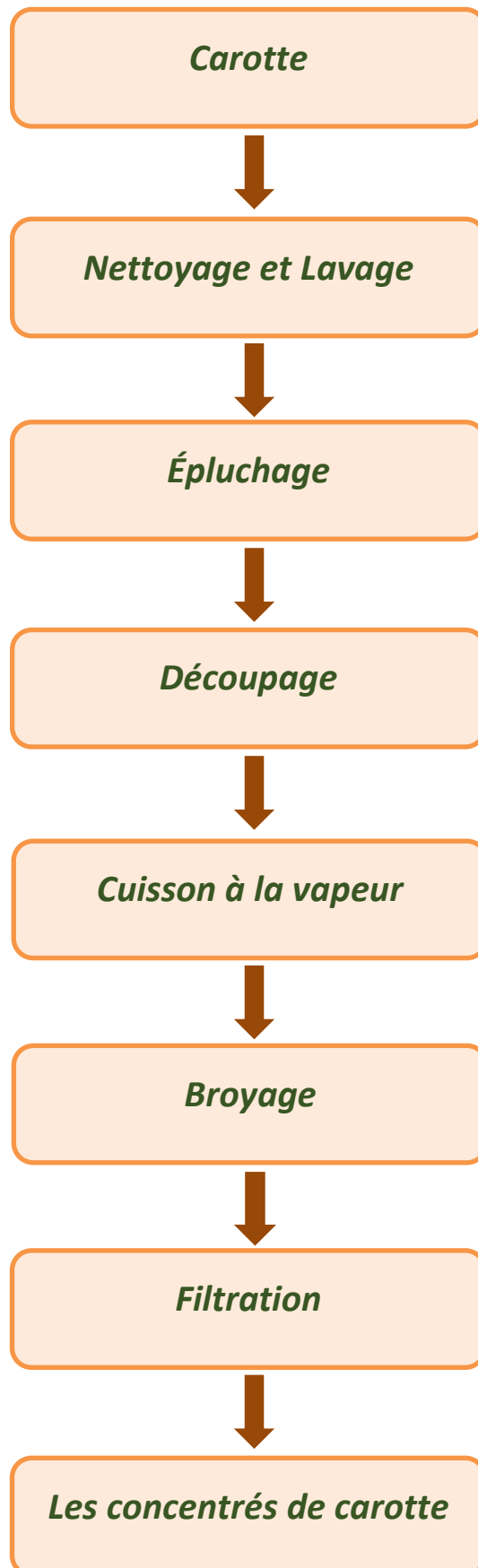


Figure 10 : Diagramme de préparation du concentré de carotte.

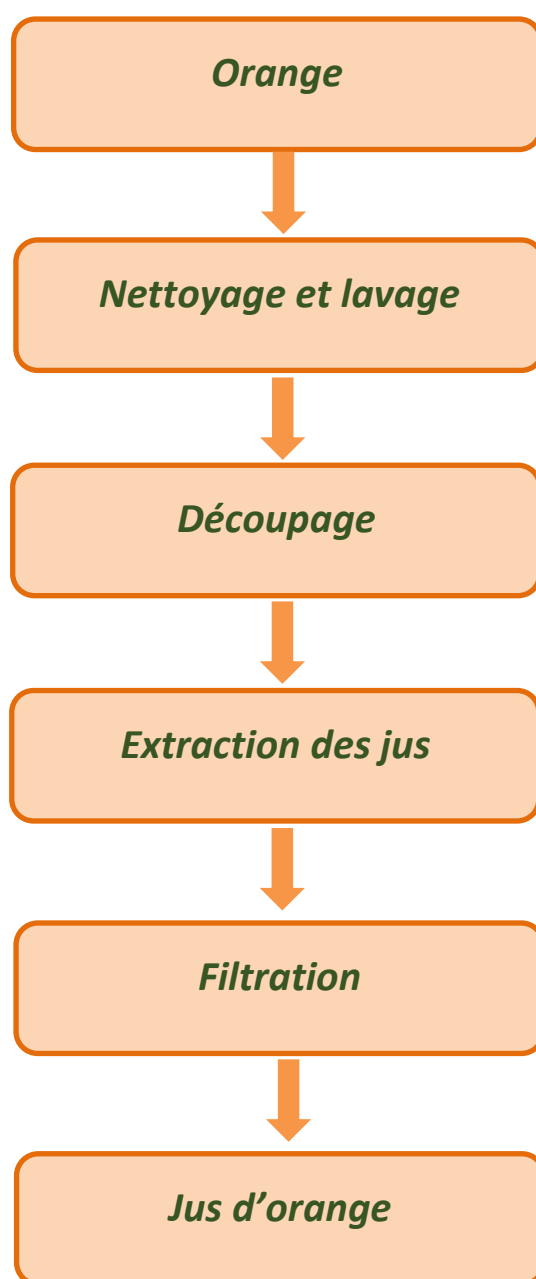


Figure 11 : Diagramme de préparation de jus d'orange.

3-2-Jus d'orange enrichi en concentré de carotte

Le jus a été préparé selon les normes mentionnées dans le Journal Officiel de République Algérienne et le Journal Officiel des Communautés Européennes (**JOCE, 2005 ; JORADP, 2022**) avec légères modifications.

Après plusieurs essais, nous avons sélectionné les pourcentages d'addition de concentré de carotte aux jus sur la base de leurs caractéristiques rhéologiques et organoleptiques.

Le concentré de jus de carotte obtenu est utilisé pour enrichir le jus d'orange comme suit :

Tableau 07 : Formulation des jus préparés.

Jus d'orange enrichi en concentré de carotte	Code	Composition	Concentré de jus de carotte(%)	Jus d'orange (%)	Citron (%)	Sucre (%)	Acide citrique (g)
	Témoïn (300)		0	100	1	5	0
	R1 (255)	- Concentré de jus de carotte	15	85	1.5	8.3	0
	R2 (225)	- Jus d'orange	25	75	2	13.3	0
	R3 (195)	- Citron	35	65	2.5	26.6	0
	R4 (150)	- Sucre	50	50	3	26.6	0
	R5 (301)	- Acide citrique	0	100	0	8.3	0.2

Le jus d'orange enrichi est pasteurisé au bain marie (pendant 5 minutes à 90°C), après l'avoir remplie dans des bouteilles de verre stériles. Enfin, les flacons (bouteilles) sont refroidis sous l'eau froide et conservés à 4°C.

Le diagramme de fabrication de jus est présenté dans la figure suivante :

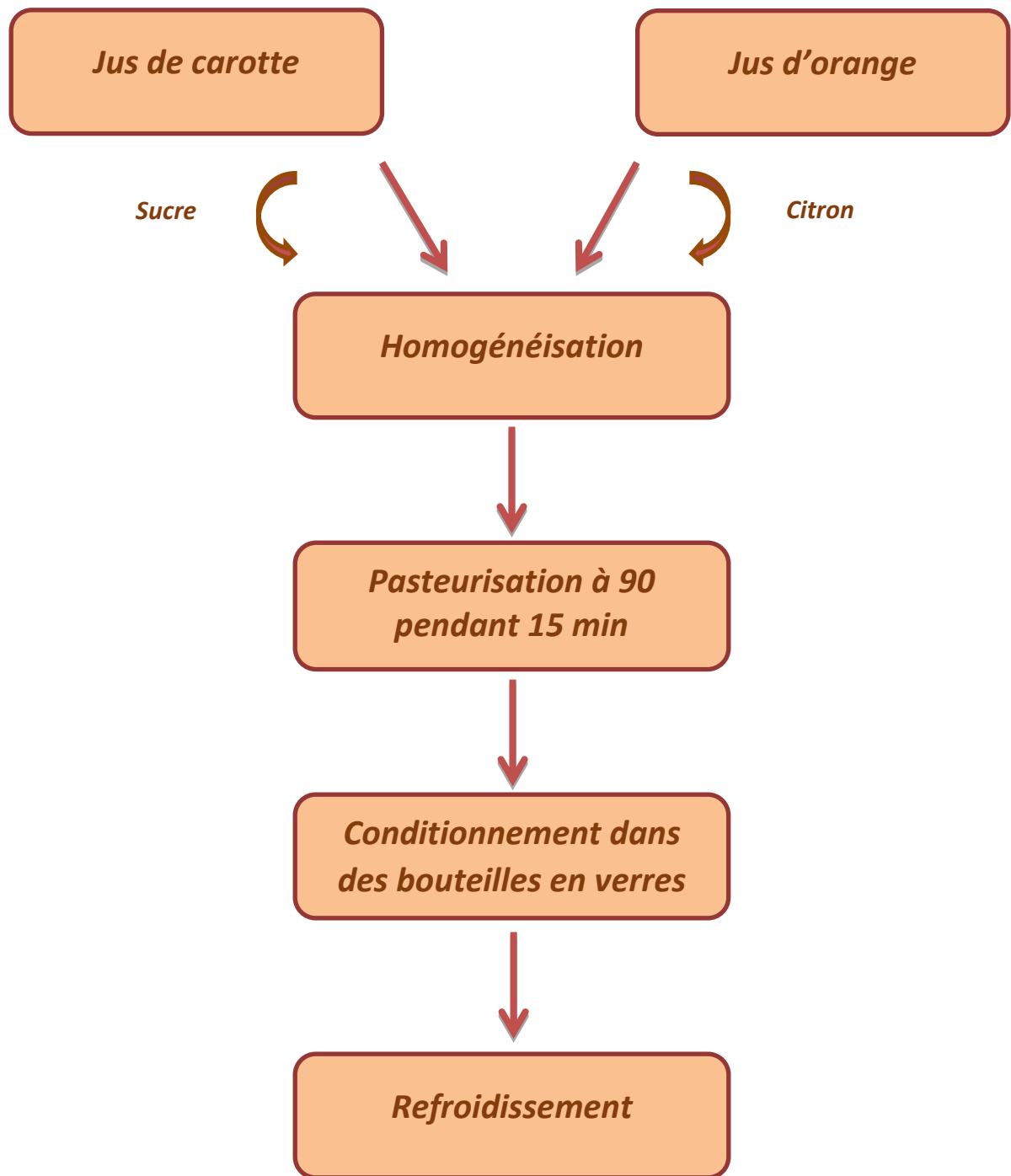


Figure 12 : Diagramme de préparation de jus enrichi en concentré de carotte.

4-Analyse physicochimiques et biochimiques

4-1-Détermination du rendement d'extraction de jus

Selon **Adjou et al. (2013)**, le rendement en jus est la quantité de jus extrait après pressurage par rapport à la masse initiale du produit et est calculé par la formule suivante :

$$R (\%) = \frac{mj}{mi} \cdot 100$$

Avec :

- R : rendement en jus (%)
- mj : masse de jus après pressage (g)
- mi : masse avant pressage (g)

4-2- Caractérisation physicochimique et biochimique

Ces analyses ont été faites sur les différents jus produits ; Les paramètres déterminés sont: la densité, le pH, l'acidité titrable, le degré Brix, la matière sèche, la teneur en eau. Vitamine C, les polyphénols totaux, les sucre totaux et les caroténoïdes.

4.2.1. Mesure de la densité:

➤ Principe :

La densité détermine la masse d'une substance par rapport à son volume. Selon **Mousavizadeh et al. (2010)**, la densité est calculée par la formule suivante :

$$\text{Densité} = \frac{\text{Poids}}{\text{Volume}}$$

4.2.2. Matière sèche et teneur en eau :

➤ Principe :

La teneur en eau est déterminée conformément à la norme **A.O.A.C. (1984)**. L'échantillon est placé dans un récipient en verre muni d'un couvercle assurant l'étanchéité, séché à l'étuve pendant 30 minutes et laissé refroidir. Ensuite, il est pesé. L'ensemble est séché à l'étuve à 103°C pendant 24 heures. Après séchage et refroidissement, l'ensemble est à nouveau pesé. Connaissant la teneur en eau, on détermine par différence le taux de matière sèche dans l'échantillon.

$$\text{Humidité (\%)} = \frac{P1-P2}{P1} \cdot 100$$

Avec :

- P1 : poids avant étuvage
- P2 : poids après étuvage.

4.2.3. Degré Brix (NF V05-109) :

➤ Principe :

Le degré Brix est mesuré à l'aide d'un réfractomètre de type portable gradué de 0 à 55° Brix sert à mesurer en degré brix la fraction du saccharose dans un liquide. Plus le degré brix est élevé plus le produit est sucré suivant la méthode rapportée par **Konfo (2011)**. On dépose une goutte d'échantillon humide sur la lentille du réfractomètre et la lecture est faite directement après exposition à la lumière.



Figure 13: Photographie originale montrant le Réfractomètre.

4.2.4. Détermination du potentiel d'hydrogène (NF T90-014)

➤ Principe :

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

Le pH du jus a été déterminé par la méthode rapportée par **Azan-Gnandji et Togbédji (2009)**. Cette mesure a été effectuée dans un aliquote de 15 ml de chaque échantillons de jus à l'aide d'un pH- mètre. Après calibrage du pH-mètre avec les solutions tampons, on prélève 15 ml du jus dans lequel on plonge l'électrode afin de lire le pH.



Figure 14: Photographie originale montrant le pH-mètre.

4.2.5. Acidité titrable

➤ Principe :

L'acidité du titrage est déterminée selon la méthode de l'**AOAC (1975)**. Elle est mesurée en neutralisant l'acide total avec une solution de KOH (0,1N). La progression de l'équation est suivie à l'aide d'un indicateur coloré (phénolphthaléine). Le dosage est arrêté lorsque la couleur de l'indicateur devient rose. Dans une prise d'essai de 10 ml de jus (V_e), verser la solution décimale d'hydroxyde de sodium jusqu'à ce que l'indicateur coloré devienne rose continu pendant 10 secondes. Il est à noter que le volume d'onglet utilisé sert à calculer l'acidité du produit selon la formule ci-dessous.

$$\text{Acidité titrable(\%)} = \frac{\text{Titre} \cdot \text{Coeff} \cdot 10}{V_e}$$

Avec :

- Titre : Volume de KOH versé (0,1 N) en ml.
- Coeff : 0.0064 (Acide citrique).
- V_e : Volume d'échantillon.

4.2.6. Dosage des sucres totaux

➤ Principe :

La technique utilisée est de **Tajini et al. (2020)**, 1 ml de la solution à examiner est placé dans un tube à essai avec 1 ml de phénol (75 %) ; 2 ml de H_2SO_4 ont été rapidement ajoutés et le mélange est instantanément agité par l'agitateur.

La réaction étant exothermique, une chaleur importante est générée à l'intérieur du tube, il est donc nécessaire de refroidir le mélange avant de l'incuber à 30 °C pendant 10 minutes. L'absorbance a été mesurée à 490 nm. Les résultats sont exprimés en microgrammes d'équivalent glucose.

4.2.7. Dosage des polyphénols totaux des jus

➤ Principe :

La détermination des phénols totaux est basée sur l'oxydation des composés phénoliques et l'évolution de la couleur. La méthode la plus utilisée est la méthode Folin-ciocalteu (M'hiri, 2015).

Ce réactif est constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMO_{12}O_{40}$) (Hama et al, 2017).

Sous l'action des antioxydants, ces acides vont se transformer en oxydes bleus de tungstène et de molybdène. L'absorbance sera mesurée à 760 nm par rapport à une plage standard mesurée avec de l'acide gallique. Cela permet de mesurer la présence de phénols totaux dans l'extrait, exprimée en mg d'équivalent acide gallique (Thomas, 2016).

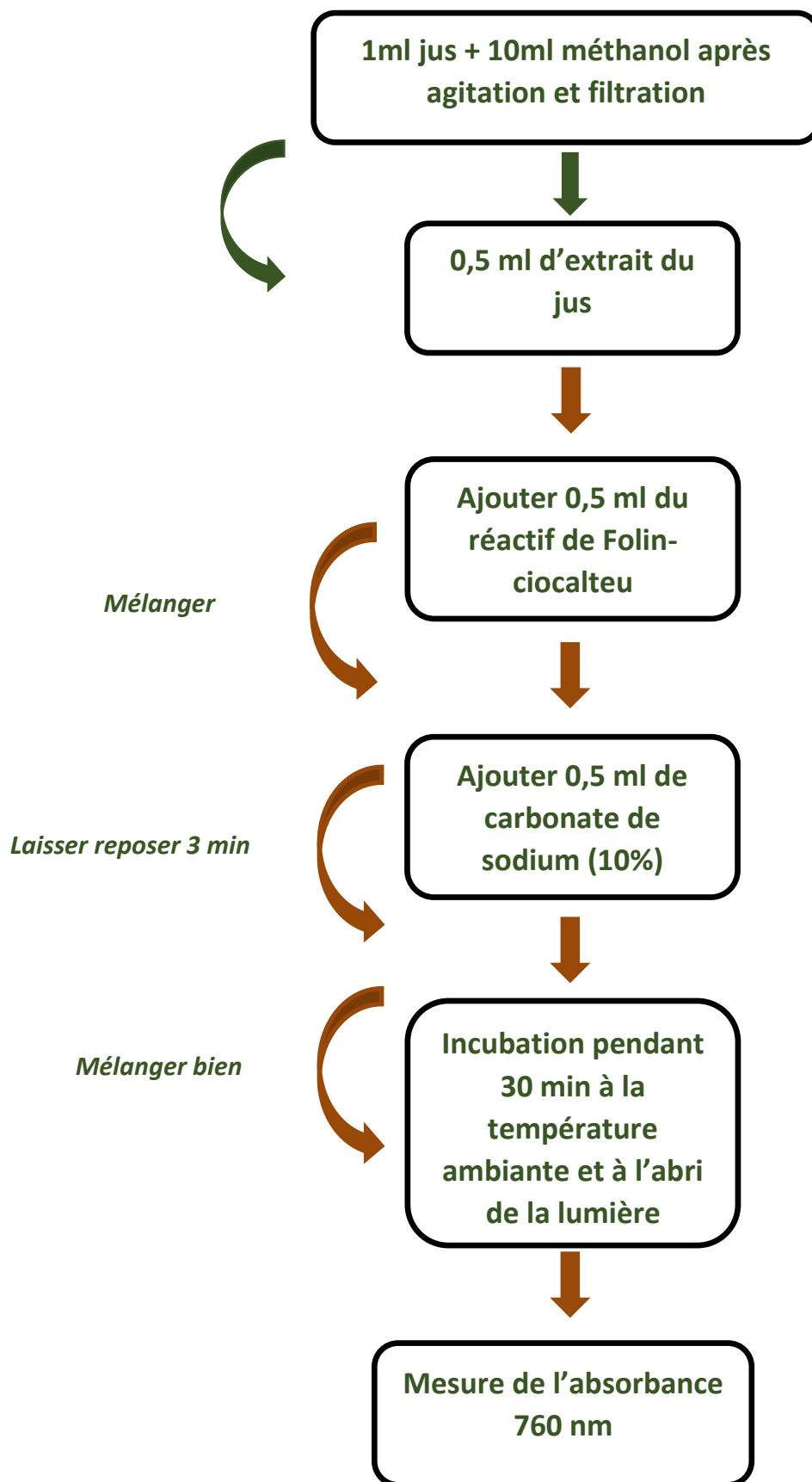


Figure 15 : Les différentes étapes de dosage des polyphénols (Kamazawa et al, 2002).

La teneur en composés phénoliques de chaque extrait a été calculée à partir d'une courbe d'étalonnage de l'acide gallique et exprimée en milligrammes d'équivalent d'acide gallique par 100 ml de jus (mg EAG/100ml jus) (**Boizot et al, 2006**).

➤ Préparation de la gamme d'étalonnage

- Peser 200 mg d'acide gallique;
- Les dissoudre dans 20 ml d'éthanol ;
- Diluer la solution mère.

➤ Traçage de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique

- Prélever 0,5 ml de chaque dilution d'échantillon dans des tubes à essais ;
- Ajouter 5 ml d'eau distillée dans chaque tube ;
- Ajouter 0,5 ml de réactif de Folin-ciocalteu ;
- Après 3 mn, ajouter 0,5 ml de carbonate de sodium à 10 % ;
- Laisser incuber 1 heure à température ambiante et protéger de la lumière.
- Le blanc représentait 5 ml d'eau distillée additionnée de 0,5 ml de Folin-ciocalteu et 0,5 ml de carbonate de sodium à 10 % ; Les absorbances sont lues à 760 nm, après agitation et repos pendant 1 heure. La concentration en composés phénoliques totaux est déterminée par référence à la courbe de titrage obtenue en utilisant l'acide gallique comme étalon de titrage.

4.2.8. Dosage des caroténoïdes

➤ Principe :

- Les caroténoïdes forment un groupe de molécules dans toutes les plantes photosynthétiques (**Ahmad et al, 2019**).
- Les caroténoïdes totaux ont été analysés selon la méthode décrite par **Kiros et al. (2016)**
- Deux millilitres de jus de carotte ont été mélangés pendant 5 min avec 10 ml de chloroforme/méthanol de qualité analytique (2:1).
- Après agitation, la phase organique a été séparée de la phase aqueuse, filtrée avec du papier filtre et recueillie.

- La phase aqueuse a été extraite plusieurs fois avec 5 ml de chloroforme/méthanol jusqu'à ce qu'elle soit incolore.
- Tous les extraits regroupés ont été mélangés et dilués à 50 ml avec du chloroforme/méthanol, et les caroténoïdes ont été quantifiés à température ambiante (21 °C) par spectrophotomètre UV-visible (**Shimatzu, 1981**).
- L'absorbance a été mesurée à 4350 nm. Les résultats sont exprimés en microgrammes d'équivalent de bêta - carotène / 100 ml échantillon.

4.2.9. Dosage de la vitamine C

➤ Principe :

La vitamine C est l'un des antioxydants les plus hydrosolubles dans l'eau et de faible poids moléculaire que l'on trouve dans tout le règne végétal. Étant donné que les humains et n'ont pas la capacité de synthétiser et de stocker la vitamine C, ils dépendent des fruits et légumes frais pour répondre à leurs besoins quotidiens (**Ahmad et al, 2019**).

Pour la détermination de la concentration en acide ascorbique (vitamine C) on a appliqué la méthode de **Bergeret. (1957)**, avec légères modifications :

➤ Etalonnage d'une solution de 2,6-DCPIP par préparation d'une solution de vitamine C :

- Préparation 500 ml d'une solution de vitamine C par pesée exacte d'environ 0,14g d'acide ascorbique (manipuler à l'abri de la lumière) ;
- Dans une fiole de 100 ml, mettre :
 - 5 ml de la solution étalon de la vitamine C ;
 - 5 ml d'acide ortho phosphorique à 20% ;
 - 10 ml d'eau distillée récemment bouillie et refroidie à l'abri de l'air ;
- Verser la solution de 2,6-DCPIP placée dans la burette jusqu'au virage au rose pâle persistant au moins 30 secondes ;
- Noter le volume versé (V_1) de la solution de 2,6-DCPIP ;
- Effectuer 3 essais concordants ;

➤ Dosage de la vitamine C d'un jus d'orange :

- Dans une fiole de 100 ml, mettre :
 - 5 ml de jus;

- 5 ml d'acide ortho phosphorique à 20% ;
 - 10 ml d'eau distillée récemment bouillie et refroidie à l'abri de l'air ;
- Verser la solution de 2,6-DCPIP placée dans la burette jusqu'au virage au rose pâle persistant au moins 30 secondes ;
 - Noter le volume versé (V_2) de la solution de 2,6-DCPIP ;
 - Effectuer 3 essais concordants ;

➤ Expression des résultats :

- Déterminer la concentration molaire, massique et le pourcentage (mg/100 ml) de la vitamine C dans les jus de fruits comme suit :

$$C_{\text{vit C Jus}} \left(\frac{\text{mg}}{100 \text{ ml}} \right) = C_{\text{vit C Etalon}} \cdot \frac{V_2}{V_1}$$

Avec :

- C : concentration en mg/100 ml de jus ;
- V_1 : volume versé de la solution de 2,6-DCPIP à la solution étalon ;
- V_2 : volume versé de la solution de 2,6-DCPIP au jus ;

5-Analyse sensorielle

La qualité sensorielle des jus a été évaluée en appliquant deux tests sensoriels: le test de classement par rang et le test hédonique tels que décrits par **Watts et al. (1991)**. Les test hédoniques sont conçue pour mesurer le degré d'appréciation d'un produit, on se sert d'échelles de catégories allant de (n'aime pas *extrêmement*) à (aime *extrêmement*) où en passant par neutre avec un nombre variable de catégories intermédiaires. Les dégustateurs choisissent, pour chaque jus, la catégorie qui correspond à leur degré d'appréciation.

Les attributs évalués étaient la texture, la couleur, le goût, l'odeur, l'acidité et l'acceptabilité globale. Pour chaque jus, les dégustateurs ont évalué leurs attributs en utilisant une échelle hédonique à neuf points (**Agrahar-Murugkar et al, 2015**).



Figure 16 : Photographie originale montre les échantillons des jus préparés lors l’analyse sensorielle.

L'échelle hédonique à neuf points est largement utilisée par les scientifiques de l'alimentation (**Mudgil et al, 2017**). Les dégustateurs ont marqué pour différentes propriétés un score maximum de 9 pour aimer extrêmement, 8 : très aimer, 7 : aimer, 6 aimer moyennement, 5 : ni aimer ni n'aime pas, 4 : n'aime pas moyennement, 3- n'aime pas assez, 2- n'aime pas beaucoup et 1 n'aime pas extrêmement (**Galla et al, 2007**).

Les notations de chaque jus sont présentées sous forme de tableau et analysées au moyen de l'analyse de variance (ANOVA) pour déterminer s'il y a des différences significatives dans le Degré d'appréciation moyen entre les jus (**Watts et al, 1991**).

Le jury se compose de 10 sujets, qui sont des étudiants de Master 2 de spécialité Agroalimentaire et control de qualité, de Département de Sciences Agronomiques de l'Université de Amar Telidji de Laghouat.



Figure 17: Photographie originale montre les étudiantes faisant une analyse sensorielle.

Des explications et des instructions ont été données aux dégustatrices avant le commencement de chaque test. Chaque dégustateur reçoit 06jus (jus témoin et 05 jus enrichis en concentré de carotte) codés avec des numéros aléatoires à 3 chiffres. Ensuite, il est demandé à chaque sujet de remplir une fiche d'analyse sensorielle contenant toutes les informations relatives aux paramètres de dégustation (voir annexe 01).

Les dégustateurs sont demandés de classer les jus sous leurs 05 formes (formulations) par rapport au jus témoin. Les jus lui sont présentés simultanément pour chaque série (selon le type d'enrichissement) et d'une façon anonyme dans des récipients codés a accompagné chacun d'un verre d'eau.

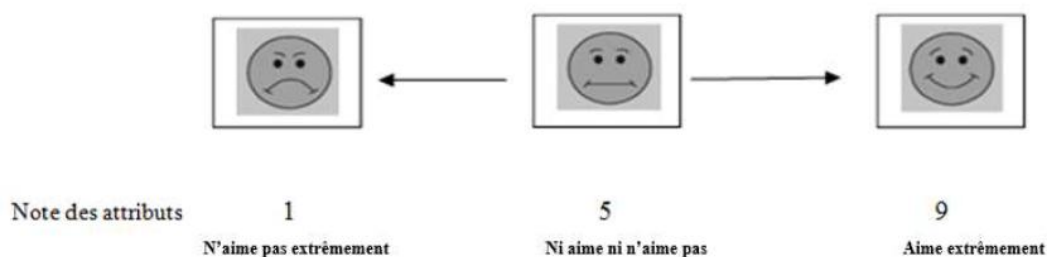


Figure 18: Échelle faciale à neuf points utilisés pour la catégorisation hédonique des jus préparés.

6. Analyse statistique

Les résultats ont été exprimés en moyenne \pm écart type. L'analyse statistique a été réalisée avec le test de Duncan (avec un intervalle de confiance $\alpha \leq 0.05$) à l'aide du logiciel statistique SPSS version 25.0 (SPSS Inc., Chicago, États-Unis) (Hyun-Jung et al, 2014; Mogol et Gökmen, 2014). Le logiciel statistique JMP (Version, 11) a été utilisé pour déterminer les coefficients des polynômes pour chaque réponse. La variance de Fisher (F) a été utilisée pour vérifier la signification du coefficient de régression. Un coefficient de détermination (R^2) a été calculée et l'adéquation de modèle a été testée en séparant la somme résiduelle des carrés en erreur pure et manque d'ajustement (Bourekoua et al, 2016).

7. Analyse des composants principaux (ACP)

Une comparaison entre les différentes propriétés (physicochimiques et sensorielles) des jus préparés a été effectuée par la méthode d'analyse en composants principaux (ACP), qui est une approche multi variée conçue pour les données multi corrélées. Cette méthode a été réalisée pour visualiser les relations possibles au sein de la matrice des données. Pour déterminer le nombre des composantes principales (PCs), les valeurs propres de la matrice de corrélation, indiquant le pourcentage de variabilité expliqué par chaque composante, ont été totalisées et un graphique a été construit (Aponte et al. 2014).

Cette méthode permet de projeter les informations des variables originales sur un petit nombre de nouvelles variables appelés composants principaux (PC), qui sont des combinaisons linéaires des variables d'origine. Les PC sont orthogonaux les uns aux autres et donnent, par ordre décroissant, la meilleure description de la variabilité des données. Les PCs sont utilisés comme nouveaux axes dans un tracé d'échantillons et un tracé de variables correspondant. Cela permet d'obtenir une vue d'ensemble des données et de déterminer

quelles propriétés sont liées et quelles propriétés sont les plus importantes pour distinguer les échantillons (**Aamodt et al. 2003**). L'analyse en composantes principales (PCA) a été effectuée aussi par le logiciel *SPSS Statistics (version 25)*.

Chapitre III:

Résultats et discussion

Chapitre III: Résultats et discussion

1. Caractéristiques physico-chimiques des matières premières utilisées

Les résultats des analyses physico-chimiques des matières premières utilisées dans la préparation des jus sont représentés dans le tableau 08

Tableau 08 : Propriétés physicochimiques des matières premières utilisées dans la préparation des jus.

Propriétés	Orange (<i>Citrus sinensis</i> L.)	Carotte (<i>Daucus carota</i> L.)
Humidité (%)	89.9±1.7 ^a	84.5±0.5 ^b
Matière sèche (%)	10.1±1.7 ^a	15.5±0.5 ^b
Extrait sec soluble (°Brix)	11.5±2.4 ^b	8.1±3.7 ^a
pH	3.5±1 ^a	7.21±1.5 ^b
Acidité titrable(%)	0.49±0.14 ^b	0.37±0.1 ^a
Sucres totaux (%)	12.67±1.1 ^b	9.32±3.5 ^a

Les valeurs en exposant avec des différentes lettres dans la même ligne sont significativement différentes au seuil de signification de 5% ($\alpha \leq 0.05$) analysées par le test de Duncan.

Il existe une différence significative entre les différentes propriétés physico-chimiques des matières premières utilisées dans la préparation des jus.

D'après le tableau, nous constatons que l'orange a un pH réduit (3.5) avec des teneurs élevées en extrait sec soluble (11.5) et en sucres totaux (12.67%).

On comparaison à la carotte, l'orange contient une teneur élevée en humidité (89.9%). L'humidité fait référence à la quantité d'eau libre et de substances volatiles perdues lors du séchage des aliments à température contrôlée dans une étuve à air chaud. Elle est exprimée en g pour 100 g d'échantillon (**Shravan et al, 2018**).

Les valeurs d'humidité (89.9%), pH (3.5), d'acidité (0.49%) et de degré Brix (11.5) trouvées pour l'orange sont proches à celles rapportées par **Shravan et al. (2018)** (88.5%, 3.8, 0.51% et 11, respectivement).

Aiteur et al. (2007) ont trouvé que l'orange a un pH de 3.37 en plus qu'elle contient 12% de l'extrait sec soluble.

Pour la carotte la valeur trouvée de l'humidité (84.5%) est comprise dans l'intervalle mentionné par **Coulibaly et al. (2018)** pour la variété de carotte (*Daucus carota*) (humidité : 86.43-87.20%).

Chapitre III: Résultats et discussion

Le pH (7.21), l'acidité titrable (0.37) et les sucres totaux (9.32%) de la carotte utilisée dans notre étude sont supérieurs à ceux rapportés par **Coulibaly et al. (2018)** pour la carotte (*Daucus carotta*) (pH : 6.47-6.63, Acidité : 0.156-0.192 et sucres : (5.62-6.71%).

La composition des différents fruits et légumes est une caractéristique variétale et sa teneur peut varier de manière significative avec le type de sol, les conditions climatiques, le stade de maturité des fruits et des légumes et aussi de l'irrigation. L'excès par exemple d'eau d'irrigation entraîne une diminution de la teneur en sucres du fruit et un retardement de leur maturité (**Lekbir, 2016**).

2. Propriétés physicochimiques et biochimiques des jus préparés

Les 06 types de jus préparés ont été codés par 3 chiffres (déterminés en fonction de pourcentage de concentré de carotte ajouté au jus d'orange) comme suit : (**Témoin (300)**): 0% de concentré de carotte, **R1 (255)**: 15% de concentré de carotte, **R2 (225)**: 25% de concentré de carotte de carotte, **R3(195)**: 35% de concentré de carotte, **R4 (150)**: 50% de concentré de carotte et **R5 (301)**:0% de concentré de carotte et 0.2g d'acide citrique.

2.1.Rendement d'extraction des jus

Le rendement d'extraction des jus est considéré comme un facteur économique très important dans l'industrie de fabrication des jus. La figure 19 montre les rendements d'extraction de jus de carotte et d'orange.

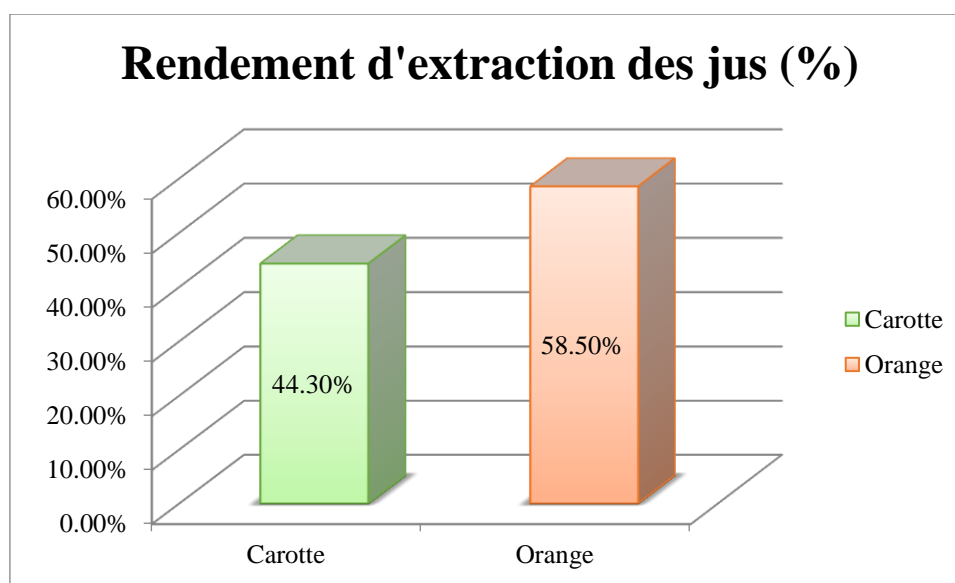


Figure19 : Rendement d'extraction de concentré de jus de carotte et d'orange.

Chapitre III: Résultats et discussion

D'après les résultats obtenus dans la figure ci-dessus, il ressort que le rendement d'extraction du jus d'orange 58.50% est supérieur à celui de la carotte (44.30%). Cela est dû à la forte humidité contenue dans l'orange (89.9 %) par rapport à la carotte (84.5 %).

Le rendement d'extraction de jus de carotte est proche de celui trouvé par **Khandare et al. (2011)** (45%).

Bazaria et Kumar (2018) ont rapporté un rendement d'extraction de jus de betterave est inférieur à nos résultats (41.31%). La cuisson des carottes à la vapeur (6 minutes) peut aider à augmenter le rendement d'extraction du jus car elle ramollit les parois de la carotte pour en extraire le maximum de son contenu.

2.2.Densité

La figure 20 montre les valeurs de densité mesurées pour les différents jus formulés.

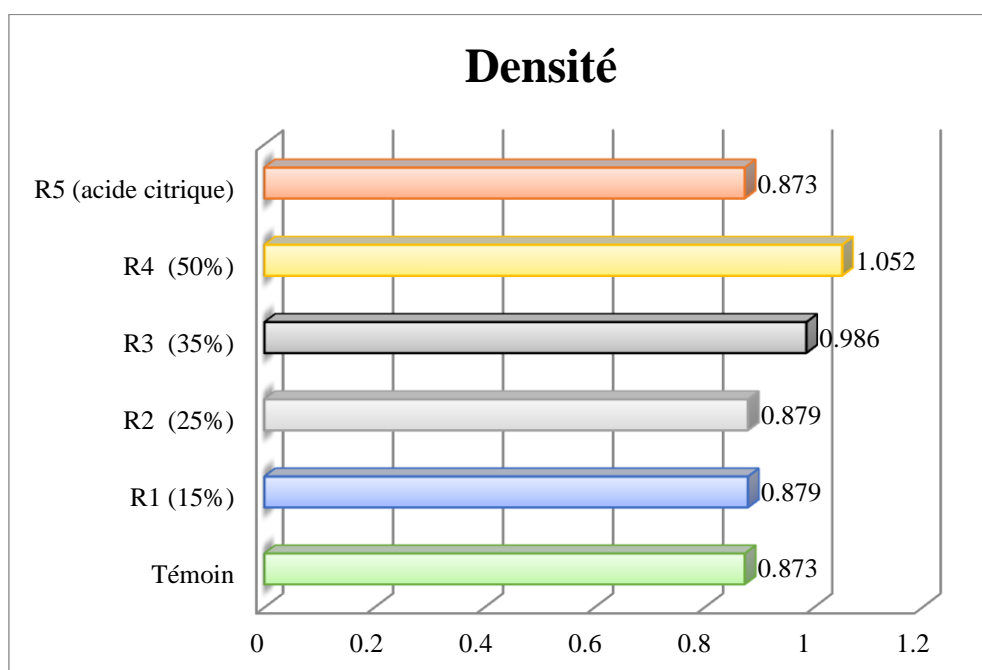


Figure 20 : Densité des différents jus formulés.

Témoin (300): 0% de concentré de carotte, **R1 (255):** 15% de concentré de carotte, **R2 (225):** 25% de concentré de carotte, **R3 (195):** 35% de concentré de carotte, **R4 (150):** 50% de concentré de carotte et **R5 (301):** 0% de concentré de carotte et 0.2g d'acide citrique.

La densité du jus des fruits ou de légumes est associée à la substance sèche présente dans ce jus (**Ramos et Ibars, 1998**).

Chapitre III: Résultats et discussion

Les valeurs de densité trouvées varient entre 0.873 et 1.052. Les jus Témoin et R5 (0% carotte) contiennent une faible densité (0.873). Tandis que, la densité a été augmentée par l'addition de concentré de carotte au jus (0.879 à 1.052).

Leahu et al. (2013) et **Janiszewska-Turak et al. (2021)** ont mentionné que la densité du jus est respectivement d'environ 1.025 et 1.04.

Selon **Tounsi et al. (2020)**, l'augmentation de la densité est attribuée à l'augmentation de la concentration des composés solubles dans le jus (solution), tels que les sucres, protéines et les acides organiques, qui contribuent à augmenter la densité de la solution.

2.3. Teneur en eau

Les teneurs en humidité avec la matière sèche des différents jus préparés sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 09 : Teneurs en eau et matière sèche des jus préparés

Concentré de jus de carotte (%)	Code de Jus	Humidité (%)	Matière sèche (%)
0%	Témoin	91.5±1.7 ^a	8.5±1.7 ^a
15%	R1	86.5±2.4 ^b	13.5±2.4 ^b
25%	R2	84±0.5 ^c	16±0.5 ^c
35%	R3	76.5±3.5 ^f	23.5±3.5 ^f
50%	R4	71±0.5 ^{cd}	29±0.5 ^{cd}
0% (+acide citrique)	R5	91±2.2 ^d	9±2.2 ^d

Témoin (300): 0% de concentré de carotte, **R1 (255)**: 15% de concentré de carotte, **R2 (225)**: 25% de concentré de carotte, **R3 (195)**: 35% de concentré de carotte, **R4 (150)**: 50% de concentré de carotte et **R5 (301)**: 0% de concentré de carotte et 0.2g d'acide citrique. Les valeurs en exposant avec des différentes lettres dans la même colonne sont significativement différentes au seuil de signification de 5% ($\alpha \leq 0.05$) analysées par le test de Duncan.

D'après le tableau, on constate que la teneur en eau des différents échantillons de jus varie entre 71 et 91%.

Les résultats obtenus montrent qu'il existe une différence significative entre les différents jus formulés avec une diminution de leur d'humidité par l'addition de concentré de carotte (86.5 à 71%). En revanche, les jus témoin et le R5 (0% carotte) contiennent une teneur élevée en eau (91.5 et 91%, respectivement).

Chapitre III: Résultats et discussion

Nos résultats sont proches à ceux exprimés par **Leahu et al. (2013)** (82.3 %) et **Desseva et al. (2020)** (92.86 %) pour le jus de carotte et le jus d'orange, respectivement.

La teneur en eau est un paramètre important pour la conservation des aliments (**Teshome et al, 2017**). En effet, la teneur en eau dans les aliments est fortement liée à leur activité de l'eau. Ce paramètre détermine l'intensité des réactions chimiques et enzymatique ainsi que la vitesse de développement des micro-organismes (**Jeyarani et al, 2015**).

2.4.Degré Brix

Le tableau 10 : représente les degrés Brix des jus préparés.

Tableau 10 : Extrait sec soluble (°Brix) des jus préparés.

Concentré de jus de carotte (%)	Code de Jus	Degré Brix
0%	Témoin	13.1±0.5 ^a
15%	R1	12.4±1.4 ^c
25%	R2	12.4±2.8 ^e
35%	R3	9.2±0.3 ^b
50%	R4	9.1±0.9 ^{fe}
0% (+acide citrique)	R5	13±1.5 ^d

Témoin (300): 0% de concentré de carotte, **R1 (255)**: 15% de concentré de carotte, **R2 (225)**: 25% de concentré de carotte, **R3 (195)**: 35% de concentré de carotte, **R4 (150)**: 50% de concentré de carotte et **R5 (301)**: 0% de concentré de carotte et 0.2g d'acide citrique. Les valeurs en exposant avec des différentes lettres dans la même colonne sont significativement différentes au seuil de signification de 5% ($\alpha \leq 0.05$) analysées par le test de Duncan.

Les valeurs de degré °Brix trouvées sont significativement différentes et varient entre 9.1 et 13.1. Ces valeurs sont conformes aux normes de **JOCE (2005)** et de **JORADP (2022)** relatives aux jus qui stipulent que cette valeur ne doit pas dépasser 20°Brix.

On voit que le degré Brix a été diminué en incorporant le concentré de carotte au jus (de R1 :12.4 à R5 : 9.1). Cela s'explique par la teneur réduite en sucre des carottes (9.32%) par rapport aux oranges (12.67%).

Mahfouf et Ihadadene (2017) ont rapporté que le jus contient un degré Brix compris entre 10 et 11,5°. Tandis que, **Abbas et Taleb (2011)** ont constaté que les matières solubles (°Brix) du jus varient entre 11 et 12°B.

2.5.pH

La figure 20 montre l'effet de l'addition de concentré de carotte sur le pH des jus préparés.

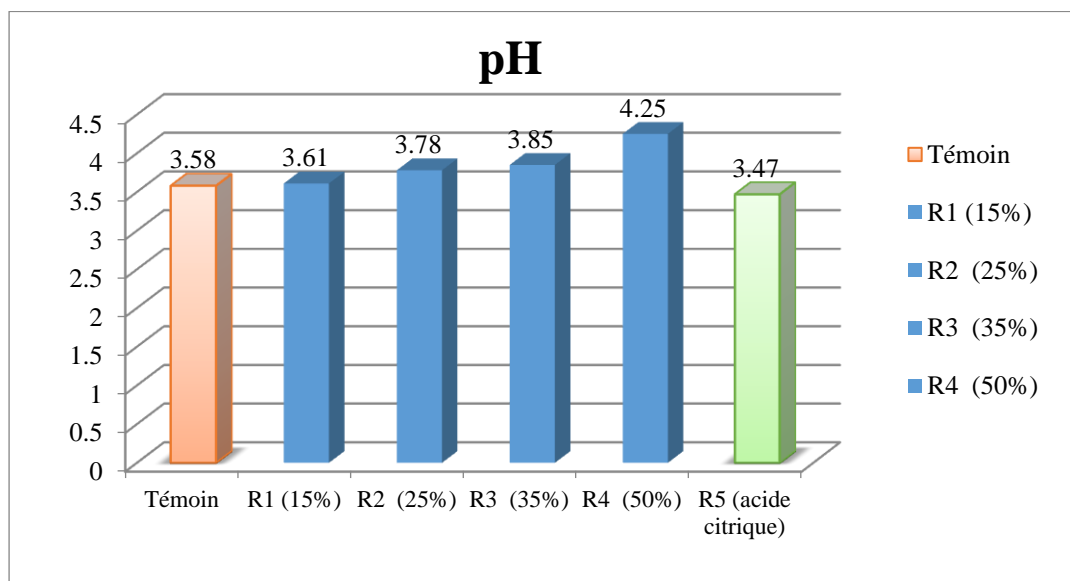


Figure 21 : pH des jus témoin de jus enrichis en concentré de carotte.

Témoin (300): 0% de concentré de carotte, **R1 (255)**: 15% de concentré de carotte, **R2 (225)**: 25% de concentré de carotte, **R3 (195)**: 35% de concentré de carotte, **R4 (150)**: 50% de concentré de carotte et **R5 (301)**: 0% de concentré de carotte et 0.2g d'acide citrique.

D'après la figure ci-dessus on constate que les valeurs de pH des jus préparés varient entre 3.47 et 4.25.

Le jus (R5) a le pH le plus bas (4.25) en raison de l'utilisation d'acide citrique dans sa formulation.

Le pH a été augmenté dans les jus enrichis en concentré de carotte. La carotte a un pH élevé (7.21) par rapport à l'orange (3.5).

Djouidi et Zitouni (2010) et **Mahfouf et Ihedaden (2017)** ont rapporté que le pH du jus se situe respectivement autour de 3.22 et 3.83.

Abbas et Taleb (2011) ont constaté que le pH du jus est varié entre 4.06 et 4.38.

Le pH est un paramètre qui détermine la qualité de conservation des aliments. Il est considéré comme l'un des principaux obstacles que la flore microbienne doit surmonter pour assurer la prolifération. Le pH acide permet de préserver les boissons contre les différentes altérations microbiologiques (**Benaïssa, 2011**).

Chapitre III: Résultats et discussion

2.6.L'acidité titrable

Les valeurs d'acidité titrable des jus préparés sont illustrées dans le Tableau 11.

Tableau 11 : Acidité titrable des jus préparés.

Concentré de jus de carotte (%)	Code de Jus	Acidité titrable (%)
0%	Témoin	2.87±0.9 ^{ad}
15%	R1	1.51±0.4 ^f
25%	R2	1.27±0.8 ^b
35%	R3	0.79±0.3 ^e
50%	R4	0.15±0.5 ^{db}
0% (+acide citrique)	R5	4.79±0.3 ^c

Témoin (300): 0% de concentré de carotte, **R1 (255)**: 15% de concentré de carotte, **R2 (225)**: 25% de concentré de carotte, **R3 (195)**: 35% de concentré de carotte, **R4 (150)**: 50% de concentré de carotte et **R5 (301)**: 0% de concentré de carotte et 0.2g d'acide citrique. Les valeurs en exposant avec des différentes lettres dans la même colonne sont significativement différentes au seuil de signification de 5% ($\alpha \leq 0.05$) analysées par le test de Duncan.

Les valeurs d'acidité trouvées sont significativement différentes et se situent entre 0.15 et 4.79 %. **Djouidi et Zitouni (2010)** et **Khelfouni (2011)** ont constaté que l'acidité du jus était respectivement de 1.12 % et 0.34%.

L'acidité du jus d'orange a été réduite en augmentant le pourcentage de carotte incorporée (R1, R2, R3 et R4). Cela est dû à la faible acidité de la carotte (0.37 %) par rapport à l'orange (0.49 %).

En revanche, une acidité élevée a été enregistrée pour le jus contenant de l'acide citrique (4.79%). Selon **Gurak et al. (2010)**, une acidité élevée dans un jus est due à la présence d'acide citrique, tartrique et d'acide malique. Ces acides assurent l'abaissement de pH, ce qui maintient l'équilibre entre le goût aigre (acide) et sucré.

Chapitre III: Résultats et discussion

2.7.Sucres totaux

La figure 22 représente le taux des sucres totaux dans les jus préparés.

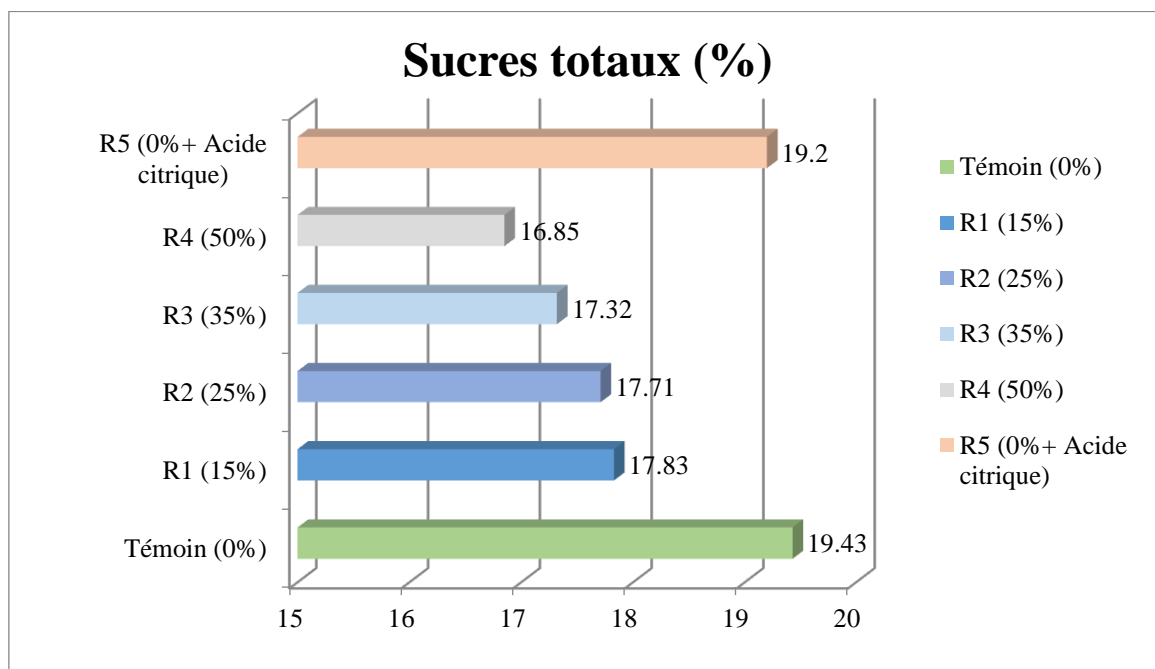


Figure 22 : Teneur en sucres totaux des jus préparés.

Témoin (300): 0% de concentré de carotte, **R1 (255):** 15% de concentré de carotte, **R2 (225):** 25% de concentré de carotte, **R3 (195):** 35% de concentré de carotte, **R4 (150):** 50% de concentré de carotte et **R5 (301):** 0% de concentré de carotte et 0.2g d'acide citrique.

D'après la figure 22 on constate que les taux de sucres totaux des jus préparés varient entre 16.85 et 19.43%.

Nos résultats sont proches à ceux trouvés par **Mahfouf et Ihedaden (2017)** (15.80% à 18.51%).

La teneur en sucre a été réduite en incorporant la carotte au jus d'orange (R1, R2, R3 et R4). Le jus enrichi en 50% de concentré de carotte contient la faible teneur en sucres (16.85%). Cela est dû au niveau réduit de sucres contenus dans la carotte (9.32%) par rapport à l'orange (12.67%).

Abas et Taleb (2011) ont mentionné que le jus contient 71.82% des sucres totaux et 6.34% des sucres réducteurs.

Chapitre III: Résultats et discussion

Bouchal et Djebbar (2013) ont rapporté que les sucres totaux et les sucres réducteurs contenus dans les jus se situent respectivement dans la fourchette de 10.35 à 11.5% et de 1.49 à 17.26%.

Azman (2016) a constaté que les jus de fruits contiennent environ 16 % de sucres totaux.

Les différences entre les valeurs trouvées peuvent être dues aux :

- Conditions environnementales (température, irrigation) ;
- Méthodes de dosage (peuvent être à l'origine de ces différences);
- Stades de maturité des fruits ;
- Aussi, les types de cultivars et les conditions de conservation sont des facteurs clés pour déterminer des différents composés contenus dans les fruits et les légumes (**JOCE, 2005; JORADP, 2022**).

2.8. Taux des polyphénols totaux

La teneur en composés phénoliques des jus préparés est illustrée dans le tableau suivant :

Tableau 12 : Teneur en polyphénols des jus préparés.

Concentré de jus de carotte (%)	Code de Jus	Polyphénols (mg EAG/100 ml)
0%	Témoin	18.15±2.4 ^{ac}
15%	R1	20.78±0.5 ^d
25%	R2	28.94±2.5 ^b
35%	R3	34.21±5.3 ^e
50%	R4	37.05±1.5 ^f
0% (+acide citrique)	R5	18.23±0.3 ^c

Témoin (300): 0% de concentré de carotte, **R1 (255):** 15% de concentré de carotte, **R2 (225):** 25% de concentré de carotte, **R3 (195):** 35% de concentré de carotte, **R4 (150):** 50% de concentré de carotte et **R5 (301):** 0% de concentré de carotte et 0.2g d'acide citrique. Les valeurs en exposant avec des différentes lettres dans la même colonne sont significativement différentes au seuil de signification de 5% ($\alpha \leq 0.05$) analysées par le test de Duncan.

Les concentrations en composés phénoliques dans les jus préparés sont significativement différentes et comprises entre 18.15 et 37.05 mg EAG/100 ml.

L'addition de concentré de carottes au jus d'orange (R1, R2, R3 et R4) produit une augmentation de sa teneur en polyphénols. Cela vient de la richesse de la carotte en composés phénoliques.

Chapitre III: Résultats et discussion

Le jus témoin et le jus R5 contiennent quasiment la même teneur en composés phénoliques (18.15 et 18.23 mg EAG/100 ml, respectivement). Cela s'explique par la similarité de leur formulation. La seule différence entre les deux jus est l'ajout d'acide citrique dans le jus R5 pour évaluer leur effet sur sa qualité.

La concentration en composés phénoliques totaux dans nos jus est supérieure à celle trouvée par **Mélo et al. (2006)** (12.90 mg EAG/100 ml) pour un jus cocktail de fruits et inférieure à la valeur rapportée par **Zhang et al. (2016)** (47.82 mg EAG/100 ml) pour le jus de carotte.

Les composés phénoliques (nommés métabolites secondaires) représentent une partie des principaux antioxydants des végétaux. Les fruits et légumes forment une source très importante des polyphénols. En effet, leurs composés phénoliques ont un fort pouvoir antioxydant, c'est pourquoi ils sont largement utilisés comme médicaments ou compléments alimentaires (**Achir et Hammar, 2010**).

Le dosage des composés phénoliques est largement affecté par les méthodes d'extraction et d'analyse utilisées, la nature du solvant d'extraction, ainsi que la durée et les conditions de conservation.

2.9.Caroténoïdes

La concentration en caroténoïdes dans les différents échantillons de jus est représentée par la figure 22

Les caroténoïdes sont les principaux antioxydants lipophiles des carottes. Ils remplissent de nombreuses fonctions et présentent plusieurs avantages pour la santé. Le principal caroténoïde présent dans le jus formulé était le β -carotène (**Koley et al, 2020**).

D'après la figure 22 la concentration en caroténoïdes dans les différents jus formulés varie entre 225.35 et 435.9 $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$.

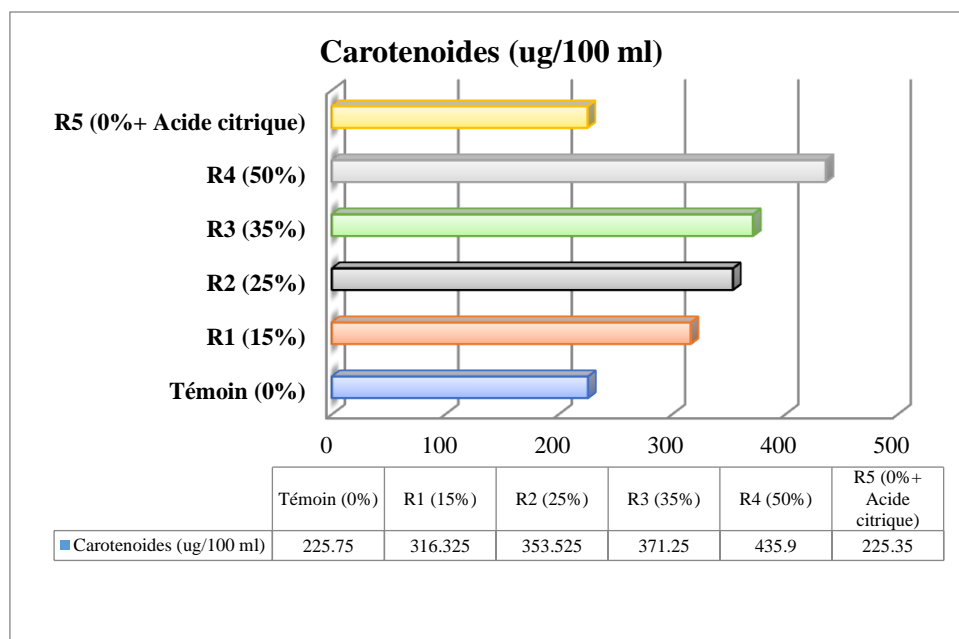


Figure 23 : Teneur en caroténoïdes des jus fabriqués.

Témoin (300): 0% de concentré de carotte, **R1 (255):** 15% de concentré de carotte, **R2 (225):** 25% de concentré de carotte, **R3 (195):** 35% de concentré de carotte, **R4 (150):** 50% de concentré de carotte et **R5 (301):** 0% de concentré de carotte et 0.2g d'acide citrique.

Le jus témoin et le jus R5 (contenant de l'acide citrique) qui ne contiennent pas de concentré de carotte ont de faibles teneurs en caroténoïdes (225.75 et 225.35 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$, respectivement).

En revanche, l'ajout de concentré de carottes aux jus produit une augmentation de leurs taux de caroténoïdes (316.32 à 435.9 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$). Cela vient de la richesse de la carotte en caroténoïdes.

Zou et Jiang (2016) ont trouvé des valeurs similaires de caroténoïdes des jus (183-347 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$).

Les facteurs influençant la composition des légumes (notamment) ou des fruits en caroténoïdes sont la variété, le stade de maturité, le climat et l'origine géographique. La teneur en caroténoïdes peut également être affectée par les conditions de stockage et les processus de fabrication de jus tels que le blanchiment et les traitements thermiques (**Szczepańska et al, 2020**).

2.10. Vitamine C

La figure 23 montre la concentration en vitamine C des différents jus préparés.

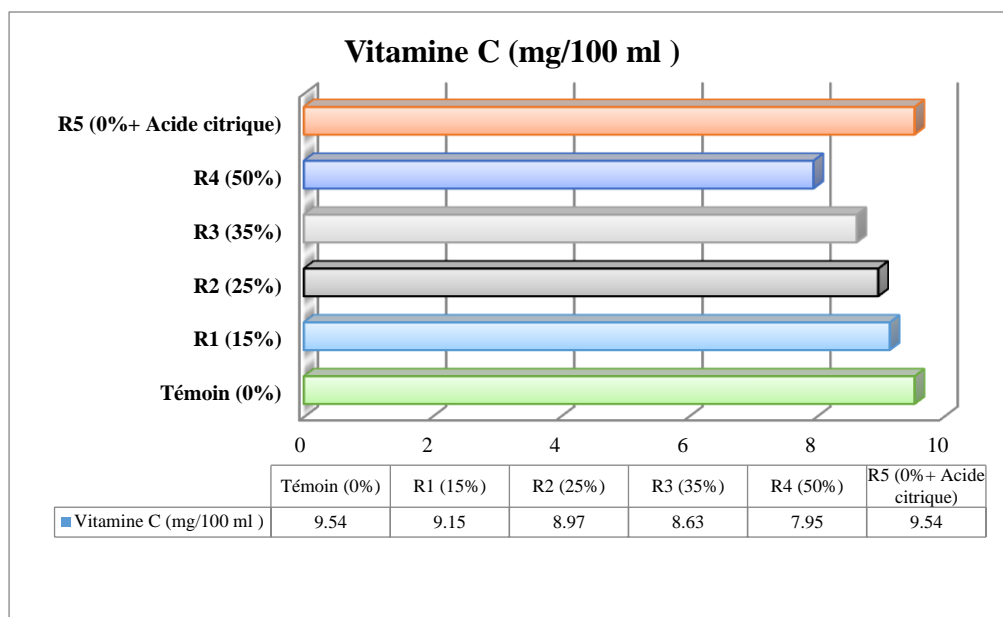


Figure 24 : Résultats de la teneur en vitamine C des jus formulés.

Témoïn (300): 0% de concentré de carotte, **R1 (255):** 15% de concentré de carotte, **R2 (225):** 25% de concentré de carotte, **R3 (195):** 35% de concentré de carotte, **R4 (150):** 50% de concentré de carotte et **R5 (301):** 0% de concentré de carotte et 0.2g d'acide citrique.

D'après les résultats obtenus (figure 23), on constate que la teneur en vitamine C des différents jus formulés varie entre 7.95 et 9.54 mg/100 ml. Tandis que le jus Témoïn et R5 contiennent une teneur élevée en vitamine C (9.54 mg/100 ml).

La concentration d'acide ascorbique (vitamine C) a été réduite par l'incorporation de concentré de carotte au jus d'orange (R1, R2, R3 et R4).

Djebar (2013) a rapporté que la concentration de vitamine C dans le jus varie entre 4.28 et 8.8 mg/ml.

En revanche, **Plumay (2009)** et **Abas et Taleb (2011)** ont trouvé des valeurs élevées de vitamine C dans les jus de fruits (30 mg/100 ml et 40.6 mg/100 ml, respectivement).

Les fruits frais représentent une source remarquable de la vitamine C. La vitamine C est un nutriment extrêmement important pour l'organisme où elle assure différentes fonctions physiologiques et favorise le système immunitaire (**Pedrosa, 2009; Aprifel, 2010**).

3. Propriétés organoleptiques des jus préparés

Les 06 types de jus préparés ont été codés par 3 chiffres (déterminés en fonction de pourcentage de concentré de carotte ajouté au jus d'orange) comme suite : (**Témoïn (300):** 0% de concentré de carotte, **R1 (255):** 15% de concentré de carotte, **R2 (225):** 25% de

Chapitre III: Résultats et discussion

concentré de carotte, **R3 (195)**: 35% de concentré de carotte, **R4 (150)**: 50% de concentré de carotte et **R5 (301)**: 0% de concentré de carotte et 0.2g d'acide citrique.

3.1. Teste de classement (Agréabilité)

Les dégustateurs ont classé les 06 types de jus (témoin et enrichis en concentré de jus de carotte) selon la fiche de classement de l'annexe 01 Le tableau 13 représente les cotes de classement données à chaque jus par les 10 dégustateurs. L'échantillon auquel on accordait l'aspect le plus acceptable se voyait donner la cote 9, le suivant la cote 8 et celui qui paraissait le moins acceptable la cote 1.

Tableau 13 : Données du test de classement par rang d'acceptation de jus témoin et des jus enrichis en concentré de carotte.

Code Dégustateur	Témoin (300)	R1 (255)	R2 (225)	R3 (195)	R4 (150)	R5 (301)
1	1	5	4	7	9	3
2	5	4	9	8	7	1
3	7	8	9	4	6	1
4	8	1	9	1	1	1
5	8	5	9	6	2	1
6	9	8	7	6	2	1
7	1	2	3	9	6	7
8	7	6	8	9	2	1
9	3	5	9	7	8	1
10	5	6	1	7	8	9
Total des cotes	54	49	68	63	50	25

Témoin (300): 0% de concentré de carotte, **R1 (255)**: 15% de concentré de carotte, **R2 (225)**: 25% de concentré de carotte, **R3 (195)**: 35% de concentré de carotte, **R4 (150)**: 50% de concentré de carotte et **R5 (301)**: 0% de concentré de carotte et 0.2g d'acide citrique.

Chapitre III: Résultats et discussion

La valeur critique calculée pour $\alpha=0,05$ (Test de *Friedman*), pour 10 dégustateurs et 06 échantillons est 24 d'après le tableau 13, annexe 3 (**Watts et al, 1991**). Le test de signification (Test de *Friedman*) révélé qu'il y a une différence significative entre les paires des jus suivants :

- R2 – R5
- R3 – R5
- Témoin – R5
- R4 – R5

Les valeurs des différences entre les paires des jus précédents sont supérieures à 24 (tableau 13).

La différence entre les paires de totaux était la suivante :

Tableau 14 : La différence entre les paires des jus préparés.

	R2	R3	Témoin	R4	R1	R5
R2		05	14	18	19	43*
R3			09	13	14	38*
Témoin				04	05	29*
R4					01	25*
R1						24
R5						

(*) Différence significative.

Les dégustateurs ont classé le jus R2 en premier lieu puisqu'elle est la plus acceptable (acceptation globale = 68), suivi de jus R3 (acceptation = 63), puis le jus de Témoin (acceptation = 54), le jus R4 (acceptation = 50) et enfin le jus R1 (acceptation = 49). Tandis que, le jus R5 est la moins acceptée (acceptation = 25) par les dégustateurs.

Le classement des 10 jus préparés est: R2, R3, Témoin, R4, R1 et R5.

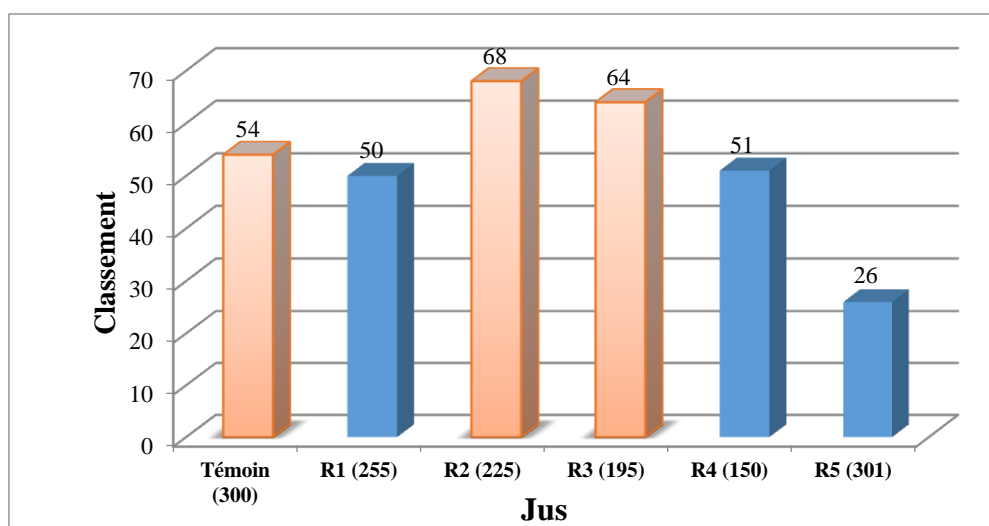


Figure 25 : Résultats du test de dégustation des jus préparés.

3.2. Teste hédonique

L'effet de l'incorporation de concentré de jus de carotte sur les propriétés sensorielles de jus d'orange a été évalué et présenté dans le tableau 15. Tandis que, la figure 24 montre les profils sensoriels des jus préparés.

Tableau 15 : Propriétés sensorielles de jus témoin et des jus enrichi en concentré de carotte.

Jus	Acidité	Gout	Couleur	Pulposité	Odeur
Témoin (300)	7±0.67 ^a	7±0.50 ^a	6.2±2.34 ^a	3±0.19 ^{ab}	5.5±0.9 ^d
R1 (255)	6.8±1.61 ^e	6.3±1.15 ^c	5.5±1.42 ^e	5.3±1.41 ^f	4.9±0.5 ^a
R2 (225)	6.5±1.01 ^b	7.7±0.44 ^e	6.9±1.77 ^f	5.8±1.47 ^{cd}	6.5±0.8 ^{cb}
R3 (195)	6.2±1.83 ^f	7.4±2.41 ^b	6.6±0.6 ^c	6.5±2.1 ^d	5.8±1.5 ^e
R4 (150)	6±0.91 ^{db}	6.6±0.96 ^f	5.7±1.45 ^d	7.2±1.85 ^b	5.2±0.65 ^b
R5 (301)	8.1±0.90 ^c	2.8±1.08 ^d	6±2.30 ^{bd}	3±1.83 ^e	2.5±0.7 ^f

Témoin (300): 0% de concentré de carotte, **R1 (255):** 15% de concentré de carotte, **R2 (225):** 25% de concentré de carotte, **R3 (195):** 35% de concentré de carotte, **R4 (150):** 50% de concentré de carotte et **R5 (301):** 0% de concentré de carotte et 0.2g d'acide citrique. Les valeurs en exposant avec des différentes lettres dans la même colonne sont significativement différentes au seuil de signification de 5% ($\alpha \leq 0,05$) analysées par le test de Duncan.

Chapitre III: Résultats et discussion

Le teste hédonique permet de mettre en évidence les différences entre le jus témoin et les jus enrichis en concentré de carotte aussi de définir le profil sensoriel. Les résultats du test ANOVA mentionnent au seuil de probabilité de 5%, les différences significatives entre les 06 jus préparés.

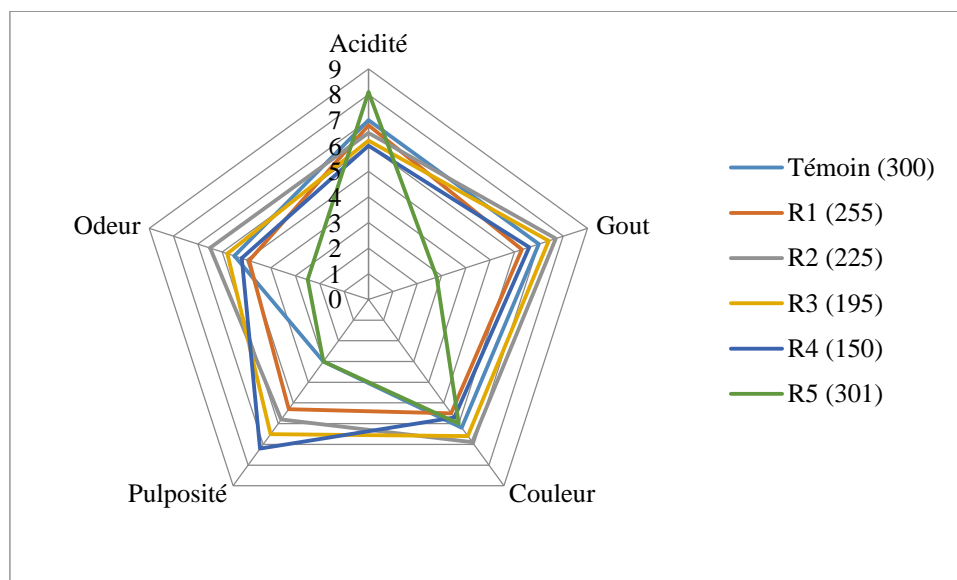


Figure 26 : Profils sensoriels de jus témoin et des jus enrichis en concentré de carotte.

D'après le tableau 15, on constate que le jus enrichi en 25%de concentré de carotte (R2) est le plus agréable et possède les scores les plus élevés pour le gout, la couleur et l'odeur. Tandis que, le jus R5 qui contient l'acide citrique est le moins acceptable par les dégustateurs puisque il présente une acidité désagréable.

Adubofuor et al. (2016) ont trouvé que la majorité des dégustateurs ont préféré la consommation de jus enrichi en 50% de carotte.

Les résultats ont montré que la pulposité a été augmentée et l'acidité a été diminuée par l'augmentation de taux de concentré de carotte additionné au jus d'orange (R1, R2, R3 et R4).

En plus, le goût du jus a été très affecté par l'utilisation d'acide citrique dans sa formulation, Cela peut être dû à la qualité de l'acide utilisé.

L'analyse sensorielle a révélé que le meilleur profil sensoriel a été observé dans le cas de jus enrichi en 25% de concentré de carotte (figure 26).

4. Analyse des composants principaux(ACP)

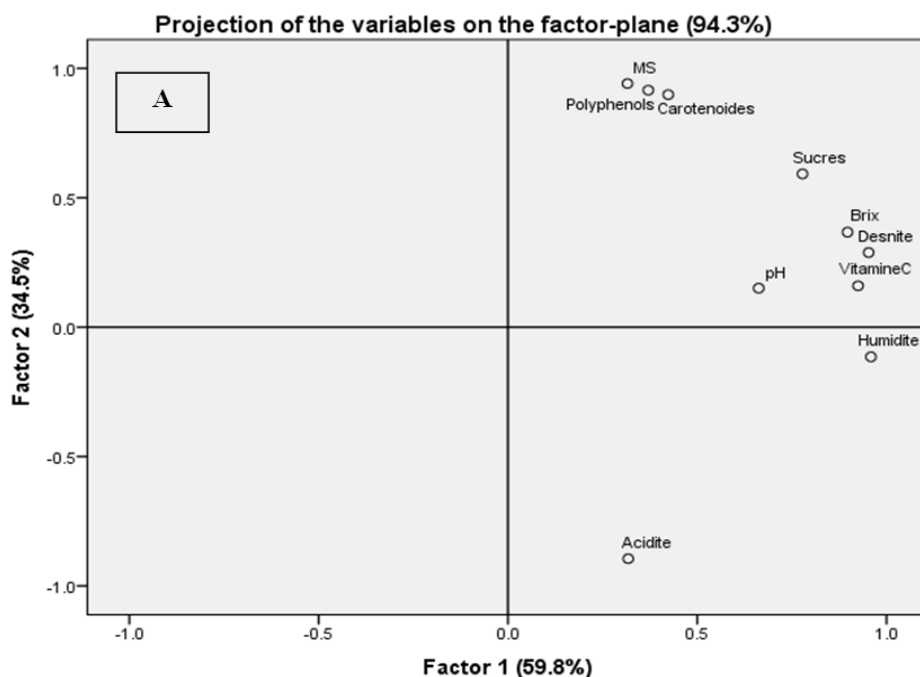


Figure 27 : Graphique des charges des différentes propriétés physicochimiques des jus préparés (A) avec les scores (B) de ces jus.

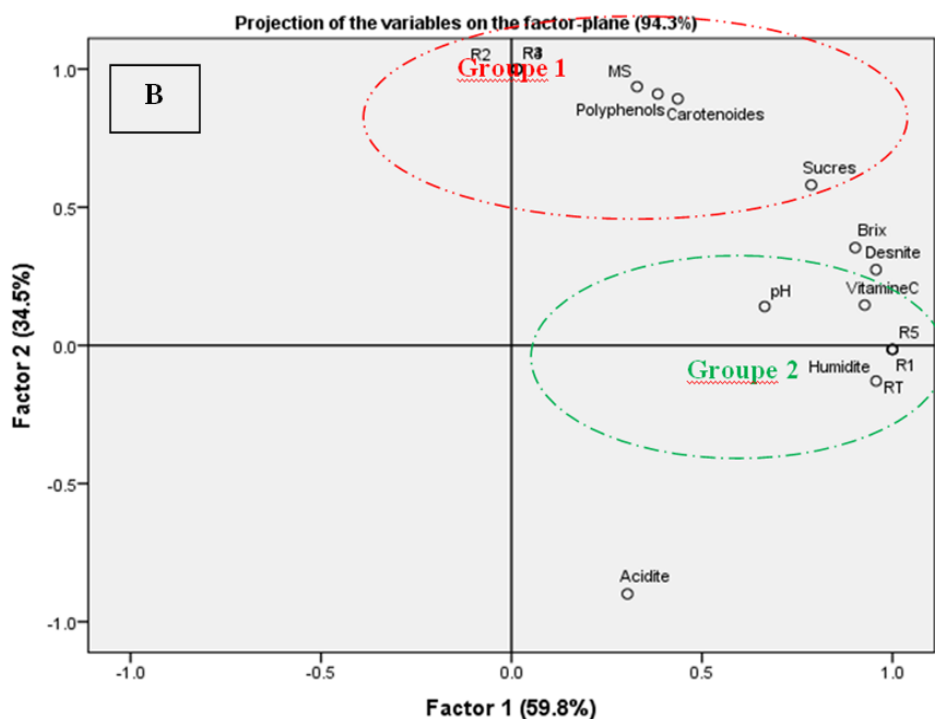


Figure 28 : Graphique des charges des différentes propriétés physicochimiques de jus préparés (A) avec les scores (B) de ces jus.

Chapitre III: Résultats et discussion

La représentation graphique des différentes propriétés physico-chimiques (paramètres) et de multiples échantillons de jus préparés (individualisés) sur un même plan du PCA (figure 27 et 28, respectivement.) permet de révéler l'existence d'une variabilité entre les échantillons préparés et montrent les jus qui ont des propriétés similaires (similaires) dans le même groupe.

L'analyse en composantes principales (ACP) (figure 27) répartit les différentes caractéristiques physicochimiques de jus préparés en deux groupes représentés sur les axes 1 et 2 :

- **L'axe 1** : formé par les variables : Matière sèche (MS), polyphénols, caroténoïdes (sont corrélées entre elles) et sucres.
- **L'axe 2** : représenté par les variables de Vitamine C, Humidité et pH.

La projection de population étudiée (jus préparés) sur le plan factoriel 1-2 de l'ACP (figure ...B) des propriétés physicochimiques a décelé la présence de deux groupes (figure 28).

Les jus sont bien dispersés sur l'axe 1 et 2, ce qui signifie qu'il existe une diversité importante entre eux et ce qui révèle la présence de deux groupements.

Les deux groupes de jus issus du PCA avec ses caractéristiques sont les suivants :

- **Groupes 1** : renferme les jus R2 (25% carotte), R3 (35% carotte) et R4 (45% carotte). Ce groupe se caractérise par sa teneur élevée en polyphénols, en caroténoïdes et en matière sèche.
- **Groupe 2** : contient les jus RT (témoin : 0% carotte), R5 (0% carotte +Acide citrique) et R1 (15% carotte). Ce groupe se distingue par une teneur élevée en vitamine C et en humidité avec un pH réduit.

Les jus d'orange (Témoin et R5 (additionné par l'acide citrique)) contiennent des teneurs élevées en vitamine C. Cela est expliqué par le taux élevé de la vitamine C dans l'orange. **Plumay (2009)** et **Abas et Taleb (2011)** ont trouvé des valeurs élevées de vitamine C dans les jus d'orange.

En revanche, l'ajout de concentré de carottes aux jus (R2, R3 et R4) produit une augmentation de leurs taux de caroténoïdes et de polyphénols. Cela vient de la richesse de la carotte en ces composés. Similairement, **Zou et Jiang (2016)** ont trouvé une amélioration de des valeurs de polyphénols et de caroténoïdes de jus additionné par la carotte.

Chapitre III: Résultats et discussion

Les caroténoïdes sont les principaux antioxydants lipophiles des carottes. Ils remplissent de nombreuses fonctions et présentent plusieurs avantages pour la santé. Le principal caroténoïde présent dans le jus formulé était le β -carotène (Koley et al, 2020).



Conclusion

Conclusion

L'objectif de notre travail est d'incorporer le concentré de jus de carotte qui présente des avantages nutritionnels et thérapeutiques très connus pour enrichir le jus d'orange naturel. Ensuite, d'estimer l'effet de l'ajout d'acide citrique sur les propriétés physico-chimiques et organoleptiques du jus préparé.

D'après notre résultats on constate que :

- La densité de jus a été augmentée par l'addition de concentré de carotte (de 0.879 à 1.052).
- Le taux d'humidité de jus a été diminué par l'incorporation de concentré de carotte (de 86.5 à 71%).
- Le degré Brix a été diminué en incorporant le concentré de carotte au jus. Cela s'explique par la teneur réduite en sucre des carottes (9.32%) par rapport aux oranges (12.67%).
- L'acidité du jus d'orange a été réduite en augmentant le pourcentage de carotte incorporée. Cela est dû à la faible acidité de la carotte (0.37 %) par rapport à l'orange (0.49 %).
- Une acidité élevée a été enregistrée pour le jus contenant de l'acide citrique (4.79%).
- L'addition de concentré de carotte au jus d'orange produit une augmentation de sa teneur en polyphénols (de 18.15 à 37.05 mg EAG/100ml). Cela vient de la richesse de la carotte en composés phénoliques.
- Le taux en sucre a été réduit en incorporant la carotte au jus d'orange. Cela est dû à la faible teneur de sucres contenus dans la carotte (9.32%) par rapport à l'orange (12.67%).
- L'ajout de concentré de carotte au jus produit une augmentation de leurs taux de caroténoïdes (316.32 à 435.9 µg/100 ml). Cela vient de la richesse de la carotte en caroténoïdes.
- Le taux d'acide ascorbique (vitamine C) a été réduit par l'incorporation de concentré de carotte au jus d'orange (de 9.54 à 7.95 mg/100 ml). Cela s'explique par la teneur réduite en Vitamine C des carottes par rapport aux oranges.

Conclusion

- Enfin, il s'est avéré que l'addition de l'acide citrique affecte la qualité organoleptique du jus (la majorité des dégustateurs n'est pas aimé son goût acide).

Les résultats obtenus dans cette étude servent de base pour des travaux ultérieurs, qui devraient être approfondis et améliorés dans diverses directions. Les perspectives d'avenir incluent:

- ✓ Détermination de la composition en fibres et en oligo-éléments;
- ✓ Estimer l'activité antioxydante des jus préparés ;
- ✓ Etudier la stabilité microbiologique des jus au cours de sa conservation.

Les références
Bibliographiques

Références bibliographiques

- **Abas S., Talbi M. (2011).** Essai De Fabrication D'une Boisson Type Nectar A Base De Melon. Ingénieur D'état En Agronomie. Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou.
- **Achir Z. et Hammar L. (2010)** Caractérisation Physico-Chimique Des Mûres (*Rubus Fruticosus*) Et Essai De Fabrication D'une Boisson Smoothies. Mémoire D'ingénieur, Ummto, Tizi-Ouzou.
- **Adiamo, O. Q., Ghafoor, K., Al-Juhaimi, F., Babiker, E. E., & Ahmed, I. A. M. (2018).** Thermosonication Process For Optimal Functional Properties In Carrot Juice Containing Orange Peel And Pulp Extracts. *Food Chemistry*, 245, 79-88.
- **Adjabi Z. et Chabana G. (2020).** Formulation et évaluation organoleptique de jus à la base de : Arbousier, orange et carotte. Mémoire de Master. Sécurité Alimentaire Assurance Qualité. Université de Larbi Tébessi –Tébessa.
- **Adubofuor J., Amoah I., Et AyiviR., (2016).** Effects of Blanching on Physicochemical Properties of Chantenay Carrots Juice and Assessing the Qualities of Formulated Carrot-MD2 Pineapple Juice Blends. *American Journal of Food Science and Technology*.4(3): 81-88.
- **Ahmed, M., & Eun, J. B. (2018).** Flavonoids In Fruits And Vegetables After Thermal And Nonthermal Processing: A Review. *Critical Reviews In Food Science And Nutrition*, 58(18), 3159- 3188.
- **AKKOUCHE T. et CHIKHAOUI K. (2018).** Caractérisation d'une variété de melon (*Cucumismelo-L*) et essais de préparation des boissons nectars à base de deux fruits (Melon et mandarine). Mémoire de Master. Sciences Agronomiques. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 129p.
- **Alavoine F., Crochon M., Fady C., Favot J., Moras P., Pech J.C. (1988).** La Qualité Gustative Des Fruits. Méthodes Pratiques D'analyses. Pp : 7-18.
- **Amiour S. (2009).** Etude Quantitative Des Composés Phénoliques Des Extraits De Grenade Et Evaluation In Vitro De Leur Activité Biologique, Mémoire De Magister En Biologie, Centre Universitaire De Batna.76-77

Liste des références

- **Aprifel.(2010).** Agence Pour La Recherche De L'information De Fruits Et Légumes. Disponible Sur : [Www.Aprifel.Com](http://www.aprifel.com).
- **Arthur W., (1986).** Le livre des produits alimentaires, Ed Max Brezol, paris.
- **Azevedo-Meleiro, C. H., Et Rodriguez-Amaya, D. B. (2007).**Qualitative and quantitative differences in carotenoid composition amongCucurbitamoschata, Cucurbita maxima, and Cucurbitapepo.*Journal of Agricultural and Food Chemistry*.55(10), 4027-4033.
- **B.I.H.A., (2009).** Fiche variétale d'agrumes. Maroc, n°14377, P 25.
- **Bâches B., (2011).** étude de comportement de variétéWashington navel. : 22 'Thèse' 2007-2008.
- **Barhoum S. et Elgahri N. (2020).** Interaction entre la pyrale des dattes Ectomyeloisceratoniae (Zeller) et les caractéristiques biochimiques de quelques cultivars de palmier dattier Phoenix dactylifera. Mémoire de master. Sciences biologiques. Université Mohamed Khider-Biskra.
- **Baron A., (2002).** Jus de fruits. Dans G. Albagnac, P.Varoquaux J.C. Montigaud : Technologies de transformation des fruits. (Lavoisies, Paris). 287-344p.
- **Bazaria, B., et Kumar, P. (2018).** Optimization Of Spray Drying Parameters For Beetroot Juice Powder Using Response Surface Methodology (Rsm). *Journal of The Saudi Society Of Agricultural Sciences*, 17(4), 408-415.
- **Belaroussi M. (2019).** Etude de la production du palmier dattier (Phoenix dactylifera L.) variété Deglet Nour : cas des régions de Oued Mya et Oued Righ. Thèse de Doctorat. Sciences Agronomiques. Université Kasdi Merbah-Ouargla.
- **Belkacemi D. et Rahmani S. (2019).** Essai d'Incorporation de la Poudre de Datte Obtenue par Séchage dans une Formulation Alimentaire (Madeleine). Mémoire de master. Sciences Agronomiques. Université Akli Mohand Oulhadj-Bouira.
- **Benaiche, J, (2001).** Concentrated orange juice: extraction and preservation. *French n* 664, p18.

Liste des références

- **Benaissa A, (2011).** Etude De La Qualité Microbiologique Des Viandes Cameline Et Ovine Conservées Selon Différents Modes. Mémoire De Magistère, Ukm Ouargla .Pp 50
- **Benamara S., Agougou A., (2003).** Production du jus alimentaire technologie des Industries agro-alimentation offices de publication universitaires.
- **Benedict E et Michel B., (2011).** Agrumes “comment les choisir et cultiver facilement”. Edition: Ulmer.paris :6p.
- **Bezghouche S. et Selatnia Y. (2013).** Contribution à l’étude de quelques caractéristiques physicochimiques et organoleptiques de quelques variétés de dattes Algériennes. Mémoire de Master. Biochimie et Microbiologie Appliquée. Université 8 Mai 1945-Gulma.
- **Biche M., Siafa A., Adda R. Et Gherbi R., 2011.** Biologie D’aonidiella aurantii (Homoptera, Diaspididae) Sur Citronnier Dans La Région De Rouiba. *Lebanese Science Journal*, Special Issue, Pp 59-64
- **Boidin M., Abtroun A., Boudra A., Jolibert F., Tirard A. Et Touaïbia H. (2005).** Etude de la filière boissons. Rapport principal. Euro Développement Pme. Algérie.
- **Bouchal Y., Et Djebar L. (2013).** Essais De Fabrication D’une Boisson De Type Nectar A Base De Trois Variétés Locales De Melon (Cucumis Melo L)- Caractérisations Physicochimiques, Microbiologiques Et Sensorielle. Ingénieur D’état En Agronomie. Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou
- **Boukhiar A. (2009).** Analyse Du Processus Traditionnel D’obtention Du Vinaigre De Dattes Tel Qu’appliqué Au Sud Algérie : Essai D’optimisation. Mémoire De Magistère, Centre Universitaire De Boumerdes. 45-52.
- **Bourekoua, H., Benatallah, L., Zidoune, M.N. et Rosell, C.M., 2016.** Developing gluten free bakery improvers by hydrothermal treatment of rice and corn flours. *LWT Food Science and Technology*, **73(2016)**: 342-350.
- **-Carey Reams, 2016.** Le Taux De Sucre Comme Critère De Qualité
- **Cendres A., (2011).** Procédé novateur d’extraction de jus de fruits par micro-onde : viabilité de fabrication et qualité nutritionnelle des jus. Thèse de doctorat en Biochimie, Université d’Avignon et des Pays de Vaucluse, 227p.

Liste des références

- **Chibane H., Benamara S., Noui Y. et Djouab A. (2007).** Some physicochemical and Morphological Characterizations of Three Varieties of Algerian Common Dates. *European Journal of Scientific Research*, 18 (1): 134-140.
- **Clifford, T., Howatson, G., West, D. J., & Stevenson, E. J. (2015).** The Potential Benefits Of Red Beetroot Supplementation In Health And Disease. *Nutrients*, 7(4), 2801-2822
- **Codex Alimentarius(2005).** Codex STAN 247-2005. Codex General Standard for Fruit Juices and Nectar, P19.
- **Desseva, I., Stoyanova, M., Petkova, N., &Mihaylova, D. (2020).** Red Beetroot Juice Phytochemicals Bioaccessibility: An In Vitro Approach. *Polish Journal of Food And Nutrition Sciences*, 70(1)
- **Djoudi F., Zitouni S. (2010).** Formulation D'une Boisson A Base De Purée De Tomate,De Fraise Et De Raisin Rouge. Mémoire D'ingénieur, Ina, Alger .Pp 11,14,50,54,70.
- **Espiard, E. (2002).** Introduction à la transformation Industrielle des Fruits. Technique et| Documentation. Lavoisier. Paris. PP. 5-218.
- **FAO (2013).** Food and Agriculture Organisation (FAO) Institution spécialisée des Nations Unies.
- **GhezalChourouk, Mehrez Amel et Zebidi Sara (2022).** Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de trois variétés des dattes de la région d'EL-Oued (Ghars, Deglet Nour, Degla Beida). Mémoire de Master. Biochimie appliquée. Université Echahid Hamma Lakdhar- EL Oued.
- **Goupy, J. (2006).** Les plans d'expériences. (34), 74-116. Revue MODULAD, 2006.
- **Goupy, J. et Creighton, L., 2006.** Introduction aux plans d'expériences. *Donud*.
- **Gurak P. D., Cabral L.C., Leao Mhm.R., Matta V-M., Freitas S.P.(2010).**Quality Evaluation Of Grape Juice Concentrated By Reserve Osmosis. *Journal of Food Engineering*, 96.Pp421-426.
- **Hama F., Asloune H., (2017).** Effet d'association d'extrait de pulpe d'orange et citron sur l'activité antioxydante. Mémoire Master. Université de Bejaïa.45p.

Liste des références

- **Hegazy, N.A., Kamil, M.M., Hussein, A.M.S. et Bareh, G.F., 2014.** Chemical and technological properties of improved biscuit by chestnut flour. *International Journal of Food and Nutritional Sciences*, **3(6)**: 7-15.
- **Hyun-Jung, C., Ahra, C. et Seung-Taik, L., 2014.** Utilization of germinated and heat-moisture treated brown rices in sugar-snap cookies, *LWT - Food Science and Technology*, **57**: 260-266.
- **Idder M., Ighili H., Mitiche B. et Chenchouni H. (2015).** Influence of date fruit biochemical characteristics on damage rates caused by the carob moth (*Ectomyelois ceratoniae*) in Saharan oases of Algeria. *Scientia Horticulturae*, 190 (2015): 57-63.
- **Ispirade E., (2002).** Introduction à la transformation industrielle des fruits Ed Tec a Doc.
- **J.O.C.E. (2005).** Journal officiel des Communautés européennes. Norme générale Codex pour les jus et les nectars de fruits (CODEX STAN 247-2005). p1-19.
- **J.O.R.A.D.P. (2022).** Journal officiel de la république algérienne démocratique et populaire. Décret exécutif n° 05-464 du 6 décembre 2005 correspondant au 4 Dhou El Kaâda 1426, fixant les spécifications techniques relatives aux jus et nectars de fruits, jus de légumes et boissons aux jus de fruits et/ou de légumes. p13-23.
- **Jaccot B. Et Campillo B. (2003).** Nutrition humaine. Ed. Masson, Paris. p 311 .
- **Janiszewska-Turak, E., Rybak, K., Grzybowska, E., Konopka, E., & Witrowa-Rajchert, D. (2021).** The influence of different pretreatment methods on color and pigment change in beetroot products. *Molecules*, 26(12), 3683.
- **Janiszewska-Turak, E., Tracz, K., Bielińska, P., Rybak, K., Pobiega, K., Gniewosz, M. & Gramza-Michałowska, A. (2022).** The Impact Of The Fermentation Method On The Pigment Content In Pickled Beetroot And Red Bell Pepper Juices And Freeze-Dried Powders. *Applied Sciences*, 12(12), 5766.
- **JORT (2006).** Arrêté des ministres du commerce et de l'artisanat, de la santé publique, de l'industrie, de l'énergie et des petites et moyennes entreprises, relatif aux boissons non alcoolisées.

Liste des références

- **Kamazawa S, Tanguchi M., Suzuki Y., Shimra M., Kwon M-S ET Nakayama T. (2002).** Antioxidant activity of polyphenols in carob pods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 373 – 377.
- **Kessour L., Kessa D. (2019).** Essai de formulation d'une boisson à base de *Malus domestica* et *Fragaria* sp. Doctoral dissertation, Université de Jijel.
- **Khandare, V., Walia, S., Singh, M., And Kaur, C. (2011).** Black Carrot (*Daucus Carota* Ssp. *Sativus*) Juice : Processing Effects On Antioxidant Composition And Color. *Food And Bioproducts Processing*, 89(4), 482–486
- **Khelfouni. S. (2011)** Essai De Fabrication D'un Nectar De Fruits A Base De Pulpe De Raisin (*Vitis Vinifera*) Et De Purée De Fraîse (*Fragaria Ananassa* Duch) Et Essai De Stabilité. Ingénieur D'état En Agronomie. Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou.
- **Koffi E., Sea T., Dodehe Y. and Soro S. (2010).** Effect of solvent type on extraction of polyphenols from twenty three Ivorian plants. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 5(3): 550-558.
- **Koley, T. K., Nishad, J., Kaur, C., Su, Y., Sethi, S., Saha, S., & Bhatt, B. P. (2020).** Effect Of High-Pressure Micro Fluidization On Nutritional Quality Of Carrot (*Daucus Carota* L.) Juice. *Journal of Food Science and Technology*, 57(6), 2159-2168.
- **Leahu, A., Damian, C., Carpiuc, N., Oroian, M., & Avramiuc, M. (2013).** Change In Colour And Physicochemical Quality Of Carrot Juice Mixed With Other Fruits. *Journal of Agro Alimentary Processes and Technologies*, 19(2), 241-246.
- **Ledesma-escobar C.A et Luque de Castro M.D., (2014).** Towards a comprehensive exploitation of citrus. *Trends food science and technology* 39, 63-75.
- **Lekbir Adel. (2016).** Evolution des composés phénoliques et des paramètres biochimiques de trois variétés de dattes (*Phoenix dactylifera* L.) au cours de différents stades de maturation. Thèse de doctorat. Sciences Agronomiques. Université El Hadj Lakhdar- Batna01-.
- **Liegeois V., (2003).** Jus de fruits cocktail de plaisir et de santé, UNIJUS (Union Nationale. Inter professionnelle des jus de fruits.

Liste des références

- **M'hiri N., (2015).** Étude comparative de l'effet des méthodes d'extraction sur les phénols et l'activité antioxydant des extraits des écorces de l'orange «Maltaise demi sanguine » et exploration de l'effet inhibiteur de la corrosion de l'acier au carbone. Thèse de doctorat. Université de Lorraine.143p.
- **Macheix J-J, Fleuret A Et Jay-Allamandc. (2005).** Les Composés Phénoliques Des Végétaux. Prés Polytechniques Et Universitaire Romande
- **Mahfouf T., Ihedaden L. (2017).** Essais De Fabrication D'un Nectar De Melon (*Cucumis Melo L.*) et Etude De La Stabilité. Diplôme De Master 2. Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou
- **Marilidia C., (2002).** Production d'un jus d'orange par couplage traitement enzymatique et microfiltration tangentielle. Thèse de Master. ENSIA SIARC Montpellier.36p.
- **Mathlouthi, M. (2001).**"Water Content, Water Activity, Water Structure And The Stability Of Michel, V., Hauwuy, A., And Chamba, J. F. (2001). La Flore Microbienne De Laits Crus De Vache : Diversité Et Influence Des Conditions De Production. 81(5): 575-592
- **Matos, M.E. et Rosell, C.M. (2012).** Quality indicators of rice-based gluten-free bread-like products: relationships between dough rheology and quality characteristics. *Food Bioprocess Technology*, 6: 2331-2341.
- **-Mekhalfa S. et Keroun S. (2022).** Formulation d'un jus probiotique à base de la carotte et de labetterave. Mémoire de Master. : Agroalimentaire et Control de Qualité.
- **Michel T, (2012).** Le miracle du citron.
- **Mogol, B.A. et Gökmen, V., 2014.** Mitigation of acrylamide and hydroxymethylfurfural in biscuits using a combined partial conventional baking and vacuum post-baking process: Preliminary study at the lab scale. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 26: 265-270.
- **Naoui Yassine. (2016).** Fabrication et caractérisation des produits alimentaire elaborés a base de datte (*PhoenixdactyliferaL.*). Thèse de doctorat. Technologie Alimentaire. Université El Hadj Lakhdar- Batna01-. 98p.
- **Owolade, S. O., Akinrinola, A. O., Popoola, F. O., Aderibigbe, O. R., Ademoyegun, O. T., & Olabode, I. A.(2017).** Study on physico-chemical properties, antioxidant activity

Liste des références

- and shelf stability of carrot (*Daucus carota*) and pineapple (*Ananas comosus*) juice blend. *International Food Research Journal*, 24(2).
- **Panghal, M., Kaushal, V., & Yadav, J. P. (2011).** In vitro antimicrobial activity of ten medicinal plants against clinical isolates of oral cancer cases. *Annals of clinical Microbiology and Antimicrobials*, 10(1), 1-11.
 - **Pedrosa S. (2009).** Diététique. Disponible Sur : [Www.Aprifel.Com](http://www.Aprifel.Com)
 - **Phatcharee, K., Pitiporn, R. et Manop, S., 2014.** Optimization of hydroxypropylmethylcellulose, yeast β -glucan, and whey protein levels based on physical properties of gluten free rice bread using response surface methodology. *Food Science and Technology*, 57: 738-748.
 - **Plumay L., (2009).** Le Jus De Fruit En 2010 : Zoom Sur La Vitamine C. Dossier De Presse, Unijus. Pp 17-19
 - **Prolongeau V., Renaudin N. (2009)** Charte D'engagement Volon
 - **Rafiq, S., Sharma, V., Nazir, A., Rashid, R., Sofi, S. A., Nazir, F., & Nayik, G. A. (2016).** Development Of Probiotic Carrot Juice. *Journal of Nutrition & Food Science*, 6(534):2-11.
 - **Ramos, A., And Ibarz, A. (1998).** "Density of Juice And Fruit Puree As A Function Of Soluble Solids Content And Temperature." *Journal Of Food Engineering*. 35(1): 57-63.
 - **Reisch, L. A., Sunstein, C.R., And Gwozdz, W. (2017).** Beyond Carrots And Sticks : Europeans Support Health Nudges. *Food Policy*, 69, 1-10.
 - **Rebecca, L. J., Sharmila, S., Das, M. P., & Seshiah, C. (2014).** Extraction And Purification Of Carotenoids From Vegetables. *Journal of Chemical And Pharmaceutical Research*, 6(4) :594-598.
 - **Reddy, M. S., Chauhan, A. S., & Maloo, S. (2018).** Impact Of Enzymatic Treatment On Physicochemical Properties Of Various Vegetable Juices. *The Pharma Innovation Journal*, 7(11), 318-323.
 - **Redurant J.P., (2007).** Ombellifères de France 2. Bull. de la SBCO, NS, numéro spécial 27.

Liste des références

- **Reisch, L. A., Sunstein, C.R., and Gwozdz, W. (2017).** Beyond carrots and sticks: Europeans support health nudges. *Food Policy* 69, 1-10.
- **Retima L. (2015).** Caractérisation morphologique et biochimique de quelque cultivars du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) dans la région de Foughala (Wilaya du Biskra). Mémoire de Master. Sciences Agronomiques. Université El Hadj Lakhdar- Batna.
- **Rodrigo, D., Arranz, J. I., Koch, S., Frígola, A., Rodrigo, M. C., Esteve, M. J. & Rodrigo, M. (2003).** Physicochemical Characteristics And Quality Of Refrigerated Spanish Orange- Carrot Juices And Influence Of Storage Conditions. *Journal of Food Science*, 68(6) : 2111-2116.
- **Rymond D., (1998).** Les cinq merveilles naturelles éd : vivre en Harmonie.
- **Sabri K., (1980).** ElGhidaala el Dawae .ed dar El Ilme li el Malayine .
- **Sayah Z. (2018).** Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques et activités biologiques de quelques dattes sèches, molles et demi-molles de la cuvette de Ouargla au stade Routab et Tmar. Thèse de Doctorat. Sciences Biologiques. Université Kasdi Merbah-Ouargla.
- **Sayah Z. et Didi Ould El Hadj M. (2010).** Etude comparative des caractéristiques Physico-chimiques et biochimiques des dattes de la cuvette de Ouargla. *Annales des Sciences et Technologie*, 2(1): 87-92.
- **Shivhare, U., Gupta M., Basu S. Et Raghavan G. (2009).** Optimization of blanching process for carrots. *Journal of food process engineering* 32(4): 587-605.
- **Simran, A., Saleem, S., & Rakesh, G. (2019).** Physicochemical and Bioactive Compounds In Carrot And Beetroot Juice. *Asian Journal Of Dairy And Food Research*, 38(3) : 252-256.
- **Simurina, O.D., Ikonic, B.B., Jevtic-Mucibabic, R.C., Belovic, M.M., Koprivica, G.B. et Misljenovic, N.M., 2012.** Application of response surface methodology in the development of specialty bread with sugar beet molasses, flax seed and vital wheat gluten. *Food and Feed Research*, **39**: 11-21.

Liste des références

- **Singleton V., Orthofer R et Lamuela-Raventos R. (1999).** Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteareagent. *Method of enzymologie*, 299, 152- 178.
- **Stanton, J. F. (2001).** A Chemist's Guide To Density Functional Theory By Wolfram Koch German Chemical Society, Frankfurt Am Main, 3-527-29918-1.
- **Szczepańska, J., Barba, F. J., Skąpska, S., & Marszałek, K. (2020).** High Pressure Processing Of Carrot Juice: Effect Of Static And Multi-Pulsed Pressure On The Polyphenolic Profile, Oxido Reductases Activity And Colour. *Food Chemistry*, 307, 125549.
- **Tavarini, S., Degl'innocenti, E., Remorini, D., Massai, R., & Guidi, L. (2008).** Antioxidant Capacity, Ascorbic Acid, Total Phenols and Carotenoids Changes During Harvest And After Storage Of Hayward Kiwifruit. *Food Chemistry*, 107(1), 282-288.
- **Teuscher.E, Anton. R, Lobstein.A., (2005).** Plantes aromatiques. Ed. Tec et Doc-Lavoisier, paris Pp : 60:79.
- **Tomer K, Sethiya NK, Shete A, Singh V., (2010).** Isolation and characterization of total volatile components from leaves of citrus limonlinn. *J AdvPharmTechnolRes*1(1):49-55.
- **Toumi Khadija et Mansour Linda. (2019).** Valorisation des sous-produits de citron. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme de Master. Contrôle de Qualité Alimentaire. Université Abdelhamid Ibn Badis -Mostaganem-.43-49 p.
- **Valnet. J., (2001).** La santé par les fruits, légumes et les céréales. Ed vigot. : 207-281.
- **Virbel-Alonso C., (2011).** Citron et autres agrumes, un concentré d'astuces pour votre maison, votre santé, votre beauté.
- **Watts, B.M., Ylimaki, G.L., Jeffery, L.E. et Elias, L.G. (1991).** Méthodes de base pour l'évaluation sensorielle des aliments. Lise Proulx-Thérien, Ottawa, Canada. ISBN : 0-88936-569-5. 114p.www.elsevier.com/locate/scihorti.
- **Yahmi T. et Tigharghar D. (2017).** Incorporation de la poudre de Dattes (Degla Beida) dans la fabrication d'un aliment fonctionnel(Sablé). Mémoire de Master. Sciences Agronomiques. Université Mouloud Mammeri-Tizi-Ouzou.

Liste des références

- **Zou, Y., & Jiang, A. (2016).** Effect of Ultrasound Treatment On Quality And Microbial Load Of Carrot Juice. *Food Science and Technology*, 36, 111-115.

Références électroniques :

- <https://fr.dreanstime.com>. Consulté le 21/08/2023.
- <https://natureandmore.com>. Consulté le 05/05/2023.
- <https://www.natureparssence.com>. Consulté le 05/05/2023.
- <https://www.shutterstock.com>. Consulté le 22/08/2023.
- <https://journalarrb.com/index.php/ARRB/article/view/25003>. Consulté le 05/05/2023.

Annexes

Annexe 1

Questionnaire d'analyse sensorielle

Fiche de la dégustation de jus

Date :

Nom :

Prénom :

Age : ans

Sexe : Masculin Féminin

Profession (Travail)/Étudiant(e) :

1. Tested'acceptation

Les jus codés 150, 195, 225, 255, 300 et 301 sont présentés. Pour chacun attribuez une note de 1 à 9 selon un ordre croissant d'appréciation.

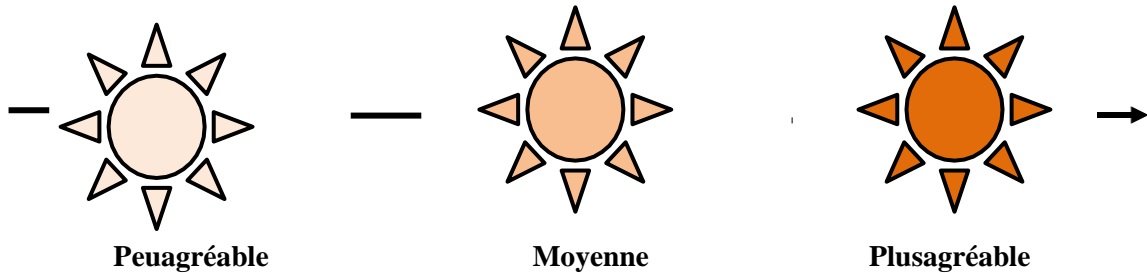
Acceptation

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Extrêmement déplaisante			Moyenne			Extrêmement plaisante		

2. Test de Classement

Les 06 jus codés (150, 195, 225, 255, 300 et 301) à vous présenter, goûtez les successivement, puis choisissez celui que vous préférez et les classez selon un ordre croissant d'agrément.

Agréabilité (Préférence)



Peu agréable

Moyenne

Plus agréable

3. Testhédonique

Quel est la différence entre les 06 jus (150, 195, 225, 255, 300 et 301) ?

L'acidité

La

couleurLe

gout

Laconsistance

Les ingrédients

Autrecitezle.....

Veillez examiner et goûter chaque échantillon de jus. Indiquez dans quelle mesure vous avez aimé ou pas aimé chaque échantillon en cochant la mention appropriée. Les codes attribués aux échantillons sont(150, 195, 225, 255, 300 et 301).

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

- **Laconsistance** N'aimer pas extrêmement Aimer extrêmement

• Caractéristiquedelaconsistance

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Liquide

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Trèsliquide

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Consistante

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Trèsconsistante

- Legout

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

N'aimer pas extrêmement

Aimer extrêmement

- Caractéristique de gout sucré

Acide

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Orange

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Carotte

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Abricot

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Citrouille

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Mangue

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Pastèque

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

- Laçouleur

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

N'aimer pas extrêmement

Aimer extrêmement

• Caractéristique de la couleur

Orange

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Jaune

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Sombre

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Claire

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

- Lapulposité:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

N'aimer pas extrêmement

Aimer extrêmement

Très pulpeuse

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Pulpeuse

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Peu pulpeuse

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

L'odeur

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

N'aimer pas extrêmement

Aimer extrêmement

L'apparence

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

N'aimer pas extrêmement

Aimer extrêmement



Quel jus préférez-vous?

150

195

225

255

300

301

Quel est le jus qui a une bonne consistance?

150

195

225

255

300

301

Quel est le jus qui a une bonne pulposité?

150

195

225

255

300

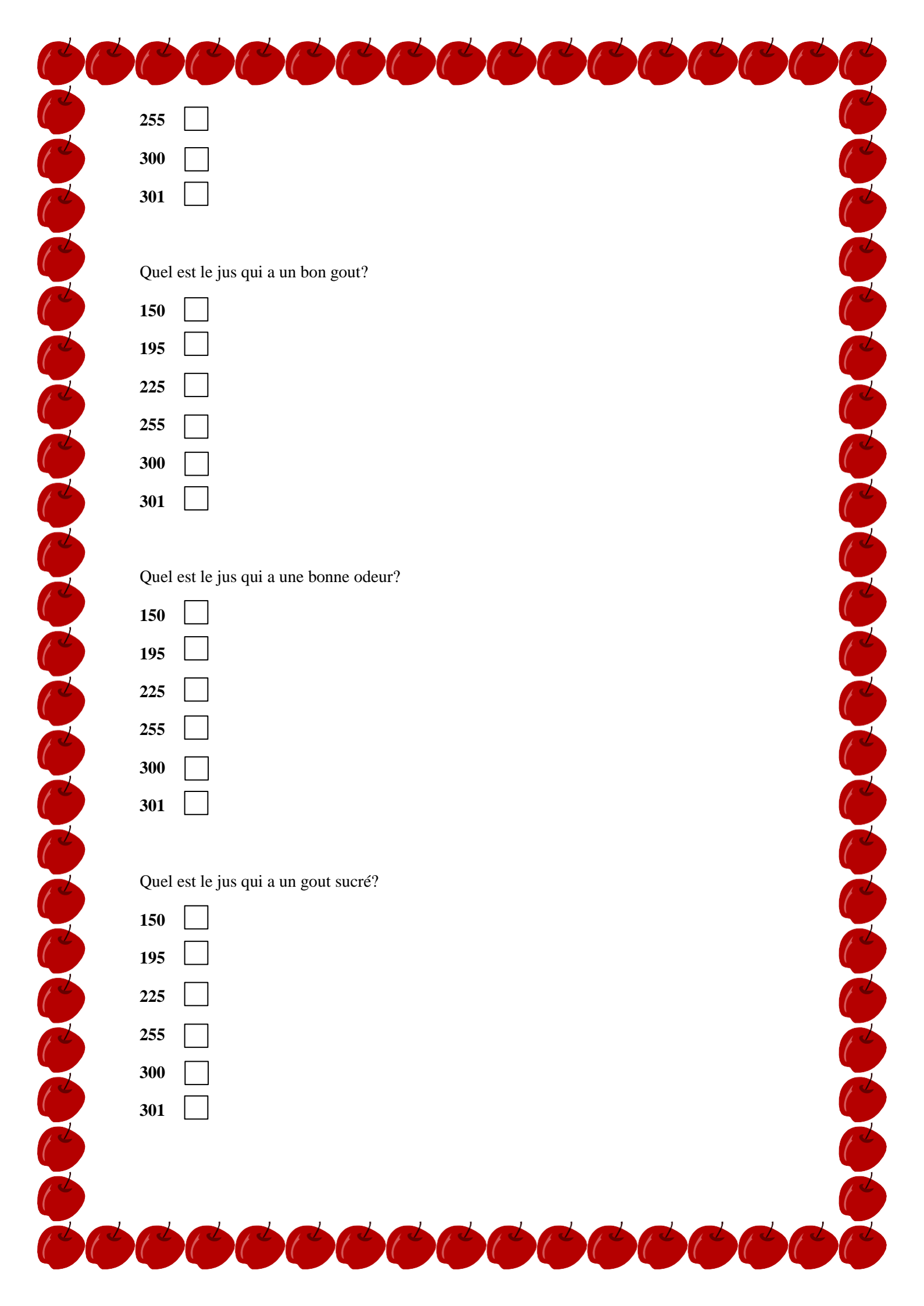
301

Quel est le jus qui a une bonne couleur?

150

195

225



255

300

301

Quel est le jus qui a un bon gout?

150

195

225

255

300

301

Quel est le jus qui a une bonne odeur?

150

195

225

255

300

301

Quel est le jus qui a un gout sucré?

150

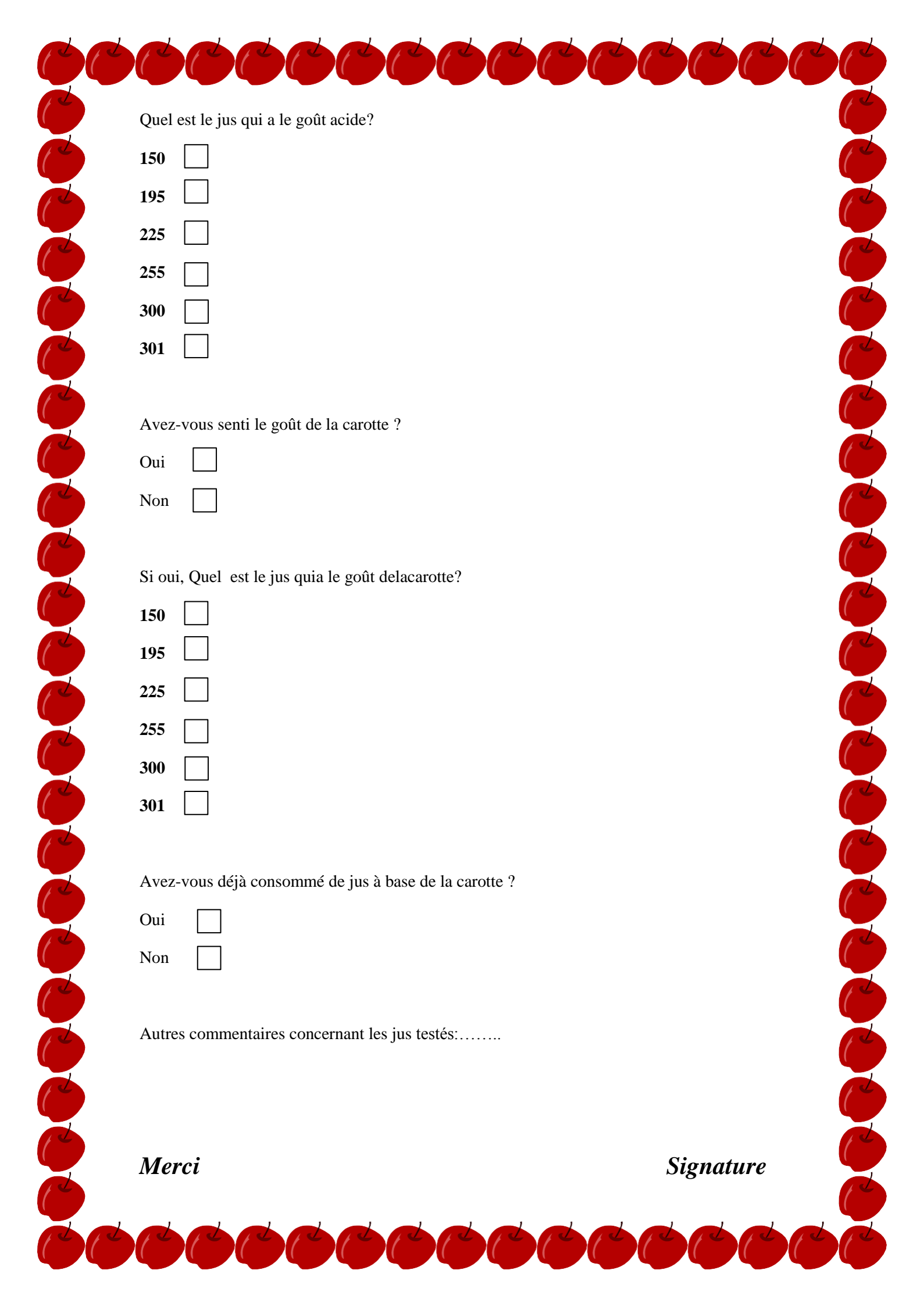
195

225

255

300

301



Quel est le jus qui a le goût acide?

150

195

225

255

300

301

Avez-vous senti le goût de la carotte ?

Oui

Non

Si oui, Quel est le jus qui a le goût de la carotte?

150

195

225

255

300

301

Avez-vous déjà consommé de jus à base de la carotte ?

Oui

Non

Autres commentaires concernant les jus testés:.....

Merci

Signature



Remarques:

- Patientez quelques instants avant de poursuivre avec l'autre échantillon.
- Rincez la bouche avec de l'eau après chaque dégustation.

Annexe 2

Courbes d'étalonnage

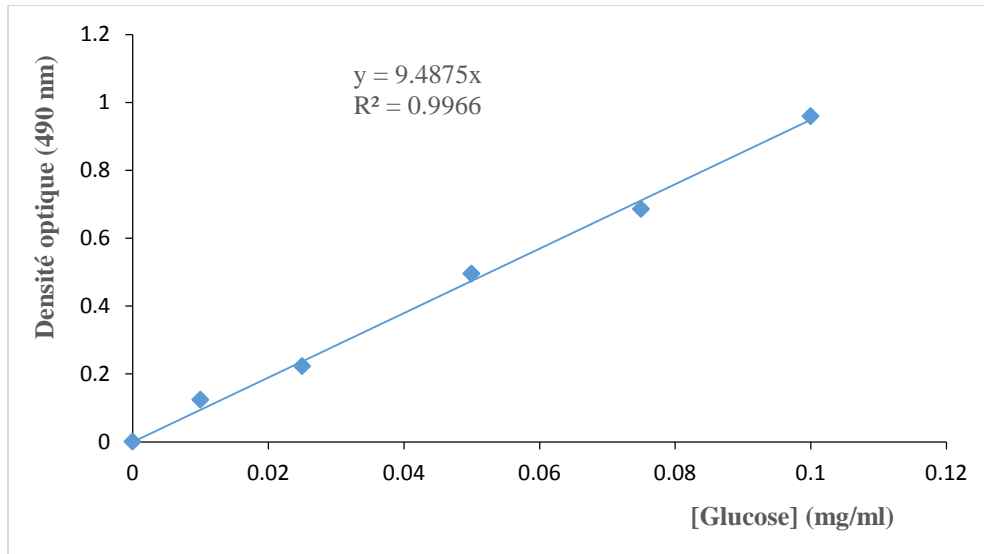


Figure1 : Courbe d'étalonnage de glucose.

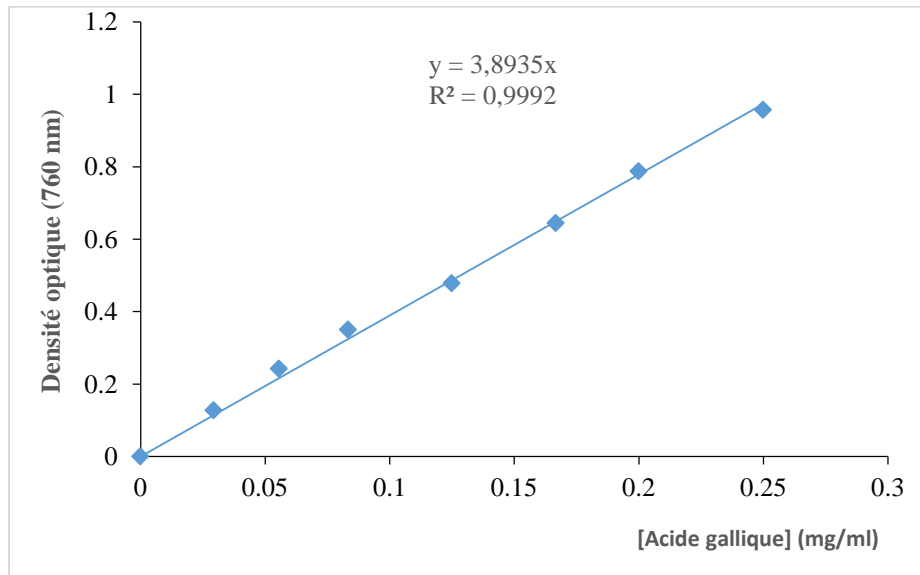


Figure 2 : Courbe d'étalonnage d'acide gallique.

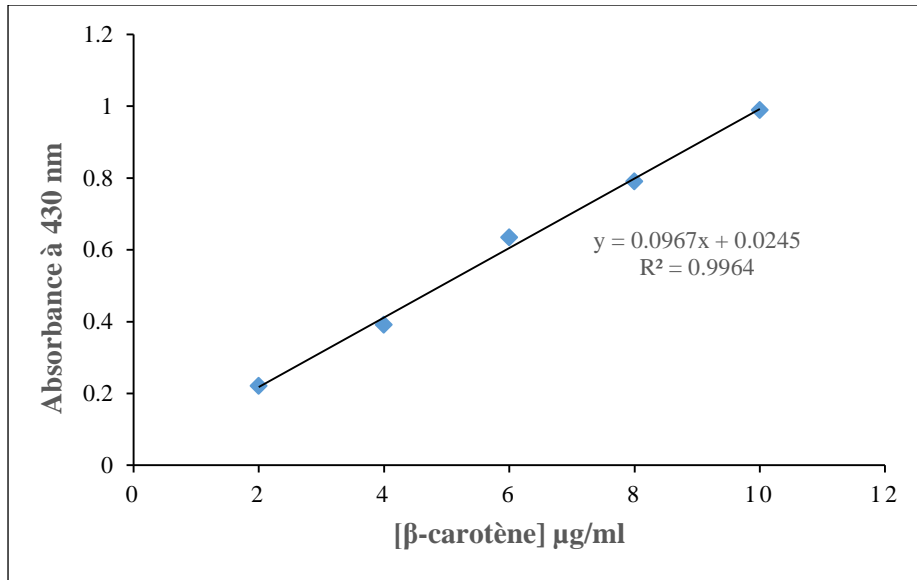


Figure 3 : Courbe d'étalonnage des caroténoïdes.

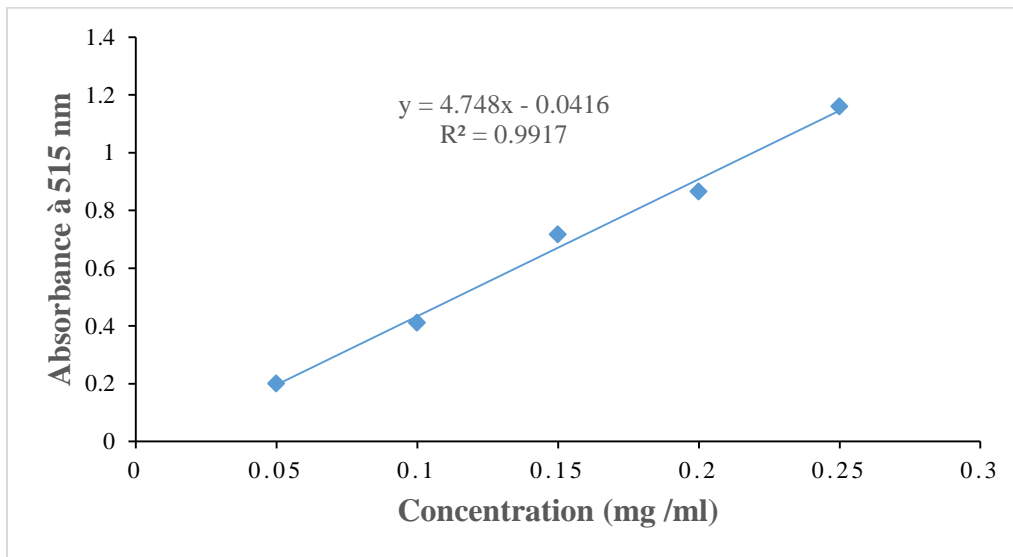


Figure4 : Courbe d'étalonnage de vitamine C.

Annexe 3

Tab1 : Différences de somme de classement par rang absolu critiques pour les compositions de « tous traitement » à un seuil de signification de 5%.

Dégustateurs	Nombre d'échantillons									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	6	8	11	13	15	18	20	23	25	28
4	7	10	13	15	18	21	24	27	30	33
5	8	11	14	17	21	24	27	30	34	37
6	9	12	15	19	22	26	30	34	37	42
7	10	13	17	20	24	28	32	36	40	44
8	10	14	18	22	26	30	34	39	43	47
9	10	15	19	23	27	32	36	41	46	50
10	11	15	20	24	29	34	38	43	48	53
11	11	16	21	26	30	35	40	45	51	56
12	12	17	22	27	32	37	42	48	53	58
13	12	18	23	28	33	39	44	50	55	61
14	13	18	24	29	34	40	46	52	57	63
15	13	19	24	30	36	42	47	53	59	66
16	14	19	25	31	37	42	49	55	61	67
17	14	20	26	32	38	44	50	56	63	69
18	15	20	26	32	39	45	51	58	65	71
19	15	21	27	33	40	46	53	60	66	73
20	15	21	28	34	41	47	54	61	68	75
21	16	22	28	35	42	49	56	63	70	77
22	16	22	29	36	43	50	57	64	71	79
23	16	23	30	37	44	51	58	65	73	80
24	17	23	30	37	45	52	59	67	74	82
25	17	24	31	38	46	53	61	68	76	84
26	17	24	32	39	46	54	62	70	77	85
27	18	25	32	40	47	55	63	71	79	87
28	18	25	33	40	48	56	64	72	80	89
29	18	26	33	41	49	57	65	73	82	90
30	19	26	34	42	50	58	66	75	83	92
31	19	27	34	42	51	59	67	76	85	93
32	19	27	35	43	51	60	68	77	86	95
33	20	27	36	44	52	61	70	78	87	96
34	20	28	36	44	53	62	71	79	89	98
35	20	28	37	45	54	63	72	81	90	99
36	20	29	37	46	55	63	73	82	91	100
37	21	29	38	46	55	64	74	83	92	102
38	21	29	38	47	56	65	75	84	94	103
39	21	30	39	48	57	66	76	85	95	105
40	21	30	39	48	57	67	76	86	96	106
41	22	31	40	49	58	68	77	87	97	107
42	22	31	40	49	59	69	78	88	98	109
43	22	31	41	50	60	69	79	89	99	110
44	22	32	41	51	60	70	80	90	101	111
45	23	32	41	51	61	71	81	91	102	112
46	23	32	42	52	62	72	82	92	103	114
47	23	33	42	52	62	72	83	93	104	115
48	23	33	43	53	63	73	84	94	105	116
49	24	33	43	53	64	74	85	95	106	117
50	24	34	44	54	64	75	85	96	107	118
55	25	35	46	56	67	78	90	101	112	124
60	26	37	48	59	70	82	94	105	117	130
65	27	38	50	61	73	85	97	110	122	135
70	28	40	52	64	76	88	101	114	127	140
75	29	41	53	66	79	91	105	118	131	145
80	30	42	55	68	81	94	108	122	136	150
85	31	44	57	70	84	97	111	125	140	154
90	32	45	58	72	86	100	114	129	144	159
95	33	46	60	74	88	103	118	133	148	163
100	34	47	61	76	91	105	121	136	151	167

On se sert des valeurs exactes adaptées de Hollander et Wolfe (1973) jusqu'à 15 dégustateurs.

On peut se servir d'interpolation pour les valeurs de tableau non spécifiées faisant appel à plus de 50 dégustateurs.

Annexe 4

L'étude statistique ANOVA

ANOVA Table

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Densite * (Temoin (0%), R1 (15%), R2 (25%), R3 (35%), R4 (50%) et R5 (0%+Acide citrique))	Between Groups (Combined)	.046	5	.009	9.251	.001
	Within Groups	.012	12	.001		
	Total	.058	17			
Humidite (%) * (Temoin (0%), R1 (15%), R2 (25%), R3 (35%), R4 (50%) et R5 (0%+Acide citrique))	Between Groups (Combined)	1005.101	5	201.020	1015.681	.002
	Within Groups	2.375	12	.198		
	Total	1007.476	17			
Brix * (Temoin (0%), R1 (15%), R2 (25%), R3 (35%), R4 (50%) et R5 (0%+Acide citrique))	Between Groups (Combined)	46.975	5	9.395	77.272	.001
	Within Groups	1.459	12	.122		
	Total	48.434	17			
pH * (Temoin (0%), R1 (15%), R2 (25%), R3 (35%), R4 (50%) et R5 (0%+Acide citrique))	Between Groups (Combined)	1.277	5	.255	71.399	.003
	Within Groups	.043	12	.004		
	Total	1.320	17			
Acidite (%) * (Temoin (0%), R1 (15%), R2 (25%), R3 (35%), R4 (50%) et R5 (0%+Acide citrique))	Between Groups (Combined)	42.144	5	8.429	16491.252	.001
	Within Groups	.006	12	.001		
	Total	42.150	17			
Sucres (%) * (Temoin (0%), R1 (15%), R2 (25%), R3 (35%), R4 (50%) et R5 (0%+Acide citrique))	Between Groups (Combined)	15.888	5	3.178	801.055	.001
	Within Groups	.048	12	.004		
	Total	15.935	17			
Polyphenols (mg EAG/100ml) * (Temoin (0%), R1 (15%), R2 (25%), R3 (35%), R4 (50%) et R5 (0%+Acide citrique))	Between Groups (Combined)	1041.813	5	208.363	71711.779	.001
	Within Groups	.035	12	.003		
	Total	1041.848	17			

Carotenoides (ug/100ml)	Between Groups (Combined)	105102.078	5	21020.416	16704966.016	.001
* (Temoin (0%), R1 (15%), R2 (25%), R3 (35%), R4 (50%) et R5 (0%+Acide citrique))	Within Groups	.015	12	.001		
	Total	105102.093	17			
Vitamine C (mg/100 ml)	Between Groups (Combined)	5.633	5	1.127	530.869	.002
* (Temoin (0%), R1 (15%), R2 (25%), R3 (35%), R4 (50%) et R5 (0%+Acide citrique))	Within Groups	.025	12	.002		
	Total	5.659	17			

The grouping variable (Temoin (0%), R1 (15%), R2 (25%), R3 (35%), R4 (50%) et R5 (0%+Acide citrique))

Correlation Matrix

	Densité	Humidité (%)	Brix	pH	Acidité (%)	Sucres (%)	Polyphénols (mg EAG/100ml)	Caroténoïdes (ug/100ml)	Vitamine C (mg/100 ml)
Corrélation Densité	1.000	-.742	-.799	.647	-.530	-.562	.717	.608	-.687
Humidité (%)	-.742	1.000	.951	-.911	.833	.913	-.969	-.953	.990
Brix	-.799	.951	1.000	-.773	.726	.813	-.918	-.843	.908
pH	.647	-.911	-.773	1.000	-.780	-.812	.878	.885	-.938
Acidité (%)	-.530	.833	.726	-.780	1.000	.901	-.832	-.915	.841
Sucres (%)	-.562	.913	.813	-.812	.901	1.000	-.893	-.983	.914
Polyphénols (mg EAG/100ml)	.717	-.969	-.918	.878	-.832	-.893	1.000	.944	-.948
Caroténoïdes (ug/100ml)	.608	-.953	-.843	.885	-.915	-.983	.944	1.000	-.960
Vitamine C (mg/100 ml)	-.687	.990	.908	-.938	.841	.914	-.948	-.960	1.000