



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : CHENNOUFI wahiba

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

FILIERE : SCIENCES ALIMENTAIRES

OPTION : AGROALIMENTAIRE ET CONTROLE DE QUALITE

Thème

**Plan d'expériences pour la détermination de l'effet
de quelques paramètres technologiques sur la qualité
organoleptique du jus de carotte**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
Mr. Djokhdem Laide	Maître Assistant A	Président
Mr. Houicher Abderrahmane	Professeur	Examineur
Mme. Allali Khadidja	Maître conférences B	Encadreur

Année universitaire: 2020 - 2021



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



جامعة عمار ثلجي- الاغواط

كلية: العلوم

قسم العلوم الفلاحية

مذكرة ماستر

تقديم الطالبة: شنوفي وهيبة

ميدان : علوم الطبيعية و الحياة

شعبة : علوم غذائية

تخصص : صناعات غذائية و مراقبة النوعية

موضوع البحث

تصميم تجريبي لتحديد تأثير بعض المتغيرات التكنولوجية على الجودة الحسية
لعصير الجزر

اعضاء لجنة المناقشة :

الاسم و اللقب	الدرجة العلمية	الصفة
السيد جخدم العيد	استاذ مساعد ا	رئيسا
السيد هويشر عبد الرحمان	استاذ تعليم عالي	ممتحن
السيدة علالي خديجة	استاذة محاضرة ب	مقررا

الدفعة: 2020-2021

Dédicace

Je dédie ce modeste travail avant à mes chers parents, qui ont tout sacrifié pour mon bien et qui ont éclairé ma route par leur compréhension, leur soutien. Je souhaite que dieu les garde en bonne et parfaite santé et leur donne une longue vie.

A mes frères et mes sœurs.

A ma grande famille.

Et à tous mes amis.

Remercîment

Avant tout, nous remercions Dieu le puissant de nous avoir accordé la santé, le courage et les moyens pour suivre nos études et la volonté, la patience et la chance pour la réalisation de ce travail.

Nos sincères remerciements et notre profonde gratitude à Mme Allali Khadidja, docteur au département des sciences agronomiques à l'université Amar TELIDJI-Laghouat, pour avoir accepté de diriger ce travail, pour sa patience et sa disponibilité

Et sincères remercîments à Monsieur Goudjal Yacine, professeur à l'université Amar TELIDJI- Laghouat, Pour son aide, sa patience, ses conseils, sa disponibilité et son énergie. Respect et sincères remerciements.

Nous remercions également :

Dr. Djokhdem laid pour avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.

Pr. Houicher Abderrahmane pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Nos remercîments vont aussi à :

Les ingénieurs de laboratoire, tous les enseignants, particulièrement les enseignants de la spécialité Sciences Alimentaires.

Liste des abréviations

Aw: Activity of water

BRSA: Boissons Rafraîchissantes Sans Alcool

C : Consistant

CE: Communauté Européenne

DLC : Date limite de consommation

FAO: Food and Agriculture Organisation

RDA: Recommended dietary intakes

RDI: Recommended dietary allowance

RSM : Response surface Methodology

Liste des tableaux	Page
Tableau 01 : Les différents types de boissons et leurs origines	4
Tableau 02 : Les principales catégories d'additifs dans les jus	12
Tableau 03 : Composition de jus de carotte	14
Tableau 04 : Composition en minéraux et vitamines du jus de carottes	15
Tableau 05 : Facteurs influençant la qualité de jus de carottes.....	27
Tableau 06 : Plan expérimental donné par de Plackett- Burman	27
Tableau 07 : Tableaux de dégustation.....	29
Tableau 08 : Résultats de l'effet de déférant paramètres sur la qualité de jus.....	30
Tableau 09 : Degré de variables indépendantes à effet positif ou négatif sur la qualité du jus de la carotte	31

Liste des figures	Page
Figure 01: Structure de la filière boisson	8
Figure 02: Diagramme de fabrication des différents jus de carottes	17
Figure 03: Photographie originale montrant la carotte utilisée de notre étude (Muscade).....	24
Figure 04: Photographie originale montrant les additifs utilisés.....	25
Figure 05 : Photographie originale montrant fabrication de jus de.....	26
Figure 06: Photographie originale montrant la dégustation sensorielle des jus	28
Figure 07: Histogrammes représentant les résultats de l'appréciation de la couleur des jus de carotte.....	30
Figure 08: Histogrammes représentant les résultats de l'appréciation de l'odeur des jus.....	31
Figure 09: Histogrammes représentant les résultats de l'appréciation du goût acide des jus de carotte.....	31
Figure 10: Histogrammes représentant les résultats de l'appréciation du goût sucré des jus de carotte.....	32
Figure 11: Histogrammes représentant les résultats de l'appréciation du goût des jus de carotte.....	33
Figure 12 : Histogrammes représentant les résultats de l'appréciation de la consistance des jus de carotte.....	33
Figure 13 : Histogrammes représentant les résultats de l'appréciation de la pulposité des jus de carotte.....	34
Figure 14 : Quelques exemples de jus de carotte	35
Figure 15 : Diagramme de Pareto des effets standard de six facteurs sur la qualité du jus ...	36

Table des matières

Introduction

INTRDUCTION.....	1
REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	
I.GENERALITES SUR LES BOISSONS	3
I.1. Définition de boissons.....	3
I.2. Origine des boissons	4
I.3. Classification des boissons	5
I.3.1. Les boissons non alcooliques.....	5
I.3.2. Les boissons alcooliques.....	6
I.4. Structure de boissons	8
I.5. Composition nutritionnelle des boissons	8
II. JUS DE FRUITS	9
II.1.1. Définition	9
II.1.2. Les type de jus de fruits	9
II.1.3. Composition chimiques d'un jus de fruits	10
II.1.3.1.Eau.....	10
II.1.3.2. Teneur en protéines	10
II.1.3.3. Teneur en lipides	11
II.1.3.4. Glucides	11
II.1.3.5. Vitamines	11
II.1.3.6. Sels minéraux.....	11
II .1.3.7. Acides organiques	11
II.1.3.8. Les additifs.....	12
II.1.4. Les Caractéristique des jus de fruits	12
II.2. Jus de légume	13

II.2.1.Définition	13
II.2.2. Classification des jus de légumes	13
II.3. Jus de carottes.....	14
II.3.1. Composition de jus de carottes.....	14
II.3.2 Bienfaits du jus de carottes	15
III. TECHNOLOGIE DE FABRICATUIN DU JUS D CAROTTE.....	16
III.1. Blanchiment	16
III.2. Cuisson à la vapeur	16
III.3. Etapes de fabrication d'un jus de carotte.....	17
III.4. Procèdes de conservation du jus de carotte	17
III. 4.1. Traitement thermique	17
III.4.2. Acidification.....	18
III.5.Composants actifs dans le jus de carotte.....	19
III.6. Qualité des jus.....	21
III.6.1. Qualité microbiologique des jus	21
III.6.2. Qualité organoleptique des jus	22
Matériel et méthodes	
1.Matériel.....	24
1.1. La matière végétale	24
1.2. Fiche technique de la carotte variété Musca d'Alger	24
1.3. Les additifs.....	25
2. Prétraitement de matière première	25
3. Fabrication du jus	25
4. Optimisation de la fabrication de jus de carotte.....	26
5. Analyse sensorielle	28

6. Analyses statistiques	29
Résultats et discussion	
1. Résultats des analyses sensorielle	30
1.1. L'appréciation de la couleur	30
1.2. L'appréciation de l'odeur.....	31
1.3. L'appréciation du gout.....	31
1.3.1. L'acidité.....	31
1.3.2. Sucre.....	32
1.3.3. Le gout.....	33
1.4. L'appréciation de la consistance.....	33
1.5. L'appréciation de la pulposité.....	34
2. Résultats de l'étude de l'optimisation de la production du jus de carotte par le design de Plackett-Burman	34
2. Discussion.....	37
Conclusion.....	34
Références bibliographiques	
Références bibliographiques.....	35

Résumé

Introduction

Introduction

Dans le monde agroalimentaire, les industriels s'efforcent toujours de produire de nouveaux produits alimentaires, en offrant diversité et réactivité aux consommateurs pour leurs besoins quotidiens, ils sont également habitués à inventer de nouvelles technologies utilisées: Conception de machines, de matériaux ou même d'emballages alimentaires (Abdelli et Denidni, 2019). Avec le développement de la population, la demande en denrées est plus importante et c'est pour cela que le secteur agroalimentaire est en constante expansion notamment dans le secteur des boissons. En effet, malgré que l'eau soit le seul liquide indispensable à notre organisme, d'autres les boissons telles que les jus de fruits et les sodas permettent d'associer les besoins en eau et plaisirs (khodja *et al.*, 2018).

En Algérie, la production de fruits et de légumes a connu ces dernières années une nette progression, cet accroissement a contribué au développement du secteur agroalimentaire et en particulier de l'industrie des boissons (Kessour *et al.*, 2019). L'industrie des jus et des boissons à base de fruit et de légumes, s'est développée considérablement ces dernières années. La fabrication des jus utilise comme matière de base des concentrés ou pulpe de fruits qui sont souvent importés, en y rajoutant des substances synthétiques dans le but de mieux conserver leur qualité et leur goût (Akkouche *et al.*, 2018).

C'est ainsi que le marché des boissons est en pleine évolution suite à l'augmentation du nombre d'acteurs privés, dû notamment à la diversification des produits mis sur le marché, ce qui a mené les chercheurs et les producteurs à développer de nouvelles formules de boissons basées sur les mélanges de fruits et de légumes qui seront satisfaisantes sur le plan organoleptique, nutritionnel et économique (Kessour *et al.*, 2019).

La carotte (*Daucus carota* L.), l'un des légumes de la nutrition humaine le plus utilisé, est riche en bêta-carotène, acide ascorbique, tocophérol et vitaminé (Iazzourane, 2015). Les carottes sont une bonne source de glucides, de calcium, de phosphore, de fer, de potassium, de magnésium, de cuivre, de manganèse et de soufre, mais manquent de protéines et de lipides (Nomena, 2011). Ainsi, la carotte peut être consommée par des humains qui ne peuvent pas prendre de produits laitiers (Reisch *et al.*, 2017).

Le jus de carotte est un jus de légume, simplement composé du jus extrait des carottes (Shivhare *et al.*, 2009). Le jus de carotte est hautement commercialisable en raison de sa valeur nutritive (Kim *et al.*, 2001).

Dans ce contexte, l'objectif de notre étude est d'évaluer l'effet de quelques paramètres technologiques sur la qualité du jus de carotte. Le font de ce travail comprend deux grand parties, la première partie est consacré à l'étude bibliographique qui est scindée en trois chapitres :

- Des généralités sur les boissons,
- Des données bibliographiques sur les jus de fruits,
- Une synthèse sur les technologies de fabrication du jus de carotte.

La deuxième partie ou la partie expérimentale s'intéresse au matériel et aux méthodes mises en œuvre pour réaliser ce travail, et traite les différents résultats obtenus au cours de cette étude ainsi que leur discussion, ce travail est terminé par une conclusion générale et des perspectives.

CHAPITRE I
Synthèse Bibliographique

I.GENERALITES SUR LES BOISSONS

En Algérie, le secteur agroalimentaire a connu ces dernières années un développement, et en particulier l'industrie des boissons (Ghania et Sultana, 2018). Cette évolution a bénéficié de l'augmentation du nombre d'entreprises privées, notamment en raison de la diversification des produits mis sur le marché, qui a incité les chercheurs à innover de nouvelles formulations de boissons. Qu'il s'agisse d'eau minérale gazeuse ou d'eau minérale non gazeuse, d'eau aromatique, d'eau minérale pétillante de jus de fruits, de divers jus de fruits, de boissons énergisantes, de cola, de sirop, de tisane ou de thé glacé, de boissons de saison pour enfants, de boissons au soja ou au lait (Iberraken, 2016).

L'eau est la boisson la plus naturelle chez les mammifères, à l'exception du lait. C'est la seule boisson qui éteint vraiment votre soif. L'eau est l'ingrédient principal de la plupart des autres boissons (Clement, 1978).

Les boissons les plus courantes sont l'eau, les jus, le lait, le café, le thé, le vin et la bière. Il est recommandé de boire 1,5 à 2 litres de liquides par jour. Pour que les boissons conservent une qualité constante, il est nécessaire d'effectuer des contrôles de qualité du produit et du processus pendant la production (Amrouche, 2010).

I.1. Définition de boissons

Le terme «**Boissons**» comprend tout liquide qui est bu pour éteindre la soif, un liquide utilisé pour hydrater le corps humain, et destiné à la consommation humaine ou à l'ingestion dans le but de procurer du plaisir, d'éteindre la soif ou de rendre les gens agréables refroidir (Maeder, 2011). La boisson agit comme un lubrifiant dans le corps humain. Elle peut être: une boisson chaude, une boisson lactée, une boisson chaude ou froide (Kalonji, 2014).

Une boisson est un liquide nutritif, que l'on consomme pour se rafraîchir, c'est à-dire apaiser la soif. Mais elle est aussi souvent bue pour le plaisir (Clement, 1978). Elle est destinée à la consommation dont on trouve des boissons froides ou chaudes, alcoolisées ou non alcoolisées (Amrouche, 2010).

I.2. Origine des boissons

Les origines des boissons sont multiples, ainsi, on distingue des breuvages d'origines minérale, animale et végétale (Trinquier, 2013). Le tableau ci-dessous montre les différents types de boisson et leurs origines.

Tableau 01 : Les différents types de boissons et leurs origines (Trinquier, 2013).

Origine	Type de boissons	Matière première	Procédé de fabrication
Minérale	Eau de distribution	Eau de lac naturel ou artificiel	Chloration, coagulation, floculation, décantation, filtration et stérilisation
	Eau de table	Eau de lac naturel ou artificiel	Chloration, coagulation, floculation, décantation, filtration, stérilisation et embouteillage
	Eau naturelle de source	Eau de source	Pas de traitements
	Eau naturelle minérale	Eau de source	Pas de traitements
	Eau naturelle gazeuse	Eau de source	Pas de traitements
Animale	Lait et boissons lactées	Lait et eau	Centrifugation et Animale pasteurisation
	Hydromel	Miel et eau	Cuisson et fermentation
Végétale	Jus naturels et nectars de fruits	Fruits, concentrés de fruits, sucre et eau	Pression, centrifugation et flash-pasteurisation
	Boissons aux extraits naturels (Limonades, sodas, colas, tonics)	Fruits, extraits naturels de fruits, dioxyde de carbone, sucre et eau	Traitement de l'eau, cuisson du sirop, mixage ou mélange (eau traitée, CO ₂ , sirop)
	Bière	Orge, maïs et houblon	Maltage, brassage et fermentation
	Rhum	Canne à sucre	Fermentation, distillation et vieillissement (Rhum vieux)
	Whisky	Maïs	Fermentation, distillation et vieillissement
	Vins	Raisin	Fermentation et vieillissement
	Cidre	Pomme	Fermentation

1.3. Classification des boissons

Selon (Kassoussi *et al.*, 2005), Il existe deux catégories de boissons.

I.3.1. Les boissons non alcooliques

Les boissons non alcoolique contient de l'eau minérale ou de l'eau gazeuse, des jus de fruits ou de légumes non fermentés ou ne contient pas d'alcool à l'état de trace dépassant 1,2 degrés, de la limonade, du sirop, des infusions, du lait, du café, du thé (Franson, 2005).

I.3.1.1. Les boissons gazeuses

Les boissons gazeuses appartiennent à la famille des boissons rafraichissantes sans alcool (BRSA) on peut distinguer les boissons à base d'extrait naturels de fruits ou végétaux, eau embouteillée, jus de fruits et nectars (Vierling, 2008).

Les boissons gazeuses sont généralement caractérisées par un faible potentiel d'hydrogène et une forte concentration en sucre avec une faible concentration en oxygène et concentration de gaz carbonique alimentaire particulièrement sélective et une faible concentration en azote assimilable notamment en acide aminée et vitamine (Marez, 2003).

I.3.1.2. Les nectars

Le nectar de fruits est un produit fermentescible mais non fermenté, obtenu par l'ajout de l'eau, sucre et/ou de miel aux produits. L'addition de ces dernières est autorisée mais il faut que ne dépasse pas 20% au poids total de produit final. Si le nectar de fruits est fabriqué sans l'additionnement de sucre ou avec de faibles valeurs, les sucres peuvent être remplacés totalement ou partiellement par des édulcorants (Radan, 1990). La préparation des nectars s'effectuent généralement par des fruits pulpeux ou avec des fruits acides (Tchango, 1996).

I.3.1.3. Jus de fruits concentrés et déshydratés

Le jus de fruits déshydratés est défini comme le produit obtenu à partir d'un jus de fruits contenu un ou plusieurs espèces par élimination physique de la quasi-totalité de l'eau (Cendres, 2011).

La qualification « déshydraté » pour les jus de fruits déshydraté peut être remplacé par la qualification « lyophilise » d'après la méthode de déshydratation employée (Vierling, 2008).

I.3.1.4. Eaux minérales

Une eau minérale naturelle est une eau possédant un ensemble de caractéristiques qui sont de nature à lui apporter ses propriétés favorables à la santé (Kebir, 2018).

Selon Canellas (1995), elle se distingue des autres eaux destinées à la consommation humaine:

- par sa nature caractérisée, par sa teneur en minéraux, oligoéléments ou autres constituants et par certains effets;
- par sa pureté originelle.

1.3.1.5. Les jus de fruits

Les jus de fruits proviennent d'une large gamme de fruits, notamment : oranges et autres agrumes, pommes, raisins, ananas ou mangues. Parvenus au degré de maturation approprié et frais ou conservés dans des conditions saines (Meerzouk et Bahia, 2020).

Les jus de fruits sont commercialisés sous forme de concentrés, de concentrés surgelés ou de jus dilués avec l'ajout fréquemment des sucres et des conservateurs de la filière (Franson, 2005).

I.3.2. Les boissons alcooliques

Les boissons alcoolisées proviennent toutes de la fermentation des glucides contenus dans des fruits, des légumes ou des céréales (Couvreur et Simonet, 2000). Le choix du mode de fabrication a une colossale incidence sur la composition des alcools produits. Ainsi la composition nutritionnelle et le degré alcoolique sont démesurément différents selon les produits. L'alcool présent dans ces boissons est l'alcool éthylique ou éthanol, de densité 0,8. Cela signifie qu'une boisson titrant 10° d'alcool contient 80 g d'alcool éthylique par litre. L'alcool passe directement dans le sang sans subir de digestion. L'alcool est d'ailleurs beaucoup plus vite absorbé si l'estomac est vide lors de la consommation (Layat, 2009). Dans les boissons alcooliques nous distinguons, les bières, les vins et cidre, qui sont détaillés ci-dessous.

I.3.2.1. Les bières

« La bière est une boisson alcoolique fermentée, faite avec de l'orge germée et aromatisée avec des fleurs de houblon » (Ten Broek, 2016). La dénomination bière est réservée à la boisson obtenue par la fermentation d'un moût préparé à partir de malt de céréales, des matières premières issues des céréales, des sucres alimentaires, des substances

conférant de l'amertume provenant du houblon et de l'eau potable (Boudarene, 2016). Le malt des céréales représente au moins 50% du poids des matières amylacées ou sucrées mises en œuvre. L'extrait sec représente au moins 2% du poids du moût primitif. La bière est une boisson naturelle, populaire, sans matière grasse (Hubert, 1997).

I.3.2.2. Les vins

Le vin est une boisson alcoolisée à base de jus de raisin fermenté. Les vins sont le plus souvent des vins rouges, blancs ou rosés (Cayla et Masson, 2014). Le vin mousseux résulte d'une seconde fermentation. L'équilibre chimique naturel des raisins leur permet de fermenter sans ajout de sucres, d'acides, d'enzymes, d'eau ou d'autres nutriments (Marie, 2011). La levure consomme les sucres des raisins et les convertit en alcool et en dioxyde de carbone. Différentes variétés de raisins et souches de levures produisent différents styles de vin (Franson, 2005).

I.3.2.3. Le cidre

Le cidre est une boisson alcoolisée obtenue par la fermentation alcoolique partielle ou complète de jus de pomme ou de jus de poire fraîchement pressé ou conservé par un procédé physique (Cendres, 2010). Le cidre peut être fabriqué à partir de n'importe quelle variété de pomme, mais certains cultivars cultivés uniquement pour le cidre sont connus sous le nom de pommes à cidre (Ulrick, 2006).

I.4. Structure de boissons

Le diagramme ci-dessous représente la structure des boissons fréquemment consommés

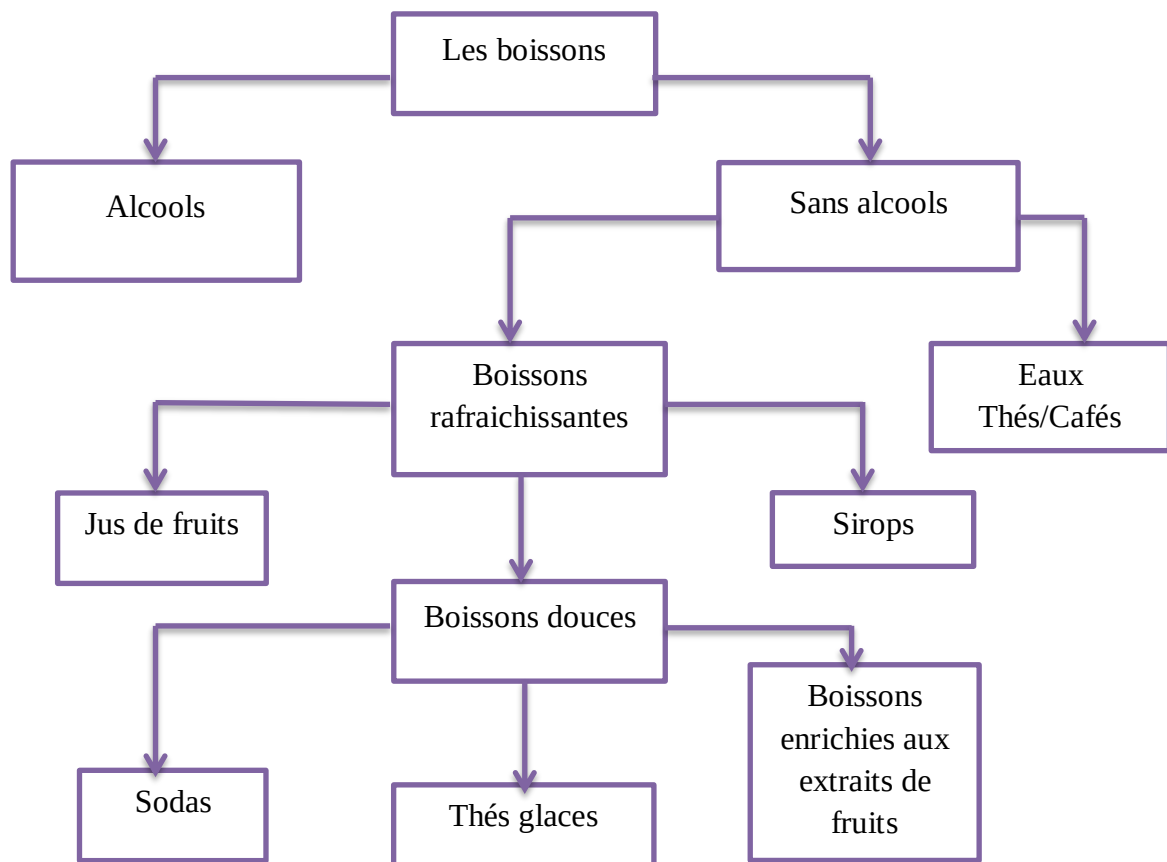


Figure 1: Structure de la filière boisson (Goudot et Lakhdari, 2003).

I.5. Composition nutritionnelle des boissons

Chez l'homme, le besoin en eau est un besoin vital. En moyenne, nous perdons 2.5 à 3 L d'eau par jour. Les apports nutritionnels conseillés en eau sont par conséquent de 2.5 à 3 L par jour et les boissons participent à plus de la moitié dans la couverture de ce besoin indispensable (soit 1 à 1.5 L par jour) (Akkouche et Chikhaoui, 2018).

La valeur nutritionnelle des boissons gazeuses est appréciée en raison de leurs teneurs en sucre (une canette de boisson gazeuse contient environ 10 c à thé de sucre, ce qui représente environ 8 % de l'apport calorique quotidien pour une personne consommant 2000 calories par jour). En fonction de leurs formulations, elles peuvent être absorbées plus facilement, elles peuvent remplacer les sels et l'énergie perdue et elles sont désaltérantes (Robert, 2014).

II. JUS DE FRUITS

Les fruits et légumes entiers sont constitués des quantités considérables des fibres. Mais ce sont les interstices de ces fibres qui renferment les nutriments essentiels, atomes et molécules dont nous avons besoin. Ce sont ces atomes et ces molécules et leurs enzymes respectives présentes dans les jus frais et crus qui aident à l'assimilation rapide de la nourriture par les cellules, tissus, organes, glandes et toute autre partie du corps (Walker et Gassie, 1999).

II.1.1. Définition

C'est le liquide fermentescible mais non fermenté, tiré de la partie comestible de fruits sains, parvenue au degré de maturation approprié, frais ou conservés dans de bonnes conditions (Codex alimentarius, 2005).

Le jus est obtenu par des procédés mécaniques et doit posséder la couleur, l'arôme et le goût caractéristique du fruit dont il provient (Espiard, 2002).

Les jus de fruits contiennent naturellement de nombreuses qualités nutritionnelles (Braesco *et al*, 2013). Ils contiennent une large gamme des nutriments présents dans les fruits (potassium, vitamines C, B9 et caroténoïdes) (Prolongeau *et al*, 2009).

II.1.2. Les type de jus de fruits

- Les purs jus

C'est un jus obtenu à partir de fruits par des procédés mécaniques, (Boidin *et al*, 2005).

-Les jus de fruits à base de concentré

La norme générale, définit le jus de fruit à base de concentré comme le produit obtenu en remettant dans le jus de fruit concentré l'eau extraite du jus lors de la concentration, ainsi qu'en restituant : les arômes, les pulpes, et les cellules l'eau ajoutée présente des caractéristiques chimiques, microbiologiques et organoleptique de manière à conserver les qualités principales du jus élaborés à partir de jus concentrés. Les produits sont préparés en réincorporant au jus de fruits concentré la même quantité d'eau que celle retirée lors de la concentration (Dansoko *et al*, 2016).

- Concentré de purée de fruits

Produit obtenu par élimination physique de l'eau de la purée de fruits en quantité suffisante pour accroître la valeur Brix d'au moins 50% par rapport à la valeur Brix établie pour le jus reconstitué du même fruit (Codex alimentarius, 2005).

-Les jus de fruits déshydraté

Est un jus de fruits dont on a retiré la quasi-totalité de l'eau par le procédé physique, pour les jus de fruits déshydratés, le qualificatif "déshydraté" peut être accompagné ou remplacé par le qualificatif "lyophilisé" ou toute autre mention analogue selon le procédé de déshydratation utilisé (Virling, 2008).

-Purée de fruits

La purée de fruits est un 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 (Codex alimentarius, 2005).

-Les jus gazéifiés

Les jus gazéifiésaturent de dioxyde de carbone, ce qui augmente le rafraîchissement de la boisson (Fredot, 2007).

II.1.3. Composition chimiques d'un jus de fruits

La composition des jus de fruits est identique à celle des fruits dont ils sont issus. Les jus de fruits sont composés des glucides, des minéraux et des vitamines et de l'eau qui représente environ de 87% jusqu'à 89% de sa composition (Dabadie, 1999).

II.1.3.1.Eau

Le constituant le plus important d'un jus de fruits est naturellement l'eau qui représente entre 75 et 90% de la masse. L'eau n'apporte aucune valeur énergétique, cependant son existence joue un rôle très important (Siebert, 1999).

II.1.3.2. Teneur en protéines

Les jus de fruits présentent de faibles teneurs en acides aminés et d'une façon générale en matière azotée, cependant leur dénaturation a un impact dans les procédés de

transformation. Après conditionnement, l'évaluation globale de l'azote aminé après 6 mois de stockage reste (Prasanna, 2007).

II.1.3.3. Teneur en lipides

Ils sont caractérisés par leur solubilité nulle ou très faible dans l'eau mais élevée dans les solvants organiques. Les lipides dans les jus de fruits sont généralement avec une faible quantité (Rangana, 1983).

II.1.3.4. Glucides

Les glucides contenus dans les jus de fruits sont principalement le fructose (prédominant), le glucose et le saccharose. Ce sont des composés naturels, qui constituent l'infrastructure des végétaux (Barahim, 2015).

Pour les agrumes, 80% de la matière sèche hydrosoluble est représentée par les glucides et 10% par les acides organiques (acide citrique).

Les glucides jouent un rôle important de notre organisme et forment un élément essentiel d'un régime alimentaire varié et équilibré (Ting, 1980).

II.1.3.5. Vitamines

La teneur en vitamines des jus, varie généralement selon le fruit ou le processus, on trouve généralement les vitamines : A, B, C et la Vitamine E (Favier, 1993).

II.1.3.6. Sels minéraux

Les jus de fruits sont riches en minéraux dont la richesse contribue à leur valeur nutritionnelle (Feillet, 2021). Les jus de fruits fournissent pratiquement autant de minéraux et d'oligo-éléments que les fruits dont ils sont issus : potassium, calcium, magnésium (Siebert, 1999).

II.1.3.7. Acides organiques

L'acidité a une influence remarquable sur la perception sensorielle des composés volatils du jus, l'acidité du jus est due principalement aux acides citrique et ascorbique et à moindre mesure, à l'acide succinique (Sauvageot, 1986). Cette acidité, généralement entre 0.5 et 1.1 grammes d'acide citrique par litre de jus, se traduit par un pH entre 3,0 et 3,5 (Rangana *et al.*, 1983).

II.1.3.8. Les additifs

L'additif est une substance ajoutée volontairement, donc connu en quantité et en qualité, il est employé dans un but déterminé, pour jouer un rôle reconnu utile (Souaci, 2019).

Les additifs sont des ingrédients naturels ou de synthèses ajoutés aux boissons dans un but technologique, de fabrication, mais aussi pour améliorer leur conservation, leur couleur, leur saveur et leur qualités nutritives (Chabane et Azem, 2016).

Les quantités de nutriments indiquées sont des valeurs moyennes, ces valeurs peuvent varier pour différents types de jus de fruits (souci *et al.*, 2000).

Les principaux additifs utilisés dans l'industrie des jus appartiennent aux catégories mentionnées de tableau ci-dessous :

Tableau 02 : Les principales catégories d'additifs dans les jus (Macioszez, 2002).

Code	Catégorie	fonction
E 100 à E 180	Colorant	Intensifier ou donner une couleur
E 200 à E 285	Conservateurs	Allonger la durée de conservation en inhibant le développement des bactéries
E 300 à E 321	Antioxydants	Limiter les phénomènes d'oxydation (brunissement des fruits et légumes coupés, par exemple)
E 325 à E 380	Acidifiants / correcteurs d'acidité	Agir sur le degré d'acidité
E 620 à E 650	Exhausteurs de goût	Renforcer ou améliorer le goût d'un aliment

II.1.4. Les Caractéristique des jus de fruits

Les jus de fruits doivent avoir les caractéristiques essentielles de qualité et de compositions suivantes :

- L'ajout d'un ou plusieurs d'sucres solides est autorisé, mais cet ajout ne doit pas être supérieur à 100g/kg, exceptionnellement pour certains fruits qui ont une fort acidité pour lesquels une proportion de 150g/kg autorisée. Quand le jus est acidifié, l'additionnement de sucre n'est pas autorisé (Redouane et Snasni, 2020).

- La teneur en éthanol présent dans le jus de fruits ne doit pas dépasser 5g/kg

- La teneur en matière sèche soluble du fruit mur ne doit pas atteint la teneur en matière sèche soluble du produit sauf pour les sucres d'ajout, exprimée en Brix déterminée par le refractomètre à 20°C sans correction par l'acidité.

- l'addition de vitamines et de minéraux peut être autorisée conformément à la législation en vigueur et il aussi permet de mélanger différents jus ou purées de fruits

- Le produit doit présenter la couleur, l'arôme, et la saveur caractéristique du fruit à partir duquel le jus est obtenu. Les constituants volatils naturels peuvent être restitués à tous jus obtenu de même type de fruits que celui auquel les constituants volatils naturels ont été enlevés (Jort, 2006).

II.2. Jus de légume

II.2.1.Définition

Le jus de légume est le produit naturel provenant de la prise des légumes frais, sains, mûrs et non fermentés (Codex stan, 1991).

Il est difficile de conserver les jus de légumes en raison de la faible acidité et de la concentration élevée de bactéries dégradantes et sporulées (Belibel, 2017). Par conséquent, le jus de légumes pourrait être produit soit fermenté ou acidifié avec de l'acide citrique (Adubofuor *et al.* 2016).

En générale les jus de légumes ont une faible acidité et un pH de l'ordre de 5.5- 6.5. Ceci détermine la nécessité de leur stérilisation à une haute température (120 °C) en 20- 30 min (Banoune et Ait Oudjoudi, 2018).

L'effet négatif d'un long traitement thermique sur les qualités des jus on acidifie ce dernier jusqu'à pH 3.7-4 à cette valeur on peut stériliser le jus en un temps court (60s) à 115- 120 °C (Buruleanu et Manea, 2006).

II.2.2. Classification des jus de légumes

Les jus de légumes en dépendance de leur acidité peuvent être classés en quatre groupes :

- Jus de légumes acides avec le pH 4.5 environ (Boutakiout, 2015).
- Jus de légumes légèrement acides avec un pH supérieur à 4.5.
- Jus acidifiés, pour l'acidification est réalisé par l'addition emploie les acides organiques ou minéraux. L'acidification des jus des légumes est appliquée dans la production des jus de coupe par les acides citrique, malique, oxalique, dans certains pays l'utilisation des acides phosphoriques et chlorhydriques est répandue, la quantité d'acide à ajouter dépend de l'espèce du jus.
- Jus de légumes ayant subi une fermentation lactique. (Buruleanu et Manea, 2006).

II.3. Jus de carottes

Le jus de carotte est une boisson populaire consommée dans le monde entier et largement accepté comme une source importante de composants sains tels que les caroténoïdes, les vitamines et les composés phénoliques qui favorisent l'activité antioxydant en piégeant les radicaux libres (Jabbar *et al.*, 2014)

Le jus de carotte est également une source importante des fibres alimentaires. Il présente aussi une bonne teneur en calcium, magnésium et fer, ainsi que le phosphore, soufre, silicium et le chlore et particulièrement riche en éléments alcalins organiques tels que le sodium et le potassium (Shivhare *et al.*, 2009 ; Sharma *et al.*, 2012).

II.3.1. Composition de jus de carottes

Au cours des dernières années, une augmentation constante de la consommation de jus de carottes a été signalée dans de nombreux pays (Haq et Prasad, 2015). Le jus de carotte se mélange pratiquement avec tous les autres jus et un grand nombre de personnes souffrant de diverses affections ont découvert que l'inclusion du jus de carottes dans leur régime alimentaire considérablement amélioré leur santé (Adubofuor *et al.*, 2016). Cependant, le jus de carottes frais non-traité a une faible valeur marchande en raison de sa courte durée de vie et son pH proche de la neutralité qui favorise la croissance des microorganismes (Zhang *et al.*, 2016 ; Zhu *et al.*, 2017).

Les tableaux 03 et 04 représentent la composition de jus de carottes par les différents constituant, les minéraux les vitamines, respectivement.

Tableau 03: Composition de jus de carotte (Olalude *et al.*, 2015)

Constituants	Valeur %
Energies	40%
Eau	91%
Minéraux	1.67%
Fibres végétales	1.33%
Acides organiques	0.26%
Cholestérol	00%
Principes énergétique	
Protides	1.06%
Lipides	0.26%
Glucides	6.10%
Fructose	1%
Glucose	1%

Tableau 04: Composition en minéraux et vitamines du jus de carottes (Sharma *et al.*, 2012)

Eléments minéraux	Valeurs
Sodium	51mg//100g
Potassium	255mg//100g
Fer	0.2 mg /100g
Magnésium	9 mg/100g
Calcium	55 mg/100 g
Zinc	0.1mg/100g
Vitamines hydrosolubles	Valeurs
acide ascorbique(C)	16.66 mg /100g
thiamine (B1)	0.057 mg//100g
riboflavine (B2)	0.100 mg/100g
Vitamine liposoluble	
carotène (provit.A)	2805 mg/100g
β-carotène	2730

II.3.2 Bienfaits du jus de carottes

Ce jus augmente de 10 % le volume de l'urine et facilite l'élimination de l'acide urique dans le sang (Belibel *et al.*, 2017). Il soulage les douleurs dues aux calculs biliaires. Il aide à nettoyer le sang et à diminuer l'acidité, et est utile contre les ulcères de l'estomac. Les minéraux contenus dans le jus de carotte (potassium, calcium, magnésium, phosphore, zinc, sodium, manganèse, fer cuivre, sélénium, etc.) sont facilement absorbés dans le sang, ce n'est pas le cas de tous les légumes (Da Silva Dias, 2014).

Le jus de carotte présente une combinaison d'éléments nutritifs pour la totalité de l'organisme, dont il aide à régulariser le poids et l'équilibre chimique (Walker et Gassie, 1999 ; Da Silva Dias, 2014).

Le jus de carotte aide l'organisme à résister aux infections, son action se conjuguant à celle des glandes surrénales. Il contribue à la prévention des laryngites, des amygdalites, des sinusites, et de toutes les infections des organes respiratoires (Walker et Gassie, 1999).

Les problèmes de peau sèche, dermatite, et autres taches cutanées sont dues à des carences en éléments nutritifs que contient le jus de carotte (Belibel *et al.*, 2017). Ceci est également le facteur de troubles oculaires tels qu'ophtalmies, conjonctivites, etc. Boire du jus de carotte améliore la qualité du lait maternel. Il contribue à limiter le risque de fièvre puerpérale après l'accouchement. Il contient aussi de l'acide folique. Le bêta-carotène va aider le futur bébé à protéger son développement cellulaire (Walker et Gassie, 1999).

III. TECHNOLOGIE DE FABRICATUIN DU JUS D CAROTTE

La fabrication de jus de carottes à des fins commerciales implique la stérilisation thermique, le blanchiment et l'abaissement de son pH, car son pH naturel est d'environ 6,0, ce qui expose le produit à un risque élevé de contamination bactérienne (Zhang *et al.*, 2016).

III.1. Blanchiment

Le blanchiment est une opération importante destiné à stabiliser les légumes et les Fruits avant de leur traitement comme la congélation, l'extraction de jus, la déshydratation, et la conservation (Belibel *et al.*, 2017).

Le blanchiment est un traitement thermique consistant à exposer le produit à la chaleur souvent par immersion dans l'eau bouillante ou dans de la vapeur d'eau à 100 °C pendant un moment bien déterminé, et peut être amélioré en immergeant ces derniers dans une solution salée comme (chlorure de calcium) ou dans une solution acide (acide citrique) (Shivhare *et al.*, 2009).

Le blanchiment permet de détruire des enzymes responsables des altérations organoleptiques telles que des modifications de flaveurs et/ou de couleur ainsi que la réduction de la charge microbienne (Tirilly et Bourgeois, 1999).

Les carottes comme la plupart des autres légumes et fruits sont transformées industriellement par diverses opérations de traitement, pour produire du jus. La congélation, l'extraction de jus, la déshydratation, et la conservation, dans chacune de ces opérations de transformation des aliments, une variété d'équipements et de technologies différents sont disponibles pour obtenir une meilleure qualité des produits finaux d'une manière plus économique (Shivhare *et al.*, 2009 ; Sharma *et al.*, 2012).

III.2. Cuisson à la vapeur

La cuisson à la vapeur est un procédé de cuisson qui met l'aliment en contact directe avec la chaleur en supprimant le phénomène d'osmose, l'eau devenant vapeur à la température 100°C. La vapeur permet également une cuisson homogène et conserve les qualités des aliments cuits (Turkmen *et al.*, 2005).

La cuisson à la vapeur d'eau s'effectue à l'aide d'un couscoussière. Cette cuisson conserve la saveur des aliments et leur valeur nutritionnelle. Elle est en revanche plus longue que la cuisson à l'eau. Elle est très intéressante pour les légumes frais, les tubercules (carotte), le riz et les céréales (Cuq et Guilbert, 1992).

III.3. Etapes de fabrication d'un jus de carotte

Les étapes de fabrication d'un jus de carotte sont représentées dans le diagramme ci dessous:

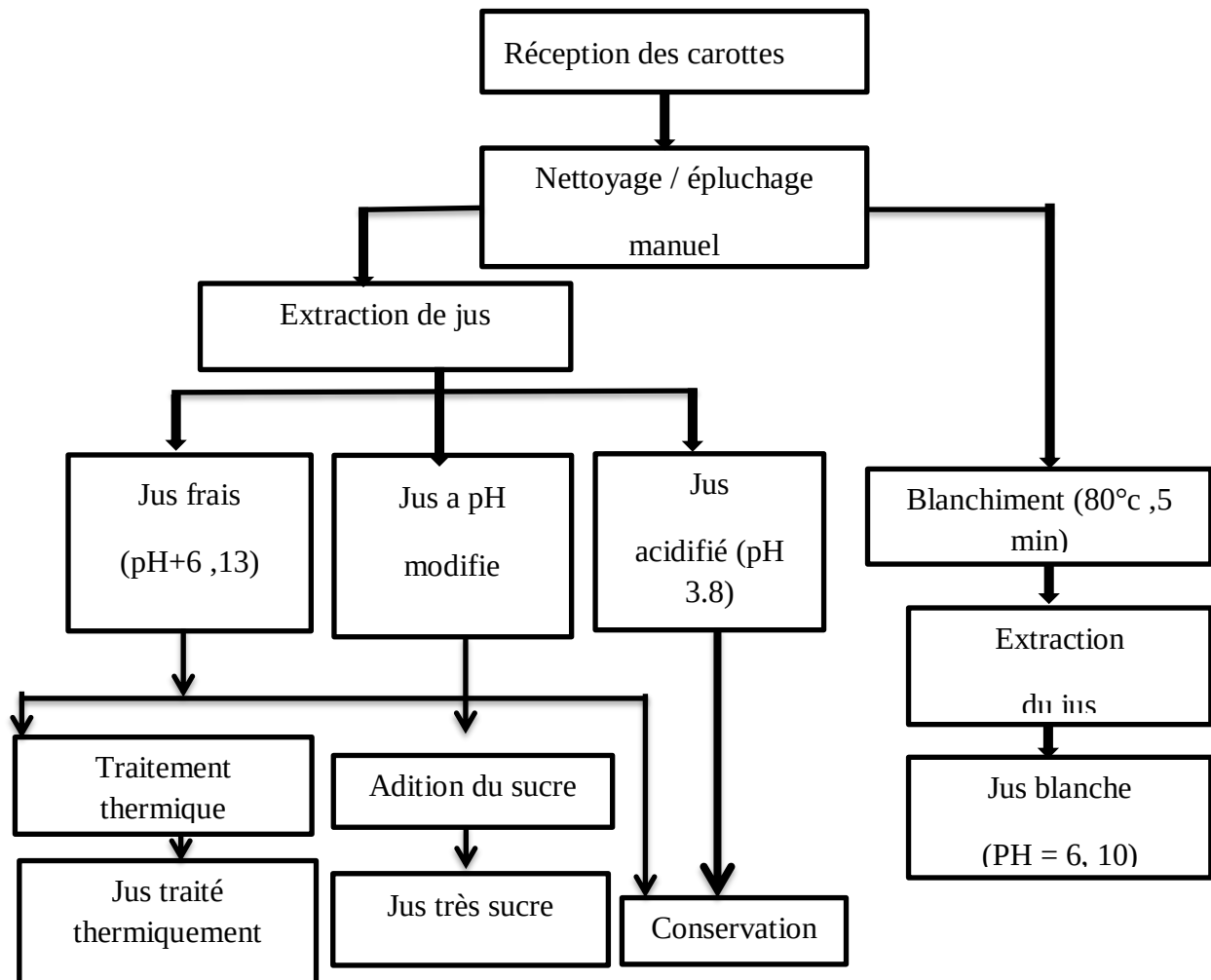


Figure 2: Diagramme de fabrication des différents jus de carottes (Aguiló-Aguayo *et al.*, 2014).

III.4. Procèdes de conservation du jus de carotte

III. 4.1. Traitement thermique

Le traitement thermique est la technique de décontamination la plus communément utilisée en industrie agroalimentaire (Farkas, 1998). En termes de sécurité alimentaire, il a pour objectif de détruire ou d'inhiber totalement, d'une part les enzymes, et d'autre part les microorganismes et leurs toxines, dont la présence ou la prolifération pourrait altérer la denrée considérée ou la rendre impropre à l'alimentation humaine (Cuq, 2007).

-Pasteurisation

La pasteurisation est un traitement thermique modéré permettant la destruction des microorganismes pathogènes et d'un grand nombre de microorganismes d'altération. La température du traitement est généralement inférieure à 100°C et la durée de quelques secondes à quelques minutes dans des échangeurs de chaleur tubulaires. Ce traitement thermique doit être suivi d'un brusque refroidissement afin de ralentir le développement des germes encore présents (spore) (Clinquart, 1999).

La pasteurisation utilisée pour éliminer les microorganismes pathogènes et la plupart des micro-organismes végétatifs dans le but d'augmenter la durée de conservation des produits alimentaires (Baron *et al.*, 2010).

Pour les produits acides et très acides comme les jus de fruits par exemple, la pasteurisation sert à obtenir une durée de conservation de quelques mois par la destruction des microorganismes d'altération (levures et moisissures) et/ou par l'inactivation des enzymes (Bourguet, 2008 ; Levy, 2010).

Le jus pasteurisé est introduit froid dans le contenant par exemple des bocaux en verre, ceux-ci, après fermeture, sont chauffés dans un bain-marie d'eau chaude jusqu'à température voulue à coeur. Les bocaux sont ensuite refroidis sous l'eau froide et conservés à 4°C (Benamara et Agougou, 2003).

- Réfrigération

La réfrigération consiste à abaisser la température pour prolonger la durée de conservation des aliments (la température de réfrigération se situe dans les alentours de 0°C à 4°C) (Manu, 2016). Plus la température d'entreposage est basse, plus la durée de conservation du produit s'allonge (Mihajlovic *et al.*, 2013).

En dehors de la réfrigération, d'autres moyens de conservation peuvent être utilisés parallèlement pour contrer le développement des microorganismes survivants: ajout d'agents chimiques de conservation, emballage sous vide, réduction de l'activité de l'eau (aw) (Cuq, 2007).

III.4.2. Acidification

L'acidification est une partie essentielle de la fabrication des boissons. De nombreux produits alimentaires se conservent grâce à un pH faible, soit parce qu'ils contiennent naturellement une teneur élevée en acide organique, soit parce que des acides leur sont volontairement ajoutés (confiseries, boissons...). Dans ces produits, l'acidité participe à la

conservation, mais est également recherchée pour la saveur qu'elle apporte (Mihajlovic *et al.*, 2013). L'acide citrique est l'acide le plus utilisé dans la fabrication des jus. L'acide citrique est un solide cristallin blanc, et il peut être acheté en granulés poudre dans son état anhydre ou comme monohydrate (Gardner, 1972).

III.5.Composants actifs dans le jus de carotte

-La vitamine C

La vitamine c'est un antioxydant puissant qui est très essentiel pour la nutrition humaine et le bon fonctionnement du corps, peut être totalement détruite lorsqu'il est exposé à une température élevée. La vitamine C réagit et s'oxyde en présence de la lumière du soleil et de l'oxygène dans l'air (Eric, 2011).

Les carottes sont des sources relativement pauvres en vitamine C. La teneur en vitamine C des carottes varie entre les variétés avec des valeurs rapportées entre 3.0-7.0 mg/100g (Baron *et al.*, 2010).

Les valeurs de RDA de vitamine C pour nourrissons et les adultes sont respectivement de 25 et 40 mg / 100g, la consommation de 100 grammes de carotte satisfait moins de 10% de la RDI quotidiens en vitamine C. Le jus de carottes a été démontré qu'il possède une teneur élevée en vitamine C (Vora, 2001).

-Les fibres

Les fibres alimentaires sont des complexes d'hydrates de carbones, cependant, ils ne contiennent aucune valeur calorique, indigestibles et ne peuvent pas être absorbés par le corps, les fibres sont classés en fonction de leur solubilité soluble et insoluble, les fibres solubles sont des polysaccharides non cellulose tels que la pectine, les gencives et le mucilage. Les fibres solubles sont principalement constituées de composants de la paroi cellulaire, tels que la cellulose, l'hémicellulose (Sharma *et al.*, 2012).

Une alimentation riche en fibres a un impact significatif sur la santé, y compris la prévention de la constipation, la régulation de la glycémie, la protection contre les maladies cardiaques, la réduction des niveaux élevés et la prévention de certaines formes de cancers, et la lignine. Les fibres alimentaires ne sont pas seulement souhaitables pour leurs propriétés nutritionnelles, mais aussi pour leurs propriétés fonctionnelles et technologiques et, à cause de cela, elles peuvent être utilisées comme ingrédients alimentaires (Héctor *et al.*, 2015).

-Les antioxydants

L'activité antioxydante d'un composé correspond à sa capacité de résister à l'oxydation. Les antioxydants les plus connus sont le β -carotène (provitamine A), l'acide ascorbique (vitamine C), le tocophérol (vitamine E) ainsi que les composés phénoliques. En effet, la plupart des antioxydants de synthèse ou d'origine naturelle possèdent des groupes hydroxyphénoliques dans leurs structures et les propriétés antioxydantes sont attribuées en partie, à la capacité de ces composés naturels à piéger les radicaux libres tels que les radicaux hydroxyles ($\text{OH}\cdot$) et super oxydes ($\text{O}_2\cdot$) (Popovici *et al.*, 2010).

-Les caroténoïdes

Les caroténoïdes sont des pigments liposolubles, sont responsables des couleurs rouges, verts, jaunes et oranges des nombreux fruits et légumes, ayant des propriétés antioxydantes y compris d'autres activités (Murkovic *et al.*, 2002).

Les caroténoïdes sont des micronutriments importants pour l'homme. Les caroténoïdes totaux contenus dans la partie comestible des racines de la carotte vont de 6 000 à 54 800 μg / 100 g. La fonction physiologique principale des caroténoïdes est en tant que précurseur de vitamine A. Le jus de carottes cru contient 8710 ± 590 mg / 100 g de B-carotène. Le B-carotène des plantes est transformé en vitamine A dans l'intestin grêle. Le α -carotène peut également être trouvé en orange où il a moins d'activité précurseur de la vitamine A que le B-carotène (Héctor *et al.*, 2015).

-Polyphénols

Ils peuvent être définis comme des molécules indirectement essentielles à la vie des plantes. Ces composés ont tous en commun la présence d'un ou de plusieurs cycles benzéniques portant une ou plusieurs fonctions hydroxyles (Macheix *et al.*, 2005).

Les polyphénols sont présents dans de nombreux aliments d'origine végétale, tels que les légumes, les fruits, les céréales ou les fruits secs, ainsi que dans les boissons, comme le cidre, la bière ou le thé. Ces composés sont très diversifiés et dérivent de la phénylalanine et de la tyrosine (Tsao, 2010).

Les composés phénoliques dans les carottes sont présents dans toutes les racines mais sont hautement concentrés dans le tissu du périoderme. Les hydroxycinnamiques sont deux grandes classes de composés phénoliques. Acides et acides para-hydroxybenzoïques bien que la peau de carotte ne représente que 11% de la quantité du poids de la carotte fraîche, il

pourrait fournir 54,1% des composés phénoliques totaux, tandis que le tissu du phloème fournit 39,5% et le xylème ne fournit que 6,4% (Georgé *et al.*, 2005).

Le contenu phénolique dans les différents tissus a diminué dans l'ordre suivant périderme > phloème > xylème. Bien que les épluchures des carottes ne représentent que 11% de la quantité de carottes fraîches, Il pourrait fournir 54,1% de la quantité de phénolique totale, tandis que le tissu phloème fournit 39,5%, Et le tissu du xylème ne fournit que 6,4%. Ont signalé que la teneur en composés phénoliques totaux en carotte est $26,6 \pm 1,70 \mu\text{g/g}$ et de $772 \pm 119 \text{ mg/l}$ dans le jus de carotte. L'activité antioxydant et anti radicalaire est diminué dans le même ordre que le contenu phénolique. Ces résultats suggèrent que les composés phénoliques pourraient jouer un rôle important dans les propriétés antioxydants Dans les carottes et les autres dérivés (Shivhare *et al.*, 2009).

-Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés phénoliques d'origine végétale. Ils sont doués de grandes capacités antioxydantes (Miller, 1996).

Ils constituent des pigments responsables des colorations jaune, orange et rouge de différents organes végétaux. Les différents groupes dont les flavones, les flavonones, les isoflavones, les flavonols, les catéchines et les pigments roses, rouges, pourpres et bleu només anthocyanines, Ces substances se rencontrent à la fois sous forme libre ou sous forme de glycosides (Alsavar *et al.*, 2005).

Les flavonoïdes présents dans la carotte sont les flavonols (quercétine, kaempférol, rutine ou quercétine 3-rutinoside) et les flavones (apigénine, lutéoline) (Poulin *et al.*, 1993) (Poulin *et al.*, 1993). La Carotte comme les autres légumes ne sont pas une bonne source de flavonoïdes ($\geq 1 \text{ mg /100 g}$) Par rapport aux d'autres sources de fruits (Marinova *et al.*, 2005).

III.6. Qualité des jus

III.6.1. Qualité microbiologique des jus

Les jus de fruits doivent être exempts de microorganismes en quantités pouvant présenter un danger pour la santé et ceci jusqu'à la date limite de consommation (DLC). En règle générale, grâce à leur pH bas, les jus de fruits présentent peu de risques microbiologiques. Un pH inférieur à 4,5 est létal pour des germes pathogènes (Parish *et al.*, 1989).

La lutte contre les microorganismes est ainsi indispensable pour assurer la qualité sanitaire et microbiologique des jus, en assurant ainsi, la stabilité et prolonger leur durée de consommation. Il existe plusieurs traitements de décontamination basés sur la thermorésistance, Baro résistance et la filtration des microorganismes (Pham, 2017).

Le procédé classiquement utilisé est la pasteurisation, elle s'effectue ainsi :

- Les bouteilles pleines fermées sont aspergées d'eau de plus en plus chaude jusqu'à atteindre des températures de l'ordre de 90°C, ce qui chauffe le produit de 82°C à 85°C.
- Cette technique nécessite des procédures longues de chauffage puis refroidissement pouvant provoquer la cuisson du jus de fruits et la dégradation de ses arômes.
- Un brunissement non enzymatique peut apparaître, la perte de nutriments thermolabiles et la formation de produits indésirables comme le 5-hydroxyméthylfurfural 5HMF (Baron, 2002).

Les micro-organismes d'altération généralement mis en cause dans la majorité aliment et des boissons ayant une teneur élevée en sucre et un pH bas ont montré que parmi les microorganismes altérant les boissons rafraîchissantes, les plus importants sont les levures dont celles couramment rencontrées appartiennent aux genres *Candida* et *Saccharomyces*. Les bactéries d'altération sont essentiellement lactiques *Lactobacillus spp* (Swanson *et al*, 1985).

III.6.2. Qualité organoleptique des jus

Le terme « **Organoleptique** » vient des mots grecs « organos » signifiant « organes » et lepticos signifiant « au moyen de... ». Cet adjectif s'emploie pour l'impression que l'on acquiert directement par les organes des sens et qui détermine l'appétence ou le dégoût pour un aliment (Mossion, 2007).

Les qualités organoleptiques d'un aliment ou d'une boisson permettent de le définir par sa saveur (odeur, arômes, saveur), son odeur, sa couleur, son aspect, sa texture (consistance au toucher, à la mastication), son bruit (ou bruissement) (Depledge et Sauvageot, 2002).

Les attributs sensoriels d'un produit peuvent être définis comme les caractéristiques du produit qui sont perçues et évaluées par les sens ou par un expert (Baudet, 2012).

Les principaux éléments contribuant à la qualité organoleptique sont :

- L'aspect visuel (couleur, décantation spontanée) ;
- Le goût ;
- L'odeur ;

-Les arômes.

La couleur est un facteur important pour l'évaluation de la qualité des aliments notamment les jus et les nectars de fruits, une diminution de son intensité correspond à une altération du produit. Elle est souvent liée à la maturation des fruits utilisés, à la présence d'impuretés, à la mise en œuvre appropriée ou non d'un traitement technologique, à des mauvaises conditions d'entreposage (Nout *et al.*, 2003 ; Guiraud, 2003).

La modification du goût est caractérisée essentiellement par l'aigreur. Un goût indésirable peut se manifester lors d'un traitement non hygiénique et au cours de la période de stockage

L'arôme des aliments résultent de la stimulation des récepteurs situés dans la bouche et la cavité nasale, par un très grand nombre de constituants des aliments. Les molécules odorantes volatiles responsables de l'arôme des jus et nectars de fruits comme les esters, diminuent pendant l'entreposage (Nout *et al.*, 2003).

Les propriétés organoleptiques peuvent être évaluées lors d'une analyse sensorielle et donner lieu à l'établissement d'un profil sensoriel (Nozinick, 1982). Les propriétés organoleptiques d'un produit jouent un rôle primordial dans sa perception avant usage ou consommation et dans son appréciation lorsqu'il est consommé ou utilisé (Yéboué *et al.*, 2017).

Les boissons doit avoir une couleur, une odeur et une saveur acceptables pour les consommateurs. On rejoint ici les normes de l'organisation mondiale de la santé pour de boissons distribuées. Elles jouent un rôle primordial dans la perception de son appréciation lorsqu'il est consommé (Moll, 2000).

.

CHAPITRE II

Matériel et méthodes

1. Matériel et méthodes

1.1. La matière végétale

Le matériel végétal utilisé dans ce travail est constitué d'un légume de carotte de variété Musca d' Alger, la carotte achetée fraîche du marché local de Laghouat, les carottes ont un poids variant de 65 à 100 g, une longueur de 7-11cm et une épaisseur de 2-3 cm avec une couleur orange.

1.2. Fiche technique de la carotte variété Musca d'Alger

La fiche technique de la carotte variété Musca d'Alger est la suivante (Fouzia., 2017) :

Ordre : Apiales

Famille : Apiaceae

Nom latin : *Daucus carota* subsp. *Sativus* (Apiaceae) (ordre Apiales)

Synonymes : Muscade d'Alger

Description : Variété très rare quasiment disparue. Originaire d'Afrique du Nord. Les racines orange, tubulaires, peuvent atteindre 22 cm de long. Variété précoce. Les fleurs de carotte sont normalement protandres, blanches

Multiplication : Semis

Cycle de vie : Annuelle

Propriétés : Racine comestible

Origine : Algérie, Maroc



Figure 3: Photographie originale montrant la carotte utilisée dans notre étude (Musca).

1.3. Les additifs

Les additifs utilisés pour la préparation de jus de carotte sont :

- ✓ Colorant alimentaires (jaune) ; SIN 123, date de fabrication (7 novembre 2020), achetée du marché local de Laghouat.
- ✓ Arôme (saveur de banane) ; PA-24, date de fabrication (11 janvier 2021), achetée du marché local de Laghouat.

La figure 04 montre les additifs utilisés dans notre étude



Figure 04: Photographie originale montrant les additifs utilisés dans notre étude ; (1) : Colorant, (2) : Arôme

Nous avons également utilisé :

- Le sucre ;
- Jus de citrons ;
- L'eau.

2. Prétraitement de matière première

Environ (6Kg) de carottes ont été soigneusement lavées avec de l'eau courante, avant et après épluchage, puis coupés en morceaux d'une épaisseur de 0,5 cm (pour augmenter la surface de contact avec l'eau et afin d'extraire le maximum du jus).

Puis les pièces des carottes ont été blanchies dans l'eau, jusqu'à cuisson. Puis a subi une cuisson une partie des carottes à la vapeur d'eau.

3. Fabrication du jus

A l'aide d'un mixeur, nous avons mixé 300g de carotte (percussion), avec 100g de sucre et 30 ml de jus de citron avec 2ml d'arôme (Saveur de banane), et 3ml couleur (jaune). Nous avons ajouté de l'eau jusqu'à ce que le mélange dépasse un litre (Figure 05).

Nous avons mélangé les ingrédients jusqu'à ce que nous obtenions du jus. Enfin, ce dernier a été filtré par une passoire.



Figure 05 : Photographie originale montrant fabrication de jus de carotte aux conditions standard.

4. Optimisation de la fabrication de jus de carotte

Afin d'étudier les facteurs qui affectent la qualité du jus de carotte, un design expérimental par la matrice statistique de Plackett-Burman de 6 facteurs a été utilisé pour la conception des expériences et l'analyse des résultats.

Le modèle de Plackett-Burman (Plackett et Burman, 1946) permet la détermination de l'effet de quelque paramètre technologique sur la qualité du jus de carotte. Dans le cas de notre travail 6 éléments variables, ont été sélectionnés. Chaque variable est représentée par deux niveaux ; maximale (+) et minimal (-).

Les facteurs expérimentaux étudiés sont présentés dans le Tableau 05.

Tableau 05 : Facteurs influençant la qualité de jus de carottes

Facteur	Min (-)	Max (+)
Sucre	50g	100g
blanchiment	Précuisons	cuisson
Jus citron	0	30ml
Poids de la carotte	15%	30%
Arôme	0	2ml
couleur	0	3ml

Le Tableau 06 représente le design donné par la matrice statistique de Plackett-Burman du logiciel Minitab.

Tableau 06 : Le Plan expérimental donné par de Plackett-Burman

Essai	Sucre	couleur	arôme	blanchiment	Jus de citron	Poids de carotte
1	+	+	+	-	+	+
2	+	+	-	+	-	-
3	-	-	+	+	+	-
4	+	-	-	-	+	+
5	+	-	+	+	-	+
6	+	-	+	-	+	-
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	+	+	+
9	-	+	-	-	-	+
10	+	-	+	-	-	-
11	-	+	+	+	-	+
12	-	+	+	-	+	-

(+) : niveau maximal, (-): niveau minimal

5. Analyse sensorielle

La méthode d'évaluation sensorielle utilisée dans cette étude était basée sur celle proposée par Zhang *et al*, (2016) avec certaines modifications, tous les volontaire ont utilisé un questionnaire pour mesurer les degrés de combien ont aimé la couleur, l'odore, l'arôme, le goût et l'acceptabilité générale des jus de carottes. Un groupe formé d'étudiants de 15 personnes (hommes, femmes) âgés de 18 à 26 ans de l'Université de Laghouat qui sont portés volontairement pour l'étude.

Pour être admissible, les panélistes devaient être non-fumeurs et ne pas avoir d'allergie aux carottes. Des évaluations individuelles ont été effectuées dans un laboratoire vide pour l'étude et qui est éclairé par un éclairage normal.

Les jus ont été placés dans 12 bouteilles numérotées, chaque échantillon de jus de carotte a été versé dans un petit gobelet (Figure 06), et chaque volontaire a goûté le jus, les bénévoles ont reçu de l'eau entre chaque échantillon de jus de carottes, tous les volontaires pendant le processus d'évaluation ont utilisé le questionnaire pour évaluer la couleur, l'arôme, le goût et l'acceptabilité générale du jus de carotte, et ont donné un nombre compris entre 1 et 5, ce qui représente combien il aimait ou n'a pas aimé chaque attribut.



Figure 06: Photographie originale montrant la dégustation sensorielle des jus

Tableau 07 : fiche de dégustation

Types de jus	La couleur ?/5	L'odeur ?/5	Le gout ?/10			La consistance ?/5	Pulposité ?/5
			Le gout ?/10	L'acidité ?/5	Sucré ?/5		
Jus 1							
Jus 2							
Jus 3							
Jus 4							
Jus 5							
Jus 6							
Jus 7							
Jus 8							
Jus 9							
Jus 10							
Jus 11							
Jus 12							

7. Analyses statistiques

Le logiciel Minitab est utilisé pour élaborer une conception expérimentale visant à améliorer et à identifier les facteurs affectant la qualité du jus de carotte, l'analyse de variances est également effectuée par ce même logiciel. Pour déterminer la différence entre les 12 échantillons ($P < 0.05$).

CHAPITRE III
Résultats et discussions

Partie 3 : Résultats et discussion

1. Résultats et discussion des analyses sensorielles

Représenter la différence entre 12 jus préparés, quinze sujets ont été sélectionnés pour effectuer cette évaluation sensorielle, a été réalisé avec une épreuve de notation sur échelle de 5 points nous avons attribué des proportions aux valeurs numériques ou appréciations des dégustateurs, pour les paramètres suivants : la couleur, l'odeur, le goût acide et le goût sucré, la consistance, et la pulposité.

Les résultats des analyses sensorielles des jus de carotte préparés expérimentalement sont rapportés dans les figures ci-dessous.

1.1. L'appréciation de la couleur

Les résultats de l'appréciation de la couleur des jus de carotte préparés sont illustrés dans la figure suivante:

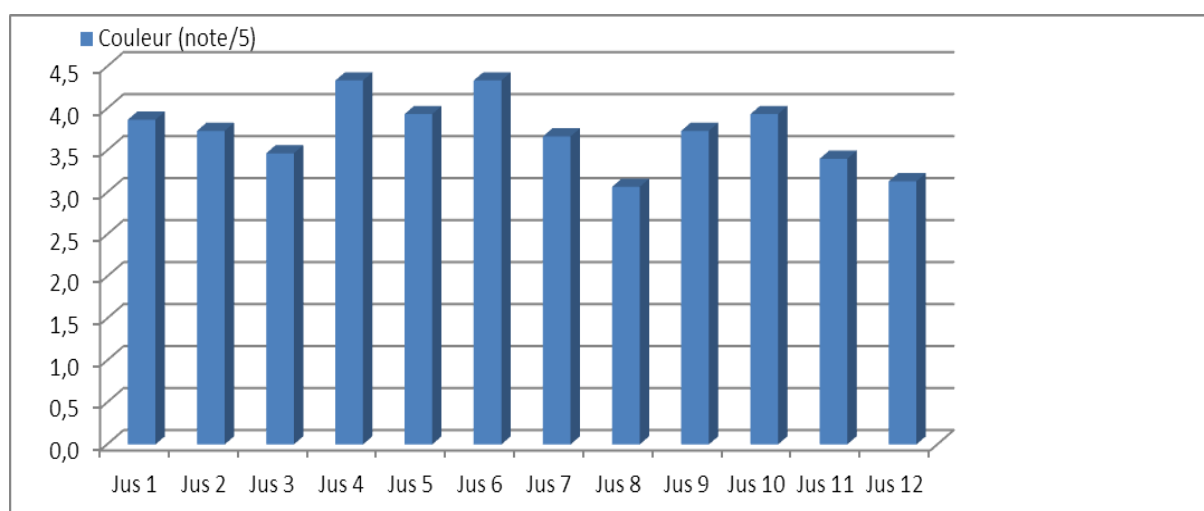


Figure7: Histogrammes représentant les résultats de l'appréciation de la couleur des jus de carotte.

D'après les résultats obtenus on remarque des différences de couleur des douze jus de carotte qui est due à la différence de la concentration initiale en pulpe de carotte et le couleur jaune.

A partir ces résultats, nous avons observés que le jus 4 et jus 6 présente le taux d'appréciation de la couleur le plus élevé par rapport aux autres jus de carotte.

1.2. L'appréciation de l'odeur

Les résultats de l'appréciation de l'odeur des jus de carotte préparés sont illustrés dans la figure suivante:

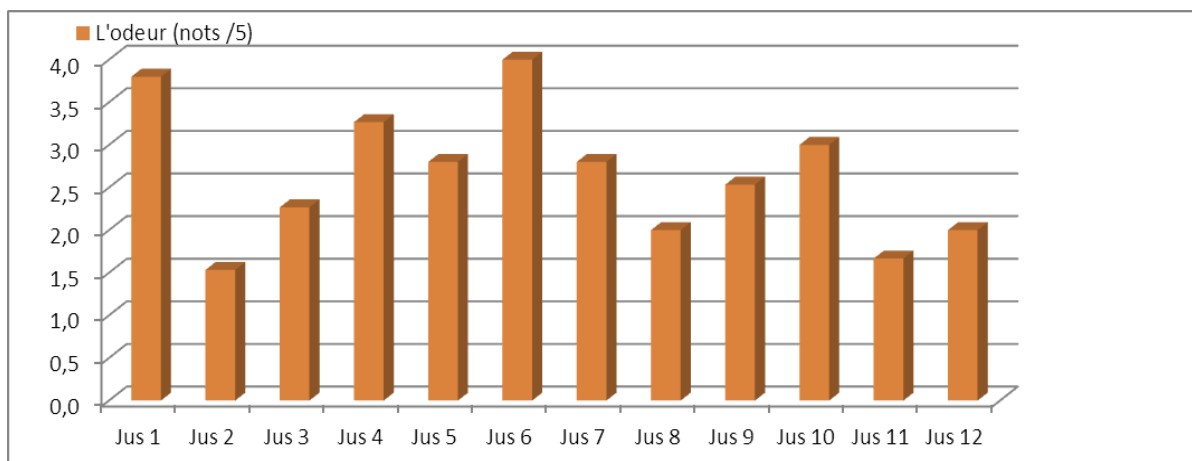


Figure 8: Histogrammes représentant les résultats de l'appréciation de l'odeur des jus.

D'après ces résultats, nous avons observés que les jus de carotte 1, 4, 6 et 10 présentent des taux d'appréciation d'odeur supérieure par rapport aux autres jus de carotte.

1.3. L'appréciation du gout

1.3.1. L'acidité

Les résultats de l'appréciation du gout acide des jus de carotte préparés sont illustrés dans la figure suivante:

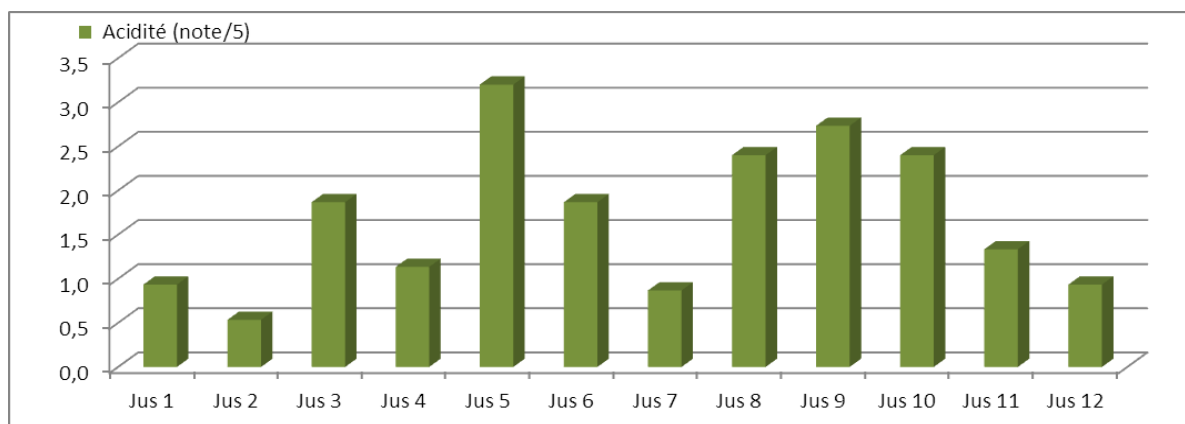


Figure 9: Histogrammes représentant les résultats de l'appréciation du gout acide des jus de carotte.

D'après ces résultats, nous avons observés que le jus de carotte 2 présente une appréciation du goût acide la plus faible par rapport aux autres jus de carotte. Cependant, le jus de carotte 5 est acide.

Les résultats de l'analyse organoleptique concernant le goût (acidité) montrent que les jus de carotte sont peu acide et même très peu acide cela revient à la présence du sucre dans les jus.

1.3.2. Sucre

Les résultats de l'appréciation du gout sucré des jus de carotte préparés sont illustrés dans la figure suivante:

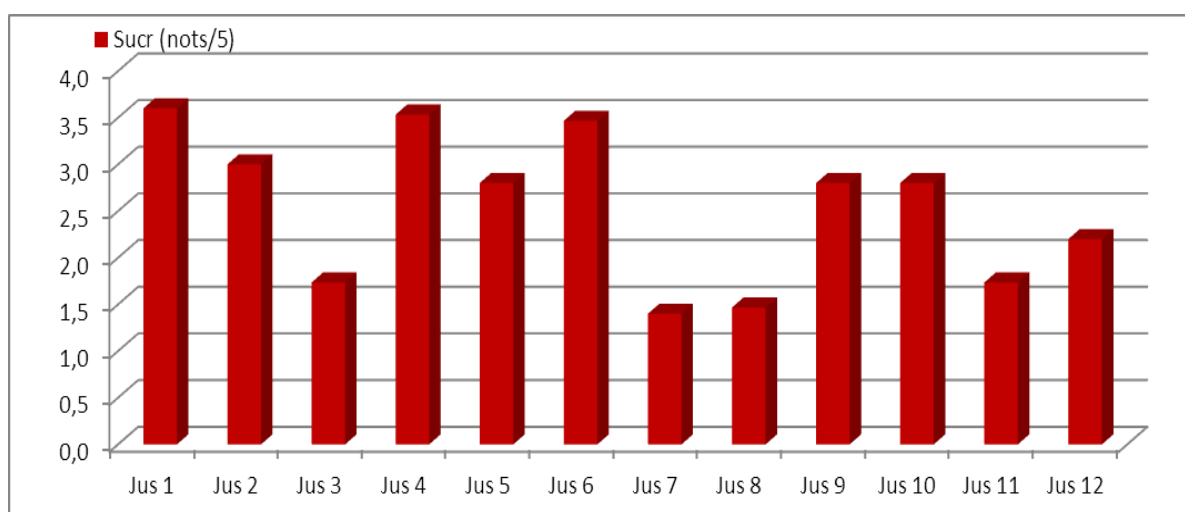


Figure10: Histogrammes représentant les résultats de l'appréciation du gout sucré des jus de carotte.

A partir des résultats de moyenne, nous avons observés que les jus de carotte 1, 2, 4, et 6 présentent des taux d'appréciation d'un goût sucré supérieure par rapport aux autres jus de carotte, cela montre que la quantité du sucre ajouté joue un rôle important dans la formulation des jus de carotte .

1.3.3. Le gout

Les résultats de l'appréciation du gout des jus de carotte préparés sont illustrés dans la figure suivante:

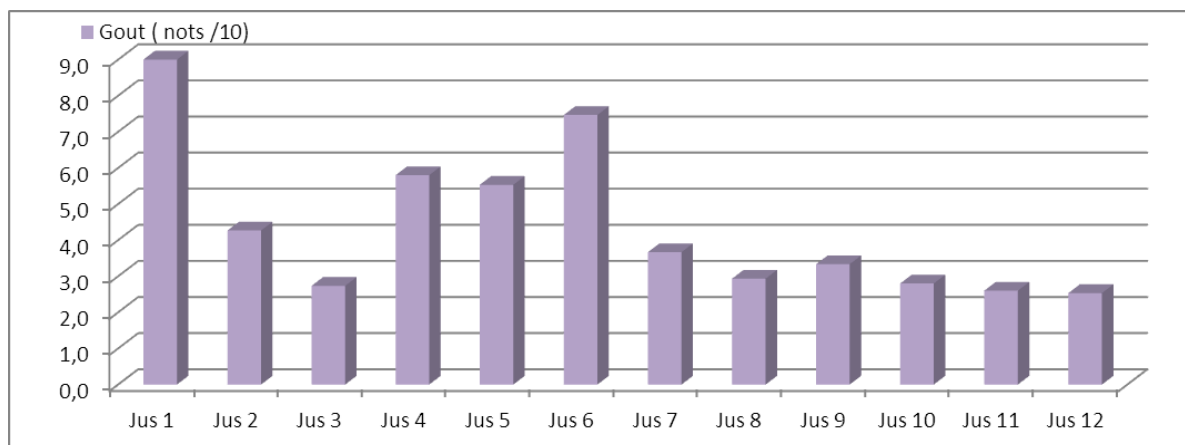


Figure11: Histogrammes représentant les résultats de l'appréciation du gout des jus de carotte.

Selon ces résultats, nous remarquons que le jus de carotte 1 est clairement apprécié par rapport aux autres jus de carotte en raison de la quantité de pulpe et de sucre qu'elle contient.

1.4. L'appréciation de la consistance

Les résultats de l'appréciation de la consistance des jus de carotte préparés sont illustrés dans la figure suivante:

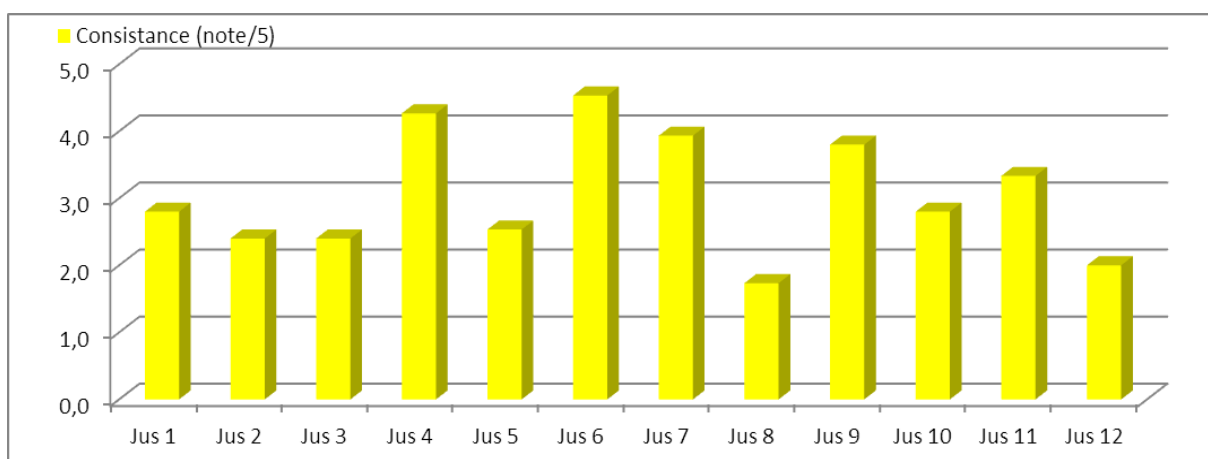


Figure12 : Histogrammes représentant les résultats de l'appréciation de la consistance des jus de carotte.

A partir des résultats obtenus, nous avons observés que les jus de carotte 4, 6,7 et 9 présentent des taux d'appréciation de la consistance plus élevés par rapport aux autres jus de carotte.

1.5. L'appréciation de la pulposité

Les résultats de l'appréciation de la pulposité des jus de carotte préparés sont illustrés dans la figure suivante:

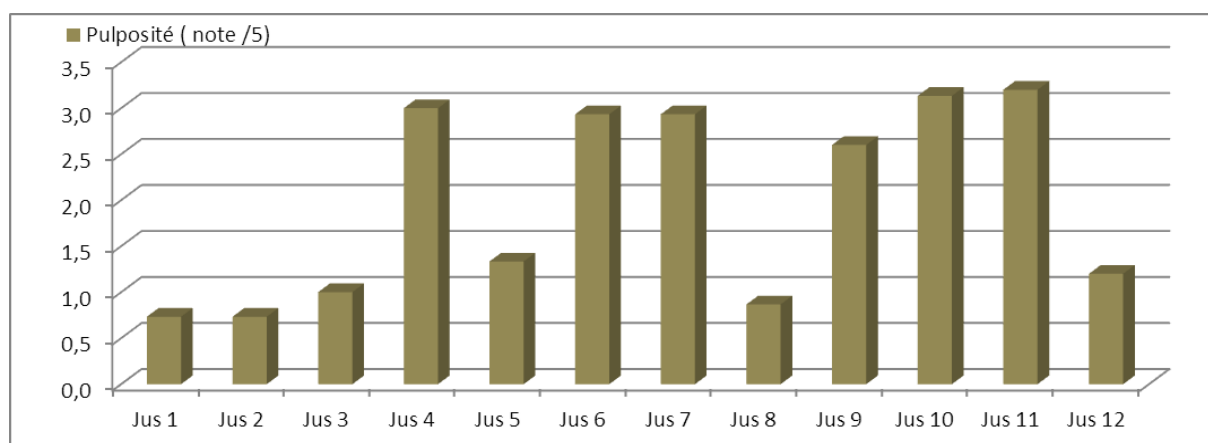


Figure13 : Histogrammes représentant les résultats de l'appréciation de la pulposité des jus de carotte.

A partir des résultats obtenus, nous avons observés que les jus de carotte 4, 6, 7,9 ,10 et 11 présentent des taux d'appréciation de la pulposité plus élevés par rapport aux autres jus de carotte.

2. Résultats de l'étude de l'optimisation de la production du jus de carotte par le design de Plackett-Burman

Cette partie consiste à l'utilisation du modèle statistique Plackett-Burman afin d'étudier 6 variables qui sont : la sucre, poids de la carotte, l'arôme, le colorant, jus de citron et blanchiment, et leurs effets sur la qualité du jus de carotte.

Le plan de Plackett-Burman est un plan de criblage qui permet de déterminer les facteurs les plus significatifs ayant une action positive sur le plan d'expériences pour la détermination de l'effet de quelques paramètres technologiques sur la qualité du jus de carotte. Les résultats obtenus montrent que la qualité du jus dans les 12 essais est variable allant de 14 jusqu'à 30,9 dont l'effet principal de chaque variable sur la qualité du jus de carotte a été évalué (Tableau 08).

Tableau 08: Résultats de l'effet de différents paramètres sur la qualité de jus.

Essai	Sucre	couleur	arôme	blanchiment	Jus de citron	Poids de la carotte	Réponse dégustation /40
1	+	+	+	-	+	+	30,9
2	+	+	-	+	-	-	18,2
3	-	-	+	+	+	-	15,5
4	+	-	-	-	+	+	25,3
5	+	-	+	+	-	+	28,1
6	+	-	+	-	+	-	22,6
7	-	-	-	-	-	-	19,3
8	-	-	-	+	+	+	23,5
9	-	+	-	-	-	+	21,5
10	+	-	+	-	-	-	27,5
11	-	+	+	+	-	+	21,8
12	-	+	+	-	+	-	14

+ : est pour la forte concentration de variables; - : est pour la faible concentration de variables.



Figure 14 : Quelques exemples de jus de carotte.

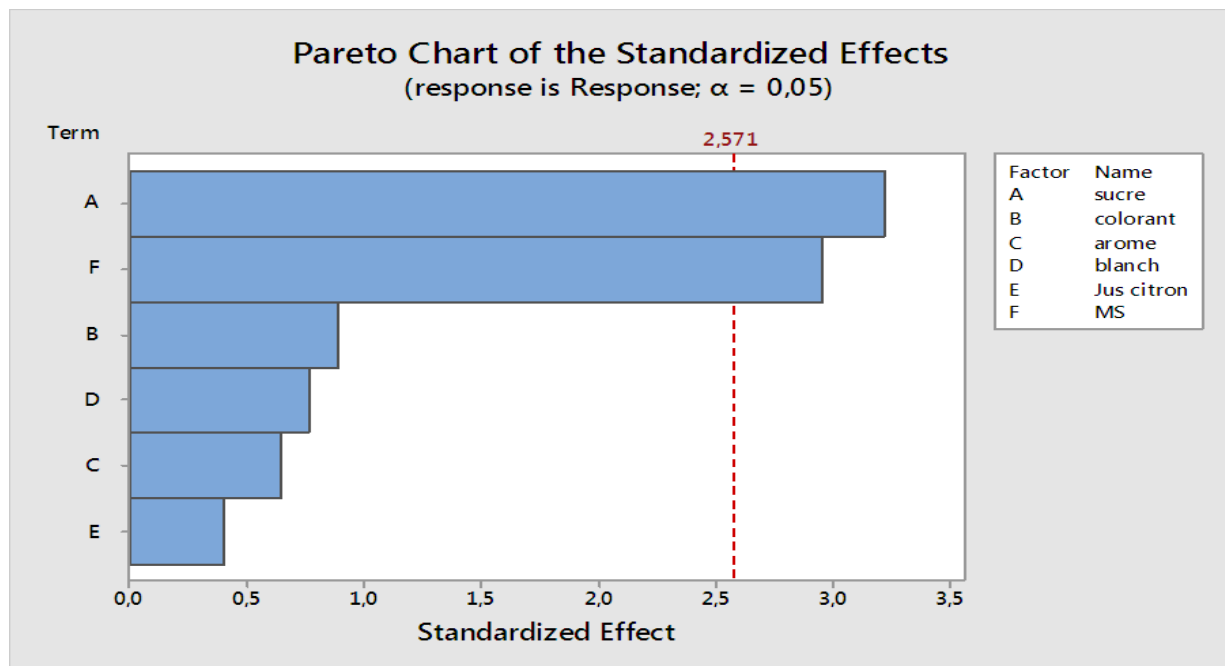
Les résultats des analyses statistiques des données sont représentés dans le tableau 09. Pour l'ensemble des variables testées, les facteurs qui ont semblé avoir des effets positifs et significatifs ($P < 0.05$) sont le sucre et le poids de carotte avec des moyennes carrées égales à 114.083, 96.333 respectivement. Tandis que, les niveaux élevés des autres facteurs comme la couleur et jus citron n'ont pas présenté un effet sur la qualité du jus.

Tableau 09 : Degré des variables indépendantes à effet positif ou négatif sur la qualité du jus de la carotte. Selon les niveaux du plan d'expérience de Plackett-Burman.

Facteurs	Effet	Coefficient	Erreur standard	p	Niveau de signification
sucré	6,167	3,083	0,958	0,024	S
couleur	-1,700	-0,850	2,833	0,416	N.S
arôme	1,233	0,617	0,958	0,548	N.S
blanchiment	-1,467	-0,733	0,958	0,479	N.S
jus citron	-0,767	-0,383	0,958	0,706	N.S
Point de la carotte	5,667	2,833	0,958	0,032	S

N.S : non significatif; S : significatif.

Le diagramme de Pareto (Figure 08) montre l'influence des facteurs étudiés sur la qualité du jus .Selon la Figure 08, nous avons remarqué que le facteur semblant le plus significatif avec un effet positif sur la qualité du jus était le sucre avec pourcentage d'influence le plus élevé 61,67%.



MS : Poids de la carotte

Figure 15. Diagramme de Pareto des effets standard de six facteurs sur la qualité du jus

Ce diagramme est un moyen simple (figure 08) permet d'extraire les paramètres les plus importants parmi tous les facteurs étudiés au niveau de confiance choisi ($\alpha = 0,05$) et les classer par ordre d'importance, les barres coupent la ligne de référence P (2.571) qui sépare les facteurs ayant des effets significatives au seuil de $P < 0.05$ sont illustrée par le diagramme, de ceux à effets non significatifs, et les longueurs des barres sont proportionnelles à l'importance des effets des facteurs.

Les valeurs obtenues de R^2 (90,80%), de R^2 ajusté (87,76%) indiquent l'efficacité et l'adéquation du modèle proposé avec des valeurs très satisfaisantes de R^2 , R^2 ajusté.

Les résultats expérimentaux obtenus du design de Plackett-Burman ont montré que le point optimum est égal à 30,9 avec les coordonnées suivantes :

Jus de carotte = 100g sucre + 3ml la couleur + 2ml arôme + precuisson blanchiment + 30 ml jus de citron + 30% poids de la carotte.

L'équation de régression obtenue est la suivante :

Réponse = $22,350 + 3,083 \text{ sucre} - 0,850 \text{ la couleur} + 0,617 \text{ arôme} - 0,733 \text{ blanchiment} - 0,383 \text{ Jus citron} + 2,833 \text{ poids de la carotte}$.

2. Discussion

Notre étude est d'évaluer l'effet de quelques paramètres technologiques sur la qualité du jus de carotte, dans le cas de notre travail 6 éléments variables : Sucre, blanchiment, Jus de citron, poids de la carotte, arôme, colorant. Obtenus montrent dans les 12 essais est variable leur effet significatif sur la qualité du jus de carotte.

L'optimisation de la fabrication de jus de carotte a été effectuée selon le design expérimental de Plackett-Burman avec 12 essais. L'objectif essentiel de ce plan est de trier et identifier les facteurs les plus importants ayant une action significative sur l'objet étudié (Sasirekha *et al.*, 2012). Les valeurs de R^2 , R^2 ajusté confirment l'adéquation du modèle. Un modèle ayant une valeur R^2 proche 1 est considéré comme adéquat (Chen *et al.*, 2009 ; Sasirekha *et al.*, 2012). Dans notre étude, deux facteurs semblent avoir une action significative sur la qualité de jus de carotte. Ces derniers sont : sucre et poids de la carotte.

La qualité organoleptique est un facteur d'acceptabilité des produits par le consommateur sans passer par les analyses physiques ou chimiques, elle est surtout appréciée par les organes de sens. La couleur, l'odeur et le goût sont des facteurs de l'appétence de l'aliment. L'appréciation ou la qualité organoleptique d'une boisson conservée présente un grand intérêt du fait qu'elle nous informe sur l'état du produit et le degré d'altération au cours de la conservation.

Selon la figure 07 on remarque deux facteur ont un effet significatif ($P < 0.05$), le sucre avec $P = 0,024$ et le poids de la carotte avec $P = 0,032$, et on note le contraire avec le colorant, l'arôme, le blanchiment et le jus de citron qui sont des facteurs non significatifs ($P > 0.05$), avec des valeurs $P = 0,416$ et $P = 0,548$ et $P = 0,479$ et $P = 0,706$ respectivement.

Le sucre est le constituant déterminant le goût sucré d'un aliment, les sucres apportent une grande valeur énergétique. Le sucre avec des quantités importantes jouent un rôle essentiel dans la conservation des produits alimentaires et la pression osmotique qu'ils exercent sur les microorganismes et l'abaissement de l'activité de l'eau de l'aliment (Achir et Hammar, 2010).

Villeneuve et Leteinturier., (1992) ont rapporté que la teneur des aliments en sucres dépend du stade de maturité de la carotte, du climat et l'origine géographique, ainsi que les conditions de stockage.

La teneur en poids des carottes est estimée à 30% et 15% pour le jus de carotte. On note un effet positif de ce paramètre sur la qualité du jus de carotte. Avec un effet significatif ($P < 0,05$).

La matière première de carotte joue un rôle important dans le jus, et cela est dû à son importance en contrôlant la texture et la consistance et la pulposité des jus et les avantages de la teneur en poids de la carotte.

Les facteurs qui peuvent influencer la teneur en eau de la carotte sont l'âge de la plante, la période du cycle végétatif et même des facteurs génétiques (Villeneuve et Leteinturier, 1992 ; Sharma *et al.*, 2012). Cette variation de la teneur en eau peut être due aussi aux différentes conditions et processus de la technologie de fabrication de jus (Zhang *et al.* 2016).

Conclusion

Conclusion

Dans ce travail nous avons établi un plan d'expériences pour la détermination de l'effet de quelques paramètres technologiques sur la qualité du jus de carotte. Dans notre étude, nous nous sommes appuyés sur le plan de Plackett-Burman, en se basant sur la qualité organoleptique de douze types différents de jus de carotte, afin de connaître l'étendue de l'impact de ces facteurs qui sont: sucre, poids de la carotte, l'arôme, le colorant, jus de citron et blanchiment, et de détermine leur effet sur la qualité de jus de carotte.

Nous avons conclu, que le sucre et poids de la carotte sont les plus significatifs avec un effet positif sur la qualité du jus de carotte, tandis que l'arôme, colorant, jus de citron et blanchiment n'ont pas enregistré aucun effet significatif.

Enfin et pour faire suite à cette étude, plusieurs pistes de travail peuvent être envisagées comme perspectives :

- Analyses physicochimiques du jus (pH, teneur en matière sèches, présence de pectine)
- Analyses microbiologiques du jus (dénombrement des germes : flore totale aérobie mésophile (FTAM), levures et moisissures et la flore lactique).
- Etude de l'interaction entre les facteurs semblants significatifs (sucre et poids de la carotte) par l'utilisation de la méthodologie de réponse en surface (*Response surface Methodology*) (RSM).

Références bibliographiques

Référence bibliographies

- ❖ **Abbas Z., Sarin K., Kumar M., Lau G., Chan H. L. Y., Chen C. J., ... Kao J., (2016).** Asian-Pacific clinical practice guidelines on the management of hepatitis B: a 2015 update. *Hepatology international*, 10(1), 1-98.
- ❖ **Abdelli M., Denidni Z., (2019).** Suivi des paramètres microbiologiques et physico-chimiques du jus d'orange «Ramy» au cours du stockage Doctoral dissertation, Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila.
- ❖ **Achir Z., Hammar L., (2010)** Caractérisation physico-chimique des Mûres (*Rubus fruticosus*) et essai de fabrication d'une boisson SMOOTHIES. Mémoire d'ingénieur, UMMTO, Tizi-ouzou
- ❖ **Adubofuor, J., I. Amoah and R. D. Ayivi., (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) P: 81-88.
- ❖ **Aguiló-Aguayo , I., Brunton, N., Rai, D.K Balagueró, E., Hossain, M.B., and Valve, J.,(2014).**Polyacetylene levels in carrot juice, effect of pH and thermal processing .
- ❖ **Akkouche Thanina et Chikhaoui Kamelia., (2018).** Caractérisation d'une variété de melon (*Cucumismelo-L*) et essais de préparation des boissons nectars à base de deux fruits (Melon et mandarine), Agroalimentaire et contrôle de qualité, Tizi-Ouzou, Université Mouloud Mammeri, 129p.
- ❖ **Alavoine F., Crochon M., Fady C., Favot J., Moras P., Pech J.C. (1988).** La qualité gustative des fruits. Méthodes pratiques d'analyses. 7-18p.
- ❖ **Alsalvar C., Al-Farsi M., Quantick P. C., Shahidi F., Wiktorowicz R., (2005).** Effect of chill storage and modified atmosphere packaging (MAP) on antioxidant activity, anthocyanins, carotenoïds, phenolics and sensory quality of ready-to-eat shredded orange and purple carrots. *Food Chemistry*, 89, 69-76p.
- ❖ **Amrouche K., (2010).** génie alimentaire : conservation par la chaleur : la pasteurisation .France . 5-13 P. and Technology. 4(3): 81-88p.
- ❖ **Banoune M., Ait Oudjoudi A., (2018).** Effet des fruits additionnés au yaourt sur la flore lactique et les paramètres physico-chimiques au cours de la conservation.
- ❖ **Barahim Salem, M., (2015).** Etude de la réaction enzymatique d'isomérisation du glucose dans un bio-réacteur (Doctoral dissertation).

- ❖ **Baron A., (2002).** Jus de fruits. Dans G. Albagnac, P.Varoquaux J.C. Montigaud : Technologies de transformation des fruits. (Lavoisies, Paris). 287-344p.
- ❖ **Baron F., Jan, S., Jeantet R., (2010).** Qualité microbiologique des ovo produits. Science et technologie de l'œuf, 2, 321-349.
- ❖ **Baudet, N., (2012).** Maîtrise de la qualité visuelle des produits-Formalisation du processus d'expertise et proposition d'une approche robuste de contrôle visuel humain (Doctoral dissertation, Université de Grenoble).
- ❖ **Benamara S., Agougou A., (2003).** Production du jus alimentaire technologie des Industries agro-alimentation offices de publication universitaires.
- ❖ **Boidin M., Abtroun A., Boudra A., Jolibert F., Tirard A et Touaïbia H., (2005).** Etude de la filière boissons. Algérie 2005. Rapport principal. Euro Développement Pme. Algérie, Juin 2005.
- ❖ **Boudarene, F., (2016).** Suivi de la production d'esters et d'alcools supérieurs dans la bière issue de deux malts différents (Brasserie TANGO) (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- ❖ **Bouregbi, O., Makheloufi, S., Sabeur, F., (2011).** Etude de l'effet des rayons solaires sur la qualité organoleptique et bactériologique des jus de fruits. Mémoire de master, université 8 mai 1945 GUELMA. 56p.
- ❖ **Bourguet, S., (2008).** Mesure des énergies subtiles avant et après traitement technologique de fruits et de légumes à l'aide du système bioscope, Haute Ecole d'Ingénierie.
- ❖ **Boutakiout, A., (2015).** Etude physico-chimique, biochimique et stabilité d'un nouveau produit: jus de cladode du figuier de Barbarie marocain (*Opuntia ficus-indica* et *Opuntia megacantha*) (Doctoral dissertation, Université d'Angers).
- ❖ **Buruleanu L., Manea I., (2006).**influence des traitements thermiques sur la composition des jus végétaux– substrats pour la fermentation lactique.
- ❖ **Canellas J., (1995).** La réglementation d'eaux minérales naturelles. Université de Bordeaux 2. 32p.
- ❖ **Cayla, L., Masson, G., (2014).** Procédés, équipements et intrants innovants pour élaborer des vins Rosés répondant aux marchés. Centre du rosé.
- ❖ **Cendres ., (2010).**Procédé novateur d'extraction de jus de fruits par micro-onde : viabilité de fabrication et qualité nutritionnelle des jus. 13-227 p.

- ❖ **Chabane, N., Azem, S., (2016).** Analyses physico-chimiques de trois marques du jus d'orange et dosage de l'aspartame et du benzoate de sodium (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).Chemistry152:370–377.
- ❖ **Clement, J.M., (1978)** ; Dictionnaire des industries alimentaires ; Masson ; Paris ; France ; 348p.
- ❖ **Clinquart, A., (1999).** Technique de conservation des aliments.
- ❖ **Codex alimentarius ., (2005).**Normes générale codex pour les jus et les nectars de fruits.
- ❖ **Codex STAN., (2005).** « Norme général pour les jus et les nectars de fruits ». N°247.
- ❖ **Couvreur, et Simonet., (2000).** Élaboration d'une table de composition nutritionnelle des aliments vecteurs de glucides simples. FeniXX.
- ❖ **Cuq J., (2007).** "a Microbiologie Alimentaire: Les relations microorganismes/aliments/consommateurs, Département Sciences et Technologie industries Alimentaires 4ème année." Université Montpellier II Sciences et techniques du Languedoc. 2-17p.
- ❖ **Cuq, J. and S. Guilbert., (1992).** "Cuisson et conservation des aliments."
- ❖ **Da Silva Dias, J. C., (2014).** "Nutritional and health benefits of carrots and their seed extracts." Food and Nutrition Sciences 5(22): 2147.
- ❖ **Dabadie A., (1999).** Alimentation de l'enfant. Rennes: Institut Mère enfant.
- ❖ **Dansoko N., Diaby K., Elwalid N., Feriani A, Mokadem I., janvier., (2016).** Les jus de fruits et les nectars.
- ❖ **Depledt F., Sauvageot F., (2002).** Evaluation sensorielle des produits alimentaires. Techniques de l'Ingénieur.
- ❖ **Djennad L., Izouaouen ., (2018).** Qualité microbiologique des boissons gazeuses et des jus de fruits de la SARL « IFRI », Qualité des produits et sécurité alimentaire, Bejaia, Université A. MIRA, 2018, 67p.
- ❖ **Eric K., (2011).** Stable clear blended carrot-orange juice beverage production using enzyme and cyclodextrin, Jiangnan University.
- ❖ **Espiard E., (2002).** Introduction à la transformation industrielle des fruits. ed., TEC et DOC, Lavoisier, Paris, pp 6, 12 , 52, 162, 305-309.
- ❖ **Farkas J., (1998).** "Irradiation as a method for decontaminating food: a review." International journal of food microbiology 44(3): 189-204.

- ❖ **Favier J C., Ireland-Ripert J., laussucq C., Feinberg M., (1993).**Repertoire général des aliments: Table de composition des fruits exotiques, fruit de cueillettes d'Afrique. Vol 3 .Ed . Lavoisier 1993-207 p.
- ❖ **Feillet P., (2021).** 11. Les pommes contiennent cent fois moins de vitamine C qu'autrefois. In Tout savoir sur notre alimentation, 43-46p.
- ❖ **Fouzia, K. A. D. R. I., (2017).** Effet de deux modes de cuisson et de la durée de stockage à température ambiante sur la teneur en polyphénols totaux de quatre espèces de légumes.
- ❖ **Fouzia, K. A. D. R. I., (2017).** Effet de deux modes de cuisson et de la durée de stockage à température ambiante sur la teneur en polyphénols totaux de quatre espèces de légumes.
- ❖ **Franson D., (2005).** chapitre 65 – L'industrie des boissons. 3. Ed
- ❖ **Fredot E., (2007).** Connaissance des aliments ; bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. ed. Lavoisier Tec et Doc, Paris.
- ❖ **Gardner W.H., (1972).** "Acidulants in food processing." Handbook of food additives, 225-270p.
- ❖ **Georgé S., Brat P., Alter P., Amiot M.G., (2005).**" Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products." Journal of Agricultural and Food Chemistry 53(5): 1370-1373.
- ❖ **Ghania B., Sultana B., (2018).** L'INDUSTRIE AGROALIMENTAIRE EN ALGÉRIE: ÉTAT DES LIEUX ET PERSPECTIVES. Revue Européenne du Droit Social, 122p.
- ❖ **Goudot S., Lakhdari O., TAP J., (2003) ;** Les sodas ; Département de génie biologique ; I.U.T. Créteil Vitry ; Université Paris XII-Val de Marne ; France , 31p.
- ❖ **Haq R., Prasad K., (2015).** "Nutritional and processing aspects of carrot (*Daucus carota*)—A review." South Asian Journal of Food Technology and Environment 1: 1-12p.
- ❖ **Héctor E., Flores M., Garnica-Romo M., Bermúdez-Aguirre D., Pokhrel P., Gustavo, V., Cánovas B., (2015).** Physico-chemical parameters, bioactive compounds and microbial quality of thermo-sonicated carrot juice during storage.Food Chemistry172: 650–656.
- ❖ **Hubert S., (1997).** Allergies reconnues à certains colorants et aux sulfites, 1-2p.

- ❖ **Iazzourane G. (2015).** Composition chimique et activité biologique d'extraits du myrte (*Myrtus communis* L.), de la carotte sauvage (*Daucus carota* L. subsp. *carota*) et de la menthe à feuilles rondes (*Mentha rotundifolia* L.) (Doctoral dissertation).
- ❖ **Iberraken Z., (2016).** Analyse physicochimique et microbiologique d'un jus IFRUIT. Mémoire de Master II. Université A. MIRA – Bejaia ,40p.
- ❖ **Ihadadene L., Mahfouf T., (2017).** Essais de fabrication d'un nectar de melon (*Cucumis melo* L.) et étude de la stabilité (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- ❖ **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.
- ❖ **Kalonji M., (2014).** Problématique de la consommation des boissons alcoolisées par les jeunes de la Katuba, Philosophie et Sociologie, institut Supérieur Interdiocésain Monseigneur Mulolwa – Graduat, 99p.
- ❖ **Kassoussi A., Hamani A., (2007).** Industrie des boissons et des jus de fruits. Ed. EDPME, 266-220P.
- ❖ **Kebir H. (2018).** CONCENTRATIONS DE L'URANIUM-238 DANS LES EAUX THERMALES A L'EST ALGÉRIEN (Doctoral dissertation).
- ❖ **Kessour L., Kebba D. (2019).** Essai de formulation d'une boisson à base de *Malus domestica* et *Fragaria* sp (Doctoral dissertation, Université de Jijel).
- ❖ **Khodja R., Raffort J., Lareyre F., Clément M., Chinetti G., Mallat Z., (2018).** Diabetes and aortic aneurysm: current state of the art. Cardiovascular research, 114(13), 1702-1713.
- ❖ **Kim M., Jiang L., Wilson H., North R., Surprenant A., (2001).** Proteomic and functional evidence for a P2X7 receptor signalling complex. The EMBO journal, 20(22), 6347-6358p.
- ❖ **Layat T., (2009)** .le vin et les boissons alcoolisées. Ed. Lavoisier, 225-229 p .
- ❖ **Macheix J., Fleuret A., JAY-ALLAMANDC., (2005).** Les composés phénoliques des végétaux. Prés polytechniques et universitaire romande.
- ❖ **Macioszek v.,(2002).** Evaluation of the genotoxicity of two commonly used food color,104-151p.
- ❖ **Maeder V., (2011).** Rôle infirmier dans la prévention de la déshydratation de la personne âgée hospitalisée dans différents milieux de soins: revue de littérature étoffée (Doctoral dissertation, Haute Ecole de Santé de Fribourg).

- ❖ **Manu A., (2016, March).** Docker container security via heuristics-based multilateral security-conceptual and pragmatic study. In 2016 International Conference on Circuit, Power and Computing Technologies (ICCPCT), 1-14p.
- ❖ **Marez., (2003).** Étude d'une filière du secteur des boissons : les sodas. Université Paris XII- Val de Marne. Créteil, France.
- ❖ **Marie H., (2011).** Influence des fermentations alcoolique et malolactique sur la composition chimique des cidres à distiller en cours d'élaboration (Doctoral dissertation, Université de Caen).
- ❖ **Marinova D., Ribarova F., Atanassova M., (2005).** "Total phenolics and total flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables." Journal of the University Chemical Technology and metallurgy 40(3): 255-260.
- ❖ **Meerzouk H., Bahia A., (2020).** Contribution à la caractérisation physico-chimique et sensorielle d'un jus à base de grenade, courge et orange.
- ❖ **Mihajlovic B., Dixon H., Couture J., Farber., (2013).** "Évaluation Qualitative des Risques Microbiologiques que Comportent les jus non Pasteurisés de Pomme et D'autres Fruits."
- ❖ **Miller L., E., (1996).** Short-term probiotic supplementation enhances cellular immune function in healthy elderly. Nutrition Research.
- ❖ **Mossion A., (2007).** Étude de la composition minérale et organique des liqueurs de thé et de leurs caractéristiques organoleptiques: influence des paramètres physico-chimiques de l'eau (Doctoral dissertation).
- ❖ **Murkovic M., Mülleder U., Neunteufl H., (2002).** "Carotenoid content in different varieties of pumpkins." Journal of Food Composition and Analysis 15(6) 633-638.
- ❖ **Nomena, R. F., (2011).** Contribution à l'étude de l'état nutritionnel des étudiants de l'Ecole Normale Supérieure d'Antananarivo pendant l'Année Universitaire 2008-2009.
- ❖ **Nout R., Honnhoniganj D., Boekelt V. (2003)** Les aliments: Transformation. Conservation et Qualité. ed., CTA, Germany, pp 37-42, 109-119, 134-261.
- ❖ **Nout R., Honnhonigan J., Boekel T., (2003).** Les aliments : Transformation, conservation et qualité. Ed. CTA, Germany. PP 37 -42, 134-261, 109-119.
- ❖ **Nozinick P., (1982).** Dairy ingredients in food. Bulletin de la fédération internationale des boissons, (142):60-66

- ❖ **Olalude C., Oyedeji F., Adegboyega A., (2015).** "Physico-Chemical Analysis of DaucusCarota (Carrot) Juice for possible industrial applications."IOSR Journal of Applied Chemistry. 8(8): 110-113.
- ❖ **Parish M E., Higgins DP., (1989).** Survival of listeria monocytogen in low pH model broth systems. Journal of Food Protection 52 (3): 144-147.
- ❖ **Pham S., (2017).** Développement de peptidomimétiques antimicrobiens et leurs perspectives dans l'industrie pharmaceutique (Doctoral dissertation, Université de Lorraine).
- ❖ **Plackett R.L., Burman J.P., (1946).** The design of optimum multifactorial experiments, Biometrika, 33, 305–325.
- ❖ **Popovici C., Saykova I., Tylkowski B., (2010).** Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre.
- ❖ **Poulin M., R., Bel-Rhlid Y., Piché R., Chenevert., (1993).** "Flavonoids released by carrot (Daucus carota) seedlings stimulate hyphal development of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in the presence of optimal CO 2 enrichment." Journal of chemical ecology 19(10): 2317-2327.
- ❖ **Prasanna V., prabha T N., Tharanatha RN., (2007).** Fruit RI pening phenomena - An overview-. Criticalreviews in food science and nutrition, (47):1-19.
- ❖ **Prolongeau V., Renaudin N., (2009).** Charte d'engagement volontaire de progrès nutritionnels : jus et nectar de fruits. Version grand public, UNIJUS : union National interprofessionnelle des jus de fruits, 47p.
- ❖ **Radan C. (1990).** Thèse d'exercice (Doctoral dissertation, Université de Limoges).
- ❖ **Rangana S., Govindarajan J., Ramana R., (1983).** Citrus fruits – varieties. Chemistry, Technology, and Quality Evaluation. Pat II: Chemistry, Technology and Quality Evaluation. A: Chemistry. Critical Reviews in food Science and Nutrition. 18(4):313-386.
- ❖ **Redouane A., Snasni D., (2020).** Procédés de fabrication de jus et des boissons gazeuses et leurs analyses physico-chimiques (Doctoral dissertation, Université Abderrahmane MIRA de Bejaia).
- ❖ **Reisch L., Zhao M., (2017).** Behavioural economics, consumer behaviour and consumer policy: state of the art. Behavioural Public Policy, 1(2), 190-206.
- ❖ **Robert-Hoarau C., (2014).** Alimentation santé Alimentation plaisir une question d'équilibre: Alimentation plaisir une question d'équilibre. Fernand Lanore.

- ❖ **Sasirekha D., Chandra E., (2012).** Text to speech: a simple tutorial. International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE), 2(1), 275-278.
- ❖ **Sauvageot F., (1986).** L'évaluation sensorielle, une technique irremplaçable dans l'agro-alimentaire. Culture technique.
- ❖ **Sharma D., Karki S., Thakur S., Attri S., (2012).** "Chemical composition, functional properties and processing of carrot". Journal of food science and technology. 49(1): 22-32.
- ❖ **Shivhare U., Gupta M., Basu S., Raghavan G., (2009).** "Optimization of blanching process for carrots. «Journal of food process engineering. 32(4): 587- 605.
- ❖ **Siebert K J., (1999).** Modeling the flavor thresholds of organic Acids in Beer as a function of their molecular properties. Food Quality and préférence. 10:129-137.
- ❖ **Souaci K., (2019).** Etude de la toxicité de certains additifs alimentaires (E102, E330) chez les Rattes wistar.
- ❖ **Souci W., Fachmann w., et Kraut H., (2000).** Food composition and nutrition table. Eds Medpharm GmbH Scientific publishers, Germany. P (6): 30-1182.
- ❖ **Tchango J., (1996).** Qualité microbiologique des jus et nectars de fruits exotiques croissance et thermorésistante des levures d'altération. Thèse de doctorat en Microbiologie. L'université des sciences et technologies, Lille, 217p.
- ❖ **Ten Broek G., (2016).** L'utilisation et le jugement des dictionnaires de français par des étudiants québécois et acadiens. Revue Tranel (Travaux neuchâtelois de linguistique), 64, 59-85.
- ❖ **Ting V., (1980).** Nutrients and Nutrition of Citrus fruits. In Citrus Nutrition and Quality. [S Naguy and JA Attaway, editors]. Houston, Texas:ACS Symposium series, 10p
- ❖ **Tirilly Y., Bourgeois C. M., (1999).** Technologie des légumes, Editions Tec and Doc.
- ❖ **Trinquier, J. (2013).** Cinnabaris et «sang-dragon»: le «cinabre» des Anciens entre minéral, végétal et animal. Revue archéologique, (2), 305-346.
- ❖ **Tsao R., (2010).** "Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols." Nutrients 2(12): 1231- 1246.
- ❖ **Turkmen N., Sari F., Velioglu Y., (2005).** "The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables." Food chemistry.93 (4): 713-718

- ❖ **Ulrick., (2006).** La consommation d'alcool en milieu scolaire : cas de la ville de Yaoundé. Mémoire d'Ingénieur. Institut sous-régional de statistique et d'économie appliquée. Cameroun 14-115P.
- ❖ **Vora H.M., (2001).** Quality optimisation of carrot juice, Victoria University of Technology.
- ❖ **Walker N. W., Gassie N., (1999).** Votre santé par les jus frais de légumes et de fruits, Diffusion Différente.
- ❖ **Yéboué K. H., Amoikon K. E., Kouamé K. G., Kati-Coulibaly S., (2017).** Valeur nutritive et propriétés organoleptiques de l'attiéké, de l'attoukpou et du placali, trois mets à base de manioc, couramment consommés en Côte d'Ivoire. Journal of Applied Biosciences, 113, 11184-11191.
- ❖ **Zhang Y., Liu X., Wang Y., Zhao F., Sun Z., Liao X., (2016).** Quality comparison of carrot juices processed by high-pressure processing and high-temperature short-time processing. Innovative .Food Science and Emerging Technologies.33: 135–144.

Titre du mémoire : Plan d'expériences pour la détermination de l'effet de quelques paramètres technologiques sur la qualité du jus de carotte.

Nom : Chennoufi

Prénom : Wahiba

Encadreur : Allali Khadidja

Résumé : Le présent travail a permis d'étudier l'effet de quelques paramètres technologiques sur la qualité du jus de carotte. Le design expérimental de Plackett-Burman est utilisé pour optimiser la fabrication de jus de carotte avec 6 éléments variables: Sucre, poids de la carotte, arôme, colorant, jus citron, blanchiment), cela a conduit à la production de 12 types de jus différents, qui ont été évalués par analyse sensorielle. Les résultats obtenus ont montré que le sucre et le poids de la carotte ont effet significatif ($P<0,05$) sur la qualité de jus de carotte. La valeur optimale des facteurs de modélisation testés pour la qualité du jus de carotte est de 30,9/40. Le modèle est très satisfaisant, avec un R^2 de 90,80% et un R^2 ajusté de 87,76%.

Mots clés : Plan d'expérience, Plackett-Burman, optimisation, qualité, Jus de carotte.

Memory title: Experimental plan for determining the effect of some technological parameters on the quality of carrot juice.

Name: Chennoufi

First name: Wahiba

Directed by: Allali Khadidja

Abstract: This work aimed to study the effect of some technological parameters on the quality of carrot juice. Plackett-Burman experimental design was used to optimize the manufacture of carrot juice with 6 variable factors: sugar, carrot weight, flavor, color, lemon juice and blanching. This has led to the production of 12 types of different juices, which were evaluated by sensory analysis. The results showed that the sugar and the weight of the carrot have a significant effect ($P<0.05$) on the quality of carrot juice. The optimum value of the modeling factors tested for the quality of carrot juice was obtained by 30.9 / 40. The model is very satisfactory, with an R^2 of 90.80% and an added R^2 of 87.76%.

Keywords: Experiment design, Plackett-Burman, optimization, quality, carrot juice.

عنوان المذكرة: تصميم تجريبي لتحديد تأثير بعض المتغيرات التكنولوجية على جودة عصير الجزر.

اللقب : شنوفي

الاسم : وهيبه

المؤطر : علالي خديجة

ملخص : أتاح العمل الحالي دراسة تأثير بعض المعايير التكنولوجية على جودة عصير الجزر. يستخدم تصميم بلاكيت-بورمان التجريبي لتحسين تصنيع عصير الجزر مع 6 عناصر متغيرة: (السكر ، وزن الجزر ، النكهة ، اللون ، عصير الليمون ، السلق) ، وهذا أدى إلى إنتاج 12 نوعاً من العصائر المختلفة ، والتي تم تقييمها عن طريق التحليل الحسي. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن السكر ووزن الجزر لهما تأثير معنوي ($P<0.05$) على جودة عصير الجزر. القيمة المثلى لعوامل النمذجة المختبرة لجودة عصير الجزر هي 30.9 / 40. النموذج مُرضٍ للغاية ، مع R^2 بنسبة 90.80% R^2 مضافة بنسبة 87.76%.

كلمات المفتاحية : تصميم التجربة ، بلاكيت بورمان ، التحسين ، الجودة ، عصير الجزر.