

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

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département des Sciences Agronomiques



Mémoire



*De fin de cycle en vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences
Alimentaire
Spécialité : Agroalimentaire et contrôle de qualité*

THEME

Caractérisation d'une variété de melon (*Cucumis melo-L*) et essais de préparation des boissons nectars à base de deux fruits (Melon et mandarine)

Réalisé par :

M^{elle} AKKOUCHE Thanina
M^{elle} CHIKHAOUI Kamelia

Et dirigé par :

Promoteur : M^r AMIR Y. Professeur à L'UMMTO.

Co promotrice : M^{elle} LAMRI M. Doctorante à L'UMMTO.

Devant le jury composé de :

Président : M^r SADOUDI R. Maître de conf. A à L'UMMTO.

Examineurs :

M^r BENGANA M.
M^{me} BENTAYEB S.

Maître de conf. B à L'UMMTO.
Maître assistante B à L'UMMTO.

Soutenu le : 17/07/2018.

Année universitaire : 2017/2018

Remerciements

Nous rendons grâce à Dieu le tout puissant pour le courage et la patience qu'il nous a accordé pour mener à bien notre travail.

Nous adressons nos remerciements les plus vifs et témoignons notre gratitude à notre encadreur **M^r AMIR Y** et la Co-promotrice **M^{elle} LAMRI M.**

Nous associons à ces remerciements les membres de jury :

M^r SADOUDI R. de nous avoir fait l'honneur de présider le jury.

M^{me} BENTAYEB S. pour l'attention et l'importance qu'elle a accordée à ce travail en prenant part au jury de soutenance.

M^r BENGANA M. pour nous avoir fait l'honneur d'accepter l'évaluation de ce travail.

Nos remerciements vont aussi à **M^r METNA B.** pour l'aide précieuse qu'il nous a apporté concernant l'analyse statistique.

Nous exprimons nos reconnaissances particulièrement aux responsables du laboratoire technologie Agroalimentaire de notre département d'agronomie ainsi qu'aux responsables des deux laboratoires communs et les deux laboratoires de recherches du département des sciences biologiques.

Que tous les participants de la séance d'évaluation sensorielle trouvent ici, l'expression de notre sincère gratitude pour leur disponibilité et leur coopération.

Nous tenons aussi à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la concrétisation de notre travail.



Dédicace

*A l'aide de DIEU, le tout puissant
Ce travail est achevé, je le dédie à toutes
Personnes qu'on aime*

A mon père et à ma mère :

*L'honneur de ce travail revient à mes très
chers parents pour leur affection, leur sacrifices et
encouragements pendant ma formation et que dieu
les protège et les garde en bonne santé.*

A mon frère Nassim

A ma collègue Thanina

A tous mes amis (e)

*A tous les enseignants qui n'ont suivies au long de
mon cursus universitaires.*

*A tous ceux qui n'ont aidé et contribué à ma
formation.*

*A toutes les personnes qui m'ont vraiment
soutenue et aidé même si de loin ; vous êtes une
source de force pour moi.*

*A toute la promotion Technologie agroalimentaire
et contrôle de qualité (2017-2018).*

Kamelia



Dédicace

*A l'aide de DIEU, le tout puissant
Ce travail est achevé, je le dédie à toutes
Personnes que n'aime*

*A la mémoire de mon père que j'aime
beaucoup, que dieu le tout puissant
l'accueille dans son vaste paradis et lui
accorde sa miséricorde.*

*A Ma chère mère qui ma entourée avec sa
tendresse et qui n'a cessé de prier pour moi.*

*A mes chères sœurs: Thiziri, Thafsouth,
Melisa*

A mon frère: Amar

A toi ma collègue : Kamelia

*A tout mes amis sans exceptions qu'ils soient
Proche ou loin : Handi, Sabrina, Amel,
Nedjma, Kamelia, Karim, Idir*

*A tous mes camarades de la promotion
2018*

Thanina

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction 1

1/Partie théorique

Chapitre I : Généralités sur le melon

I. Généralités sur le melon.....	2
I.1. Historique.....	2
I.2. la production du melon	2
I.2.1. La production mondiale	2
I.2.2. La production nationale	3
I.3. Classification du melon	3
I.3.1. Classification botanique	3
I.3.2. Classification variétale	4
I.4. Description morphologique de la plante en entière	5
I.5. Culture de melon.....	6
I.5.1. Exigences agro-climatiques	7
I.5.2. Techniques culturales.....	8
I.5.3. La récolte et le rendement.....	10
I.6. Maladies et parasites de melon	10
I.6.1. Maladies	10
I.6.2. Ravageurs	11
I.6.3. Les bactéries.....	12
I.6.4. Les Virus.....	13
I.7. Composition biochimique et physico-chimique du melon	14
I.7.1. Composition biochimique du melon.....	14
I.7.2. Composition physico-chimique du melon.....	15

I.8. Les vertus et bienfaits du melon pour la santé.....	15
I.9. Transformation industrielle.....	16

Chapitre II : Généralités sur les agrumes

II.1. Généralités sur les agrumes	17
II.2. Origine et historique des agrumes	17
II.3. Production des agrumes	18
II.3.1. Production mondiale.....	18
II.3.2. Production nationale	18
II.4. L'orange	19
II.4.1. Description de fruit	19
II.4.2. Taxonomie des mandariniers.....	20
II.5. Les mandarines (<i>Citrus Reticulata</i> Blanco.).....	21
II.5.1. Les variétés	21
II.6. Méthodes d'amélioration variétale des agrumes	21
II.6.1. L'hybridation artificielle.....	21
II.7. Principaux hybrides d'importance commerciale	22
II.8. L'utilisation	23
II.9. La valeur nutritionnelle de l'orange	23
II.10. La transformation industrielle	24
II.11. La transformation des agrumes	24
II.12. Co-produit de la transformation des agrumes.....	24
II.13. Huile essentielle et essences	24

Chapitre III : Généralités sur les jus de fruits

III.1. Définition	26
-------------------------	----

III.2. Production de jus et nectars de fruits	26
III.2.1. Production nationale.....	26
III.2.2. Production mondiale	26
III.3. La consommation de jus et nectars de fruits	27
III.3.1. La consommation nationale	27
III.3.2. La consommation mondiale	27
III.4. Les différents types de jus.....	28
III.4.1. Les purs jus de fruits.	28
III.4.2. Les jus à base de jus concentrés	28
III.4.3. Jus de fruits obtenus par extraction hydrique.....	29
III.4.4. Purée de fruits.....	29
III.4.5. Les boissons aux fruits.	29
III.4.6. Concentré de purée de fruits.....	29
III.4.7. Nectar de fruits.	29
III.4.8. Les jus gazéifiés.	30
III.5. Procèdes de fabrication de jus de fruits	30
III.5.1. Préparation des fruits pour la transformation.....	30
III.5.2. Traitement préalables de la matière avant l'extraction.	30
III.5.3. L'extraction du jus.	31
III.5.4. Traitement des jus.	32
III.5.5. Fabrication des nectars	33
III.6. Composition biochimiques d'un jus de fruits	34
III.7. Intérêts nutritionnel et thérapeutique des jus et nectars de fruits	35

Chapitre IV: Conservation et altération

IV.1. Conservation	38
IV. 1.1. Techniques de conservation	38

IV.1.1.1. Conservation par la chaleur.....	38
IV.1.1.2. Techniques de conservation par le froid	39
IV.1.1.3. Techniques de conservation par additifs alimentaires	40
IV.2. Les altérations.	40
IV.2.1. Le brunissement non enzymatique (BEN).....	41
IV.2.2. Le brunissement enzymatique.....	42
IV.2.3. Les altérations microbiologiques.	43
IV.2.4. Action des microorganismes sur les aliments	43
IV.2.5. Les altérations organoleptiques.....	43
IV.2.5.1 Modification de l’arôme.....	44

2/ Partie expérimentale

Chapitre V: Matériels et méthodes

V.1. Matériels.....	45
V.1.1. Matériels de laboratoire.....	45
V.1.2. Matière premières.....	45
V.2.2. Matériel végétal.....	45
V.2.3. Préparation des ingrédients	48
V.3. Fabrication du jus nectar.....	50
V.3.1. Le choix des boissons.....	50
V.4. Méthodes d’analyses	51
V.4.1. Analyses physico-chimiques des boissons formulées et les échantillons (matière première)	51
V.4.1.1. pH	51
V.4.1.2. Détermination du degré Brix	52
V.4.1.3. L’acidité titrable	53

V.4.1.4. Dosage de la vitamine C par la méthode titrimétrique au DCPIP	54
V.4.1.5. Dosage des sucres.....	55
V.4.1.6. Dosage des pectines.....	56
V.4.1.7. Les polyphénols totaux.....	57
V.4.1.8. Mesure de l'activité anti-oxydante et du pouvoir réducteur.....	57
V.4.1.9. Analyses sensorielle	58
V.5. Etude de la stabilité des boissons au cours du stockage.....	59
V.5.1. Etude.....	59
V.5. 2. Analyses microbiologiques	59
V.5.2.1. Préparation des dilutions décimales	60
V.5.2.2 Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles total.....	61
V.5.2.3. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux et totaux	62
V.5.2.4. Recherche et dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i>	63
V.5.2.5. Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs.....	65
V.5.2.6. Recherche et dénombrement des levures et moisissures.....	66
V.5.3. Analyse statistique.....	67

Chapitre VI: Résultats et discussion

VI.1. Caractéristiques physico-chimiques des boissons formulées.....	68
VI.1.1. Degré Brix (extrait sec soluble)	69
VI.1.2. Le pH	71
VI.1.3. L'acidité titrable	72
VI.1.4. Les sucres	74
VI.1.5. La vitamine C	77
VI.1.6. Les polyphénols totaux	78
VI.1.7. L'activité antioxydante	80
VI.1.8. Pectine.....	82
VI.2. Analyses microbiologiques des boissons	83

VI.3. Analyses sensorielles des boissons formulées	85
VI.3.1. Couleur	85
VI.3.2. Odeur	86
VI.3.3. Consistance	87
VI.3.4. Goût	88
VI.3.4.1. Goût (acide).....	90
VI.3.4.2. Goût (sucré).....	91
VI.3.5. Pulposité.....	92
Conclusion et perspectives.....	94
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé	

Liste des tableaux

Tableau I : production mondiale de melon	03
Tableau II : production nationale de melon en Algérie	03
Tableau III: les besoins de la culture du melon en éléments minéraux.....	07
Tableau IV : Composition biochimique pour 100g de la pulpe de melon crus	14
Tableau V: Caractéristiques physico-chimiques de la pulpe du melon.....	15
Tableau VI: Les principaux pays producteurs de jus de fruits.....	27
Tableau VII: Consommation des jus de fruits sur le marché national	27
Tableau VIII : Les principaux pays consommateurs de jus de fruits	28
Tableau IX : Les valeurs nutritionnelles moyennes des jus et nectars de fruits pour 100g	36
Tableau X : récapitulatif du poids et du rendement en jus de la mandarine.....	47
Tableau XI: compositions des boissons formulées pour 400ml	50
Tableau XII: représentation simplifiée des germes recherchés.....	60
Tableau XIII : Résultats d'analyses physico-chimiques de différents échantillons.....	68
Tableau XIV : Evolution des caractéristiques physico-chimiques des boissons après 21 jours de stockage.....	69
Tableau XV: Résultats de l'analyse de la variance pour la teneur de l'acidité.....	74
Tableau XVI : Résultats de l'analyse de la variance pour les sucres totaux.....	76
Tableau XVII : Résultats de l'analyse de la variance pour les sucres réducteurs.....	76
Tableau XVIII : Résultats de l'analyse de la variance pour la teneur en vitamine C....	78
Tableau XIX : Résultats de l'analyse de la variance des polyphénols.....	79
Tableau XX: Résultats de l'analyse de la variance pour la teneur en antioxydants.....	81
Tableau XXI : Résultats de l'analyse de la variance pour la teneur en pectine.....	82
Tableau XXII : Résultats des analyses microbiologiques des boissons formulées durant le stockage.....	82

Liste des figures

Figure 1 : Photos de différentes variétés du melon.....	5
Figure 2 : Photos des feuilles de melon(a), de la fleur de melon (b)	6
Figure 3 : les maladies et ravageurs du melon	6
Figure 4: Les différentes étapes de la taille	9
Figure 5 : Oidium sur feuille de melon	11
Figure 6: Fusariose de melon	11
Figure 7 : Mouches blanches sur jeune plant de melon	12
Figure 8 : Les thrips sur plante de melon.....	12
Figure 9 : Bactéries de melon	13
Figure 10 : Mosaïque sur feuilles de melon.....	13
Figure 12 : coupe transversale d'une orange.....	20
Figure 13 : schéma général de processus de fabrication de nectars de fruits au niveau industriel.....	34
Figure 14: Schéma général de la réaction de Maillard	42
Figure 15 : Schéma général de brunissement enzymatique	43
Figure 16 : Les différentes parties du melon.....	46
Figure 17 : stockage de melon.....	46
Figure 18: les différentes parties de la mandarine	47
Figure 19 : pasteurisation du jus de mandarine	48
Figure 20 : Diagramme de la préparation de la pulpe de melon.....	48
Figure 21 : Diagramme de la préparation de jus de mandarine.....	49
Figure 22 : Photographie des boissons finales obtenues.....	51
Figure 23 : Les étapes de fabrication de la boisson	52
Figure 24 : Suspension mère et dilutions	61
Figure 25 : Résultats de degré Brix des boissons formulées	70
Figure 26 : Résultats de pH des boissons formulées.....	71
Figure 27 : Résultats de l'acidité titrable des boissons formulées.....	73
Figure 28 : Résultats de teneur en sucres des boissons formulées	74
Figure 29 : Résultats de la teneur en vitamine C des boissons formulées.	77
Figure 30: Résultats de la teneur en polyphénol des boissons formulées	78
Figure 31 : Résultats de l'activité antioxydante, acide gallique et ascorbiques des boissons formulées	80
Figure 32 : Résultats de teneur en pectine des boissons formulées	82
Figure 33: Résultats de l'analyse sensorielle pour la couleur	85

Figure 34: Résultats de l'analyse sensorielle pour l'odeur	87
Figure 35: Résultats de l'analyse sensorielle pour la consistance	88
Figure 36: Résultats de l'analyse sensorielle pour le goût	89
Figure 37: Résultats de l'analyse sensorielle pour le goût (acidité)	90
Figure 38: Résultats de l'analyse sensorielle pour le goût (sucré)	91
Figure 39: Résultats de l'analyse sensorielle pour la pulposité.....	92

Liste des abréviations

Abs : Absence.

AFNOR : Association Française de Normalisation.

Ag : Agréable

A_w : Activité de l'eau.

B : Bon

BCPL : Bouillon lactosé au pourpre de bromocresol.

BNE : Brunissement non enzymatique.

BRSA : Boissons rafraichissantes.

C : consistant

C° : Degré celsius.

Ca O : Oxyde de Calcium.

Ca : calcium.

cm : Centimètre.

CMV : Cucumber mosaïque virus.

COOH : Groupement carboxylique.

DADRP : Direction de l'agriculture, développement rural et de la pêche (Alger).

E330 : Acide citrique.

FAMT : Flore aérobie mésophile totale.

FAOstat : **Food** and Agriculture Organization Corporate Statistical Database.

ha : Hectare.

J.C: Jésus crist.

JORA: Journal officiel de la république algérienne.

K₂O : Oxyde de potassium.

L : liquide

l : Litre.

MADRAP : Ministère de l'agriculture, du développement rural et de la pêche (Alger).

Mag : Moins agréable

MS : Moyennement sucré

N : Normal.

NH₂ : Groupement amine.

NPP : Nombre le plus probable.

O₂ : Oxygène.

OGA : Oxytetracycline glucose agar.

P : Phosphore.

P : Pulpeux

PCA : Plate count agar.

pH: Potentiel hydrogène.

Pmag : plus au moins agréable

PP : Peu pulpeux

Prs : présence

PS : Peu sucré

S : Sucré

Sec : seconde.

SR : Sucres réducteurs.

ST : Sucres totaux.

is

UFC : Unité formant colonie.

UI : Unité internationale.

USDA: United States Department of Agriculture.

UV : Ultra-violet.

V : Volume.

VBL : Vert brian Lactose.

VRBG : Gélose Glucosée Brier au Cristal Violet et au Rouge Neutre.

Les jus de fruit ont un rôle important dans l'alimentation humaine par leur apport en vitamines, sels minéraux, sucres... **(ESPIARD et al., 2002)**.

Selon une estimation réalisée par la fédération internationale des jus de fruit, la consommation mondiale de jus et nectar atteignait 33 milliards de litres en 1998 et passerait à 73 milliards dans une vingtaine d'années.

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

Les études épidémiologiques démontrent de plus en plus précisément le rôle important que jouent les jus de fruits et légumes, dans la lutte pour le maintien des fonctions essentielles de l'organisme et contre leur dégénérescence. Or, les enquêtes de consommation relèvent la faible consommation des jus de fruits et légumes par les enfants et adolescents et généralement dans les populations de milieu socio-économique modeste, justement plus touchée par les maladies dégénératives **(BIRLOUEZ, 2003)**.

En Algérie, l'industrie des jus et des boissons à base de fruit, 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.

C'est dans cette optique, que notre travail de fin d'étude s'inscrit. Dont l'objectif est l'essai de fabrication de boisson type nectar à base de pulpe de melon jaune canari et de jus de mandarine ; ce travail vise aussi le suivi de la qualité microbiologique et physico-chimique (pH, Brix, acidité, vitamine C, sucres totaux et réducteurs, antioxydants, pectines, polyphénols).

I. Généralités sur le melon

Le terme « melon » vient du latin melo, melonis dérivant d'une racine grecque qui désigne la pomme. Le nom scientifique du melon est *Cucumis melo.L* (MILIND et KULWANT, 2011).

Le melon est originaire d'Inde ou d'Afrique. Il est principalement cultivé dans les pays à climat chaud. C'est un fruit typiquement méditerranéen (DORE, et al 2006).

Le melon est une plante herbacée annuelle, appartenant à la famille des cucurbitacées est largement cultivée comme plante potagère pour son fruit comestible ; le terme désigne lui-même très savoureux, sucré et parfumé (DORE, et al 2006).

Les fruits du melon ont généralement une saveur aromatique douce, avec une grande diversité en terme de taille (15 g-50 kg), la couleur de la chair (orange, vert, blanc, et rose), la couleur de la peau (vert, jaune, blanc, orange, rouge, gris), la forme (ronde, plate et allongée) et de la dimension (4-200 cm) (NUNEZ-PALENINUS et al., 2008).

I.1. Historique

Le melon a été introduit dès le 16ème siècle en Amérique où le travail des semeurs-hybrideurs a provoqué le développement d'un troisième centre secondaire de différenciation. Ces introductions anciennes ont entraîné des différenciations dans des contextes très variés (L'Europe, Proche-Orient, l'Asie et l'Amérique), ce qui explique le polymorphisme actuel (CHAUX et FOURY, 1994).

I.2. La production du melon**I.2.1. La production mondiale**

La production mondiale de melons est de 28,3 millions de tonnes. Le melon se récolte dans tous les pays chauds de la planète (ANONYME, 2017).

La Chine produisant à elle seule la moitié de la production mondiale (DORE et VAROQUAUX, 2006).

Les principaux pays producteurs sont présentés dans le tableau I

Tableau I: production mondiale de melon (ANONYME_a, 2017).

PAYS	Production (M/T)	Variétés
Chine	15.1	
Turquie	1.7	Melon hami
Iran	1.2	Cantaloup
L'Espagne	1.18	Cantaloup, melon hami
USA	1.15	Cantaloup 84% et 16% honeydews

I.2.2. La production nationale

La production nationale du melon est faible contrairement à celle de la pastèque, pour, cela elle est comptabilisé avec celle « des autres légumes » dans les statistiques officielles du ministère de l’agriculture, dont la variété « jaune canari » la plus cultivée. (ANONYME_a, 2017).

Tableau II : production nationale de melon en Algérie (ANONYME_a, 2017).

Régions	Biskra	Borj Menaïel	Annaba	Tébessa	Sidi Bel Abbes	Skikda
Quantités (QX)	210 000	158 000	109 000	66 000	65 000	58 000

I.3. Classification du melon

I.3.1. Classification botanique

Le classement du melon est brièvement résumé ci-dessous :

Règne : végétal (Plantae)

Sous règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous classe : Dilleniidae

Ordre :	Cucurbitale
Famille :	Cucurbitaceae
Sous famille :	Cucurbitoideae
Genre :	Cucumis
Espèce :	Melo
Nom binomiale :	<i>Cucumis melo.L</i>

I.3.2. Classification variétale

Tous les melons appartiennent à la même espèce *Cucumis melo.L*. Il existe plusieurs variétés qui se distinguent entre elles par un certain nombre de caractères, suffisamment régulier et stable :

Le nom du fruit ;

La forme de fruit (ronde, allongée, et sphérique) ;

La grosseur du fruit ;

La couleur de l'écorce (jaune, verte et jaune orangée) ;

La couleur de la chair (**ODET, 1991**).

-Melon d'été :

Le véritable cantaloup (*C. melo* var. *cantalupensis*) : Fruit rond de calibre variable (poids moyen compris entre 0,5 et 1,5 Kg), à tranches marquées. Ecorce lisse présentant parfois de légères broderies ou verrues, de couleur vert-clair jaunissant légèrement à maturité. Chair orangée, sucrée, juteuse, très parfumée (parfum caractéristique) (**ODET, 1991**).

-Melon d'hiver :

Le melon d'hiver se conservent plus longtemps, comprennent notamment : Melon jaune canari ou melon brésilien : Fruit de forme allongée, de 2 à 3 Kg en moyenne, a une écorce lisse de couleur jaune vif, sa chair blanchâtre sucrée et colorée de rose près de la cavité centrale. Il est très parfumé à maturité.

Melon honeydew : Fruit sphérique à écorce lisse, blanc-gris, de gros calibre (2Kg environ). Sa chair est verdâtre sucrée et non parfumée (**ODET, 1991**).

La **figure (1)** suivante illustre différentes variétés du melon.



Melon cantaloup



Melon brodé



Melon jaune canari



Melon tendral

Figure-1 : Photos de différentes variétés du melon.

1.4. Description morphologique de la plante en entière

Le melon ou *Cucumis melo* est une plante annuelle, herbacée (MILIND et KULWANT, 2011). C'est une espèce polymorphe à tiges rampantes, munies de vrilles, portant des feuilles lobées, tachetées, toujours pétiolées, se développent au niveau des nœuds (FRANCOIS COUPLANT, 2011). Cette plante possède des fleurs jaunes, unisexuées (femelle ou male), comme elle peut être monoïque (fleurs mâles et fleurs femelles sur le même pied). Ces petites fleurs jaunes donnent de gros fruits de forme ovale ou ronde, qui ont une peau plus ou moins lisse, ou bosselée, côtelée, brodées ou galeuse de couleurs variées (vert, jaune et blanc). La pulpe qui est de couleur variée (selon la variété) est très savoureuse et sucrée surtout lorsque le fruit est mur (MILIND et KULWANT, 2011).

Les figures (2) et(3) représentent respectivement les feuilles, la fleur et les graines de melon.



(a)



(b)

Figure-2 : Photos des feuilles de melon(a), de la fleur de melon (b) (JETT, 2005).



Figure-3 : Photographie des graines de melon

I.5.Culture de melon

Il existe quatre saisons de production du melon :

- La production de primeur (melon de serre).
- Le début de production de saison.
- La pleine production d'été avec des fluctuations de production.
- La fin de saison (septembre à octobre) (MAPP, 2006).

Le melon est très consommé en été. Sa culture du semis ou de la plantation à la récolte est délicate mérite quelques exigences et ne peut se faire que par des producteurs spécialistes, elle se fait sous trois formes différentes : sous serres chauffées : récolte en Mai; sous serres froides : récolte en Juin; en plein champ : récolte en Septembre (MAPP, 2006). Il ne donne un fruit de qualité que

dans des conditions proches de son aire d'origine donc, un terroir et une terre très riche profonde, meublée et ensoleillée et des besoins élevés en température, ces besoins en eau sont en partie couverts par les pluies (DALY et al, 2000).

Les besoins nutritifs du melon sont indiqués dans le tableau ci-dessous : les valeurs sont en kilos par élément par tonne de fruit produit pour une culture de plein champ à potentiel de production moyen qui varient selon le stade de développement du plant (DALY et al, 2000).

Tableau III: les besoins de la culture du melon en éléments minéraux. (DALY et al, 2000).

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaCo	MgO
Plante entière	2.5 à 3.2	1.1 à 1.2	5.6 à 6.3	4.4 à 7.0	0.6 à 09

I.5.1.Exigences agro-climatiques

Originaire des pays chauds, le melon ne donne un fruit de qualité que dans des conditions proches de son air d'origine.

Le melon a des besoins élevés en température ; Ces besoins s'expriment dès la germination de la graine. Celle-ci a besoin pendant les douze jours qui suivent le semis, 15 à 16 °C dans le sol et 18°C dans l'air. L'optimum se situe vers 30°C et le maximum à 35°C.

La croissance des racines est optimale entre 15°C et 20°C ; celle des plantes est maximale à 20°C et diminue à 25°C (DALY et al, 2000).

Il est très exigeant en lumière ; Pour des températures optimales, on constate que la quantité de lumière devient le facteur limitant (CHAUX et FOURY, 1994).

Le melon résiste à la sécheresse, mais un manque d'eau ou des arrosages par à coups diminuent le rendement. L'irrigation commence juste après la plantation. Elle se fait généralement par un système de goutte. Les besoins en eau varient en fonction du stade de développement de la plante. Ils sont exprimés en pourcentage de l'E.T.P. (évapotranspiration potentielle)

En phase de croissance, de la plantation à la nouaison, ils sont assez faibles (moins de 50% de l'E.T.P.). En phase de grossissement des fruits, ils augmentent et passent à 70-80% en fin de maturation. Ils se limitent ensuite à 50% pendant la récolte (**DALY et al, 2000**).

1.5.2. Techniques culturales

15.2.1. Préparation du sol et semis

En climat chaud, on peut semer en pleine terre, en Avril, dès la fin de gelée. Des trous de 40 cm de profondeur et de largeur sont aménagés en ligne, à 80 cm les uns des autres. Ils sont comblés de compost ou de fumier et recouverts d'une légère couche de terre. 4 ou 5 graines sont disposées dans chacune de ces cuvettes ainsi aménagées. Elles sont alors recouvertes de terre et arrosées. Si on réalise plusieurs rangées, celles-ci sont distantes d'environ 1,20 m.

La levée des plantes est assez rapide. En climat frais, on peut semer à l'intérieur dans godets et ne transplanter que lorsque les gelées sont terminées et que l'été s'est vraiment installé (**DUBOURG, 2008**).

Le melon appartient au groupe des légumes-frais. Relativement épuisante, elle ne doit pas revenir sur le même sol qu'environ tous les trois ans (**DUBOURG, 2008**).

1.5.2.2. Fertilisation

La nutrition du melon est bien connue. Comme l'indique le tableau 3 (les besoins de la culture de melon en éléments minéraux)

Pendant la croissance le taux de calcium double, tandis que celui de potassium diminue de moitié dans les feuilles et les tiges. La concentration de tous les éléments dans les fruits diminue au fur et à mesure de leur grossissement.

La fertilisation doit être adaptée à la croissance de la plante, car les besoins varient selon le schéma suivant :

-De la germination à la floraison des premières fleurs femelles (ou hermaphrodites), l'absorption des éléments est faible ; moins de 10% du poids sec final de la plante est synthétisée.

-De la floraison des premières fleurs à la fin de la nouaison au moment de la forte croissance de la plante, 60% des besoins en calcium sont prélevés du sol.

Pendant cette période, ainsi que pendant tout le cycle végétatif, l'équilibre d'absorption azote-potassium est voisin de 1. L'équilibre potassium-calcium-magnésium est voisin de 1 pendant tout le cycle. Il passe à 1-0,85-0,15 en fin de culture.

Une deuxième pointe de consommation du calcium se situe au développement des fruits, tandis que l'absorption du phosphate est importante pendant la maturité des fruits (**DALY et al, 2000**).

1.5.2.3. Entretien

-Arracher les mauvaises herbes.

-Taille : Procéder à la taille qui demeure une opération essentielle. Pour ce faire, dès que les jeunes plants ont deux feuilles en plus des demi-cotylédons, on pince le bourgeon central (1)

Deux branches se forment alors et l'on coupe chacune d'entre elles au-dessus de la troisième feuille (2)

Cette opération provoque à son tour la sortie de nouvelles pousses qui sont traitées comme les précédentes (3)

Les diverses dispositions ainsi adoptées, moins compliquées qu'elles ne le paraissent au premier abord, sont indispensables si l'on veut obtenir de beaux fruits.

Les branches sont également coupées au-dessus des fruits en formation.



Figure-4 : Les différentes étapes de la taille (DUBOURG, 2008).

-Arrosages

Des arrosages fréquents sont souhaitables mais leur intensité doit diminuer à la fin de la maturité en vue d'obtenir des produits plus sucrés.

Pour éviter la pourriture des melons sur le sol humide, il ya tout intérêt dès qu'ils commencent à se développer à les surélever légèrement sur une pierre plate ou une boîte de conserve (DUBOURG, 2008).

I.5.3. La récolte et le rendement

La durée de la culture est de trois mois et demi à quatre mois en pleine terre. La récolte doit commencer dès juillet et peut se poursuivre jusqu'en septembre. En fait, on reconnaît le moment favorable à la cueillette quand a lieu :

- Le flétrissement de la 1^{ère} feuille au dessus du melon.
- La craquelure qui se produit à la base du pédoncule.
- L'élasticité de la partie inférieure.
- L'apparition d'une gerçure circulaire autour du pédoncule ainsi qu'un parfum perceptible.

Le melon ne doit pas être mangé aussitôt après. Il gagne une saveur en restant quatre ou cinq jours en attente dans un endroit frais avant d'être servi. Il peut être conservé de 7 à 10 jours à 4°C sans altération de la chair (DUBOURG, 2008).

Les rendements de melon atteignent 5-40 t/ha, avec une moyenne de 18 t/ha, en fonction du cultivar et des pratiques culturales (DENTON et GRUBBEN, 2004).

I.6. Maladies et parasites de melon

Le melon est exposé à une gamme de maladies et de ravageurs, de bactéries et de virus pouvant sévir depuis le début de la culture jusqu'au stade de la récolte (CHAUX et FOURY, 1994).

1.6.1. Maladies :

-L'oïdium : elle fait partie des maladies qui attaquent encore les feuilles, provoqué par *Erysiphe cichoracearum* et *Sphaerotheca fuliginea*. Il s'agit de petites taches blanchâtres et poudreuses apparaissent sur les deux faces des feuilles, les pétioles et les tiges (**figure 5**). Les attaques se manifestent d'abord sur les feuilles plus âgées puis atteignent les feuilles plus jeunes.

Les taches confluent ; les feuilles fortement attaquées se tordent, jaunissent, se nécrose et se dessèchent (**BOURDOUXHE et DELHOVE, 2009**). Une lutte préventive consiste à éliminer les débris végétaux et à réaliser des traitements fongiques préventifs (**CHAUX et FOURY, 1994**).



Figure 5 : Oïdium sur feuille de melon (BOURDOUXHE et DELHOVE, 2009).

-La fusariose (*Fusarium oxysporum* et *Fusarium solani*): Le champignon attaque la culture à tous les stades de développement. Les feuilles jaunissent, les plantes semblent se renverser, une pourriture sèche s'observe sur la tige au niveau du sol, elle est suivie du flétrissement générale de la plante et de sa mort, survenant généralement juste avant le début de la récolte (**Figure 6**). (**BOURDOUXHE et DELHOVE, 2009**).

Le greffage sur courge ou sur melon résistant intermédiaire est un moyen de lutte efficace (**LEIX-HENRY et al, 2010**).



Figure-6 : Fusariose de melon (BOURDOUXHE et DELHOVE, 2009).

1.6.2. Ravageurs

La mouche blanche du melon (*Bemisia tabaci*): De fortes infestations de mouches blanches sur les jeunes plantes peuvent entraîner le dessèchement des feuilles. Les fruits et les feuilles sont

contaminés par la sécrétion de miellat sur lequel se développent des moisissures noires qui freinent la photosynthèse de la plante (**Figure 7**) (**BOURDOUXHE et DELHOVE, 2009**).



Figure-7 : Mouches blanches sur jeune plant de melon (BOURDOUXHE DELHOVE, 2009).

Les thrips : Deux espèces sont présentes : (*Thrips tabaci* et *Frankiniella occidentalis*). Ce sont de petits insectes d'une couleur varie en fonction de la saison ; en fin d'hiver ils sont marron-noir et deviennent jaune-pale pendant l'été, avec de petites zones légèrement grisées. Les thrips sont habituellement trouvés grouper en fleurs et sur le dessous des feuilles particulièrement près de la croissance terminale. Ils provoquent des petites taches blanc-argentée à la surface inferieure des feuilles.

La lutte contre les thrips consiste à utiliser des pesticides auquel on effectue deux traitements à cinq jours d'intervalle (**ODET, 1991. JETT, 2005**).



Figure-8 : Les thrips sur plante de melon (BOURDOUXHE DELHOVE, 2009).

1.6.3. Bactéries

Les bactérioses ou taches angulaires du concombre (*Pseudomonas syringae* pv. *Lachrymans*): *Pseudomonas syringae* provoque des dégâts surtout sur les feuilles par formation de taches angulaires limitées par les nervure, ces taches se nécrose et tombe faisant apparaitre une criblure au contour bien délimité. Sur fruits les taches sont petites et s'étendent sous forme de pourriture molle (**Figure 9**) (BOURDOUXHE et DELHOVE, 2009).

Le choix d'une zone sèche et l'irrigation par goutte à goutte permettent de limiter les risques. A titre curatif une pulvérisation de cryptonol liquide à la base des plantes peut limiter les attaques au collet (action systématiques). Éviter les traitements sur le feuillage (par temps chaud et à dose trop forte), car ces produits présentent un risque de phytotoxicité (DALY et al, 2009).



Figure-9 : Bactéries de melon (BOURDOUXHE et DELHOVE, 2009).

1.6.4. Virus

La mosaïque CMV (Cucumber Mosaic Virus): La plante de melon présente d'abord des éclaircissements des nervures, parfois accompagné de nécroses rougeâtres sur les feuilles adultes.

Une « mosaïque » prononcée sous forme d'une alternance de plages plus en moins grandes, de formes variable et de couleur vert foncé et vert clair apparaît ensuite ainsi qu'un rabougrissement du feuillage en croissance ; les feuilles sont cloquées. Les plantes atteintes accusent un retard de croissance. Une marbrure vert foncé sur fond vert clair peut être observée sur les fruits (**Figure 10**) (**BOURDOUXHE et DELHOVE, 2009**).



Figure-10 : Mosaïque sur feuilles de melon (BOURDOUXHE et DELHOVE, 2009).

1.7. Composition biochimique et physico-chimique du melon

1.7.1. Composition biochimique du melon

La partie comestible d'un fruit de melon mûr est de 45 à 80 %. L'un des fruits d'été riche en nutriments, figure parmi les fruits les plus consommés. C'est un fruit complet, qui a presque tous les nutriments en proportions adéquates, très riche en eau (90%, il peut rester bien hydraté lors des grandes chaleurs), ce qui le rend particulièrement rafraîchissant, renferme des fibres. Il ne contient aucune quantité de gras. Il est également riche en plusieurs vitamines et minéraux, dont le potassium, l'acide folique et la vitamine A. Le melon à chair orangée constitue aussi une source de caroténoïdes et de vitamine C (**ESPIARD, 2002**).

Le tableau ci-dessous nous donne la composition biochimique de la partie comestible du melon cru.

Tableau IV : Composition biochimique pour 100g de la pulpe de melon cru (EMMANUELLE, 2010).

Nutriments	Valeurs
------------	---------

Composition générale	Eau	88 g
	Glucides	11 g
	Fibres alimentaires	1 g
	Protéines	0.9 g
	Valeurs énergétiques	48 K cal
Oligo-éléments	Phosphore	17 mg
	Calcium	14 mg
	Magnésium	14 mg
	Sodium	18 mg
	Fer	0.2 mg
	Zinc	0.1 mg
Vitamines	Acide ascorbique	25 mg
	Carotène	2 mg
	Thiamine	0.04 mg
	Riboflavine	0.02 mg
	Nicotinamide	0.5 mg
	Pyridoxine	0.09 mg

1.7.2. Composition physico-chimique du melon

Les caractéristiques physico-chimiques du melon et de sa pulpe sont données dans le tableau suivant

Tableau V: Caractéristiques physico-chimiques de la pulpe du melon (ESPIARD, 2002)

Caractéristiques de la pulpe	Teneur en%
Sucres (glucose et fructose)	6,5-8
Acides (citriques et malique)	0,1-0,1
Pectines	0
Sucres totaux	7,2-9
Lipides	0,1-0,2
Cendres	0,4-0,5
Teneur en pulpe de fruit	71
Teneur en peau du fruit	20

Teneur en graines	9
pH moyen	5
Indice réfractométrique	8-10

I.8. Les vertus et bienfaits du melon pour la santé

Le melon de la variété cantaloup est très riche en vitamines A et en adénosine généralement administrée aux patients qui ont des maladies cardiaques, les études récentes ont montré que la consommation de vitamine A est bénéfique pour les fumeurs (l'un des agents cancérigènes présents dans la fumée de cigarette aurait créé une carence en vitamine A dans le corps), et réduit le risques de développer les maladies pulmonaires, il est également un fruit particulièrement rafraîchissant du fait de sa très forte teneur en eau (90 %), diurétique, laxatif et stomachique. Il est conseillé en cas de maladies rénales, de cystite et de maladie de la vessie. Il aiderait à combattre la cellulite et c'est un excellent détoxifiant. L'acide folique ou vitamine B9 présente dans tous les types de melon aussi aide à prévenir une crise cardiaque. Le cantaloup pourrait aussi être un fruit idéal pendant le moment de stresse, grâce à sa richesse en potassium qui normalise le rythme cardiaque et favorise l'apport d'oxygène au cerveau. En conséquence, se sentir plus détendu et concentré (**LADOGRAVE, 2008**).

I.9. Transformation Industrielle

La chair du melon ne contient que 10% de matière sèche et son goût sucré vient du fait qu'elle est peu acide ; mais ce fruit très facile à confire, utilisé que pour la fabrication de fruits confits et de confiture à base de morceaux de fruits confits et de sirop à base de jus clarifié (**ESPIARD, 2002**).

L'amande des graines de melon est comestible, et on peut en extraire une huile qui aurait des propriétés calmantes, notamment pour les irritations de la gorge (**ESPIARD, 2002**).

II.1. Généralité sur les agrumes

Les agrumes sont les espèces de trois genres principaux du groupe *Citrinae* dans la famille des Rutacées : *Citrus* (la majorité des agrumes), *Fortunella* (les kumquats) et *Poncirus*. Chaque genre se décline en espèces (par exemple *Citrus limon* Eureka). (BENEDICTE et BACKES, 2011).

Ils se répartissent en plusieurs genres. *Poncirus*, *Fortunella*, *Citrus* sont les trois genres cultivés à travers le monde. Le genre *Poncirus* ne renferme qu'une seule espèce le *Poncirus trifoliata*. Cette espèce est essentiellement utilisée en agrumiculture comme porte greffe car ses fruits ne sont pas comestibles. Le genre *fortunella* comprend six espèces dont deux seulement font l'objet d'une culture dans le monde. Il s'agit de *Fortunella japonica* et *Fortunella margarita*. Le genre *Citrus* est le plus important. C'est au sein de ce genre que se rencontrent les principales espèces cultivées : les oranges (*Citrus sinensis*) ; les mandarines (*Citrus reticulata*) ; les clémentines (*Citrus clémentina*) ; les citronniers (*Citrus limon*) ; les pomelos (*Citrus paradisi*) (PRALORAN, 1971).

II.2. Origine et histoire des agrumes

L'histoire des agrumes d'après WEBBER et al. (1967). Remonte à 4000 ans avant J-C. ou le cédratier a poussé en Mésopotamie. La plupart des types d'agrumes sont originaires des grandes zones à climat tempéré autour des montagnes de l'Himalaya et du Sud-est Asiatique.

La première mention écrite sur les agrumes se trouve dans la littérature Sanskrit environ 800ans avant J-C.

Le cédrat est le premier agrume introduit en Europe par Theophrastus en 300ans avant J-C. les botanistes grecs qui suivirent Alexandre le Grand dans ses conquêtes, ont découvert le cédratier en Perse et en baptisé « pomme de midi ». Le cédrat fut d'abord utilisé comme parfum et comme insecticide. Plus tard il fut jugé comestible lorsqu'il était correctement préparé. Les Romains ont importé les oranges et les citrons de leur province comme un luxe coûteux pour leurs banquets. Les plantes qu'ils cultivaient à Rome ont survécu mais portaient peu de fruits. Au 10^{ème} siècle les conquérants arabes réintroduisent le cèdre en Europe et introduisent des nombreuses nouveautés telles que le citron et l'orange amère (bigaradier). Ces fruits ont été répartis autour de la méditerranée orientale, L'île de Sicile, le Nord d'Afrique jusqu'au Sud de l'Espagne. Aux XI et XII^{ème} siècles et de retour de Jérusalem, les croisés propagent en Europe occidentale l'utilisation et la culture du citron de bigaradier et de la lime.

Les grandes navigateurs, ont non seulement élargi notre vision du monde mais également joué un rôle important dans la diffusion des agrumes. C'est lors de son deuxième voyage que Christophe Colomb introduisit en 1493 le citron et la lime dans l'île d'Hispaniola (Haïti).

Vasco De Gama découvreur de la route de l'Inde introduit en 1494 l'orange douce dans le Portugal. C'est par hasard que ces navigateurs, lors des grands voyages, découvrent le rôle de la vitamine C présente dans le citron comme moyen de lutte contre le scorbut. Depuis ce temps là les agrumes partent à la conquête du monde. Les premières plantations dans le continent American furent introduites sur la côte de l'actuel Mexique en l'an 1518, ensuite au Brésil en l'an 1540, en Floride en 1565, en Caroline du sud en 1577 au Pérou 1609, en Arizona en 1707, en Australie en 1718, en Californie en 1769 et au Texas en 1890.

Le dernier agrume arrivé en Europe fut le mandarinier au début du 19^{ème} siècle depuis lors, il est devenu l'un des agrumes les plus populaires.

II.3. Production des agrumes

II.3.1. Production mondiale

Les agrumes (orange, mandarine, citron) sont parmi les fruits les plus abondants dans le monde, la production mondiale en agrume est considérée comme l'une des plus importantes dans le domaine agricole (**TRAQUATO et al., 2017**). La production mondiale d'agrumes se situe autour de 89 millions de tonnes (MT), dont 73% de la production sont consommés en frais, 26% sont destinés à la transformation et 9% à l'exportation. Cette production est répartie en plusieurs variétés d'agrumes dont laquelle l'orange représente 57%, la mandarine 30%, le pamplemousse 7% et le citron et la lime 6% (**USDA, 2014**). Avec une production de 17.34 MT, le Brésil est le premier producteur d'oranges dans le monde. Il assure 34% de la production mondiale, suivi par la Chine (7.6 MT), les Etats-Unis (6.26 MT) et l'union Européennes (6.07 MT).

Dans la région Méditerranéenne, 22.5 MT d'agrumes sont produites par les 12 pays membres du Comité de Liaison des Agrumes Méditerranéens (CLAM) dont l'Espagne, le Maroc, la Turquie, l'Italie, l'Egypte, la Grèce, la Tunisie (**USDA, 2014**).

II.3.2. Production nationale

La production d'agrumes en Algérie a connu une importante croissance elle est passée de 10 878 320 quintaux en 2012 à 13 419 940 quintaux en 2015, avec une production

d'orange qui est estimée aux environs de 10 050 791 quintaux, et les meilleures productions en oranges sont enregistrées dans les wilayas de Chelef et Blida, avec des productions qui sont respectivement de 1 155 520 et 3 079 216 quintaux (**MADRAP Alger, 2017**).

La wilaya de Bedjaia est une région qui a une activité agricole très importante, telle que les céréales, le fourrage, les oliviers ainsi qu'une grande superficie de 2006.98 Ha qui est occupée par le secteur agrumicole dont les productions sont estimées à plus de 206798 quintaux rien qu'entre l'année 2014 et 2015 (**DADRP Bedjaia, 2017**).

Les premiers exemples de programmes d'amélioration variétale d'agrumes apparaissent en Italie à la fin du XIX^{ème} siècle, lorsque de très graves infections de *phytophthora spp* ont détruit tous les oranges (*Citrus sinensis L. Osbeck*), les citronniers (*C. limon L. Burun. f.*) et les mandariniers (*Citrus deliciosa Ten.*), qui à cette époque étaient réponsus par semis et en Floride lorsqu'un gel causa d'immenses dégâts au secteur des agrumes (**FAO, 2001**).

II.4. L'orange

II.4.1. Description de fruit

L'orange est un agrume qui peut aussi être appelé hesperdium. L'hesperdium diffère de fruits comme la tomate ou le raisin car il possède une peau dure et solide qui protège la partie comestible du fruit (**BERLINET, 2006**). Les fruits des principales espèces et variétés cultivées de genre *Citrus* diffèrent par leur coloration, leur forme, leur calibre, la composition de leur jus et leur époque de maturité, cependant, tous les fruits de *Citrus* cultivés présentent la même structure anatomique (**RAMFOUL et al., 2010**). D'un point de vue botanique, les agrumes sont des fruits charnus de type baie avec un péricarpe appelé flavédo, le mésocarpe appelé albédo et l'endocarpe (pulpe). L'épicarpe est la surface périphérique du fruit. Il est coloré par des pigments caroténoïdes et représente 8 à 10% du fruit. Il contient des nombreuses glandes sécrétrices d'essences aromatiques qui sont réparties de façon irrégulière.

Tous les fruits de citrus cultivés ont presque la même structure : l'écorce, partie non comestible du fruit est peu développée chez les oranges, mandarines et les clémentines. Elle constitue en revanche la majeure partie du fruit des cédrats ou de pamplemousse, la pulpe, partie comestible, est constituée de poils ou de vésicules enfermant le jus et qui sont regroupés en quartiers peuvent varier de 5 à 18 (**SPIGEL-ROY et GOLDSCHIMIDT, 1996**). A la surface des

fruits dans l'écorce se trouvent les glandes oléifères remplies d'huiles essentielles. La coupe transversale du fruit permet de distinguer les parties suivantes :

- une peau ou une écorce rugueuse, résistante, de couleur vive (du jaune à l'orange, plus connue sous le nom d'épicarpe ou (*Flavédo*) qui recouvre le fruit et le protège des dommages, ses glandes oléifères contiennent des huiles essentielles qui donnent au fruit son odeur caractéristique.
- Un mésocarpe ou (*albedo*) blanc, épais et spongieux, qui forme avec l'épicarpe, le péricarpe ou peau du fruit.
- La partie interne, constituée de la plupart, est divisée en segments (carpelle) où se concentre le jus (avec ou sans pépins selon les variétés) et en enveloppe radicale épaisse (ou endocarpe). Cette partie, riche en sucres solubles, renferme des quantités significatives de vitamine C, de pectine, de fibres, de différents acides organiques et de sel de potassium, qui donnent au fruit son acidité caractéristique (**HENDRIX et REDD, 1995**).

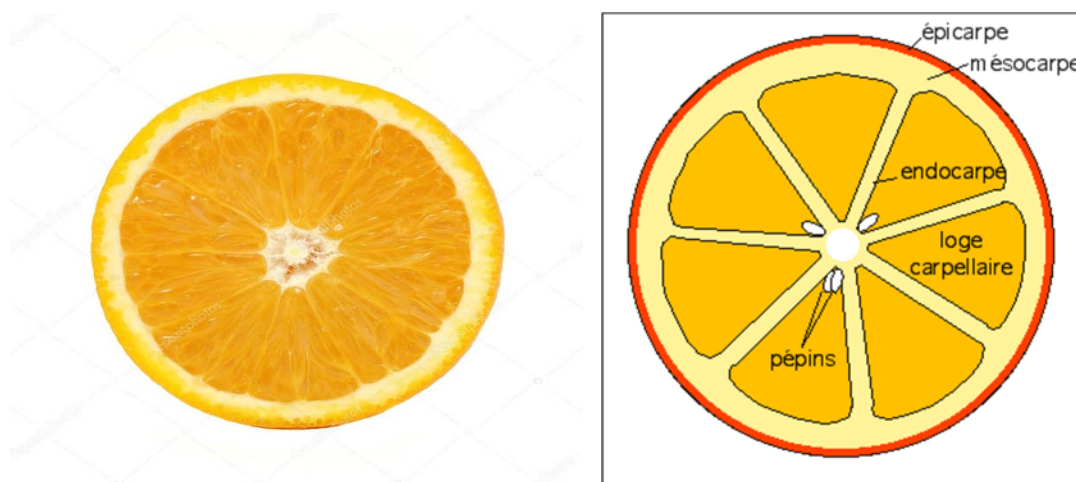


Figure 12 : coupe transversale d'une orange
(ANONYME.2010).

II.4.2. Taxonomie des mandariniers

La classification des mandarines est trop complexe et controversée un grand nombre de groupes dit naturels et d'hybrides avérés (figure...) ont été élevés au rang d'espèces par Tanaka (1954). Origines d'Asie (du nord de Vietnam au Japon, en passant par la Chine) les mandariniers sont des arbres de taille variable, présentant généralement de petits rameaux avec épines. Les feuilles sont lancéolées, les feuilles peuvent être isolées ou groupées en inflorescence. Les fruits

sont généralement sphéroïdes, peuvent être aplatis aux deux pôles, à peau fine, facile à détacher des quartiers (**FRUNCK, 2014**). Il existe des mandarines polyembryonnées et d'autres monoembryonnées, il semblerait d'après les observations de (**GARCIA-LOR., 2013**), que les mandarines monoembryonnées soient essentiellement des mandarines hybrides, ayant des introgressions de pamplemousse qui leur confèreraient ce caractère.

II.5. Les mandarines (*Citrus Reticulata* Blanco.)

Les mandarines ont été cultivées en Chine et en Japon sur une grande échelle depuis le 16^{ème} siècle. C'est le dernier agrume arrivé en Europe au 19^{ème} siècle. En 1805, deux variétés ont été acheminées en Angleterre en provenance de la région Chinoise de Canton. De l'Angleterre, ils ont été introduits dans la région méditerranéenne. En 1850, le fruit fut solidement introduit en Italie.

II.5.1. Les variétés

Il existe plusieurs variétés de mandarines :

- Mandarine (*Citrus reticulata* Blanco.)
- Mandarine commune (*Citrus reticulata* « Ponkan »)
- Mandarine clémentine
- Tangerine
- Satsumas (*Citrus unshin*) : mandarines précoces, déjà mures quand la peau est encore verte.
- Mandarine méditerranéenne Willowleaf (*Citrus deliciosa*) : les fruits sont sphériques et aplatis aux pôles avec une peau fine, lisse, colorée en jaune orangée. La pulpe, orange claire, juteuse, tendre, agréablement parfumée mais présentant de nombreux pépins
- Mandarine king (*Citrus nobilis*) (**BOUSBIA N., 2011**).

II.6. Méthodes d'amélioration variétale des agrumes

Les méthodes habituelles d'amélioration variétale des agrumes, et ainsi d'amélioration variétale des mandarines, sont celles de l'isolement et de la sélection de mutations naturelles ou provoquées, la sélection nucléaire et l'hybridation (**FAO, 2001**).

II.6.1. L'hybridation artificielle

Est une méthode prometteuse pour la production de variétés sans pépins dans les programmes d'amélioration des agrumes et par extension des mandarines. En effet, les gamètes males et les gamètes femelles des génotypes triploïdes sont stériles à cause de la distorsion des chromosomes. Les hybrides triploïdes peuvent être produits en croisant des parents femelles tétraploïdes et des parents male diploïdes. Néanmoins, par ce type de croisement, seuls quelques hybrides et de nombreux jeunes plants nucléaires sont produits, en raison de niveau élevé de polyembryonie du parent femelle tétraploïde. Au contraire, si des génotypes diploïdes zygotiques mono-embryonnaires sont utilisés comme parent femelle et de génotypes tétraploïdes comme parent male, de nombreuses graines immatures sont produites. Les embryons immatures, sauvés et cultivés *in vitro*, génèrent des hybrides triploïdes donnant des fruits sans pépins. En Italie, L'ISA a récemment introduit le « Tacle », un hybride triploïde intéressant issu d'un croisement entre une clémentine et une orange Tarocco, et en Israël l'hybride triploïdes spontané « Winola » a été sélectionné parmi une population d'hybrides diploïdes issus d'un croisement entre la mandarine « Wilking » et le tangelo « Minneola » (FAO, 2001).

II.7. Principaux hybrides d'importance commerciale :

- **Mandarine** (*Citrus reticulata* Blanco.)

- **Mandarine commune** : *Citrus reticulata* 'Ponkan' ; Ponkan (suntara) ; changasha ; Pixie ; Daisy ; Gold Nugget ; Fuzhu ; antillan.

- **Clémentine** : Algérienne ; carte noire ; Caffin ; Clemenules ; Clémentine hybride : Fina ; Marisol ; Monreal ; Nour ; Sidi Aissa ; Oroval.

- **Tangerines** : Beauté (Beauté d'Australie et la Retraite Gley) ; Dancy (Tangerine Rouge, Moragne)

- **Satsumas** : Premières variétés (Wase ; Miyagawa ; Okitsu ; Sito ; Miho ; Kuno).

Variétés Unshiu tardives (Owari ; Silverhill ; Dobashi Beni ; Kimob rough ; Aoshima).

Variétés Satsuma les plus récentes (Amstrong ; Dat North ; Dart South ; Xie Shan).

- **Mandarine méditerranéenne** : (Willowleaf)

Mandarine King: Cambodgiens (Yellow king) ; king (de Siam); King Japonaise.

Les variétés hybrides issues de croisement entre les mandarines et les mandarines petit-fruits sont :

- **Tangors** : Temple ; Ortanique ; Ellendale ; Murcott ; Dweet ; Ambersweet.
- **Tangelos** : Minneola ; Pearl ; Orlando ; Sunshine ; Allspice; Mandalo; Wikiwa; Ugli.
- Hybrides Tangelo x Clémentine: Fairchild ; Lee; Nova (Clemenvilla) ; Oscelo; page; Robinson
(BOUSBIA., 2011).

II.8. L'utilisation

Les mandarines occupent une place de plus en plus importante dans le marché des agrumes frais, du fait que le marché mondial a considérablement changé durant les 20 dernières années avec une préférence accrue des consommateurs vers des mandarines sans pépins, savoureuses dotées d'une peau d'une peau de belle couleur d'un épluchage facile. Par conséquent, les mandarines sont désormais le plus grand secteur de l'industrie des agrumes frais dans dans le monde.

Le nombre de variété de mandarines commercialisées est presque égal au nombre de tous les types d'agrumes horticoles **(BOUSBIA., 2011).**

II.9. La valeur nutritionnelle de l'orange

L'orange apporte une quantité modeste d'énergie, de glucides, de fibres alimentaires et pratiquement pas de protides ni de lipides, elle est assez riche en vitamine C et constitue une source de calcium, de cuivre et de vitamines (B1, B5, B9), ainsi qui est une source d'antioxydants, ils auraient selon certaines études, la capacité d'inhiber le développement des cellules cancéreuse et de déduire la tension artérielle et le taux sanguin des triglycérides. La vitamine C à elle seule, contribue à l'essentiel de l'activité anti-oxydante de ce fruit. Les différents caroténoïdes, le bêta-carotène, la lutéine et la zéaxanthine, sont présents en quantité intéressante. Ces substances ont une activité antioxydante avérée **(ZAIDI et al., 2012).**

II.10. La transformation industrielle

L'agrumiculture constitue le plus grand secteur de production de fruits dans le monde **(USDA, 2014).** Plus que le tiers de cette production est transformé industriellement en jus **(MARNIET et al., 2007).**

Le jus d'orange est le jus de fruit le plus populaire et le plus consommé dans le monde, en réalité quatre groupes commercialement importants d'oranges sont utilisés dans la fabrication de produits de jus d'orange : agrumes Sinensis ou orange sucrées (douces), agrumes Reticulata ou

mandarines, agrumes Aurantium ou oranges aigres amère et Tangors ou les hybrides d'orange sucrée et mandarine comme Murcott, Topaze (OOGHE *et al*, 1997).

II.11. Transformation des agrumes

Doté d'arome qui n'est seulement qu'un de leurs produits, les agrumes sont un bon exemple de transformation des produits agricoles à grande échelle qui utilise une approche de raffinerie. Une gamme de culture d'agrumes est transformée pour produire des huiles essentielles à double usage aussi bien comme arome que comme ingrédients de parfum. Il s'agit notamment de la bergamote, du pamplemousse, du citron, de la lime, de la mandarine, des oranges douce et amère.

L'industrie de la transformation des oranges dans le monde entier à un chiffre d'affaires de plus de 2 milliards de dollars par an. Plus de 400 à 500 millions d'arbres sont cultivés, principalement au Brésil et en Floride, avec respectivement environ 150 et 60 millions d'arbres, et quelques 75000 tonnes/an de *d*-limonène et d'huile d'orange produites à partir du fruit et également dans huiles essentielles spéciales telles que les huiles de petit grain et de néroli. Ces chiffres donnent une indication de la taille impressionnante de l'industrie (BOVILL, 1996).

II.12. Co-produit de la transformation des agrumes

Les produits résultant de la transformation d'agrumes sont les jus de fruits, les huiles essentielles et la peau. Cette dernière, avec la pulpe et les graines, constituent les résidus industriels et comptent pour 40 – 60 % du poids de la matière première. L'utilisation de ce résidu est une exigence fondamentale de l'industrie de transformation de fruits, non seulement pour des raisons économiques, mais aussi pour réduire l'impact environnemental grave que cela pourrait induire en cas d'abandon.

Les principaux sous-produits issus de ce résidu, sont les suivants : l'eau est le principal constituant de ce résidu et représente d'un point de vue quantitatif 80 à 85 % du poids.

La matière sèche est constituée principalement de sucres solubles (glucose, fructose, et de faibles teneurs de pentoses), de sucres insolubles (cellulose, hémicellulose, protopectine), d'acides organiques (citrique, malique, isocitrique, oxalique) et une teneur importante de flavonoïdes (hespéridine dans la majorité des espèces d'agrumes, naringine dans le pamplemousse

II.13. Huile essentielle et essences

Les huiles essentielles de la famille des rutacées, notamment les huiles d'agrumes sont largement utilisées comme arômes et parfums en fonction de la partie de la plante soumise à l'extraction et des espèces ainsi que, de la méthode employée pour leur extraction (BOUSBIA., 2011).

La culture d'agrumes est très répandue partout dans le monde où un climat favorable existe. Les huiles conduisant à la plus grande production comprennent l'orange, le citron, le pamplemousse, la mandarine.

La distillation des fleurs d'agrumes conduit à une huile appelée « huile essentielle de néoli » très sollicitée par les parfumeurs. L'hydrolat qui est un sous produit de cette distillation s'appelle « eau de fleur d'oranger », très appréciée tant à l'échelle ménagère qu'industrielle (**PEYRON, 2002**).

Chapitre III : Généralités sur les jus de fruits

III.1. Définition

-Jus de fruits

Le jus de fruit est un liquide non fermenté, mais fermentescible, tiré de la partie comestible de fruits sains, parvenus aux degrés de maturation approprié et frais ou de fruits conservés dans de saines conditions par des moyens adaptés et/ou par des traitements de surface poste-récolte (**ANONYME, 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**).

III.2. Production de jus et nectars de fruits

III.2.1. Production nationale

Le marché algérien de jus et nectars de fruits connaît une forte croissance. Cette dernière s'accompagne d'une tendance vers une offre plus diversifiée et qualitatives. En 2007, la production nationale de jus et nectars de fruits estimée est de 150 à 170 millions de litres/ an.

Les acteurs majeurs de la filière jus et nectars en Algérie sont : NCA, Vitajus, Jutop, Bonjus...etc. (**BOIRON A., ARVAULT G., 2008**).

III.2.2. Production mondiale:

La production mondiale de jus et nectars de fruits s'élevait à 40 milliards de litres en 2005. Au cours des dernières années, le taux de croissance annuel moyen est de 3%.

Le jus d'orange occupe la première place avec 36% de la production mondiale, suivi du jus de pomme avec 27%, et du jus de raisin avec 20% (**Anonyme, 2017**).

Les principaux pays producteurs de jus de fruits sont donnés par **le tableau VI**

Tableau N° VI: Les principaux pays producteurs de jus de fruits (**Anonyme, 2017**).

Pays	Production en milliards de litres	Part en %
USA	8	20
Chine	5	12,5
Allemagne	3,5	9
Brésil	1	2,5
France	1	2,5
Angleterre	1	2,5
Espagne	1	2,5

III.3. la consommation de jus et nectars de fruits

III.3.1. la consommation nationale :

La filière des jus et boissons du secteur agroalimentaire est l’une des plus dynamiques en Algérie. Le marché des jus et boissons passera, selon les prévisions des experts contenues dans une communication du ministère du commerce, présente lors d’une récente journée d’étude, de 12 millions d’hectolitres en 2003 à 19 millions d’hectolitres en 2008 (**MOURAD , 2003**).

Le tableau ci dessous nous montre le niveau de consommation de jus de fruits sur le marché national.

Tableau N° VII: Consommation des jus de fruits sur le marché national (**Anonyme, 2010**).

Le produit	Litre/habitant/an	Million de litres/an		Couverture(%)	
	Consommation Nationale	Demande nationale	Production Nationale estimée	Production Nationale	Importation
Jus de fruits	4.7	150 à 170	150 à 170	99	1

Base: 34 millions d’habitants en 2007.

III.3.2. la consommation mondiale:

Selon une estimation réalisée par la fédération internationale des jus de fruits (I.F.U), la consommation mondiale de jus et nectar atteignait 33 milliards de litre en 1998 et passerait à 73 milliards dans une vingtaine d’année (**GUY et al, 2002**).

Le marché européen est le premier marché mondial du jus de fruits avec 10,7 milliards de litres consommés et la France est en deuxième position avec 16 % des volumes de vente en Europe, derrière l'Allemagne avec 26 % du marché européen en volume (ANONYME, 2017_a).

Les plus grands consommateurs de jus de fruits sont désormais les États-Unis avec 35,7 litres par personne. L'Allemagne est à la deuxième place alors que leur consommation en 2005 était de 39,6 litres par personne. Les jus de fruits les plus consommés en Allemagne sont le jus de pommes (12,8 litres par personne et par an) suivi par le jus d'orange (8,9 litres par personne et par an) (ANONYME_b, 2017).

Le tableau ci-dessous représente les principaux pays consommateurs de jus de fruits.

Tableau N° VIII: Les principaux pays consommateurs de jus de fruits (Anonyme_b, 2017).

Pays	Consommation Litre/an/habitant
Etats-Unis	35,7
Allemagne	33,5
Finlande	32,1
Australie	29,7
Espagne	28,6

III.4. Les différents types de jus

III.4.1. Les purs jus de fruits

Ce sont des jus obtenus à partir de fruits par des procédés mécaniques (BOIDIN et al, 2005).

III.4.2. Les jus à base de jus concentrés

C'est le produit obtenu à partir de jus de fruits concentré, après restitution de la proportion d'eau extraite du jus lors de la concentration, l'eau ajoutée présentant des caractéristiques appropriées, notamment de point de vue chimique, microbiologique et organoleptique de façon à garantir les qualités essentielles du jus. La restitution de son arôme se fait au moyen des substances aromatisants, récupérées lors de la concentration de jus de fruits dont il s'agit ou de jus de fruits de la même espèce et qui présente des caractéristiques organoleptiques et analytiques équivalentes (LEYRAL, 2008).

III.4.3. Jus de fruits obtenus par extraction hydrique

Le produit obtenu à partir de jus de fruits d'une ou plusieurs espèces par l'élimination physique de la quasi-totalité de l'eau de constitution. La restitution des composants aromatiques est obligatoire (BOIDIN *et al.*, 2005).

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 (VIERLING, 2008).

III.4.4. Purée de fruits

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

III.4.5. Les boissons aux fruits

Sont composées de jus de fruits concentrés ou non, d'eau et de sucre et contiennent au moins 25% de jus de fruits, dans le cas des boissons plates. Dans les boissons aux fruits gazeuses cette teneur est d'au moins 10% (BOIRON, 2008).

III.4.6. 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).

III.4.7. Nectar de fruits

Le nectar de fruits est le produit non fermenté, mais fermentescible, obtenu en ajoutant de l'eau, avec ou sans adjonction de sucres, de miel et/ou de sirops, et/ou d'édulcorant, ou à un mélange de ces produits.

Des substances aromatiques, des composés aromatisants volatils, de la pulpe et des cellules, qui doivent tous avoir été obtenus à partir du même type de fruit et par des moyens physiques adaptés, peuvent être ajoutés.

Le mélange de nectars de fruits est le même produit, obtenu à partir de plusieurs types de fruits

différents (CODEX ALIMENTARIUS, 2005).

III.4.8. Les jus gazéifiés

Ils sont saturés en gaz carbonique, ce qui augmente la propriété rafraîchissante de la boisson (FREDOT, 2007).

III.5. Procèdes de fabrication de jus de fruits

III.5.1. Préparation des fruits pour la transformation

Au niveau industriel, pour rendre les fruits apte à la transformation, un certain nombre d'opération de prés-traitement sont nécessaires. L'ordre des opérations de prés-traitement varie suivant l'espèce et le mode de transformation choisi. On cite (NOUT *et al*, 2003):

-Triage

Se fait selon le degré de maturité des fruits, leurs teintures, qui déterminent dans une large mesure la qualité du jus. Le triage est indispensable pour éliminer les fruits de mauvaise qualité, ainsi que les corps étrangers (feuilles, branchettes...etc.) (BENAMARA et AGOUGOU, 2003).

-Lavage-Nettoyage

Cette opération permet d'éliminer les pierres, les déchets terreux, les feuilles, une partie des microorganismes de surface et les résidus de produits de traitement phytosanitaire. Il peut se faire par plusieurs méthodes, par exemple, par aspersion d'eau, par aspersion suivie d'un trempage, etc. l'eau utilisée doit être dans la mesure du possible, propre, potable et être renouvelée (NOUT, 2003).

III.5.2. Traitements préalables de la matière première avant l'extraction

-Broyage

Le processus mécanique d'action sur les tissus végétaux est le concassage. Les fruits sont coupés en petits morceaux, en conséquence de quoi le jus s'écoule du tissu végétal. Il est important de prendre en considération le type de la matière première à concasser. Les fruits à pépins et les tomates par exemple, sont broyés ensemble avec les graines (BENAMARA et AGOUGOU, 2003).

-Traitement thermique

Dans le processus du chauffage, les pectines se coagulent et se déshydrates. Les cellules perdent leurs élasticités et la libération du jus devient facile.

Les paramètres des processus thermiques (temps-température), dépendent de l'espèce, de la matière première, et du degré de maturité des fruits (BENAMARA et AGOUGOU, 2003).

-Traitement enzymatique

Pour augmenter la sortie du jus et assurer un bon pressurage, la masse fruitière est traitée par des enzymes pectinolytiques. Ce processus est particulièrement nécessaire dans le cas des fruits contenant beaucoup de pectines et possédant une grande viscosité (BENAMARA et AGOUGOU, 2003).

-Traitement à l'ultrason

Le traitement s'effectue au moyen des ondes ultrasoniques conduisant à l'éclatement des cellules. L'écoulement du jus traité par l'ultrason est supérieur de 6 à 10% à celui de produit non traité. En plus le jus devient plus clair et plus teinté (BENAMARA et AGOUGOU, 2003).

III.5.3. l'extraction du jus

Cette opération a pour but d'extraire le jus des fruits tout en effectuant un tamisage de la pulpe (NOUT, 2003). Le jus à partir de la masse broyée peut être extrait par pressurage, centrifugation, diffusion...etc. (BENAMARA et AGOUGOU, 2003).

-Pressurage

Le pressurage est la méthode fondamentale la plus répandue dans l'industrie des jus. Après le traitement préalable, les fruits sont pressés en vue d'une extraction complète du jus et de la préservation de sa qualité, il est recommandé, durant le pressurage, d'observer les conditions suivantes (BENAMARA et AGOUGOU, 2003):

- Adopter pour les paquets, des tissus perméables au jus et retenant les particules solides.
- Appliquer des surfaces dures pour créer une pression sur la masse fruitière.
- Séparer le jus sorti naturellement avant le pressurage.
- Ameubler la masse fruitière pendant le pressurage.
- Mener le pressurage en continu.

-Raffinage

Il a pour but de séparer les pépins de la pulpe. Il est fait sur passoire centrifuge après chauffage de la pulpe comme pour la tomate. Une action enzymatique d'hydrolyse des polysaccharides faciliterait cette opération, mais enlèverait toute viscosité au jus. Ceci est surtout préjudiciable pour la fabrication de confiture ou de marmelade (ESPIARD, 2002).

III.5.4. Traitements des jus**-Clarification**

La clarification est pratiquée pour donner à certains jus la transparence que désire le consommateur. Cette clarification est obtenue soit par l'action des enzymes pectinolytiques, amylolytiques et protéolytiques, suivies de débouillage centrifuge, de collage, ou par filtration (ESPIARD, 2002).

-Désaération

La désaération va permettre de recalculer l'oxygène introduit dans les jus de fruits au cours de différentes opérations parce que l'oxygène est nocif et entraîne des pertes de vitamine C (CLAUDIAN, 1986).

-Pasteurisation

La pasteurisation consiste à porter très rapidement le jus à 95°C- 97°C, à le maintenir une douzaine de secondes à cette température, puis à le refroidir tout aussi rapidement. Le but de la pasteurisation est d'éliminer la majorité des microorganismes viables dans le jus de fruits et d'inhiber l'action des enzymes susceptibles de provoquer des réactions chimiques indésirables (CHEFTEL, 1986).

-Concentration

L'opération de concentration vise à éliminer environ 80% de l'eau contenue dans le jus de fruits, elle est le plus souvent réalisée par évaporation sous vide d'une grande partie d'eau, à une température qui n'atteint pas 30°C pendant 5 à 7 minutes (VASSENEIX, 2003).

-Refroidissement et conditionnement

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

- Le conditionnement dit stérile; le jus est mis dans l'emballage primaire à chaud et le plus près possible de la température de pasteurisation, en préchauffant l'emballage. Celui-ci est alors serti, et l'ensemble subit une pasteurisation de sécurité (ESPIARD, 2002).
- Dans le conditionnement dit aseptique ou dans celui destiné à la congélation; le jus est refroidi aussitôt après pasteurisation et avant d'être conditionné dans l'emballage aseptique choisi (ESPIARD, 2002).

- Il est possible de stocker les produits pasteurisés et refroidit dans des tanks aseptiques sous atmosphère de gaz neutre, gaz carbonique (CO₂) ou azote; mais les produits doivent être à nouveau pasteurisés avant commercialisation (**ESPIARD, 2002**).

III.5.5. Fabrication des nectars

Le nectar est une boisson à base de jus ou pulpe de fruits, de l'eau potable, de sucre ou de sirop de sucre et d'autres édulcorants autorisés (**ESPIARD, 2002**).

Un sirop de sucre, fabriqué à partir d'un volume égal de sucre et l'eau potable bouillante, est le plus simple et plus rapide à utilisé que du sucre en poudre ou en morceaux (**PIDOUX, 1995**).

Les différentes étapes de la fabrication de nectars de fruits au niveau industriel sont illustrées dans la figure ci-dessous.

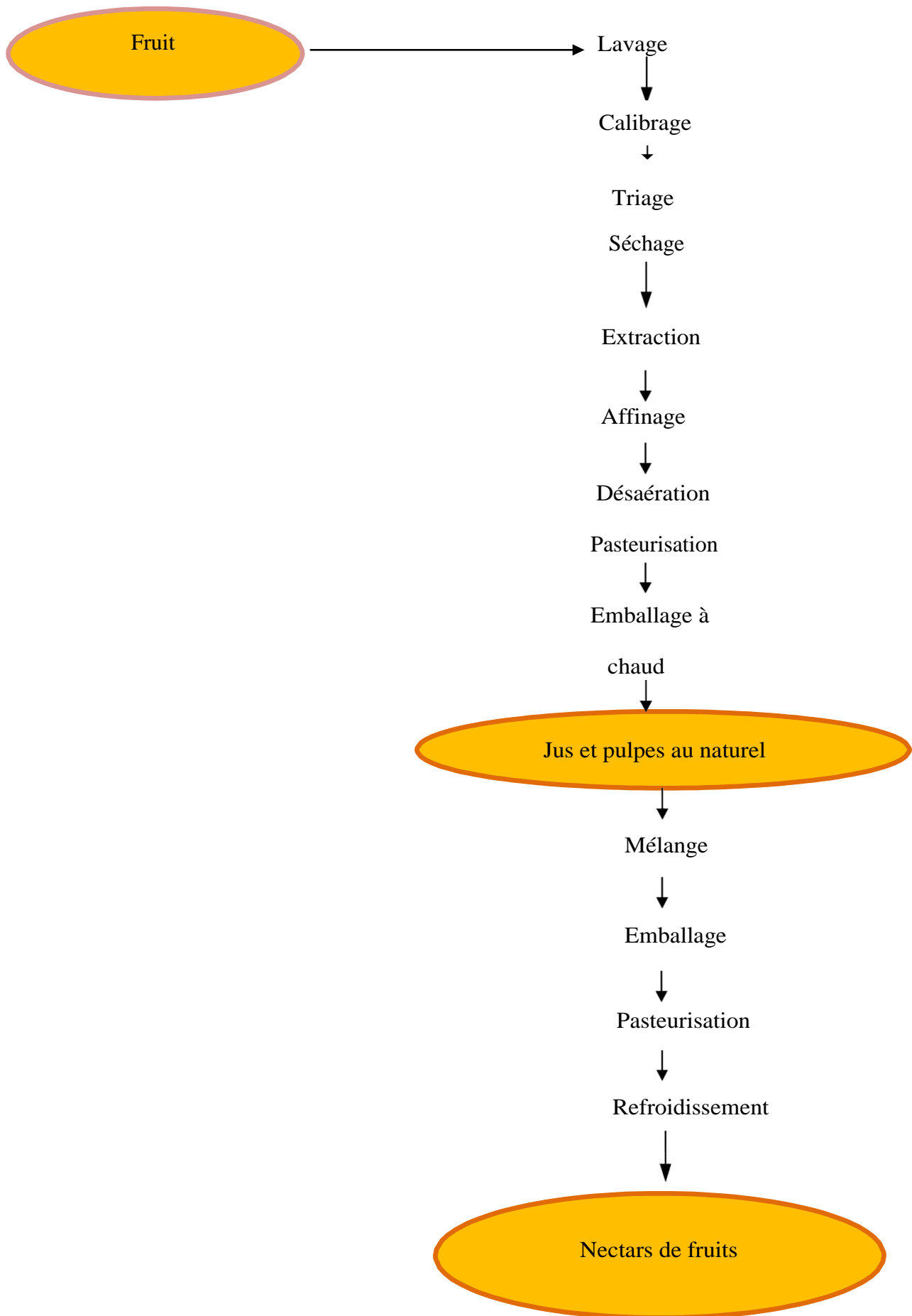


Figure 13: schéma général de processus de fabrication de nectars de fruits au niveau industriel (ESPIARD, 2002).

III.6. Composition biochimiques d'un jus de fruits

Le constituant le plus important d'un jus de fruits est naturellement l'eau qui représente entre 75 et 90% de la masse. Les solutés peuvent être divisés en trois groupes selon leurs importances pondérales.

-Groupe1: constitue l'essentielle de l'extrait sec du jus et participe à l'équilibre de sa saveur: les sucres solubles (100 à 200g/ l), acides organiques (2 à 15g/ l).

-Groupe 2: rassemble les composés quantitativement moins abondants mais présentent un fort impacte technologique: les pectines (0.2 à 2g/l), composés aminés (0.05 à 0.5g/ l), jus et composés phénoliques (0.1 à 5g/ l).

-Groupe 3: réunis les solutés peu abondants comme les composés volatils et les vitamines qui participent aux qualités aromatiques et nutritionnelles des jus de fruits (JEANTET et al, 2007).

III.7. Intérêts nutritionnel et thérapeutique des jus et nectars de fruits

MOIGRADEAN et al. (2006), a montré que les jus et nectars de fruits sont:

-Riche en eau

Les jus et nectars de fruits sont composés en moyenne de 90% d'eau. Ils contribuent donc à hydrater l'organisme.

-Equilibrés

Un verre de jus ou nectars de fruits peut remplacer la consommation de l'une des cinq portions de fruits et légumes recommandée chaque jour. Les jus et nectars de fruits sont peu caloriques: pauvres en lipides, ils apportent en moyenne 30 à 90 K cal, la même quantité que 150g de fruits. Ils contiennent des sucres facilement assimilables donc une production d'énergie rapide.

-Sources des minéraux variés

Les jus et nectars de fruits contiennent notamment du Potassium, qui évite la rétention d'eau, du magnésium, relaxant musculaire, de nombreux oligoéléments, nécessaire à l'équilibre nutritionnel.

-Sources de vitamines

Les jus et nectars de fruits contiennent un large éventail de vitamines essentielles au fonctionnement de nos cellules, on cite :

- **La vitamine C** (acide ascorbique), limite les réactions d'oxydations des molécules (effet antioxydant). Elle contribue également à la formation des composants importants comme:
 - La synthèse de collagène au niveau de la peau, des tendons, des muscles, des gencives et des os.
 - La synthèse de catécholamines par les surrénales ; il s'agit de l'adrénaline et de la noradrénaline, hormones sécrétées pour mieux répondre au stress.
 - La synthèse de carnitine, une molécule qui facilite le captage des acides gras par les cellules musculaires cardiaques et qui optimisent le fonctionnement cardiaque.
 - Elle augmente aussi l'absorption de fer dans le milieu intestinal et pourrait stimuler les défenses immunitaires.
- **La provitamine A**, indispensable à la croissance et à la vision nocturne.
- **La vitamine B9** (Acide folique), nécessaire à la formation des globules rouges.

-Sources d'antioxydants protecteurs

Les antioxydants ont pour rôle de bloquer l'effet néfaste des radicaux libres sur les cellules. Ils sont présents dans les jus de fruits, sous forme de poly phénols, caroténoïdes, vitamine C et E.

Les valeurs nutritionnelles des jus et nectars de fruits sont donnés dans le tableau **Tableau XI** : Les valeurs nutritionnelles moyennes des jus et nectars de fruits pour 100g (CCAF, 2004).

	Jus de fruits	Nectars
Energie (K ccal)	35,026	52,389
Lipides (g)	0,063	0,000
Protéines (g)	0,252	0,033
Glucides (g)	8,363	13,064
Glucides simples (g)	8,341	13,036
Fibres (g)	0,187	0,137
AGS (g)	0,018	0,000
Sodium (mg)	38,199	2,219

Ces valeurs nutritionnelles moyennes ne reflètent pas directement la contribution réelle des jus et nectars de fruits aux apports nutritionnels. Elles permettent néanmoins d'identifier les caractéristiques nutritionnelles des jus et nectars de fruits. La présence de glucides simples résulte soit d'une présence naturelle, soit d'un ajout (**PROLONGEAU et RENAUDIN, 2009**

IV.1. La conservation

Un additif conservateur est une substance non consommée normalement en tant que denrée alimentaire, que l'on incorpore à un aliment en vue d'accroître sa sécurité et sa stabilité microbiologique.

Les techniques de conservation alimentaires sont appliquées en vue de maîtriser la détérioration de la qualité des aliments. Cette détérioration peut être provoquée par des microorganismes et/ou diverses réactions physico-chimiques qui ont lieu après la récolte ou l'abattage. Tout procédé de conservation a cependant pour priorité de réduire au minimum les risques d'apparition ou de développement des microorganismes provoquant l'altération des aliments ou des intoxications alimentaire (**LEITSNER et GOULD, 2002**).

IV.1.1. Les techniques de conservation

IV.1.1.1. Conservation par la chaleur

Le traitement des aliments par la chaleur est aujourd'hui la plus importante technique de conservation de longue durée. Il a pour objectif de détruire ou d'inhiber totalement les enzymes et les microorganismes et leurs toxines, dont la présence ou la prolifération pourrait altérer la denrée considérée ou la rendre impropre à l'alimentation humaine (**NOUÏ et al.2003**).

IV.1.1.1.1. La pasteurisation

La pasteurisation est un traitement thermique ayant pour but de détruire une grande partie d'agents microbiens qui pourraient se développer dans l'aliment pendant son stockage. C'est un procédé de conservation des aliments qui sont chauffés à une température définie pendant une période de temps définie avant d'être refroidi rapidement. Les températures de pasteurisation varient entre 70°C et 80°C. Sous

L'effet d'un traitement thermique, les bactéries pathogènes et altération sont détruites. (**MULTON et BUREAU, 1998**).

La pasteurisation, comme tout traitement thermique, doit permettre (**AKMOUCHE, 2010**) :

- De préserver l'aspect nutritionnel du produit tel que la non-destruction des vitamines
- De ne pas modifier ses qualités organoleptiques telles que l'absence de brunissement, de décoloration, de goûts de cuit, etc.

IV.1.1.1.2. La stérilisation

La stérilisation est un traitement thermique qui a pour finalité de détruire toute forme microbienne vivante (végétative, sporulé). Les paramètres de traitement sont supérieurs à ceux de la pasteurisation, et ils varient selon le produit entre 10 min à 115 °C et 30 min à 121 °C. Ils doivent tenir compte de la charge microbienne initiale et sont choisis en fonction de type de la flore (GUIRAUD, 2003).

IV.1.1.2. Techniques de conservation par le froid

Le froid est une technique de conservation des aliments qui arrête ou ralentit l'activité cellulaire, les réactions enzymatiques et le développement des microorganismes. Le froid ne tue pas les microorganismes éventuellement contenus dans les aliments. La majorité des microorganismes présents peuvent reprendre leur activité dès le retour à une température favorable. C'est pour cette raison que le froid doit être continu.

Tandis que les microorganismes psychrophiles survivent encore à -5°C, toute vie microbienne est arrêtée à des températures inférieures à -7°C (NOUET *et al.* 2003).

IV.1.1.2.1. La réfrigération

La réfrigération consiste à entreposer les aliments à une température basse, proche du point de congélation, tenais toujours positif par rapport à celui-ci. Généralement, la température de réfrigération se situe aux alentours de 0 °C à +4 °C. Ces températures, empêchent la multiplication de nombreux microorganismes contenus dans les aliments mais pas celle des microorganismes psychrophiles. La réfrigération permet donc la conservation des aliments périssables à court ou moyen terme. Elle doit s'appliquer à des aliments initialement sains et être continue tout au long de la filière de distribution (GUIRAUD, 2003)

IV.1.1.2.2. La congélation

La congélation consiste à abaisser suffisamment la température du produit de façon à transformer une très grande partie de son eau en glace et à maintenir cet état pendant la durée de la conservation (BOURGEOIS *et al.*, 1996).

IV.1.1.2.3. La surgélation

La congélation rapide à - 40 °C et même- 80 °C (GUIRAUD, 2003) consiste à exposer les aliments à un courant d'air très froid. Contrairement à la congélation normale, les petits cristaux de glace formés ne détruisent pas les cellules des aliments (NOUET *et al.*,2003).

IV.1.1.3. Techniques de conservation par additifs alimentaires

D'après (NOUT *et al.*,2003), les additifs de conservation, ou conservateurs chimiques sont utilisés dans le but de prolonger la durée de conservation des aliments. Ils peuvent être d'origine minérale ou d'origine organique.

Ils ont comme objectifs d'assurer :

- ❖ L'innocuité de l'aliment, par inhibition de la multiplication des microorganismes pathogènes et de la production de toxines.
- ❖ La stabilité organoleptique de l'aliment par inhibition des microorganismes d'altération

Les additifs de conservations sont répartis en deux grandes familles :

- **Les agents conservateurs** : ils ont pour but la protection des aliments contre une contamination microbienne ; ils portent le code CEE, famille des 200.
- **Les antis oxygènes** : ils protègent les aliments contre les effets néfastes de l'oxygène ; ils portent le code CEE, famille des 300.

Selon LEYRAL et VIERLING (2007), la conservation chimique présente un triple avantage :

- Réduire les traitements thermique, ou éviter la réfrigération ;
- Préserver et empêcher une altération possible ;
- prolonger la durée de conservation à l'état frais.

IV.2. Les altérations

De tout temps l'homme a cherché à lutter contre l'altération des denrées alimentaires, pour des raisons vitales d'abord : Nécessité de conserver le plus longtemps possible des denrées périssables, mais aussi sociologiques, dues au regroupement des populations dans les cités. Plus tard se sont ajoutées des raisons psychologiques : Désir de consommer des aliments de plus en plus variés, pendant des périodes de plus en plus étendues sur l'année. Enfin est apparue la nécessité de la conservation des plats tout préparés. Les altérations surviennent depuis la production des denrées jusqu'à leur consommation.

Les causes des altérations sont nombreuses :

- Dégradation dues aux réactions chimiques telles que l'oxydation et le brunissement enzymatique ;
- Altération physicochimiques (Destabilisation des émulsions, floculation dans les liquides) ;

-Altération enzymatique (Réaction d'hydrolyse et d'oxydation) ;

-Facteurs extérieurs intervenant dans l'altération (Température, l'intensité lumineuse) **(VIERGLING,2008)**.

IV.2.1. Brunissement non enzymatique (BNE) : La réaction de Maillard

C'est un ensemble très complexe de réactions aboutissant, dans divers aliments, à la formation de pigments bruns ou noirs, à des modifications, favorables ou indésirables, de l'odeur et de la saveur et à la perte de la valeur nutritionnelle. La réaction de Maillard a été décrite par Louis Maillard en 1912.

Le (BNE) se manifeste lors des traitements technologiques ou de stockage, de divers aliments dont les jus et nectars de fruits.

La réaction de Maillard est une réaction entre une fonction carbonyle (sucres réducteurs) et une fonction amine (acides aminés) **(NOUT et al. 2003)**.

Comme présenté dans la figure N° , les réactions de Maillard se composent de trois étapes principales. Une première étape conduit à la formation de composés carbonylés très actifs (réductones, furfuraldéhydes). Puis une seconde étape aboutit à la formation de polymères bruns, aussi appelés mélanoidines. Enfin, l'étape finale conduit à la formation de composés volatils et odorants **(BERLINET, 2006)**.

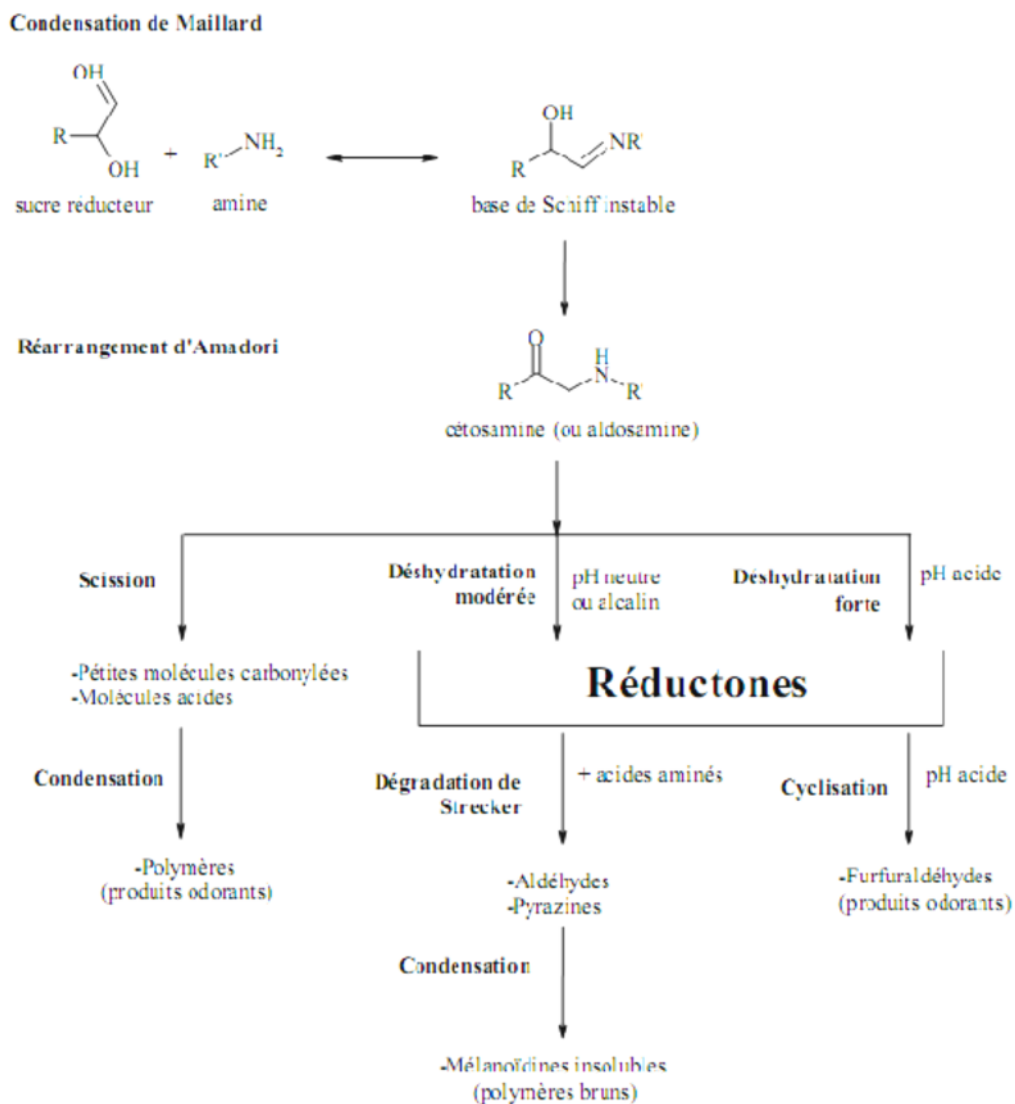


Figure 14 : Schéma général de la réaction de Maillard (BERLINET, 2006).

IV.2.2. Le brunissement enzymatique

Le brunissement enzymatique concerne surtout les produits alimentaires d'origine végétale (riche en polyphénols). Les réactions du BE sont le résultat de la transformation par l'intermédiaire de système spécifique des composés phénoliques en polymères colorés, le plus souvent en brun ou noir sous l'action d'une enzyme : la polyphénol oxydase (PPO). Ces réactions entraînent une modification de l'apparence, de la flaveur et de la qualité nutritionnelle du produit. Les pigments qui se forment par le BE sont désignés par le terme général de mélanines. Leur teinte finale est brune ou noire, mais il existe des intermédiaires de couleurs divers rose, rouge, bleu-noir (NOUT et al.2003 ;BELDJOUDI et HAMOUDI 2006).

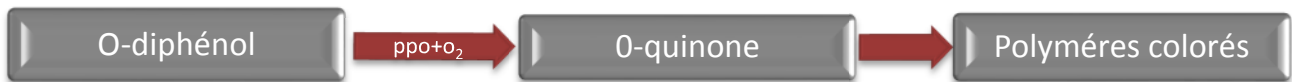


Figure 15 : Schéma général de brunissement enzymatique (NOUT et al, 2003).

IV.2.3. Les altérations microbiologiques

Les germes dans les jus de fruits proviennent en grandes parties de la matière première introduite lors de la fabrication. La charge microbienne d'un jus fraîchement pressé est souvent élevée. La flore acidité et la pression osmotique (Addition de sucre) favorisent la flore osmophile et acidophile. En plus de la flore banale du jus brut, le matériel de fabrication, et les diverses manipulation apportent une flore de contamination.

Parmi les facteurs qui influencent le développement des microorganismes on a la température, le pH et l'activité de l'eau (AW) (GUIRAUD, 2003).

IV.2.4. Action des microorganismes sur les aliments

Le développement des microorganismes dans un aliment (BACILA, 2009). Peut avoir deux actions néfastes et variées :

- Affecter la qualité intrinsèque de l'aliment et donc sa valeur commerciale (modification de texture et d'aspect, altération de la valeur alimentaire, altération des qualités organoleptiques, dégradation du conditionnement ect...)
- Dangereux pour la santé en étant responsable d'intoxications due a la formation des substances toxiques (amines), ou même d'infections ou toxi-infections intestinales bénignes.

IV.2.5. Les altérations organoleptiques

IV.2.5.1. Modification de la couleur

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, ect, (NOUT et al., 2003 ; GUIRAUD, 2003).

IV.2.5.2. Modification du goût

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 (NOUT et al., 2003).

IV.2.5.3. Modification de l'arôme

L'arome 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).

Matériel et méthodes

- **Le but** de notre travail est la fabrication d'une boisson de type nectar de melon (jaune canari) de différentes concentrations de la pulpe (5% 15% et 25%) combinés avec le jus de mandarine et en présence de 3 témoins qui contiennent uniquement des concentrations de (5%, 15%, 25%) de pulpe du melon . Cette expérimentation a été réalisée au niveau des :
- Laboratoires de physico-chimie du département d'Agronomie de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
 - Laboratoire Commun d'analyses physico-chimiques et Microbiologiques de la faculté des sciences Agronomiques et Biologiques de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
- **Le principe** de l'étude expérimentale est comme suit :
1. Description physique de la variété du melon étudiée (jaune canari) ;
 2. Analyses physico-chimiques du jus obtenu (et du nectar de melon) ;
 3. Analyses physico-chimiques du jus de mandarine
 4. La formulation des différentes boissons en variant les teneurs des deux pulpes (melon + mandarine) ;
 5. Réalisation d'un test de dégustation pour confirmer l'acceptabilité de notre produit par le consommateur ;
 6. Analyses physico-chimiques des boissons formulées ;
 7. Etude de la stabilité de jus cocktail après 21 jours (analyses physico-chimiques et microbiologiques).

V.1. Matériels

V.1.1. Matériels de laboratoire

La verrerie (les béchers, erlenmyers, burettes, pipettes, fioles jaugées, flacons), les appareils (spectrophotomètre, bain marie, réfractomètre, l'étuve, la balance, plaque chauffante, pH mètre), les réactifs et milieux de cultures ont été utilisés.

V.1.2. Matière premières

V.2.2. Matériel végétal

Le melon qu'on a utilisé dans notre étude appartient à la variété jaune canari (*Cucumis melo.L*) illustre dans la figure suivante :



Figure 17: Les différentes parties du melon.

Il appartient à la catégorie de melon d'été cultivé à Boumerdes, on a acheté 4kg le 28/12/2017 chez un marchand. Le melon a été sélectionné au hasard. Ce fruit est ovoïde avec un diamètre de 1.5 et 1.9 dm environ. Il pèse entre 2 Kg et 3Kg environ. Sa couleur dominante de l'écorce à maturité est jaune vif avec un aspect lisse et la chair est de couleur blanche.

Les échantillons ont après être coupés en petits cubes puis stockés au congélateur à -18C° jusqu'au moment de leur utilisation aux analyses et transformation en boissons.



Figure 18: stockage de melon.

Aussi on a utilisé le jus de mandarine pour notre étude, le choix de ce fruit est basé sur sa composition chimique et sa valeur nutritionnelle.

La mandarine appartient à la catégorie de mandarine d'hiver (*Citrus reticulata*) cultivée à Boumerdes.

Elle a été achetée le 27/02/2018 chez un marchand à Ouaguenoun dans la Wilaya de Tizi-Ouzou, les mandarines ont été sélectionnées au hasard, le fruit a été pesé à l'aide d'une balance, épluché, et mesuré le rendement, le poids initial, le poids des éplucheurs, et la moyenne de 10 mandarines représentées dans le tableau suivant :

Tableau X : récapitulatif du poids et du rendement en jus de la mandarine :

Poids initial en (g)	Poids après épluchage en (g)	Poids des épluchures en (g)	Rendement de chaque mandarine en jus (ml)
53,64	44,2	9,44	30
56,27	48,19	8,08	24
56,82	44,05	12,77	26
58,04	47,61	10,43	31
59,79	49,3	10,49	27
62,93	51,89	11,04	34
66,18	52,26	13,91	35,73
66,75	54,08	12,67	33
71,28	55,48	15,8	38
73,48	60,22	13,26	42
76,31	60,16	16,15	37



Figure19 : Les différentes parties de mandarine

Le jus est pasteurisé dans un bain marie à 75 °C pendant 10 min, puis stocké au congélateur à -18°C jusqu'au moment de l'utilisation soit pour les analyses ou pour la formulation des boissons.



Figure 20: pasteurisation du jus de mandarine.

V.2.3. Préparation des ingrédients

V.2.3.1. Extraction de jus de melon

Les fruits ont été nettoyés, lavés à l'eau, puis coupés en deux afin d'extraire les graines, la partie comestible a été coupée en cubes de 2 à 3 cm, conditionnés dans des sachets de congélation et stockés au congélateur à une température de -18°C jusqu'au moment de leur utilisation. À l'aide d'un mixeur à bras les quantités de melon à utiliser pour les analyses et les formulations des boissons sont décongelées, mixées pour obtenir la pulpe de melon.

V.2.3.2. Extraction de jus de mandarine

Les fruits ont été nettoyés, lavés à l'eau, puis épluchés, mesurés leur poids à l'aide d'une balance, mixés afin d'extraire le jus, puis pasteurisé dans un bain marie réglé à une température de 75°C pendant 10 min, le jus est conditionné dans des bouteilles en plastique et stocké au congélateur jusqu'au moment de son utilisation.

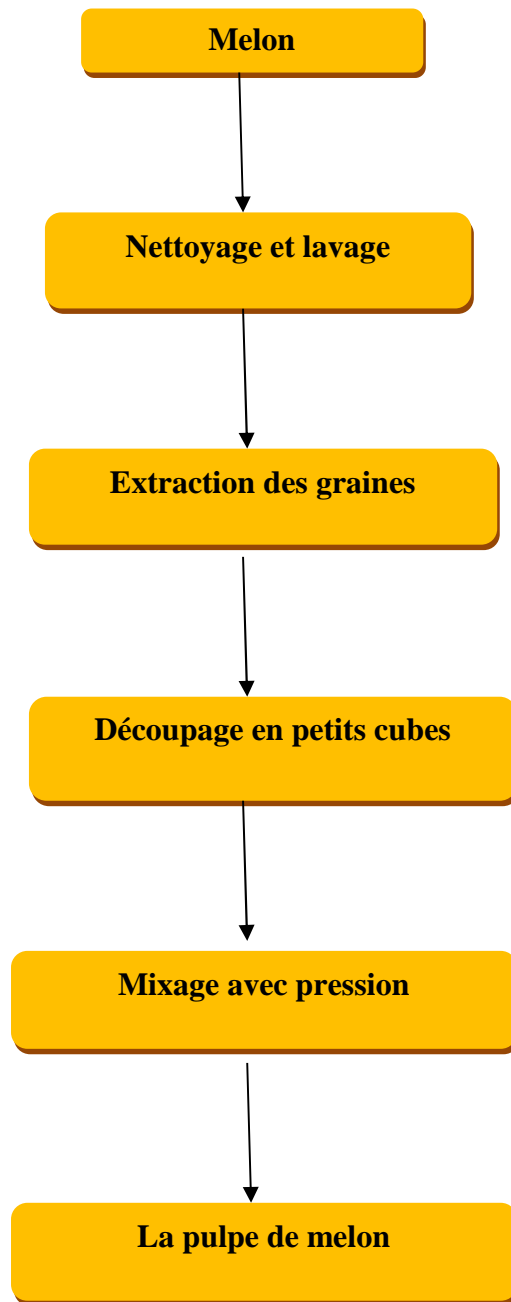


Figure 21 : Diagramme de la préparation de la pulpe de melon.

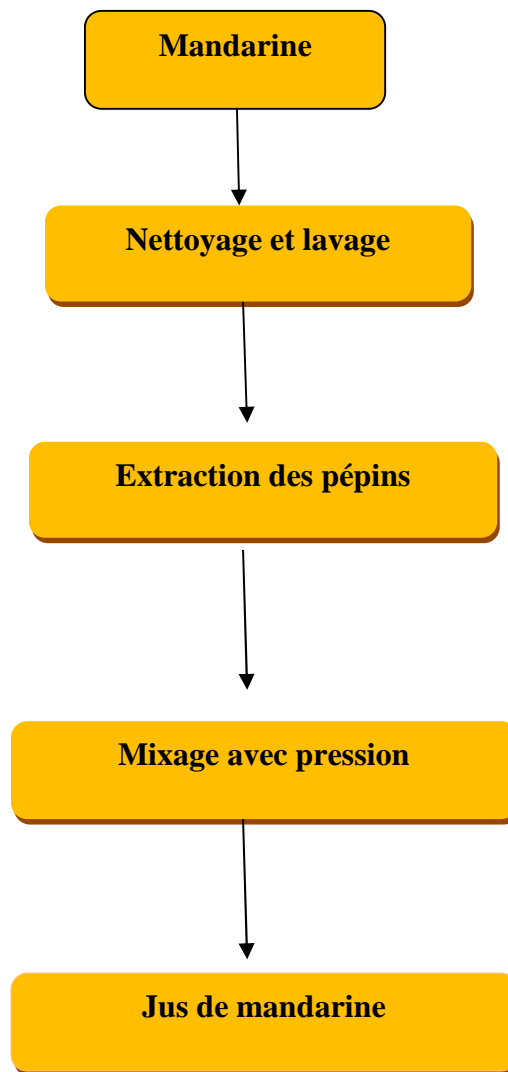


Figure 22: Diagramme de la préparation de jus de mandarine.

V.2.3.3. Les ingrédients utilisés pour les formulations des boissons

- **L'eau :** l'eau utilisée dans la préparation du nectar est une eau minérale de marque (Lala khedidja).
- **Le sucre** utilisé est le saccharose de Cevital.
- **Conservateur** utilisé est l'acide citrique commercial (E330).



Sucre (saccharose)



L'eau



L'acide citrique (E330)

V.3. Fabrication du jus nectar

Dans notre expérimentation nous avons fabriqué des boissons nectar à base de melon et de jus de mandarine de différentes concentrations en jus de mandarine et en pulpe de melon (20% 60% et 100%) en ajustant avec l'eau minérale jusqu'à 400ml, puis on a effectué des analyses physico-chimiques pour chaque boisson.

Tableau XI: compositions des boissons formulées pour 400ml

Ingrédients Formule N°	L'eau (ml)	Sucre (g)	Acide citrique (g)	Pulpe Du melon(g)	Jus de mandarine (g)
1	400ml	40	0.6	20	20
2	400 ml	30	0.7	20	60
3	400 ml	30	0.6	20	100
4	400 ml	32	0.6	60	20
5	400 ml	32	0.7	60	60
6	400 ml	32	0.7	60	100
7	400 ml	25	0.6	100	20
8	400 ml	30	0.6	100	60
9	400 ml	20	0.6	100	100
10	400 ml	45	0.9	20	0
11	400 ml	40	1	60	0
12	400 ml	40	1	100	0

Un autre lot de boissons de jus de mandarine et pulpe de melon (100ml) est laissé à l'air ambiant pendant 21 jours dans le but d'étudier leur stabilité, et l'influence de facteur du temps sur leur qualité nutritionnelle.

V.3.1. Le choix des boissons

Pour réaliser une analyse sensorielle, les formulations ont été présentées devant un jury de dégustation composé de 5 personnes. Le recueil des résultats est effectué sur une fiche présentée dans (**l'annexe III**).

Le jury a choisi la troisième, sixième, et neuvième boisson pour leurs caractéristiques organoleptiques (odeur, goût, couleur, texture).

Après que le jury ait choisi les formules ultimes, nous avons séparé les boissons en deux lots, chaque lot réunis les douze types de boissons avec leurs deux concentrations en fruits :

- Boissons pour les analyses physico-chimiques au moment de la préparation ;
- Boissons stockées à l'air ambiant pendant 21 jours. Ces deux lots ont été conditionnés dans des bouteilles en verre préalablement stérilisées (180°C/30min) à l'autoclave, sont remplis avec la boisson, fermées hermétiquement pour éviter la pénétration de l'air puis pasteurisées à 75°C pendant 15 min puis refroidies.

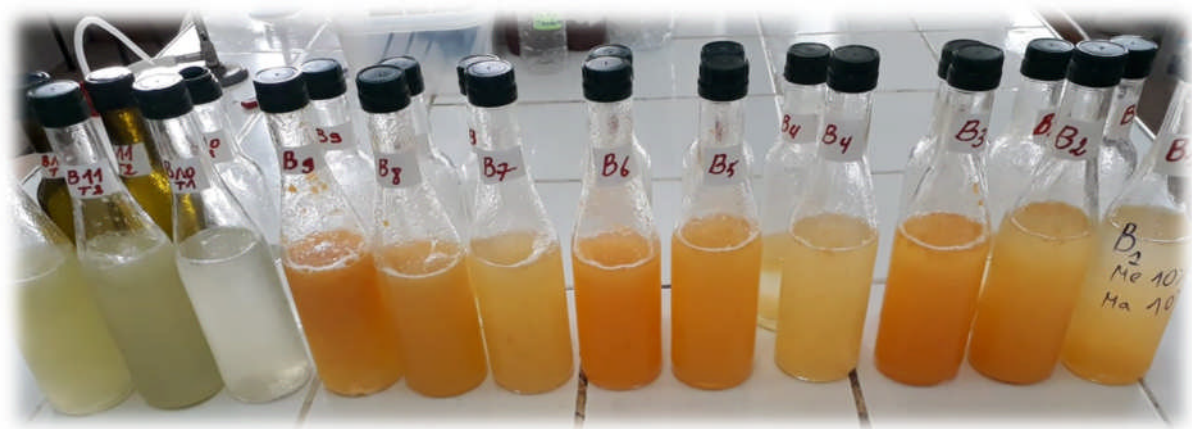


Figure 23 : Photographie des boissons finales obtenues.

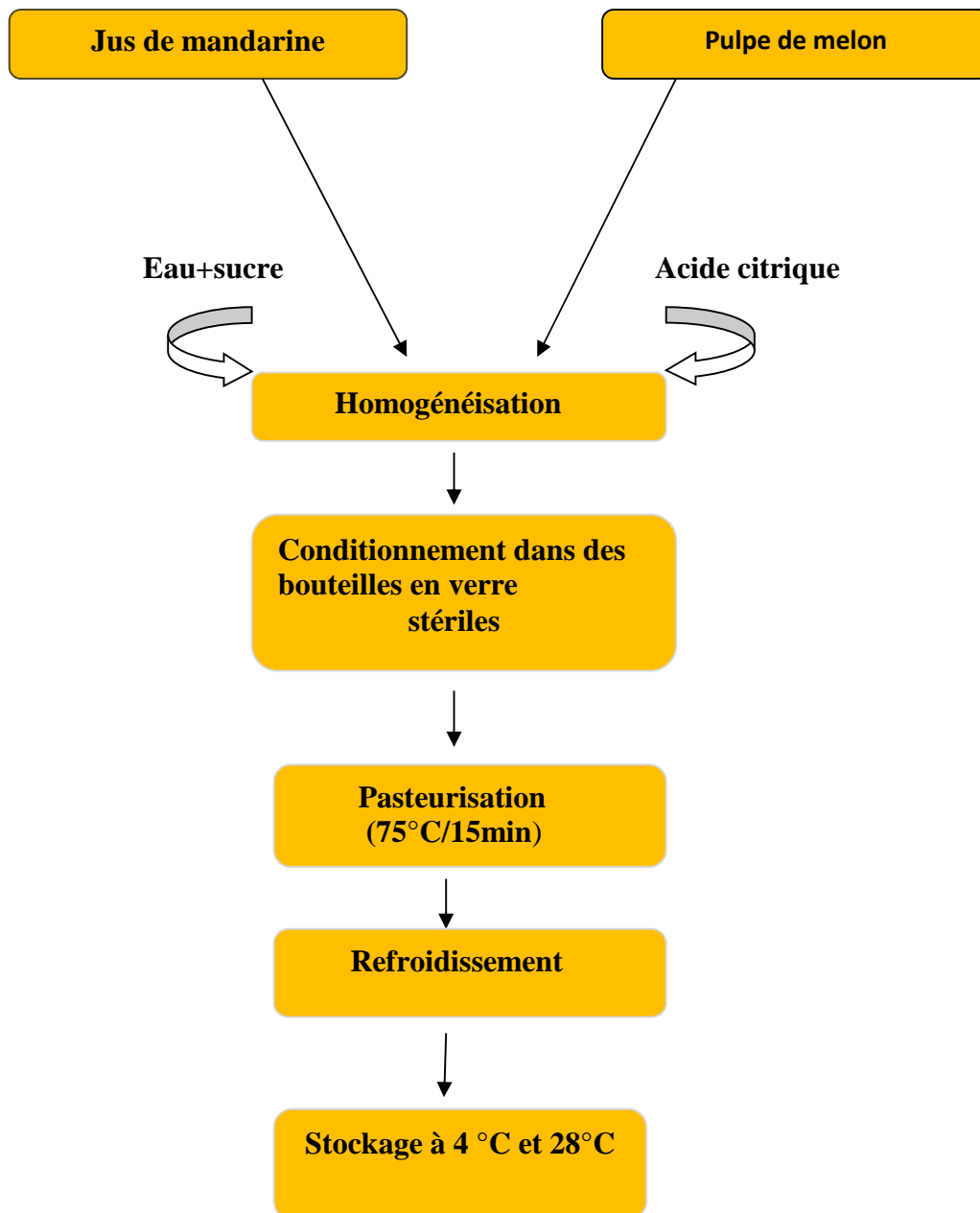


Figure 24: Les étapes de fabrication de la boisson.

V.4. Méthodes d’analyses

V.4.1. Analyses physico-chimiques des boissons formulées et les échantillons (matière première)

V.4 .1.1. pH (AFNOR, 1986)

Le pH correspond au logarithme négatif de la concentration en ions H⁺, il est la différence de potentiel existant entre deux électrodes plongées dans le produit.

➤ **Principe**

La détermination du pH par méthode potentiométrique est réalisée grâce à un pH-mètre (Marque INOLAB).

➤ Mode opératoire

- Etalonner d'abord le pH-mètre à la température de mesure en utilisant deux solutions tampons (pH=4, pH =10) ;
- Prélever comme prise d'essai un volume V de l'échantillon suffisamment important pour permettre l'immersion de l'électrode, noter ensuite la valeur de pH affichée sur le pH-mètre ;
- Il faut rincer l'électrode avec l'eau distillée avant et après chaque mesure, puis la sécher.

V.4 .1.2. Détermination du degré Brix : (AFNOR, 1986)

➤ Principe

Le Brix (%) exprime le pourcentage de la concentration des solides solubles contenus dans un échantillon (solution aqueuse). Le contenu des solides solubles représente le totale de tout les solides dissous dans l'eau, incluant les sucres, les sels, les protéines, les acides etc. et la mesure lue est leur somme totale.

On entend par résidu sec soluble (déterminé par réfractomètre) la concentration en saccharose d'une solution aqueuse ayant le même indice de réfraction que le produit analysé, dans des conditions déterminées de préparation et de température. Cette concentration est exprimée en pourcentage en masse.

➤ Mode opératoire :

Placer une goutte de liquide sur la surface du prisme. Abatte le deuxième prisme sur le premier, ce qui permet d'obtenir une couche uniforme de liquide. En dirigeant le réfractomètre vers une source lumineuse, deux zones apparaissent : une claire et l'autre sombre. La limite entre deux zones indique la grandeur de la réfraction.

La valeur Brix est la valeur lue par le réfractomètre qui nous donne le pourcentage des sucres dans le produit.

• Expression des résultats :

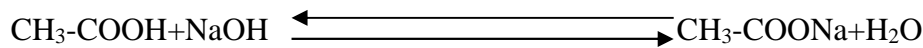
1 degré Brix= 1g de sucre dans 100g de solution

V.4.1.3. L'acidité titrable (AFNOR, 1986)

L'acidité de la boisson est due principalement à l'acide citrique. L'acidité titrable est la somme des acides minéraux et organiques libres.

➤ **Principe**

Il consiste en un titrage avec une solution NaOH en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré.



• **Mode opératoire**

- Prélever 25 ml d'échantillon préparé dans un bécher et compléter jusqu'à 250 ml avec de l'eau distillée. Puis chauffer jusqu'à ébullition.
- Prendre un volume $V_0=25$ ml auquel on ajoute 0.25 à 0.5 ml de phénolphtaléine et tout en agitant,
- Verser à l'aide d'une burette la solution NaOH (0.1N) jusqu'à l'obtention d'une coloration rose persistante et faire la lecture sur la burette graduée pour avoir le volume de NaOH ayant décoloré la solution.

• **Expression des résultats**

Acidité titrable

$$= \frac{250}{25} \times \frac{V_1}{10} \times \frac{100}{V_0} (\text{még}/100\text{ml})$$

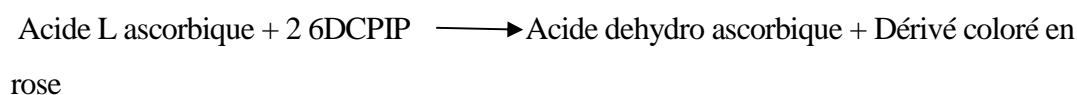
V_0 : est le volume, en millilitres, de la prise d'essai.

V_1 : est le volume, en millilitres, de la solution d'hydroxyde de 0.1 N.

V.4.1.4. Dosage de la vitamine C par la méthode titrimétrique au DCPIP

➤ **Principe**

Lors de ce dosage le dichlorophenol indophénol subit une réduction par la vitamine C pour virer du bleu au rose dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de vitamine. Le dichlorophenol indophénol se colore en bleu en milieu acide et basique.



➤ Réactifs

- Solution d'indicateur coloré DCPIP à 0.5g /l (préparer 0.25g pour 500ml)
- Solution étalon de vitamine C à 0.5g/l (préparer 0.25g/500ml)
- Acide acétique 1 N

➤ Mode opératoire

• Dosage dans la solution étalon

- Prendre 5ml de solution d'acide ascorbique étalon dans un bêcher de 100ml.
- Ajouter 1ml d'acide acétique très concentré. Agiter. Le mélange est de coloration bleu.
- Titrer par la solution de DCPIP placée dans la burette jusqu'à virage au rose persistant. Soit V_1 en ml le volume de DCPIP utilisé.

• Dosage dans l'échantillon

- Prendre 5ml de l'échantillon filtré et le verser dans un bêcher de 100ml.
- Ajouter 1ml d'acide acétique pur. Agiter.
- Titrer les mélanges de couleur bleu jusqu'à virage vers le rose. Soit V_2 en ml le volume de DCPIP utilisé.

• Expression des résultats:

La masse de l'acide ascorbique X, exprimée en g/l de produit, est donnée par la formule suivante :

$$X = 0.5 \times \frac{V_2}{V_1}$$

X : masse de l'acide ascorbique en g/l.

V1 et **V2** : volume de DCPIP déterminé.

V.4.1.5. Dosage des sucres (AOAC, 1984)

Dans ce dosage, on met en évidence 3 catégories de sucres : **sucres totaux, sucres réducteurs et le saccharose.**

➤ Mode opératoire

Pour l'obtention du filtrat (1), on introduit 20 ml de l'échantillon dans une fiole jaugée de 100ml, ajouter 5 ml d'acétate de plomb. Ajuster avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. Filtrer le mélange.

Dosage des sucres réducteur (SR) :

- Laver à l'acétone puis reprendre par l'eau distillée de manière à résoudre entièrement.
- Effectuer une nouvelle précipitation à l'acétone, puis recueillir le filtrat sur un papier filtre taré, laver et sécher une vingtaine de minute à 100°C et peser le résidu (matière précipitable à l'acétone).

- **Expression des résultats :**

$$S = \frac{p}{V} \times 100$$

S : teneur en pectine en g/100ml.

V : volume en ml de la prise d'essai.

P : poids de précipitation en g.

V.4.1.7. Les polyphénols totaux (selon SINGLETON et ROSSI, 1965)

➤ Principe

En milieu basique, le réactif de Folin Ciocalteu oxyde les groupements oxydables des composés polyphénoliques présents dans l'échantillon. Les produits de réduction (oxydes métalliques) de couleur bleue, présentent un maximum d'absorption à 760 nanomètre (nm) dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans l'échantillon.

➤ Mode opératoire

- On prend 1ml de jus pur on ajoute 9ml de l'eau distillée
- 0.2 ml de jus dilue à 1/10 auquel on ajoute 1 ml de Folin Ciocalteu (dilué 10 fois).
- Après 10 min on ajoute 0.8 ml de solution de Carbonate de sodium 7.5%.
- Incubation 30 min à l'air ambiant.
- Lire la densité optique à 743nm.

La concentration en composés phénoliques est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant l'acide gallique et est exprimée en mg d'acide gallique par 100g de fruit

V.4.1.9. Mesure de l'activité anti-oxydante et du pouvoir réducteur

➤ **Principe**

La présence d'un composé réducteur dans les échantillons entraîne la réduction du Fe^{3+} (ferricyanure de potassium) en forme ferreuse Fe^{2+} ; celui-ci se traduit par le virage de la couleur jaune de ferricyanure de potassium vers la couleur bleu verte dont l'intensité dépend du pouvoir réducteur.

➤ **Mode opératoire**

Le pouvoir antioxydant est déterminé selon la méthode d'**OYAIZU et al (1986)** :

2 ml d'extrait de fruit et additionné avec 2.5 ml de tampon phosphate (0.2M, pH 6.6) et 2.5 ml de ferricyanure de potassium à 1%. Après incubation à 50°C pendant 20 mn, 2.5 ml d'acide trichloracétique à 10% sont ajoutés au mélange pour arrêter la réaction, suivi d'une centrifugation à 3000 tours/mn pendant 20 mn. 2.5 ml de surnagent est mélangé avec 2.5 ml d'eau distillée et 0.5 ml de chlorure ferrique à 01%. Après 10 mn, lire l'absorbance contre des blancs qui contiennent tous les réactifs apparts l'échantillon. Une grande valeur d'absorbance indique un grand pouvoir réducteur. Le principe repose sur le fait que la présence d'un composé réducteur dans les échantillons entraîne la réduction du Fe^3 ferricyanure de potassium en forme de Fe^2 ; celle-ci se traduit par le virage de la couleur jaune de ferricyanure de potassium vers la couleur bleu verte dont l'intensité dépend du pouvoir réducteur.

V.4.1.9. Analyse sensorielle

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.

La méthode utilisée est proche de celle décrite par **SAUVAGEOT(1982)**. Certaines précautions s'avèrent nécessaires avant d'entamer le test de la qualité organoleptique.

- **Conditions de réalisation du test**

La salle de dégustation doit avoir un accès facile, éloigné du bruit, un éclairage suffisant et une température convenable.

- **Quantité offerte**

Servir aux sujets une quantité suffisante qui leur permettra de déguster autant de fois qu'ils le désirent avec la possibilité de se rincer la bouche avec de l'eau à chaque dégustation.

- **Jury**

L'évaluation repose sur un jury auquel on demande de se prononcer sur les caractéristiques organoleptiques suivantes : le goût, la couleur, et l'odeur de produit. Les membres de jury ne doivent pas fumer avant et pendant la dégustation, ils ne doivent surtout pas avoir faim, ni soif, ni être malade, ni consommer des aliments à parfum fort (café).

- **Principe du test**

Le test que nous avons effectué est basé sur un certain nombre de remarques notées sur une fiche dégustation proposée au jury composé de dix personnes (**Annexe III**), il s'agit de présenter aux dégustateurs la même boisson. Chaque échantillon des différents essais est présenté dans des gobelets en verre numérotés, puis on demande à chaque membre de jury d'effectuer une appréciation organoleptique portant sur la dégustation, l'olfaction, ainsi que l'identification visuelle.

Le choix de la formule était basé sur l'évaluation sensorielle.

IV. 2.1. Etudes de la stabilité des boissons au cours de stockage (Test de stabilité)

Le test de stabilité sert à définir le comportement physico-chimique et microbiologique et à confirmer la stabilité de la boisson dans des conditions climatiques différentes dont le facteur le plus important est la température. Pour garantir au consommateur une meilleure qualité hygiénique, selon la législation en vigueur, tout nouveau produit sur le marché doit être soumis, au préalable à un test de stabilité dont les différentes épreuves sont détaillées dans le journal officiel de la république algérienne (**JORA ,1998**).

➤ **Remarque**

Les mêmes protocoles utilisés pour les analyses physico-chimiques (pH, l'acidité titrable, brix, les sucres, polyphénol, antioxydant, pectine, dosage de la vitamine C) des boissons le premier jour de fabrication sont adoptés pour déterminer les critères microbiologiques des boissons le 21^{ème} jour de fabrication.

V.2.2. Analyses microbiologiques

Le contrôle microbiologique permet d'éviter la présence de microorganismes pathogènes afin de ne pas risquer une altération de la qualité hygiénique des produits finis ou au moins de détecter des microorganismes s'ils sont présents dans les produits finis avant leur consommation (**MULTON et al, 1993**).

La présence d'un composé réducteur dans les échantillons entraîne la réduction du Fe^{3+} (ferricyanure de potassium) en forme ferreuse Fe^{2+} ; celui-ci se traduit par le virage de la couleur jaune de ferricyanure de potassium vers la couleur bleu verte dont l'intensité dépend du pouvoir réducteur.

➤ **Mode opératoire**

Le pouvoir antioxydant est déterminé selon la méthode d'**OYAIKU et al (1986)** :

2 ml d'extrait de fruit et additionné avec 2.5 ml de tampon phosphate (0.2M, pH 6.6) et 2.5 ml de ferricyanure de potassium à 1%. Après incubation à 50°C pendant 20 mn, 2.5 ml d'acide trichloracétique à 10% sont ajoutés au mélange pour arrêter la réaction, suivi d'une centrifugation à 3000 tours/mn pendant 20 mn. 2.5 ml de surnageant est mélangé avec 2.5 ml d'eau distillée et 0.5 ml de chlorure ferrique à 01%. Après 10 mn, lire l'absorbance contre des blancs qui contiennent tous les réactifs à part l'échantillon. Une grande valeur d'absorbance indique un grand pouvoir réducteur. Le principe repose sur le fait que la présence d'un composé réducteur dans les échantillons entraîne la réduction du Fe^{3+} ferricyanure de potassium en forme de Fe^{2+} ; celle-ci se traduit par le virage de la couleur jaune de ferricyanure de potassium vers la couleur bleu verte dont l'intensité dépend du pouvoir réducteur.

V.2. Analyse sensorielle

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.

La méthode utilisée est proche de celle décrite par **SAUVAGEOT(1982)**. Certaines précautions s'avèrent nécessaires avant d'entamer le test de la qualité organoleptique.

- **Conditions de réalisation du test**

La salle de dégustation doit avoir un accès facile, éloigné du bruit, un éclairage suffisant et une température convenable.

- **Quantité offerte**

Servir aux sujets une quantité suffisante qui leur permettra de déguster autant de fois qu'ils le désirent avec la possibilité de se rincer la bouche avec de l'eau à chaque dégustation.

- **Jury**

L'évaluation repose sur un jury auquel on demande de se prononcer sur les caractéristiques organoleptiques suivantes : le goût, la couleur, et l'odeur de produit. Les membres de jury ne doivent pas fumer avant et pendant la dégustation, ils ne doivent surtout pas avoir faim, ni soif, ni être malade, ni consommer des aliments à parfum fort (café).

- **Principe du test**

Le test que nous avons effectué est basé sur un certain nombre de remarques notées sur une fiche dégustation proposée au jury composé de dix personnes (**Annexe**), il s'agit de présenter aux dégustateurs la même boisson. Chaque échantillon des différents essais est présenté dans des gobelets en verre numérotés, puis on demande à chaque membre de jury d'effectuer une appréciation organoleptique portant sur la dégustation, l'olfaction, ainsi que l'identification visuelle.

Le choix de la formule était basé sur l'évaluation sensorielle.

IV. 2.1. Etudes de la stabilité des boissons au cours de stockage (Test de stabilité)

Le test de stabilité sert à définir le comportement physico-chimique et microbiologique et à confirmer la stabilité de la boisson dans des conditions climatiques différentes dont le facteur le plus important est la température. Pour garantir au consommateur une meilleure qualité hygiénique, selon la législation en vigueur, tout nouveau produit sur le marché doit être soumis, au préalable à un test de stabilité dont les différentes épreuves sont détaillées dans le journal officiel de la république algérienne (**JORA, 1998**).

➤ **Remarque**

Les mêmes protocoles utilisés pour les analyses physico-chimiques (pH, l'acidité titrable, brix, les sucres, polyphénols, antioxydants, pectine, dosage de la vitamine C,) des boissons le premier jour de fabrication sont adoptés pour déterminer les critères microbiologiques des boissons le 21^{ème} jour de fabrication.

V.2.2. Analyses microbiologiques

Le contrôle microbiologique permet d'éviter la présence de microorganismes pathogènes afin de ne pas risquer une altération de la qualité hygiénique des produits finis ou au moins de détecter des microorganismes s'ils sont présents dans les produits finis avant leur consommation (**MULTON et al, 1993**).

Notre analyse microbiologique a été réalisée sur la boisson finale (nectar) après 22 jours de stockage à température ambiante.

Les analyses microbiologiques réalisées sur notre échantillon correspondent à la recherche et au dénombrement des germes représentés dans le tableau suivant :

Tableau XII: représentation simplifiée des germes recherchés

Germes recherchés	Milieux utilisés	Type d'ensemencement	T°C d'incubation	Durée d'incubation
Germes aérobies	PCA	En masse	30°C	72h
Coliformes Totaux	VRBL	En masse	37°C	48h
Coliformes Fécaux	VRBL	En masse	44°C	48h
Staphylococcus aureus	Chapman	En surface	37°C	24h/48h
Levures et moisissures	OGA	En surface	20°C	3 à 5 jours
Clostridium Sulfito-réducteurs	Viande-foie	En masse	37°C	48h

V.2.2.1. Préparation des dilutions décimales (GUILLET *et al*, 2002).

A partir de la solution mère (SM), on prépare une série de dilution allant de 10^{-2} , 10^{-3} , puis on répartit de manière aseptique les dilutions décimales à l'aide d'une pipette pasteur.

- On introduit 1 ml de la solution mère dans 9 ml de EPS (dilution à 1/100 ou 10^{-2}) ;
- On prélève ensuite 1 ml de la dilution 10^{-2} que l'on introduit dans 9 ml de EPS (dilution à 1/1000 ou 10^{-3}) ;
- Après mélange, on prélève 1 ml de la dilution 10^{-3} que l'on introduit ensuite dans 9 ml d'EPS (dilution à 1/10000 ou 10^{-4})

❖ Remarque

- Au moment de la réalisation des dilutions décimales, il est impératif de changer les pipettes entre chaque dilution (**Figure**).

Contrairement à cela, lors de l'ensemencement, il est recommandé de commencer par la haute dilution, dans le but de ne pas changer la pipette.

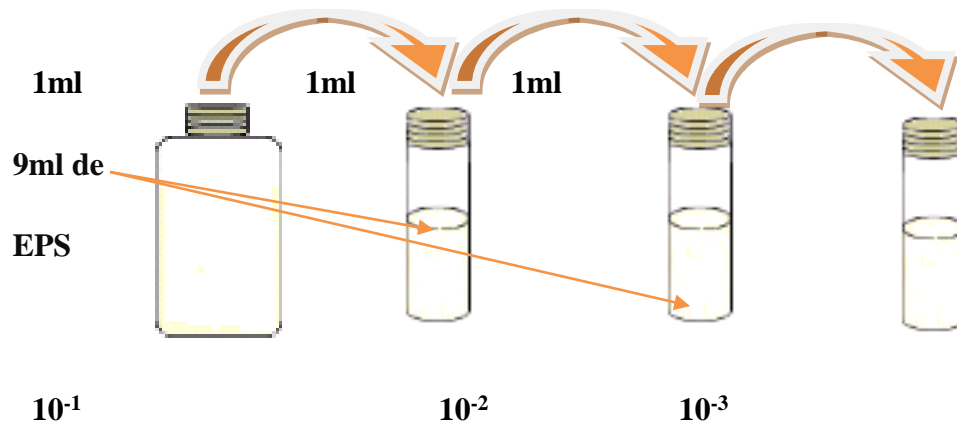


Figure 25: Suspension mère et dilutions

V.2.2.2 Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles total (FMAT)

Il s'agit de l'ensemble de microorganismes capable de se multiplier en aérobiose à des températures optimale de croissances comprises entre +20°C et +45°C. Cette microflore peut comprendre des microorganismes pathogènes pour l'homme et l'animal, mais aussi des microorganismes d'altération variés.

En microbiologie alimentaire, on recherche à dénombrer les microorganismes aptes à se développer en gélose pendant 72 heures à 30°C (BONNEFOY *et al*, 2002).

➤ Principe

Il s'agit d'une culture en profondeur d'un milieu gélosé PCA. La gélose est un milieu riche permettant le développement de la plupart des microorganismes susceptibles d'être rencontrés dans un aliment.

➤ Technique

- A partir des dilutions décimales préparées à partir du jus de melon, allant de 10^{-3} à 10^{-1} , porter aseptiquement 1 ml dans une boîte de Pétri vide préparée à cet usage.
- Compléter ensuite avec environ 20 ml de gélose PCA ou TGEA fondue puis refroidie à $45 \pm 1^\circ\text{C}$.
- Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée.

- Laisser solidifier sur paillasse, puis rajouter une deuxième couche d'environ 5 ml de la même gélose ou de gélose blanche. Cette double couche à un rôle protecteur contre les contaminations diverses.

➤ Incubation

Les boîtes seront incubées couvercle en bas à 30 °C pendant 72 heures avec :

- première lecture à 24 h ;
- deuxième lecture à 48 h ;
- troisième lecture à 72 h.

➤ Lecture

Les colonies des G A M T se présentent sous forme lenticulaire en masse.

➤ Dénombrement

Il s'agit de compter toutes les colonies ayant poussé sur les boîtes en tenant compte des facteurs suivants :

- Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies ;
- Multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution ;
- Faire ensuite la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions ;
- Les résultats obtenus sont exprimés en UFC / ml du produit analysé.

V.2.2.3. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux et totaux (NA 2691 1992 E)

Les coliformes étant des bactéries vivant dans les intestins d'animaux ou humains, leur présence dans l'aliment indique une pollution fécale. Ce sont donc des organismes indicateurs de la qualité de l'aliment. Ils ne provoquent pas d'intoxication sauf *Escherichia coli*.

- **Coliformes** : Il s'agit de Bacilles Gram Négatifs (BGN), aérobies ou anaérobies facultatifs, non sporulés, ne possédant pas d'oxydase, capables de se multiplier en présence de sels biliaires et capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48 heures à une température comprise entre 36 et 37°C, selon l'ISO.
- **Coliformes Thermo-tolérants** : Il s'agit là de coliformes possédant les mêmes caractéristiques que les coliformes mais à 44°C ; ils remplacent dans la majorité des cas l'appellation de «Coliformes fécaux ».
- ***Escherichia coli***: Il s'agit là de coliformes Thermo-tolérants qui produisent, en outre, de l'indole à partir du tryptophane à 44°C.

➤ Principe

Il s'agit d'une culture en profondeur d'un milieu gélosé VRBL.

➤ Technique

A partir de la solution mère ainsi que de ses dilutions décimales (1/1000, 1/100 à 1/10), on procède à un ensemencement en profondeur, en portant aseptiquement 1ml dans les boîtes de pétri stériles, auxquelles on ajoute 15 ml VRBL fondue puis refroidie à 45°C ;

- Faire ensuite des mouvements circulatoires pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose ;
- Laisser solidifier sur paillasse ;

➤ Incubation

- Incuber les boîtes, couvercle en bas,
- à 37°C pendant 24 heures à 48 h pour les **coliformes totaux**,
- et à 44°C pendant 24 à 48 h pour les **coliformes fécaux**.

➤ Dénombrement

Il s'agit de compter toutes les colonies rouge violettes d'un diamètre d'au moins 0.5mm ayant poussé sur les boîtes en tenant compte des facteurs de dilutions, de plus :

- Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies,
- Il est impossible de trouver plus de Coliformes fécaux que de Coliformes totaux.
- Les autres colonies non fluorescentes ne sont ni des coliformes totaux ni des coliformes fécaux.

➤ Expression des résultats

Calculer le nombre N de microorganismes dénombrés à 37°C et à 44°C selon la formule suivante :

$$N = \sum C / 1,1 \times d$$

Soit :

$\sum C$: est la somme des colonies comptées sur les deux boîtes retenues.

d : correspond à la première dilution.

V.2.2.4. Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus* (ISO 15213)

- **Morphologie** : gram positif, coque en amas (grappes de raisin), immobile.
- **Caractères biochimiques**: catalase positif, oxydase négatif, coagulase positif, fermente le glucose sans gaz et dégrade le mannitol sur la gélose Chapman.

- **Caractères culturels** : anaérobie facultative préférentielle mésophile, neutrophile, halophile.
- **Pouvoir pathogène** : Elle est responsable d'intoxications alimentaires dues à une entérotoxine produite dans l'aliment ingéré.

Selon la disponibilité des milieux de culture, trois techniques différentes sont recommandées pour la recherche de staphylocoque aureus à savoir :

* Méthode **Baird Parker**.

* Méthode d'enrichissement sur milieu **Giolitti Cantoni**.

* Méthode sur gélose **Chapman**.

Pour notre expérimentation nous avons utilisé *la méthode d'enrichissement sur milieu GC*.

a) Méthode d'enrichissement au milieu de Giolitti Cantoni

➤ Préparation du milieu d'enrichissement

Au moment de l'emploi, ouvrir aseptiquement le flacon contenant le milieu de **Giolitti Cantoni** pour y ajouter 15 ml d'une solution de Tellurite de potassium.

Mélanger soigneusement, le milieu est alors prêt à l'emploi.

➤ Ensemencement

- A partir des dilutions décimales retenues, porter aseptiquement 1 ml par la dilution dans un tube vis stérile ;
- Ajouté par la suite 15 ml du milieu d'enrichissement ;
- Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

➤ Incubation

L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

➤ Lecture

- Seront considérés comme positifs, les tubes ayant virés au noir ;
- Pour s'assurer qu'il s'agit bien d'un développement de *Staphylococcus aureus*, ces tubes feront l'objet d'un isolement sur gélose Chapman préalablement fondue, coulée en boîtes de pétri et bien séchées ;

b) Recherche et dénombrement sur milieu Chapman :

➤ Incubation

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

➤ Lecture

Staphylocoque aureus se présente alors sous forme de colonie de taille moyenne, lisse, brillante, pigmentées en jaune et pourvues d'une catalase et d'une coagulase.

V.2.2.5. Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs (ISO 15213) :

- **Caractères culturels** : anaérobie stricte, sporulée, immobile, croissance optimale à 45°C, pH compris entre 5,0 et 8,0, réduction des sulfites en sulfures, production d'H₂S lorsqu'il est en présence d'un acide aminé sulfuré.
- **Pouvoir pathogène** : cette bactérie est due à la capacité de produire des entérotoxines, qui sont responsables de toxico-infections alimentaires.
- **Technique**

Selon la disponibilité des milieux de culture, deux techniques sont recommandées pour la recherche de Clostridium perfringens à savoir :

- ✓ **méthode générale** sur gélose Viande – Foie à 37°C,
- ✓ **méthode sélective** sur gélose TSN ou TSC à 46°C. (*Clostridium perfringens*).

Nous avons utilisé pour notre expérimentation la méthode sur gélose viande et foie.

➤ Préparation du milieu

Au moment de l'emploi, faire fondre un flacon de gélose Viande-foie, le refroidir dans un bain d'eau à 45°C, puis ajouter une ampoule d'Alun de Fer et une ampoule de sulfite de sodium.

Mélanger soigneusement et aseptiquement.

Le milieu est ainsi prêt à l'emploi, mais il faut le maintenir dans une étuve à 45°C jusqu'au moment de l'utilisation.

➤ Ensemencement

Les tubes contenant les dilutions 10⁻² et 10⁻¹ seront soumis :

- ✓ D'abord à un chauffage à 80°C pendant 8 à 10 minutes.
- ✓ Puis à un refroidissement immédiat sous l'eau de robinet, dans le but d'éliminer les formes végétatives et de garder uniquement les formes sporulées.

A partir de ces dilutions, porter aseptiquement 1 ml de chaque dilution en double dans deux tubes à vis stériles de 16 mm de diamètre, puis ajouter environ 15 ml de gélose Viande Foie prête à l'emploi, dans chaque tube.

Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 min

➤ Incubation

Ces tubes seront ainsi incubés à 37°C pendant 16, 24 ou au plus tard 48 heures.

➤ **Lecture**

La première lecture doit se faire impérativement à 16 h, car :

- D'une part les colonies de Clostridium Sulfito-réducteurs sont envahissantes auquel cas on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant alors l'interprétation difficile voire impossible et l'analyse est à refaire.
- D'autre part, il faut absolument repérer toute colonie noire ayant poussé en masse et d'un diamètre supérieur à 0,5 mm.

Dans le cas où il n'y a pas de colonie caractéristique, ré-incuber les tubes et effectuer une deuxième lecture au bout de 24 heures voire 48 heures.

V.2.2.6. Recherche et dénombrement des levures et moisissures (ISO 21527-2)

- **Les levures**

Une levure est un champignon unicellulaire un eucaryotes apte à provoquer la fermentation des matières organiques animales ou végétales. Ces micro-organismes, de forme variable selon l'espèce (sphérique, ovoïde, en bouteille, triangulaire ou apicule, c'est-à-dire renflée chaque bout comme un citron) mais généralement ovales, d'environ 6 à 10 microns et jusqu'à 50 microns.

- **Les moisissures**

Elles sont multicellulaires mais la notion de cellules est assez floue car leur structure est mycélienne et coënocytique. La paroi est riche en cellulose ou en chitine. Le corps d'une moisissure est fait de deux parties ; le mycélium et les spores. Le mycélium est un ensemble de plusieurs filaments appelé hyphes. Chaque hyphe mesure de 5 à 10 micromètres de diamètre et possède un cytoplasme commun.

- ✓ **Caractère physiologique**

Ce sont des eucaryotes, non photosynthétiques, hétérotrophes et immobiles.

Elles sont acidophiles et sont obtenues sur milieu à PH acide.

Elles sont mésophiles et d'autres sont multipliés à une température inférieure à 15°C.

➤ **Technique**

A partir des dilutions décimales, 10^{-3} à 10^{-1} , porter aseptiquement 4 gouttes dans une boîte de pétri contenant de la gélose OGA.

Etaler les gouttes à l'aide d'un râteau stérile, puis incubé à 22°C pendant 5 jours.

➤ **Lecture**

La première lecture doit se faire à partir de la 48^{ème} heure d'incubation ; elle consiste d'abord en la lecture des deux boîtes témoins car si l'une d'entre elles présente des levures ou des moisissures, l'analyse est à refaire.

Dans le cas échéant, dénombrer les colonies de levures à part et les colonies des moisissures à part.

Dans le cas échéant, dénombrer les colonies de levures à part et les colonies des moisissures à part.

V.5.3. Analyses statistique

L'analyse statistique de nos résultats a été réalisée en utilisant l'analyse de la variance à deux facteurs (ANOVA), pour déterminer la présence ou l'absence de l'influence des facteurs étudiés (composition et temps de stockage) sur les paramètres physico-chimiques de la boisson de type nectar à base de la pulpe de melon et jus de mandarine.

Ces résultats représentent la moyenne de trois essais, ils ont été obtenus en utilisant le logiciel **STATBOX** professionnel **version 6.40**.

VI.1. Caractéristiques physico-chimiques des boissons formulées :

Les paramètres mesurés lors des analyses physico-chimiques du produit fini sont : l'extrait sec soluble (Brix), le pH, l'acidité titrable, les sucres totaux, les sucres réducteurs, la vitamine C, les polyphénols totaux, le pouvoir antioxydant.

Les différentes boissons formulées **B3** (20g de pulpe de melon et 100g de jus de mandarine), **B6** (60g de pulpe de melon et 100g de jus de mandarine), **B9**(100g de pulpe de melon et 100g de jus de mandarine), **B10**(20g de pulpe de melon), **B11**(60g de pulpe de melon), **B12**(100g de pulpe de melon) sont pasteurisées et les résultats ont été analysés par une étude statistique afin de vérifier et/ou de confirmer ou d'infirmer ces résultats et par une analyse sensorielle.

Nous avons fabriqué deux lots de boissons, dont le premier lot est conservé dans le réfrigérateur à 4°C et le deuxième est laissé à l'air ambiant pour évaluer leur stabilité.

Nos résultats sont présentés dans les Tableaux N° **XIII** et **XIV** respectivement.

Tableau XIII : Résultats d'analyses physico-chimiques de différents échantillons

Variables mesurées	B3 (20g Me, 100g Ma)	B6 (60g Me, 100g Ma)	B9 (100g Me, 100g Ma)	B10 (20g Me)	B11 (60g Me)	B12 (100g Me)
L'indice de réfraction (Brix) (°B)	9±0.00	12±0.00	10±0.00	11±0.00	10±0.00	10±0.00
Le pH	4.8±0.00	4.8±0.00	4.9±0.00	4.6±0.00	4.6±0.00	4.6±0.00
L'acidité titrable (g/l)	5.87±0.61	5.73±0.61	6.67±0.46	4.13±1.01	2.93±0.83	4.27±0.83
Les sucres totaux (g/100ml)	33.18±16.98	12.76±3.67	11.23±1.12	13.24±3.46	5.38±0.79	11.26±5.68
Les sucres réducteurs (g/100ml)	2.7±0.3	2.2.±0.2	2.2±0.11	1.82±0.2	1.88±0.29	1.41±0.1
La vitamine C (mg/100g)	0.55±0.11	0.6±0.07	0.55±0.11	0.52±0.07	0.47±0.04	0.5±0.11
Les polyphénols totaux (DO	0.21±0.00	0.26±0.04	0.23±0.01	0.01±0.00	0.03±0.00	0.06±0.02

à 743nm)						
Le pouvoir antioxydant (DO à 743 nm)	0.19±0.03	0.15±0.01	0.18±0.01	0.16±0.06	0.31±0.04	0.18±0.02
La pectine (g/100ml)	1.48±0.26	2.15±0.46	3.05±0.24	2.26±0.51	2.28±0.01	2.47±0.24

Tableau XIV : Evolution des caractéristiques physico-chimiques des boissons après 21 jours de stockage.

Variables mesurées	B3 (20g Me, 100g Ma)	B6 (60g Me, 100g Ma)	B9 (100g Me, 100g Ma)	B10 (20g Me)	B11 (60g Me)	B12 (100g Me)
L'indice réfractométrique (degré Brix) (°B)	11±0.00	12±0.00	10±0.00	11±0.00	10±0.00	11±0.00
Le Ph	3.35±0.00	3.74±0.00	3.86±0.00	3±0.00	3.43±0.00	3.6±0.00
L'acidité titrable (g/l)	6.13±1.67	5.33±0.46	4.93±0.61	4.4±0.4	4.67±0.61	4.8±0.8
Les sucres totaux (g/100ml)	2.48±0.04	10.33±0.58	4.07±0.05	3.31±0.15	5.32±0.31	6.14±0.28
Les sucres réducteurs (g/100ml)	1.94±0.2	2.04±0.14	1.46±0.13	2.47±0.19	3.18±0.29	1.47±0.05
La vitamine C (mg/100g)	0.3±0.07	0.37±0.07	0.45±0.07	0.82±0.07	0.8±0.16	0.45±0.15
Les polyphénols totaux (DO à 743nm)	0.25±0.02	0.12±0.01	0.16±0.03	0.01±0.00	0.01±0.00	0.06±0.01
Le pouvoir antioxydant (DO à 743nm)	0.19±0.05	1.18±0.03	0.35±0.07	0.49±0.04	0.31±0.07	0.26±0.04
La pectine (g/100ml)	1.42±0.25	1.74±0.09	2.07±0.35	2.17±0.31	2.16±0.10	2.13±0.03

VI.1.1. Degré Brix (extrait sec soluble)

La **figure 25** illustre la teneur en extrait sec soluble des boissons formulées.

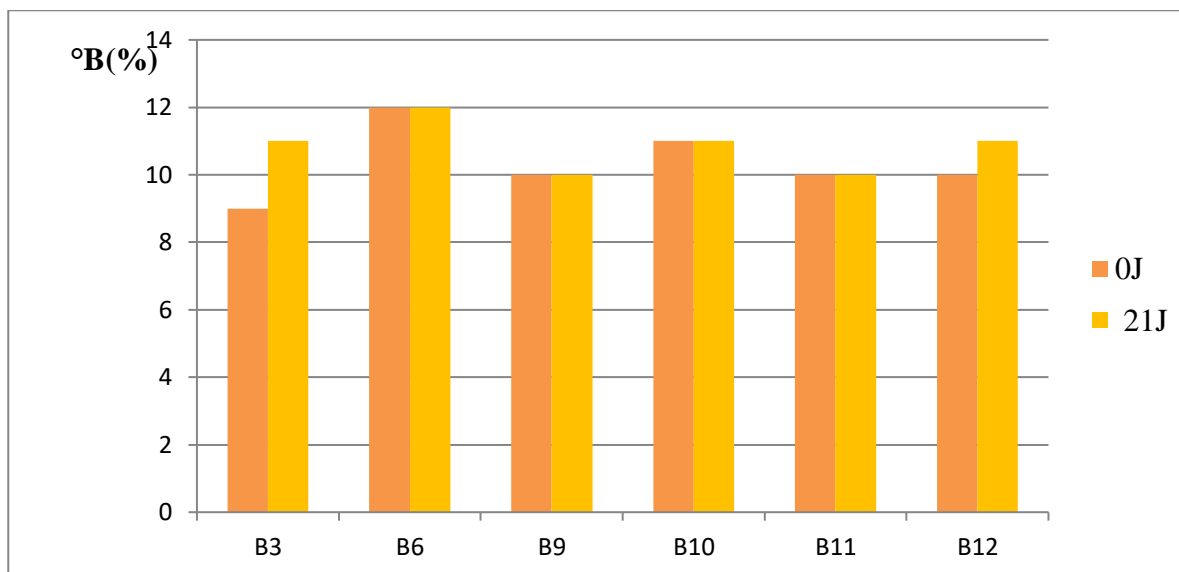


Figure 25: Résultats de degré Brix des boissons formulées.

L'indice réfractométrique des jus permet d'évaluer rapidement leur concentration en sucres solubles. Il mesure en effet la fraction de matière sèche soluble majoritairement composée de ces sucres solubles (TRAVERS, 2004).

Les résultats consignés dans la figure 25 indiquent un taux de matière sèche soluble de (9 à 12 °Brix) Conforme à la norme Codex STAN 161-1989 relative aux nectars, qui stipule que cette valeur ne doit pas excéder 20°Brix.

Le résultat du degré Brix de la boisson B3 à 0J est inférieur par rapport aux témoins B10, B11 et B12 cela est due à la quantité de sucre élevée ajoutée aux témoins.

Le degré Brix de la boisson B6 à 0J est supérieur par rapport aux témoins, cela est dû à la concentration de la pulpe du melon et le jus de mandarine ajoutée.

Le degré Brix de la boisson B9 à 0J est inférieur à B10, se concorde avec les résultats de la boisson B11, B12, tandis qu'elle est inférieure aux résultats des boissons B10, B12 après 21 jours de stockage à l'air ambiant, cela est dû peut être au facteur de temps.

Le degré Brix mesuré dans notre échantillon de nectar de melon et jus de mandarine donne un intervalle de 10 à 11°Brix. Ces valeurs sont conformes à celles trouvés par MAHFOUF et IHADADENE,(2017) qui sont dans l'ordre de 10 à 11,5 °Brix, ABBAS et TALEB, (2011), qui sont dans l'ordre de 11 à 12°B, mais elles sont inférieures à celles de BOUCHAL et DJEBAR, (2013)

qui donnent un intervalle de 13 à 14 °B et elles sont supérieures à celle de la norme de CX 5/100., (2000), soit 7.5 °B.

La variation de ce paramètre obtenu au premier jour de fabrication de toutes les boissons (B3, B6, B9, B10, B11, B12) est due à la richesse de ces boissons en nutriments notamment en sucres, et la variation des concentrations de pulpe de melon et jus de mandarine.

Après 21 jours de conservation à l'air ambiant, nous avons constaté une augmentation de ce paramètre pour les boissons B3 et B12, tandis que les résultats sont stables pour les boissons B6, B9, B10, B11 cela indique l'influence de la composition, la température et la durée de stockage sur l'extrait sec soluble dans les boissons.

Nous n'avons pas effectué l'analyse de la variance pour cette variable car l'écart résiduel est nul (nous avons les mêmes répétitions).

VI.1.2. Le pH

La **figure 26** illustre les résultats de pH des boissons formulées.

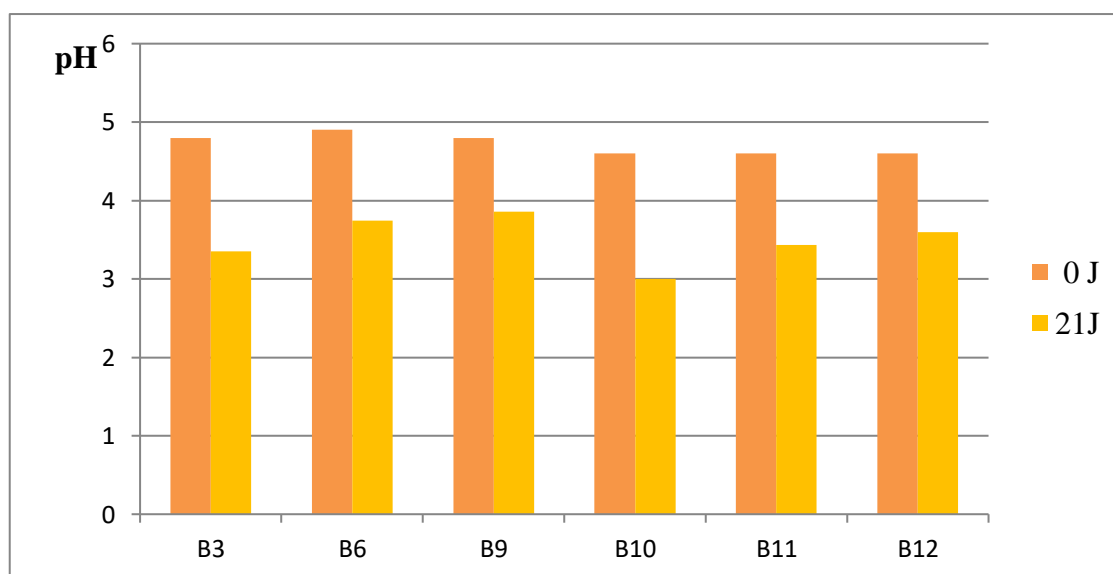


Figure 26 : Résultats de pH des boissons formulées.

Le potentiel d'hydrogène est l'une des variables utilisées pour caractériser les propriétés des milieux. Relativement facile à mesurer, le pH est utilisé dans de nombreux domaines comme variable opératoire, caractérisant du produit fini ou encore à des fins de contrôle de qualité. De

nombreuses études se sont attachées à corréler sa valeur à des lois cinétiques de réactions, des qualités organoleptiques du produit ou encore des activités enzymatiques (**BOUKHIAR, 2009**), le pH des extraits aqueux est mesuré pour permettre l'interprétation de certains résultats d'activité biologique (**AMIOUR, 2009**).

Les résultats du pH de la boisson (B3, B6, B9) à 0J sont plus au moins supérieurs par rapport aux témoins (B10, B11, B12), cela est due à la concentration de jus de mandarine ajoutée pour la boisson B3, tandis qu'après 21J de stockage ces boissons (B3, B6 et B9) sont supérieurs à (B10, B11 et B12) cela est peut être dû à la température de l'entreposage ou à la durée de stockage.

Les valeurs moyennes du pH mesuré pour nos boissons formulées qui donnent un intervalle de 3,5 à 4,72, cette valeur se concorde à celle donnée par **MAHFOUF et IHEDADEN (2017)** qui est de l'ordre de 3,83, et supérieur à celle de **DJOUDI et ZITOUNI (2010)** qui est de l'ordre de 3.22. Ce pH acide permet de préserver la boisson contre les altérations microbiologiques (**BENAISSA, 2011**).

Le pH mesuré pour nos échantillons de nectar de melon et jus de mandarine qui donne un intervalle de 3,5 à 4.72. Ces valeurs sont conformes à celles trouvées par **ABBAS et TALEB, (2011)**, qui sont dans l'ordre de 4.06 à 4.38, et à celles de **BOUCHAL et DJEBAR, (2013)** qui donne un pH de 4.11. Cette distinction peut être dû à la différence des espèces de fruit choisi (melon et mandarine) ou bien la quantité de l'acide citrique ajouté en vu de crée un milieu défavorable au développement des microorganismes.

Après 21 jours de conservation à l'air ambiant, nous avons remarqué un abaissement des valeurs du pH durant la durée de stockage pour les six boissons, cette variation du pH est plus importante dans les boissons (B3, B10, B11) que dans les boissons (B6, B9, B12). Ceci est certainement dû :

Au traitement de pasteurisation qui pourrait être insuffisant pour détruire toute la flore acidifiante. Dont la flore banale acidophile et acidifiante peut entrainer un certains nombre d'altération malgré le traitement de pasteurisation (**GUIRAUD, 1999**).

Nous n'avons pas effectué l'analyse de la variance pour cette variable car l'écart résiduel est nul (nous avons les mêmes répétitions).

VI.1.3. L'acidité titrable

La **figure 27** illustre le taux d'acidité des boissons formulées.

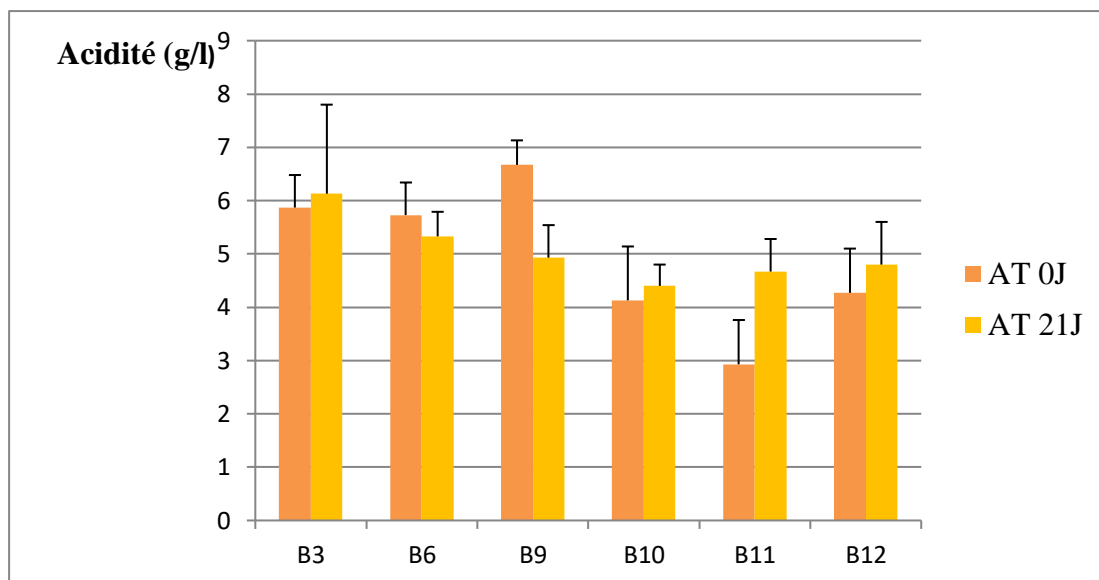


Figure 27: Résultats de l'acidité titrable des boissons formulées

Elle est le support d'autres éléments contribuant au goût des fruits. Elle influe sur la sensation gustative chez le consommateur ; elle est conférée par différents acides organiques libres ou combinés sous forme de sels. Ces acides jouent, aussi, un rôle de conservateur par l'abaissement du pH (ALAVOINE *et al.*, 1988).

Les valeurs moyennes d'acidités mesurées pour nos boissons formulées qui est exprimée en gramme d'acide citrique par litre du produit donnent un intervalle de 4,94 à 5,04, cette valeur est inférieure à celle donnée par **DJOUDI et ZITOUNI (2010)**, soit 11.2g/l. D'après **GURAK et al., (2010)** une acidité élevée dans un jus est dû à la présence d'acide citrique, tartrique, et malique. Ces acides assurent l'abaissement de la valeur de pH, assurant l'équilibre entre le goût acide et sucré.

Le résultat de la boisson B3 à 0J est plus en moins inférieur à celle stockée après 21J, cette dernière est supérieure aux témoins cela peut être dû à la concentration de jus de mandarine dans la boisson B3 qui est de l'ordre de 100g.

L'acidité mesurée dans nos échantillons de nectars de melon et jus de mandarine qui donnent un intervalle de 4,94 à 5,04 g/l. Ces valeurs sont supérieures à celle trouvées par **KHELFOUNI., (2011)** qui est de 3,4 g/l, cette acidité est due à l'incorporation de l'acide citrique dans les boissons en raison d'abaisser leur pH qui a permis de renforcer le goût acide et d'influencer les caractéristiques organoleptiques **RAKOTOVAO.,(1999)**.

Les valeurs de taux d'acidité titrable obtenues au premier jour de fabrication entre les nectars : (B3, B6 et B9) sont presque les mêmes.

Après 21 jours de conservation à l'air ambiant, nous avons constaté une diminution de ce paramètre pour les boissons B6 et B9, une augmentation pour les boissons (B3, B10, B11, B12). Ceci est dû au traitement de pasteurisation qui pourrait être insuffisant pour détruire toute la flore acidifiante dont la flore banale acidophile et acidifiante peut entraîner un certain nombre d'altération malgré le traitement de pasteurisation (GUIRAUD, 2003).

Tableau XV: Résultats de l'analyse de la variance pour la teneur de l'acidité

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	3,15	35	0,09				
VAR.FACTEUR1	1,545	5	0,309	7,515	0,00025		
VAR.FACTEUR2	0,007	1	0,007	0,169	0,68695		
VAR.FACTEUR F1*2	0,611	5	0,122	2,974	0,03139		
VAR.RESIDUELLE	0,987	24	0,041			0,203	16,26%

Les résultats d'analyse de la variance (Tableau XV) montrent des différences très hautement significatives (probabilité d'acceptation $\leq 0,001$), ce qui confirme que la composition et le temps de stockage influencent sur la teneur de l'acidité des boissons formulées.

VI.1.4. Les sucres:

La **figure 28** illustre la teneur en sucres réducteurs et totaux des boissons formulées.

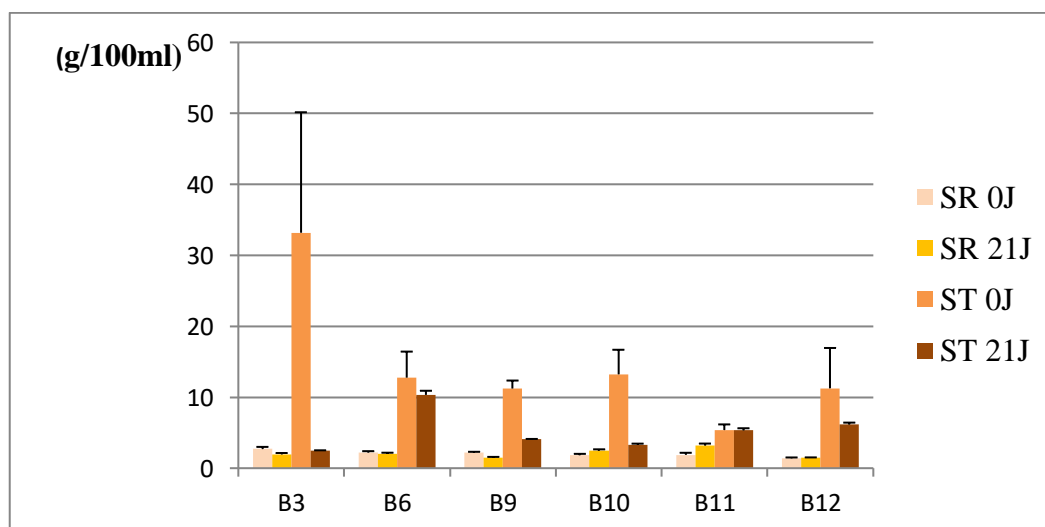


Figure 28 : Résultats de teneur en sucres des boissons formulées.

Les sucres sont les constituants déterminant le goût sucré d'un aliment, notamment les fruits ; les sucres apportent une grande valeur énergétique. En plus, ils 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)**.

La teneur moyenne en sucre totaux de notre nectar élaboré, est de l'ordre de 5,28 à 14,51 exprimé en gramme par 100ml. Cette teneur est plus au moins supérieur à la teneur moyenne des nectars de fruit, soit 13.036g/100ml (**PROLONGEAU et RENAUDIN, 2009**).

Les glucides apportés par les nectars de fruits sont principalement le saccharose et le fructose, ils ont un pouvoir sucrant élevé et donnent une saveur douce aux nectars.

Les sucres totaux dans le nectar de melon et jus de mandarine donne un intervalle de 5,28 à 14,51g/100ml, les sucres réducteurs 2,04 à 2,09g/100ml.

Ces valeurs sont inférieures à celle trouvés par **ABAS et TALEB,(2011)** qui donnent 71.82g/100ml pour les sucres totaux, les sucres réducteurs est de l'ordre de 6.34g/100ml. Supérieur et inférieur respectivement au travail de **BOUCHAL et DJEBAR,(2013)** qui donne 10.351g/100ml pour les sucres totaux, les sucres réducteurs est de l'ordre de 1.49 à 17.26 g/100ml et inférieur à celle trouvées par **Azman L,(2016)** qui donne un résultat de 16g/100ml pour les jus de fruit, inférieur à celle de **MAHFOUF et IHADADENE** qui donne un intervalle de 15.80 à 18.51g/100ml, les sucres réducteurs 2.24 à 3.30 g/100ml. Ces différences sont due aux :

- Conditions du milieu (température, irrigation) le stade de maturité des fruits et caractéristiques de chaque espèce ;
- les modes de dosage peuvent être à l'origine de ces différences.
- Aussi, les types de cultivars et les conditions d'entreposage sont des facteurs clés de la détermination de la teneur en sucres réducteurs (**CX/FAC 05/37/33**).
- La variation des composants des boissons (concentration en fruits, sucres).

Les résultats obtenus au premier jour de fabrication des boissons élaborées montrent que les valeurs des sucres réducteurs sont presque les mêmes valeurs pour tous les échantillons. Dans notre étude l'éventualité de réduire la teneur en sucre dans notre nectar ne peut pas être envisagée pour la simple raison qu'une teneur en sucre réduite à 86g/l nous donne une boisson intéressante pour une population ou la prévalence de ces affections est importante mais qui ne répond pas aux habitudes alimentaires de cette même population. Il reste que le meilleur moyen

de lutter contre ces maladies revient à favoriser la consommation des produits moyennement sucré et donc changer les habitudes alimentaires.

Après 21 jours de conservation à l'air ambiant, les résultats d'analyse ont révélé une diminution du taux de sucre totaux et réducteurs cela est due peut être à l'hydrolyse du saccharose en sucre réducteurs (glucose et fructose) sous l'action du milieu acide et de la température.

Le **Tableau XVI** et **XVII** représentent les résultats de l'analyse de la variance pour vérifier l'influence de la composition et le temps de stockage sur les sucres totaux et les sucres réducteurs.

Tableau XVI : Résultats de l'analyse de la variance pour les sucres totaux

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	1024,276	35	29,265				
VAR.FACTEUR1	179,555	5	35,911	62,971	0		
VAR.FACTEUR2	451,563	1	451,563	791,83	0		
VAR.FACTEUR F1*2	379,473	5	75,894	133,084	0		
VAR.RESIDUELLE	13,687	24	0,57			0,755	9,18%

Tableau XVII : Résultats de l'analyse de la variance pour les sucres réducteurs

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	340,809	35	35,872				
VAR.FACTEUR1	179,362	5	35,872	26,206	0		
VAR.FACTEUR2	0,071	1	0,071	0,052	0,81636		
VAR.FACTEUR F1*2	128,522	5	25,704	18,778	0		
VAR.RESIDUELLE	32,853	24	1,369			1,17	9,39%

L'analyse de la variance pour les sucres totaux et les sucres réducteurs a montrée des différences très hautement significatives (probabilité d'acceptation $\leq 0,001$), ce qui confirme que la composition et le temps de stockage influencent sur la teneur en sucres totaux et en sucres réducteurs des boissons formulées.

VI.1.5. La vitamine C

La **figure 29** illustre la teneur en vitamine C des boissons formulées.

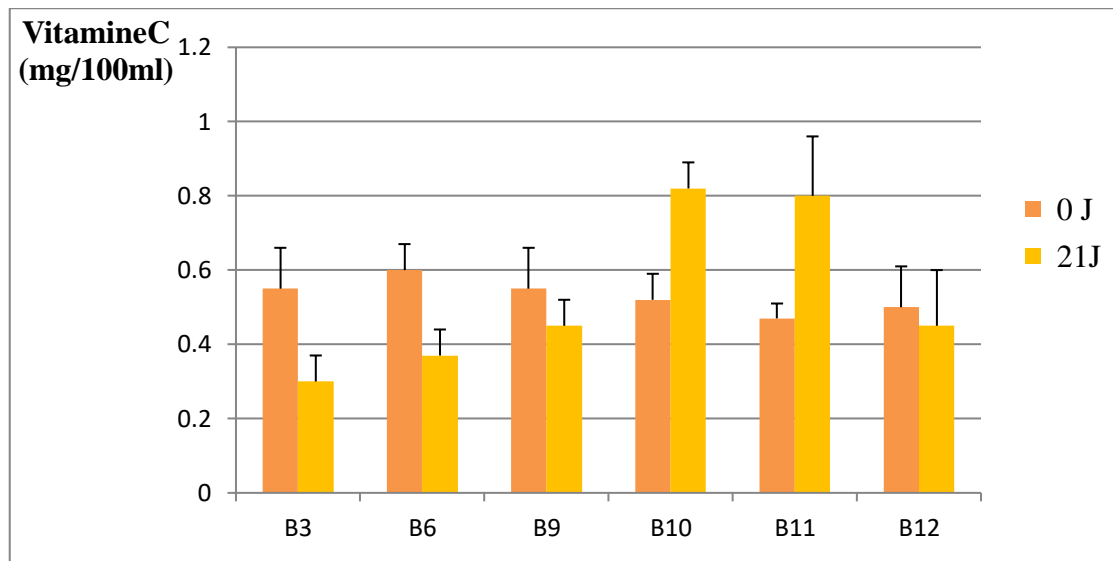


Figure 29: Résultats de la teneur en vitamine C des boissons formulées.

Les fruits frais sont une source remarquable en vitamine C (**PEDROSA, 2009**). La vitamine C est un nutriment extrêmement important pour l'organisme où elle assure différentes fonctions (**APRIFEL, 2010**).

La teneur initiale en vitamine C dans notre étude est de l'ordre de 0,53 mg/100ml, cette valeur est inférieure à celle donnée par **PLUMAY, (2009)** pour les jus de fruits exotiques contiennent en particulier 30mg/100ml.

La teneur initiale en vitamine C dans notre échantillon de nectar de melon et jus de mandarine qui donne 0,53 mg/100ml. Cette valeur est inférieure à celle trouvées par **BOUCHAL et DJEBAR, (2013)**, **ABAS et TALEB, (2011)**, qui donnent un intervalle de 4,287 mg/100ml, 8,8 mg/100 ml et 40.6mg/100ml.

Les résultats obtenus au premier jour de fabrication des boissons élaborées montrent que les valeurs de la vitamine C sont presque les mêmes valeurs pour tous les échantillons (B3, B6, B9, B10, B11, B12).

Après 21 jours de conservation à l'air ambiant, les résultats d'analyse ont révélé une

dégradation au court du temps de stockage dans les boissons B3, B6, B9, qui contiennent des concentrations élevées en jus de mandarine qui sont de l'ordre de 100g et B12 qui contient 100g de melon ce qui nous confirme soit une dégradation de ces paramètres au cours de stockage par l'effet thermique à la température ambiante, soit à une perte lors des manipulations au laboratoire (contact avec l'air), et une augmentation de la valeur de la vitamine C (B10, B11), d'après **BOURGEOIS (2003)**, la vitesse de la réaction d'oxydation de la vitamine C augmente avec la chaleur, de plus le brunissement non enzymatique est une des altérations de la vitamine C.

Tableau XVIII : Résultats de l'analyse de la variance pour la teneur en vitamine C

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2,228	35	0,064				
VAR.FACTEUR1	0,57	5	0,114	2,07	0,10403		
VAR.FACTEUR2	0,004	1	0,004	0,073	0,79545		
VAR.FACTEUR F1*2	0,334	5	0,067	1,212	0,33365		
VAR.RESIDUELLE	1,321	24	0,055			0,235	33,22%

Les résultats de l'analyse de la variance (Tableau VIII) de la teneur en vitamine C, $P= 0,10$. (Probabilité d'acceptation de $H_0 > 0,05$), donc y'a pas de différences ce qui signifie que la composition et le temps n'a pas influencé sur la vitamine C des boissons formulées.

VI.1.6. Les polyphénols totaux

La **figure 30** illustre la teneur en polyphénols des boissons formulées.

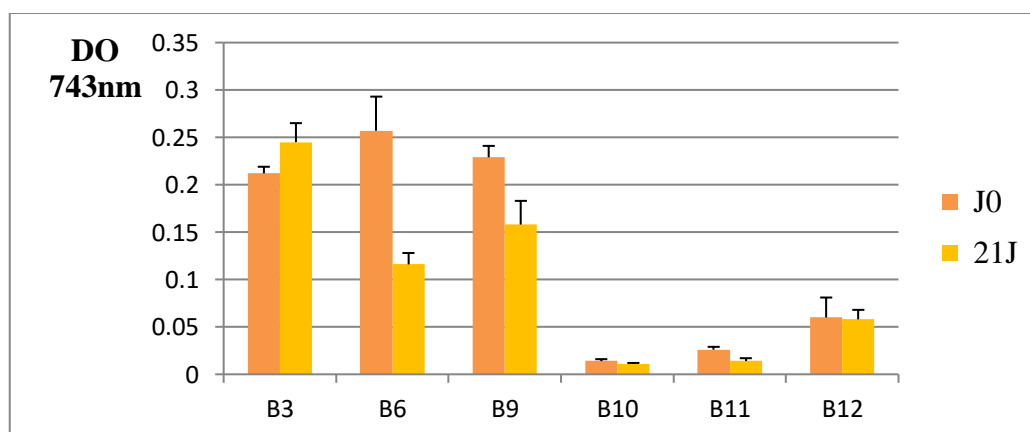


Figure 30: Résultats de la teneur en polyphénol des boissons formulées.

Les composés phénoliques, appelés métabolites secondaires, font partie des principaux antioxydants des végétaux, à côté de la vitamine C, vitamine E et caroténoïdes. Les fruits et légumes qui constituent la principale source, en effet l'homme ingère dans ces aliments environ un gramme de polyphénols chaque jour, soit dix fois plus que des vitamines C et cent fois que les caroténoïdes **ACHIR et HAMMAR., (2010)**.

Avant de procéder à la détermination de la teneur en composés phénoliques, nous avons établi une courbe d'étalonnage en utilisant l'acide gallique comme composé de référence méthode décrite en (**annexe IV**), les teneurs en composés phénoliques des échantillons sont consignés dans la **figure 30**.

Les concentrations des polyphénols totaux sont calculées à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage établie avec l'acide gallique ($y = 0.014 X + 0,047$). Les résultats sont exprimés en milligramme d'équivalent d'acide gallique par 100 ml (mg EAG/100ml).

Les différences constatées pour la teneur en polyphénols entre les boissons formulés peuvent être dues à l'origine de provenance des fruits d'une part et à la différence entre la méthode de dosage utilisée et aussi aux limites de ces méthodes. En effet il n'existe aucune méthode permettant de doser de manière satisfaisante et stimulée l'ensemble des composés phénoliques présent dans un extrait végétal non purifié (**MACHEIX et al, 2005**).

Les résultats obtenus au premier jour de fabrication des boissons élaborées montrent une différence entre les six boissons (B3, B6, B9, B10, B11 et B12), après 21 jours de stockage on remarque une diminution de ce paramètre dans toutes les boissons qui peut être due aux :

- Condition du milieu la lumière qui a contribué à leur dégradation.
- Erreurs de manipulation.
- L'appareil utilisée « le spectrophotomètre ».
- Limite de ces méthodes de dosages utilisées.

Tableau XIX : Résultats de l'analyse de la variance des polyphénols.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	1,745	35	0,05				
VAR.FACTEUR1	0,409	5	0,182	7,569	0,00024		
VAR.FACTEUR2	0,206	1	0,206	19,091	0,00025		
VAR.FACTEUR	0,87	5	0,174	16,091	0		

F1*2							
VAR.RESIDUELLE	0,259	24	0,011			0,104	48,54%

Les résultats de la variance (Tableau XIX), $P= 0,00024$. (Probabilité d'acceptation de H_0 est $\leq 0,001$), montrent une différence très hautement significative de facteur « composition », « temps » sur la teneur en polyphénols. Ce qui confirme que la composition et le temps influencent sur la teneur en polyphénols totaux des boissons formulées.

VI.1.7. L'activité antioxydante

La **figure 31** illustre la teneur en antioxydants des boissons formulées.

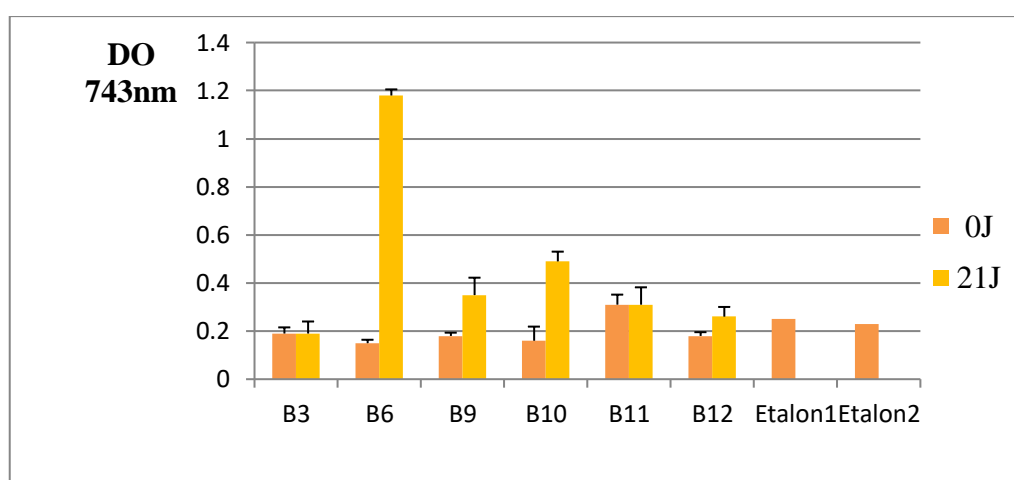


Figure 31: Résultats de l'activité antioxydante, acide gallique et ascorbiques des boissons formulées.

Les antioxydants sont des substances qui contrecarrent les radicaux libres et préviennent leurs dégâts, ils sont capable d'interagir sans danger avec les radicaux libres et de mettre fin à la réaction en chaîne avant que les molécules vivantes ne soient endommagées **RATNAM et al.,(2006)**.

Les résultats d'analyses du pouvoir réducteurs des différents échantillons et les étalons (vitamine C à 0.5g/l et l'acide gallique à 0.5g/l) sont présentés dans la (**Figure 31**).

Ces résultats révèlent, d'une part, qu'ils rentrent dans l'intervalle des résultats obtenus pour les deux solutions d'acide gallique **étalon 1**, et vitamine C **étalon 2**

En outre les résultats d'analyses du pouvoir réducteurs de nos boissons formulées donne un intervalle de $DO = [0.19 \text{ à } 0.39]$ sont comparables à celle qui est mentionnés dans le journal (2015) qui est de $DO=0.60$.

Les valeurs trouvées sont inférieures à celle trouvée par **BOUCHAL et DJEBAR, (2013)** qui est de $DO = 0.48$ et **MAHFOUF et IHADADENE (2017)** qui donne un intervalle de $DO = [0.62 \text{ à } 0.89]$.

Les résultats obtenus des boissons élaborées montrent une différence entre les six boissons (B3, B6, B9, B10, B11 et B12), cette différence qui peut être due aux :

- degré de maturité de fruit.
- condition du milieu (température, la durée de stockage, irrigation, la composition des boissons).
- à la dilution des boissons.
- L'appareil utilisée « le spectrophotomètre ».

Après 21J de stockage à l'air ambiant nous avons remarqué une augmentation de l'activité antioxydante dans toutes les boissons formulées, tandis que ce paramètre doit être diminué au cours de stockage, cela peut être dû aux erreurs de manipulations et à l'appareil utilisé pour la lecture de la DO (Spectrophotomètre).

Tableau XX: Résultats de l'analyse de la variance pour la teneur en antioxydants.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2,787	35	0,08				
VAR.FACTEUR1	0,913	5	0,183	136,527	0		
VAR.FACTEUR2	0,779	1	0,779	582,624	0		
VAR.FACTEUR F1*2	1,062	5	0,212	158,881	0		
VAR.RESIDUELLE	0,032	24	0,001			0,037	10,67%

Les résultats d'analyse de la variance (Tableau XX) montrent des différences très hautement significatives (probabilité d'acceptation $\leq 0,001$), ce qui confirme que la composition et le temps de stockage influencent sur la teneur en antioxydants des boissons formulées.

VI.1.8. Pectine

La **figure 32** illustre la teneur en pectine des boissons formulées.

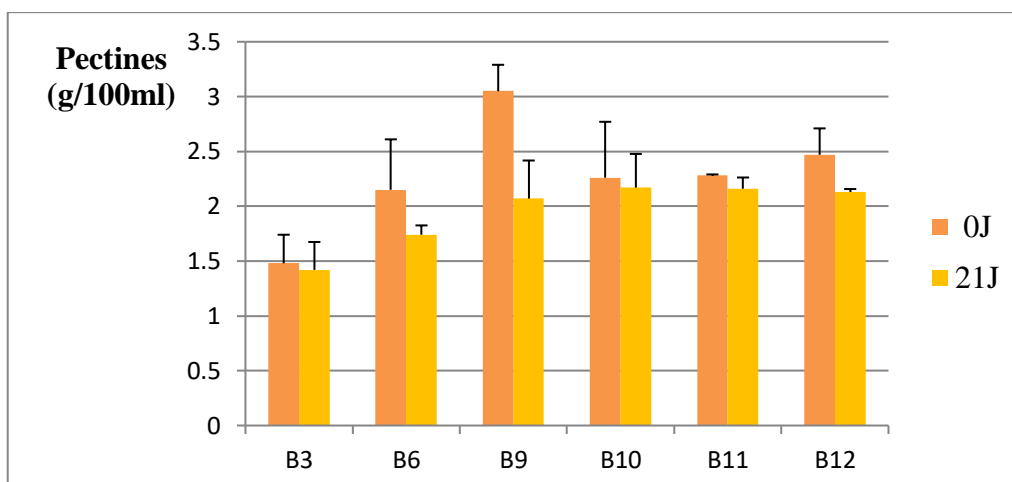


Figure 32:Résultats de teneur en pectine des boissons formulées.

On note une différence entre les résultats de la teneur en pectine dans les six boissons. Cette différence de teneur en pectine peut être expliquée par plusieurs facteurs, la différence de la concentration des fruits utilisés, la méthode de mesure et caractéristiques de chaque espèce (melon, mandarine).

Les résultats des boissons B3 et B6 à 0J sont plus au moins supérieur après 21 jours, contrairement inférieur par rapport aux témoins (B10, B11, B12) cela est dû a la richesse de ces derniers en pulpes de melon.

Tableau XXI : Résultats de l’analyse de la variance pour la teneur en pectine

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	3,945	35	0,113				
VAR.FACTEUR1	2,114	5	0,423	15,839	0		
VAR.FACTEUR2	0,776	1	0,776	29,07	0,00002		
VAR.FACTEUR F1*2	0,415	5	0,083	3,109	0,02643		
VAR.RESIDUELLE	0,641	24	0,027			0,163	11,02%

Les résultats d’analyse de la variance **Tableau XXI** montrent des différences très hautement significatives (probabilité d’acceptation $\leq 0,001$), ce qui confirme que la composition et le temps de stockage influencent sur la teneur en pectine des boissons formulées.

VI.2. Analyses microbiologiques des boissons

Avant d'entamer cette partie, nous devons souligner certains points importants :

➤ **L'objectif** de notre étude n'est pas de déterminer la durée de conservation de la boisson ou la date limite de consommation (DLC), cela exigerait certainement une étude plus approfondie de tous les facteurs qui peuvent contribuer à la conservation de la boisson (traitement physique et chimique, pH, activité de l'eau... etc.) et ceux qui peuvent la nuire (contamination et multiplication des contaminants). En outre, il fallait une bonne pratique de fabrication en aseptisant le lieu de travail pour limiter au maximum les risques de contamination. Donc l'objectif de cette partie est de voir la conformité de notre produit et sa conservation durant le stockage.

En absence de normes spécifiques à ce type de boissons, nous nous sommes référés aux normes des jus et boissons à base de fruits fixées par le **JORA 1998**.

Les résultats des différentes analyses microbiologiques des boissons formulées pasteurisées et conservées à l'air ambiant pendant 21 jours, représentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau N° XXII : Résultats des analyses microbiologiques des boissons formulées durant le stockage.

Germes recherchés	Boissons	J+21	Normes, JORA N°35 (1998)
Germes aérobies mésophiles totaux	B ₃	Abs	10 ⁵
	B ₆	Abs	
	B ₉	Abs	
	B ₁₀	Abs	
	B ₁₁	Abs	
	B ₁₂	Abs	
Moisissures	B ₃	2	<10
	B ₆	1	
	B ₉	3	
	B ₁₀	Abs	
	B ₁₁	Abs	
	B ₁₂	2	
Levures	B ₃	Abs	<20
	B ₆	Abs	
	B ₉	Prs	

	B ₁₀	Abs	
	B ₁₁	1	
	B ₁₂	Abs	
Coliformes fécaux et Totaux	B ₃	Abs	Abs
	B ₆	Abs	
	B ₉	Abs	
	B ₁₀	Abs	
	B ₁₁	Abs	
	B ₁₂	Abs	
Staphylococcus aureus	B ₃	Abs	Abs
	B ₆	Abs	
	B ₉	Abs	
	B ₁₀	Abs	
	B ₁₁	Abs	
	B ₁₂	Abs	
Clostridium Sulfitoréducteurs	B ₃	Abs	
	B ₆	Abs	
	B ₉	Abs	
	B ₁₀	Abs	
	Abs	Abs	
	B ₁₂	Abs	

Nous avons remarqué une absence totale des germes pathogènes (*Staphylococcus aureus*, *Clostridium sulfito-réducteurs*) durant cette période de stockage pour toutes les boissons, cela pourrait être due à un pH bas (< 4,5) où ces germes ne peuvent pas se développer (**BOURGEOIS et al, 1996**), La concentration élevée en sucre, joue aussi un rôle important comme conservateur pour préserver les aliments par l'abaissement de l'Aw (activité de l'eau).

On note aussi une absence des coliformes fécaux et totaux durant toute la période de stockage pour toutes les boissons, est conforme à la norme **JORA 1998** ; cela est un résultat d'un bon respect des règles d'hygiène durant le temps de préparation et l'hygiène du matériel utilisé.

La présence des levures et moisissures s'explique par la non efficacité de traitement thermique appliqué (pasteurisation à 75°C/15min) pour leurs éliminations.

Nous avons remarqué également aussi l'absence de la flore mésophile totale, cela est expliqué par le traitement thermique qu'a subi la boisson lors de sa fabrication, aux bonnes pratiques d'hygiène lors de la préparation et la manipulation, et aussi aux bonnes conditions de conservation, par l'ajout de conservateur chimique (acide citrique).

On note que les germes pathogènes sont extrêmement sensibles au traitement thermique de pasteurisation. De plus, l'addition de sucre, de conservateurs (acide citrique) à la boisson accroît sa stabilité microbiologique ce qui rend notre boisson conforme sur le plan microbiologique.

VI.3. Analyses sensorielles des boissons formulées

Le test de dégustation pour les douze boissons formulées (B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11 et B12), a été réalisé avec une épreuve de notation sur échelle de 6 points. Nous avons attribué des proportions aux valeurs numériques ou appréciations des dégustateurs, pour les paramètres suivants : la couleur, la consistance, l'odeur, le goût, le goût (acidité), le goût (sucré) et la pulposité.

VI.3.1. la couleur :

Les résultats du test de dégustation pour la couleur sont mentionnés dans la **figure 33**.

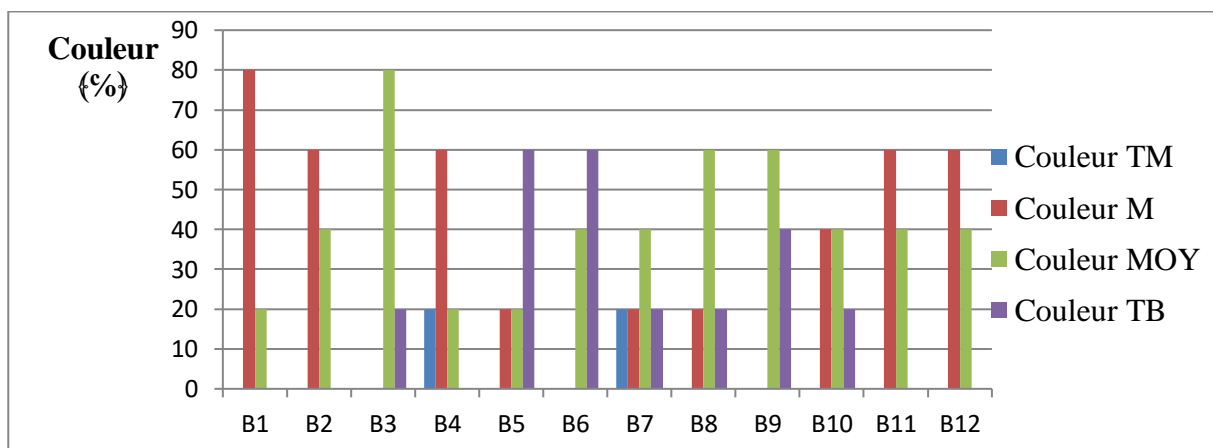


Figure 33: Résultats de l'analyse sensorielle pour la couleur.

- ❖ La formule B1 a été jugée par le jury : 80% de mauvaise couleur et 20% d'une couleur moyenne.
- ❖ La formule B2 a été jugée par le jury : 60% de mauvaise couleur et 40% de couleur moyenne.

- ❖ **La formule B3** a été jugée par le jury : 80% de couleur moyenne et 20% d'une couleur très bonne.
- ❖ **La formule B4** a été jugée par le jury : 20% de très mauvaise couleur, 60% de mauvaise couleur et 20% d'une couleur moyenne.
- ❖ **La formule B5** a été jugée par le jury : 20% d'une mauvaise couleur, 20% d'une couleur moyenne et 60% de très bonne couleur.
- ❖ **La recette B6** a été jugée par le jury : 40% d'une couleur moyenne et 60% de très bonne couleur.
- ❖ **La formule B7** a été jugée par le jury : 20% de très mauvaise couleur, 20% mauvaise couleur, 40% de couleur moyenne et 20% très bonne couleur.
- ❖ **La formule B8** a été jugée par le jury : 20% de mauvaise couleur, 60% de couleur moyenne et 20% de très bonne couleur.
- ❖ **La formule B9** a été jugée par le jury : 60% de couleur moyenne et 40% d'une couleur très bonne.
- ❖ **La formule B10** a été jugée par le jury : 40% de mauvaise couleur, 40% d'une couleur moyenne et 20% de très bonne couleur.
- ❖ **La formule B11** a été jugée par le jury : 60% d'une mauvaise couleur et 40% d'une couleur moyenne.
- ❖ **La formule B12** a été jugée par le jury : 60% de mauvaise couleur, 40% d'une couleur moyenne.

D'après les résultats obtenus on remarque des différences de couleur des douze boissons formulées qui est due à la différence de la concentration initiale en pulpe de melon et jus de mandarine.

De plus les recettes B3, B5, B6 et B9 ont été appréciées et reçu des notations relativement élevées par les membres du jury pour ce paramètre.

VI.3.2. Odeur :

Les résultats du test de dégustation concernant l'odeur sont mentionnés dans la **figure 34**.

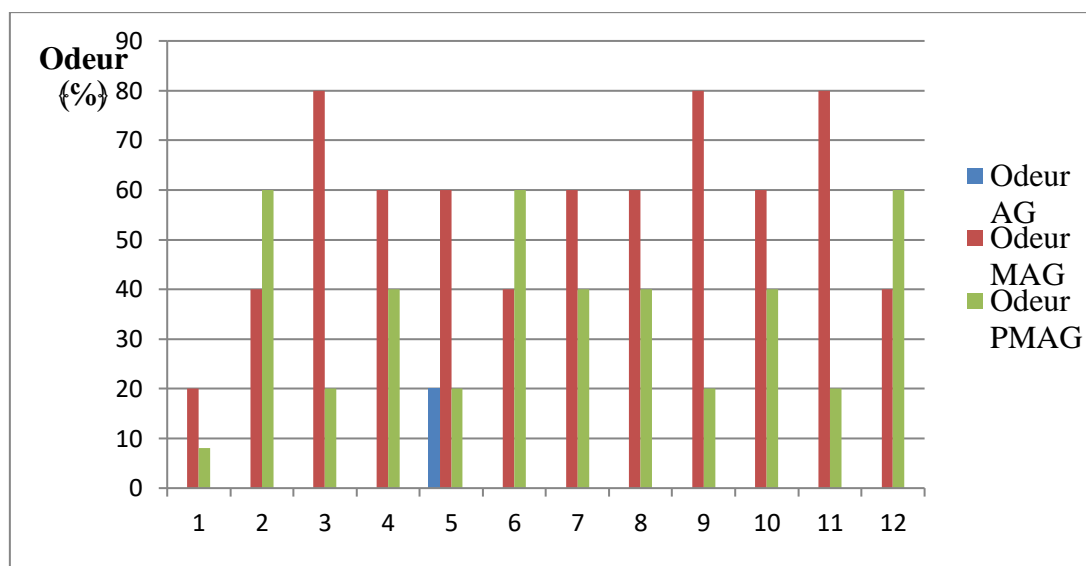


Figure 34: Résultats de l'analyse sensorielle pour l'odeur.

- ❖ **La boisson B1** est jugées par le jury : 20% moins agréable et 80% plus en moins agréable.
- ❖ **La boisson B5** est jugées par le jury : 20% agréable, 60% et 20% plus en moins agréable.
- ❖ **Les boissons B4, B7, B8 et B10** ont été jugées par le jury : 60% d'odeur moins agréable et 40 plus en moins agréable.
- ❖ **Les boissons B3, B9 et B11** ont été jugées par le jury : 80% d'odeur moins agréable et 20% d'odeur plus en moins agréable.
- ❖ **Les boissons B4 et B10** ont été jugées par le jury : 60% d'odeur moins agréable et 40% d'odeur plus en moins agréable.
- ❖ **Les boissons B2, B6 et B12** ont été jugées par le jury : 40% moins agréable, et 60% plus en moins agréable et 0% très agréable.

Les résultats de l'analyse organoleptique concernant l'odeur montrent que les boissons B3, B6 et B9 présentent la caractéristique plus au moins agréable cela est expliqué par la présence d'une quantité élevée de jus de mandarine dans ces dernières.

VI.3.3. Consistance :

Les résultats du test de dégustation concernant la consistance sont mentionnés dans la **figure 35**.

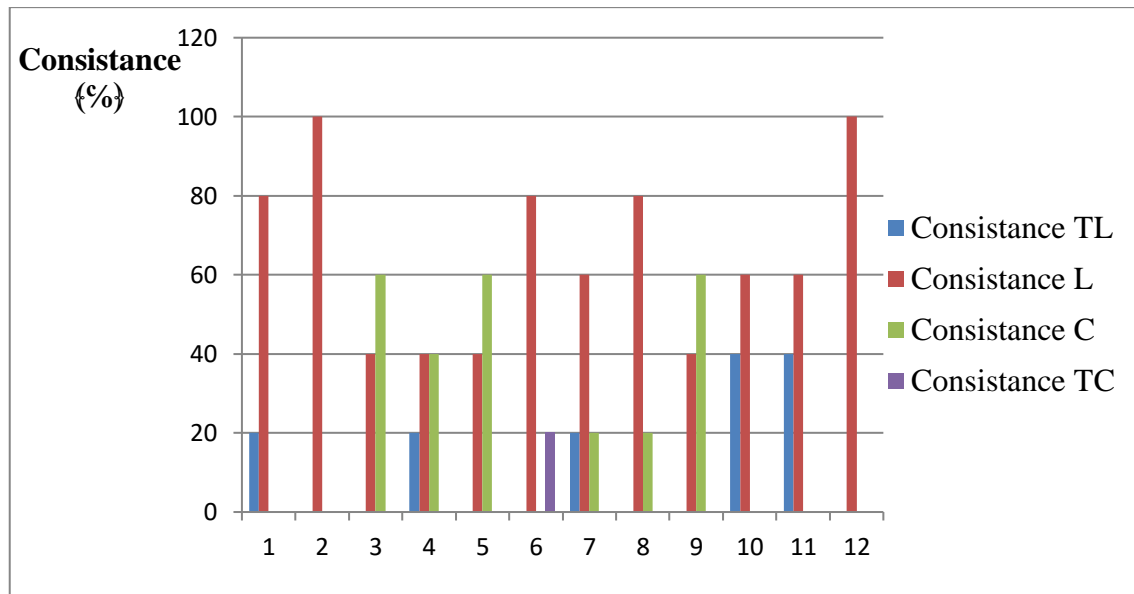


Figure 35 : Résultats de l'analyse sensorielle pour la consistance.

D'après la figure ci-dessus :

- ❖ Les formules **B1**, **B4** et **B7** ont été jugées par le jury : 20% trop liquide et ne sont pas consistantes (0%).
- ❖ Les formules **B3**, **B5** et **B9** ont été jugées par le jury : 40% liquide et 60% consistantes.
- ❖ Les formules **B2** et **B12** ont été jugées par le jury : 100% liquide et ne sont pas consistantes.
- ❖ La formule **B6** a été jugée 80% liquide et 20% très consistante.
- ❖ La formule **B8** a été jugée 80% liquide et 20% consistante.
- ❖ Les recettes **B10** et **B11** ont été jugées 40% trop liquide, 60% liquide et ne sont pas consistantes.

Ces différences sont peut être due :

- A la dilution ;
- A la teneur initiale en pulpe de melon et jus de mandarine.

VI.3.4. Goût :

Les résultats du test de dégustation concernant le goût sont mentionnés dans la (**figure 36**).

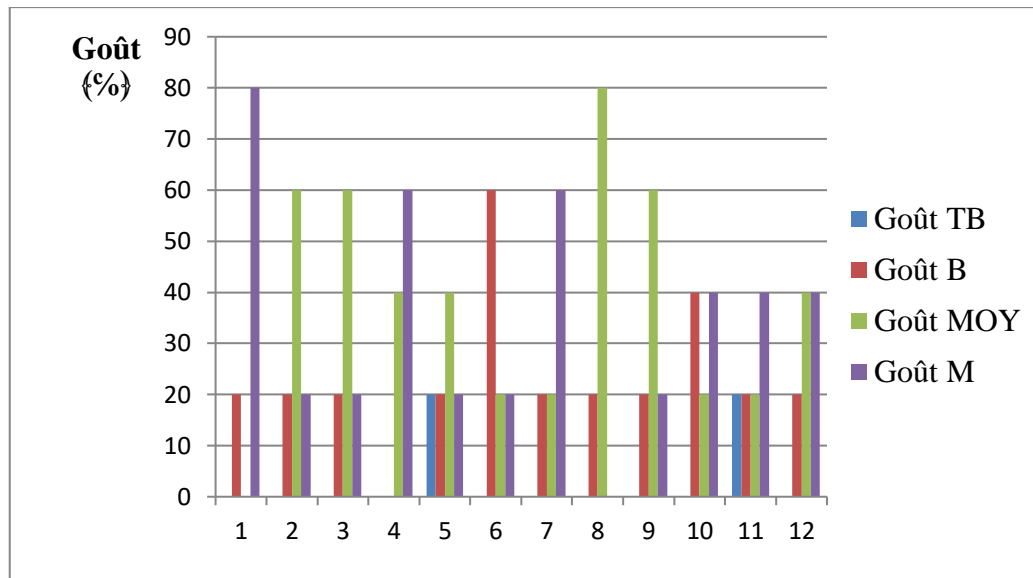


Figure 36: Résultats de l'analyse sensorielle pour le goût.

D'après la figure ci-dessus :

- ❖ **La formule B1** est jugée par le jury 20% de bon goût et 80% de mauvais goût.
- ❖ **La formule B4** est jugée par le jury 40% d'un goût moyen et 60% d'un goût mauvais.
- ❖ **La formule B5** est jugée par le jury 20% de très bon goût, 20% de bon goût, 40% d'un goût moyen et 20% d'un goût mauvais.
- ❖ **La formule B6** est jugée par le jury 60% d'un goût bon, 20% moyen et 20% d'un mauvais goût.
- ❖ **La formule B8** est jugée par le jury 20% de goût bon et 80% d'un mauvais goût.
- ❖ **La formule B10** est jugée 40% d'un goût bon, 20% d'un goût moyen et 40% d'un goût mauvais.
- ❖ **La formule B11** est jugée 20% de très bon goût, 20% de goût bon, 20% et 40% d'un goût mauvais
- ❖ **La boisson B12** est jugée par le jury 20% d'un goût très bon, 40% d'un goût moyen et 40% d'un goût mauvais.
- ❖ **Les formules B3 et B9** ont été jugées par le jury à 20% de bon goût, 60% de goût moyen et 20% de mauvais goût.
- ❖ **Les recettes B2 et B7** ont été jugées par le jury : 20% de bon goût, 20% de goût moyen et 60% de mauvais goût.

Les résultats de l'analyse organoleptique concernant le goût montrent que le nectar le plus choisi pour le goût agréable est à 60% (B6) en raison de la quantité de pulpe et de sucre qu'elle contient.

VI.3.4.1. Goût (acide) :

Les résultats du test de dégustation concernant le goût (acidité) sont mentionnés dans la (figure 37).

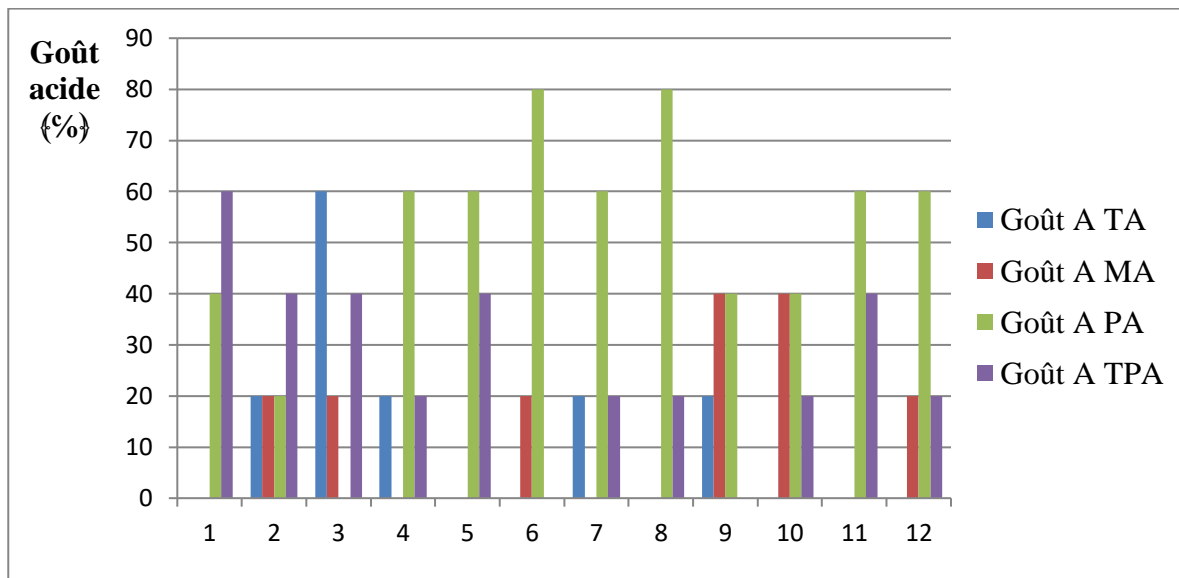


Figure 37: Résultats de l'analyse sensorielle pour le goût (acide).

D'après la figure ci-dessus :

- ❖ Les formules **B1**, **B5** et **B11** sont jugées par le jury peu et même très peu acide.
- ❖ La formule **B2** est jugée par le jury à 20% très peu acide, 20% moyennement acide, 20% peu acide et 40%très peu acide.
- ❖ La formule **B3** est jugée par le jury à 40% moyennement acide et 60 % peu acide.
- ❖ La formule **B6** est jugée par le jury à 20% moyennement acide et 80% peu acide.
- ❖ La formule **B8** est jugée par le jury à 80% peu acide et 20% très peu acide.
- ❖ La formule **B9** est jugée par le jury à 20% très acide, 40% moyennement acide et 40% peu acide.
- ❖ La recette **B10** est jugée par le jury à 40% moyennement acide, 40% peu acide et 20% très peu acide.
- ❖ La recette **B12** est jugée par le jury à 20% moyennement acide, 60% peu acide et 20% très peu acide.

- ❖ Les formules **B4** et **B7** ont été jugées par le jury à 20% très acide, 60% peu acide et 20% très peu acide.

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

VI.3.4.2. Goût (sucré):

Les résultats du test de dégustation concernant le goût (sucré) sont mentionnés dans la figure 38.

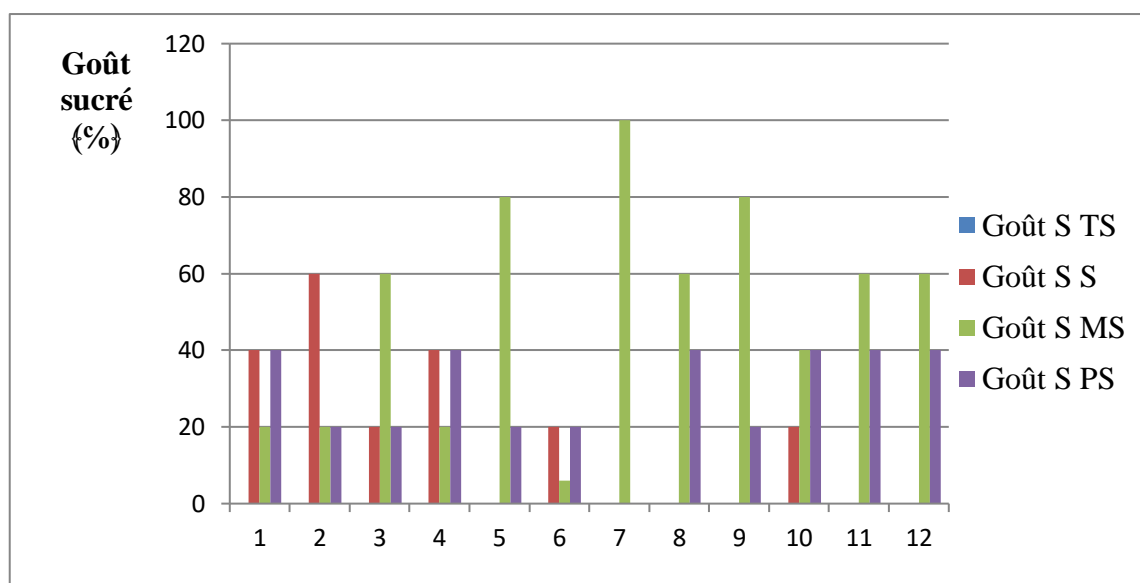


Figure 38: Résultats de l'analyse sensorielle pour le goût (sucré).

D'après la figure ci-dessus :

- ❖ Les formules **B1** et **B4** sont jugées à 40% sucré, 20% moyennement sucré et 40% peu sucré.
- ❖ La formule **B2** est jugée par le jury à 60% sucré, 20% moyennement sucré et 20% peu sucré.
- ❖ Les formules **B3** et **B6** est jugées par le jury à 20% sucré, 60 % moyennement sucré et 20% peu sucré.
- ❖ Les formules **B5** et **B9** sont jugées par le jury à 80% moyennement sucré et 20% peu sucré.
- ❖ La formule **B7** est jugée par le jury à 100 % moyennement sucré.
- ❖ La formule **B10** est jugée par le jury à 20% sucré, 40% moyennement sucré et peu sucré.

- ❖ Les recettes **B8**, **B11** et **B12** sont jugées par le jury à 60% moyennement sucré et 40% peu sucré.

Les résultats de l'analyse organoleptique concernant le goût {sucré} sont B1 et B4 à 40% tandis que les boissons B3, B6 et B9 sont jugées moyennement sucré cela montre que la quantité du sucre ajouté joue un rôle important dans la formulation des boissons.

VI.3.5.Pulposité :

Les résultats du test de dégustation concernant la pulposité sont mentionnés dans la **figure 39**.

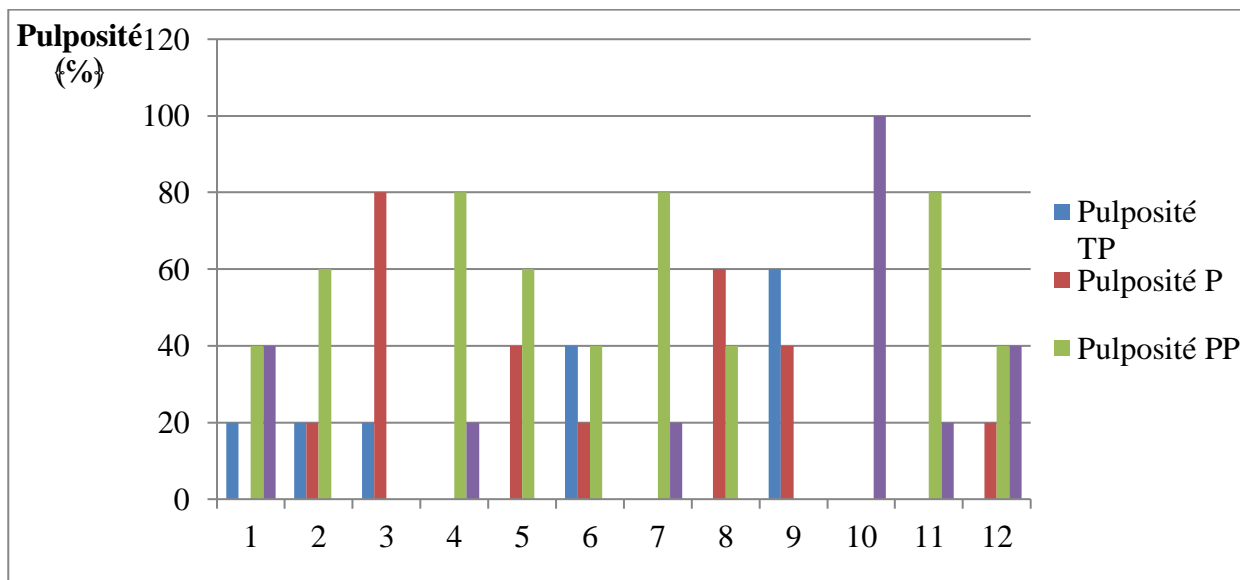


Figure 39: Résultats de l'analyse sensorielle pour la pulposité.

D'après la figure ci-dessus :

- ❖ La formule **B1** est jugée à 20% très pulpeux, 40% peu pulpeux et 40% très peu pulpeux.
- ❖ La formule **B2** est jugée par le jury à 20% très pulpeux, 20% pulpeux et 60% peu pulpeux.
- ❖ La formule **B3** est jugée par le jury à 20% très pulpeux et 80 % pulpeux.
- ❖ Les formules **B4** et **B7** sont jugées par le jury à 80% peu pulpeux et 20% très peu pulpeux.
- ❖ La formule **B5** est jugée par le jury à 40% pulpeux et 60% peu pulpeux.
- ❖ La formule **B6** est jugée par le jury à 40% très pulpeux, 20% pulpeux et 40% peu pulpeux.
- ❖ La recette **B8** est jugée par le jury à 60% pulpeux et 40% peu pulpeux.
- ❖ La recette **B9** est jugée par le jury à 60% très pulpeux et 40 % pulpeux.

- ❖ **La recette B10** est jugée par le jury à 100% très peu pulpeux.
- ❖ **La recette B11** est jugée par le jury à 20% peu pulpeux et 80% très peu pulpeux.
- ❖ **La recette B12** est jugée par 1 jury à 20% pulpeux, 40% peu pulpeux et 40% très peu pulpeux.

Les résultats de l'analyse organoleptique concernant la pulposité montrent que les boissons B3, B6 et B9 présentent la caractéristique pulpeuse cela est expliqué par la présence de 100 g du jus de mandarine dans ces boissons.

Au terme de cette étude expérimentale, nous avons testé la possibilité de fabriquer une nouvelle boisson de type nectar à base de pulpe de melon et de jus de mandarine présentant des qualités organoleptiques satisfaisantes.

La boisson est composée d'ingrédients divers à savoir la pulpe de melon, jus de mandarine, le saccharose, l'acide citrique et l'eau minérale. Cette composition confère à ce produit une valeur nutritionnelle intéressante.

Le barème de pasteurisation a été efficace, mais l'utilisation du conservateur et du froid est nécessaire pour préserver la qualité de la boisson.

En ce qui concerne l'analyse organoleptique, les résultats sont satisfaisants, parmi les douze boissons formulées, trois échantillons sont appréciés par les dégustateurs.

Les trois nectars et les trois témoins ont subi un contrôle de la stabilité qui a consisté en une incubation de 21 jours à l'air ambiant. Ces boissons nous ont également révélé des propriétés similaires et d'autres sont plus au moins supérieures à celles des témoins analysés et utilisées comme référence. L'ensemble des analyses physico-chimiques et microbiologiques effectuées montrent la conformité sur le plan microbiologique de nos boissons aux normes décrites par le Journal Officiel de la République Algérienne N°35 de 27 Mai 1998. C'est à dire que nos produits ont été jugés stables durant la période de stockage. Ceci montre le rôle important que jouent l'acidité et le pH et la pasteurisation du nectar dans la conservation du produit.

Cette étude mérite d'être approfondie et promet sans doute de bonnes perspectives d'élaborer une nouvelle boisson de type nectar à base de pulpe de melon et jus de mandarine. Une étude plus approfondie tenant compte de tous les paramètres et facteurs pouvant contribuer à la conservation des qualités organoleptiques, hygiéniques et nutritionnelles, mais cela n'est possible qu'en respectant les principes d'hygiène et des bonnes pratiques de fabrication, notamment la qualité microbiologique des matières premières et le conservateur utilisé ainsi que l'optimisation du traitement thermique de pasteurisation.

A

- ✓ **ABAS S., TALBI M. (2011).** Essai de fabrication d'une boisson type nectar à base de melon. Ingénieur d'Etat en Agronomie. Université Mouloud MAMMERI, Tizi Ouzou.
- ✓ **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.
- ✓ **AFNOR (1986).** . Jus de fruits et de légumes: spécification et méthodes d'analyse. 2^{ème} éd, Tour Europe, Paris, 155 p.
- ✓ **AFNOR. (1995).** Norme AFNOR V76-005 pour le jus d'orange. Tour Europe 92049 Paris La Défense Codex. PP : 7-45.
- ✓ **AFNOR., (1982).** Recueil de normes françaises des produits dérivés des fruits et légumes jus de fruits. ed., AFNOR : 325.
- ✓ **AKMOUCHE H. (2010)** .Contribution à la valorisation des figues de barbarie (*Opinita ficus-indica*) par la fabrication de jus de fruits. Mémoire d'ingénieur, UMMTO .PP 32-36.
- ✓ **ALAVOINE F., CROCHON M., FADY C., FAVOT J., MORAS P., PECH J.C. (1988).** La qualité gustative des fruits. Méthodes pratiques d'analyses. PP : 7-18.
- ✓ **ALBAGNAC G., VORQ AUX P. et MONTI GAUD J. (2002).** Technique de transformation des fruits. Edition TEC et DOC. Lavoisier. Paris .PP 80-81.
- ✓ **AMIOUR S. (2009).** Etude quantitative des composés phénoliques des extraits de grenade et évaluation in vitro de leur activité biologique, mémoire de magister en biologie, centre universitaire de batna.76-77
- ✓ **ANNONYME.,(2017).**<http://sante.journaldesfemmes.com/calories/classement/aliments/vitamine-c>
- ✓ **ANNONYME_a, 2017:** le marché des boissons sans alcool.<http://www.agroligne.com>.
- ✓ **ANNONYME_b, 2017:** Panorama des industries agro-alimentaires. <http://www.agriculture.gouv.fr>
- ✓ **ANONYME, (2005).** Codex Alimentarius.
- ✓ **ANONYME, 2011; DORE et VAROQUAUX, 2006).** Le melon saveur de l'année 2011 N° 186.www.etoile-du-sud.fr
- ✓ **ANONYME. 2010:** <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Marche/orange.htm>.
- ✓ **AOAC (1984).** Official methods of analysis,15th d. Association of official analytical chemists, USA, PP 1058-1059.

- ✓ **APRIFEL.(2010).** Agence pour la recherche de l'information de fruits et légumes. Disponible sur : www.aprifel.com.

B

- ✓ **BECILA A. (2009).** Préventions des altérations et des contaminations microbiennes des aliments.
- ✓ **BELDJOUDI Y., HAMOUDI M. (2006).** Essai de formulation d'un nectar à base de concentré de jus d'orange ,de carotte ,de tomate et de concombre .Mémoire d'ingénieur, INA, Alger. PP34.
- ✓ **BENAISSA A, (2011).** Etude de la qualité microbiologique des viandes cameline et ovine conservées selon différents modes. Mémoire de magistère, UKM Ouargla .PP 50.
- ✓ **BENAMARA S., AGOUGOU A. (2003)** Jus alimentaires. Technologies agroalimentaire. ed.,2.01.4280.
- ✓ **BENEDICTE et MICHEL B.(2011).** Agrumes "comment les choisir et cultiver facilement". Edition: Ulmer.paris :6p.
- ✓ **BERLINET C., 2006.** Etude de l'influence de l'emballage et de la matrice sur la qualité du jus d'orange. Thèse de DOCTORAT. Agro Paris Tech. P224.
- ✓ **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.
- ✓ **BOIRON A. (2008).** Les décrets permettraient de fixer et faire respecter les catégories. Ed. La revue de l'industrie agroalimentaire, Algérie. PP 30.
- ✓ **BOIRON A., ARVAULT G. (2008)** Boissons montées en gamme. ed., La revue de l'industrie agroalimentaire Algérie, pp 29.
- ✓ **BONNEFOY, ERIC, et al."**Primary angioplasty versus prehospital fibrinolysis in acute myocardial infarction: a randomised study." *The Lancet* 360.9336 (2002): 825-829.
- ✓ **BOUCHAL Y., et DJEBAR L. (2013).** Essais de fabrication d'une boisson de type nectar à base de trois variétés locales de melon (Cucumis melo L)- Caractérisations physicochimiques, microbiologiques et sensorielle. Ingénieur d'Etat en Agronomie. Université Mouloud MAMMERI, Tizi Ouzou.
- ✓ **BOUKHIAR A. (2009).** Analyse du processus traditionnel d'obtention du vinaigre de dattes tel qu'appliqué au sud Algérie : essai d'optimisation. Mémoire de magistère, centre universitaire de Boumerdes. 45-52.

- ✓ **BOURDOUXHE L. et DELHOVE G. (2009).** Guide de bonne Pratiques Phytosanitaires, Melon (Cucumis melo). B-1050 Brussels, Belgium. PP. 10-13-14-15.
- ✓ **BOURGEOIS C. M., MESCLEJ F., ZUCCA J. (1996)** Microbiologie alimentaire, aspect microbiologique de la sécurité alimentaire, Tome 1. ed., Lavoisier Tec et Doc, Paris.
- ✓ **BOURGOIS C. (2003)** Les vitamines dans les industries agroalimentaires. ed., Lavoisier Tec et Doc, Paris, pp 90.
- ✓ **BOURJOIS C-M., MESCLEJ-F et ZUCCA J.(1996).** Microbiologie alimentaire, aspect microbiologique de la sécurité alimentaire, Tome 1. TEC et DOC. Lavoisier.
- ✓ **BOUSBIA, NABIL. 2011.** Extraction des huiles essentielles riches en anti-oxydants à partir de produits naturels et de co-produits agroalimentaires. 2011. Thèse de doctorat. Université d'Avignon; Institut national agronomique (El Harrach, Algérie).
- ✓ **BOVILL H., 1996:** Natural aroma chemicals from oranges and other botanical sources. Parfum.

C

- ✓ **CAI, JIAN-FENG, EMMANUEL J. CANDÈS, and ZUOWEI SHEN.** "A singular value thresholding algorithm for matrix completion." *SIAM Journal on Optimization* 20.4 (2010): 1956-1982.
- ✓ **CCAF(2004).** Contribution des jus et nectars de fruits aux apports nutritionnels .Enquête comportements et consommation alimentaire en France.
- ✓ **CHAUX C. et FOURY C. (1994).** La Production Légumière, Légumineuses, Potagères, Légumes, Fruits. Lavoisier, Paris.
- ✓ **CHEFTEL J. C., CHEFTEL H. (1986)** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. ed., Lavoisier Tec et Doc, Paris II, pp 47-52.
- ✓ **CLAUDIAN J.(1986)** Boisson. Les aliments «Manuel d'alimentation humaines». ed., E.S.F, Paris, II, pp 399-400.
- ✓ **CODEX ALIMENTARIUS. (2005)** Norme générale codex pour les jus et les nectars de fruits.

D

- ✓ **DALY et al, (2000).** Programme Cultures Maraichères et Horticoles.
- ✓ **DENTON et GRUBBEN G.T. (2004)** Ressources Végétales de l'Afrique Tropicale 2 : Légume. Backhys Publishers, Pays Bas. PP. 273-274-275.
- ✓ **DJOUDI F., ZITOUNI S. (2010).** Formulation d'une boisson à base de purée de tomate, de fraise et de raisin rouge. Mémoire d'ingénieur, INA, Alger .pp 11,14,50,54,70.

- ✓ **DUBOURG J.(2008)** Tout le Jardinage Potager. Gisserot Pratique. PP. 229-230-231.(**ESPIARD.E. (2002)**). Introduction à la Transformation Industrielle des Fruits. Techniques de Documentation. Lavoisier. Paris. PP. 5-218.

E

- ✓ **ESPIARD E. (2002)** Introduction à la transformation industrielle des fruits. ed., TEC et DOC, Lavoisier, Paris, pp 6, 12 , 52, 162, 305-309.
- ✓ **ESPIARD, (2002)**. Introduction à la transformation Industrielle des Fruits. Technique et Documentation. Lavoisier. Paris. PP. 5-218.
- ✓ **ESPIARD, E.2002**. Introduction à la transformation industrielle des fruits. éd Tec et Doc, 11 Rue Lavoisier 75008 Paris, 2002.ISBN :2-74 30-0526-2.
- ✓ **ESPIARD.E. (2002)**. Introduction à la Transformation Industrielle des Fruits. Technique et Documentation. Lavoisier. Paris. PP. 5-218

F

- ✓ **FRANCK CURK, 2014**. Organisation du complexe d'espèce et décryptage des structures des génomes en mosaïque interspécifiques chez les agrumes cultivés.
- ✓ **FRANCOIS, COU P L AN**. "La santé par les plantes de Suisse romande." *Éditions du Belvédère* (2011).
- ✓ **FREDOT E. (2007)** Connaissance des aliments ; bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. ed., Lavoisier Tec et Doc, Paris.

G

- ✓ **GARCIA-LOR, A. ANCLLO, G. NAVARRO, L. and OLLITRAULT, P. 2013a**. Citrus (Rutaceae) SNP Markers Based on Competitive Allele-Specific PCR; Transferability Across the Aurantioideae Subfamily. *Applications in Plant Sciences* 1:4:1200406.
- ✓ glycation endproducts as UVA photosensitizers of tryptophan and ascorbic acid: consequences for the lens. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 1621(3), 235-241.
- ✓ **GUILLET F., BENNEFOY C., LEYRAL G., BOURDAIS E-V. (2002)**. Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires. Ed. Centre régionale de documentation pédagogique d'aquitaine, Bordeaux. PP 45.
- ✓ **GUIRAUD J. P. (2003)** Microbiologie alimentaire. ed., Dunod, Paris.
- ✓ **GUIRAUD J.P. (1999)**. Microbiologie alimentaire. Dunod, Paris.
- ✓ **GURAK P. D., CABRAL L.C., LEO MHM.R., MATTA V-M., FREITAS S.P.(2010)**.Quality evaluation of grape juice concentrated by reserve osmosis. *Journal of food Engineering* 96.PP421-426.

- ✓ **GUY A., VAROQUAUX P et MONTIGAUD J. (2002).** Technologie de transformation des fruits. Tec & Doc éditions. Paris. Collection sciences et techniques agroalimentaires.

H

- ✓ **HENDRIX C.M. et REDD J.B., 1995 :** Chemistry and Technology of Citrus Juices and By- Products. *In* : Ashurst, P.R., 1995 : Production and Packaging of Non-Carbonated Juices and Fruit Beverages. Edition Blackie Academic & Professional, pp: 53-87.

I

- ✓ **IHADADENE L., MAHFOUF T.,(2017)** Essais de fabrication d'un nectar de melon (*Cucumis melo L.*) et etude de la stabilité.

J

- ✓ **JEANET R., CROGUENNET T., SCHUCK P et BRULE G. (2007)** Technologie des produits alimentaires. science des aliments 2. ed., Lavoisier, Paris.
- ✓ **JETT LW. (2005)** .High Tunnel Melon and Water melon Production. University of Missouri, Columbia, MO 65211-7140.
- ✓ **JORA, (1998).** Arête du 27/05/1998 de journal officiel de la république algérienne N°35. Relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires. L'industrie agroalimentaire Algérie, pp 29.

K

- ✓ **KHELFOUNI. S. (2011)** Essai de fabrication d'un nectar de fruits à base de pulpe de raisin (*Vitis vinifera*) et de purée de fraise (*Fragaria ananassa Duch*) et essai de stabilité. Ingénieur d'Etat en Agronomie. Université Mouloud MAMMERI, Tizi Ouzou.

L

- ✓ **LADOGRAVE. (2008).** Médecine des plantes.
- ✓ **LEITSNER et GOULD, 2002** Hurdler technologies. Combinassions treatments for food stability, safety and quality. Kluwer Academic/ plenum Publishers. New York, USA.
- ✓ **LEIX-HENRY et al, (2010).** Fusariose du melon, différences de sensibilité des variétés en production.
- ✓ **LEYRAL G., VIERLING E. (2008)** Aliment et boisson, technologie et aspect réglementaire. Biosciences et technique, 3^{ème} édition.
- ✓ **LEYRAL. Et VIERLING E. (2007).** Microbiologie et toxicologie des aliments. Hygiène et sécurité alimentaire. 4^{ème} édition. Doines édition. Paris. PP 183.

M

- ✓ **MACHEIX J-J, FLEURET A et JAY-ALLAMANDC. (2005).** Les composés phénoliques des végétaux. Prés polytechniques et universitaire romande.

- ✓ **MAHFOUF T., IHEDADEN L. (2017).** Essais de fabrication d'un nectar de melon (*Cucumis melo L.*) et étude de la stabilité. Dipôme de master 2. Université Mouloud MAMMARI, Tizi Ouzou.
- ✓ **MAPPA, (2006)** Les Productions Légumineuses : Cahier d'Activité. 2^{ème} édition. Paris.
- ✓ **MILIND, PARLE, et SING KULWANT.** "Musk melon is eat-must melon." IRJP 2.8 (2011): 52-57.
- ✓ **MOIGRADEAN D., POINA M-A ., GERGEN I., DOGARU D.(2006).**Antioxydant capacity evaluation in relation with polyphénolos and ascorbic acid content for somenaturaljuices .Jornal of Agroalimentary Processes and Technologies,Vol XII , N°2, Romania. PP 385-390.
- ✓ **MOURAD. (2003)** La production d'eau minérale en Algérie en hausse.www.algerie-dz.com.
- ✓ **MULTON J-L & BUREAU G., (1998).** L'emballage des denrées alimentaires de grande consommation. IIème Ed Lavoisier, (paris). P : 829
- ✓ **MULTON J-L. (1993).** La qualité des produits alimentaire, politique, initiation, gestion et contrôle. 2^{ème} édition. Paris : technique et documentation Lavoisier. PP 832
- ✓ **MULTONJ-L (1992).** Additifs et auxiliaires de fabrication dans les IAA. Ed. Tec et Doc, Lavoisier, Paris.

N

- ✓ **NOUT R., HONNHONIGAN J-D., BOEKEL T-V. (2003).** Les aliments : Transformation, conservation et qualité. Ed. CTA, Germany. PP 37 -42, 134-261, 109-119.
- ✓ **NOUT R., HONNHONIGANJ D., BOEKELT V. (2003)** Les aliments: Transformation. Conservation et Qualité. ed., CTA, Germany, pp 37-42, 109-119, 134-261.

O

- ✓ **ODET, 1991. JETT, 2005).** Le Melon. Paris
- ✓ **OOGHE, WILFRIED C., and CHRIST'L. M. DETAVERNIER.** "Detection of the addition of *Citrus reticulata* and hybrids to *Citrus sinensis* by flavonoids." Journal of agricultural and food chemistry 45.5 (1997): 1633-1637.
- ✓ **OYAIZU M. (1986).** Studies on products of browning reactions: Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. Jpn J Nutr; 44: 307-315.

P

- ✓ **PEDROSA S. (2009).** Diététique. Disponible sur : www.Aprifel.Com
- ✓ **PEYRON L., 2002:** Production of bitter orange neroli and petitgrain oils. *Cité In* Dugo G. And Di Giacomo A., 2002: Citrus, the Genus Citrus. Edition Taylor and Francis.642 p.

- ✓ Phosphor molybdic-phospho tungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16, 144-158.
- ✓ **PIDOUX J-P. (1995).** Guide pour la préparation des fruits tropicaux. Ed. FICB, suisse. PP 14.
- ✓ **PLUMAY L., (2009).** Le jus de fruit en 2010 : zoom sur la vitamine C. Dossier de presse, UNIJUS. PP 17-19.
- ✓ **PRALORAN, J.C., 1971.** Les agrumes, Maisonneuve G.P., Larousse, Paris.
- ✓ **PROLONGEAU V., RENAUDIN N. (2009)** Charte d'engagement volon

R

- ✓ **RAKOTOVAO A-M. (2009).**Contribution à la valorisation des courges et des pommes en marmelade .Mémoire d'ingénieur .Université d'Antananarivo, Madagascar .pp 6,20-21,37-40.
- ✓ **RAMFUL, D., BAHORUNB, T., BOURDONC, E., TARNUSC, E., ARUOMA, O.I., 2010.** Bioactive phenolics and antioxidant propensity of flavedo extracts of Mauritian citrus fruits: potential prophylactic ingredients for functional foods application. *Toxicology*. 278, 75-87.
- ✓ **RATNAM D. V., ANKOLA D. D., BHARDWAJ V., SHAMA D. K., KUMAR M. (2006)** Role of antioxidants in prophylaxis and therapy: pharmaceutical perspective. *Jornal of controlled release*. pp 113-189.
- ✓ **ROBIN, MARIE-MONIQUE.** Escadrons de la mort, l'école française. la Découverte, 2015.
- ✓ **ROCHETTE, A., BIRLOUEZ-ARAGON, I., Silva, E., & Morlière, P. (2003).** Advanced
- ✓ **ROSSO EMMANUELLE. 2010,** L'Univers des formes ISSN 0566-1064; 15.

S

- ✓ **SAUVAGEAOT. (1982).** Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agroalimentaires vol 2 : principes des techniques d'analyses. Technique et documentation, Lavoisier, Paris.
- ✓ **SINGLETON V.L., ROSSI J.A., (1965).** Colorimetry of total phenolics with
- ✓ **SPIEGEL-ROY P. et GOLDSCHMIDT E.E., 1996:** Biology of Citrus. 1ère édition; Edition Cambridge University Press. 239 p.

T

- ✓ **TORQUATO, L. D., PACHIEGA, R., CRESPI, M. S., NESPECA, M. G., de OLIVEIRA, J. E., & MAINTINGUER, S. I.** Potential of biohydrogen production from effluents of citrus processing industry using anaerobic bacteria from sewage sludge. *Waste management*, (2017); 59, 181-193.
- ✓ **TRAVERS I. (2004).** Influence des conditions pédoclimatiques du terroir sur le comportement du pommier et la composition des pommes à cidre dans le Pays d’Auge. Thèse de Doctorat. Université de Caen. Basse-Normandie. PP124.

U

- ✓ **USDA (United States Department of Agriculture). 2014.** Citrus: World Markets and Trade.

V

- ✓ **VASSENEIX, C., et al.** "Endophtalmie endogène unilatérale à *Pseudomonas aeruginosa* chez un prématuré: à propos d’un cas." *Journal Français d’Ophtalmologie* 33.8 (2010): 556-560.
- ✓ **VIERLING E. (2008)** .Science des aliment, 3^e édition .Ed .Centre régional de documentation pédagogique d’Aquitaine .Bordeaux .PP 236-237.

W

- ✓ **WEBBER H.J., REUTHER W. et BATCHELOR L.D., 1967:** The citrus Industry, volume 1: History, world distribution, botany and varieties. Edition. University of California Press.

Z

- ✓ **ZAIDI A Et MAHIOUT B., 2012 :** Voyage au cœur des aliments. Edition 2012. Alger : p136.
- ✓ **ZHENBAO J., FEL T., LING G., GUANJUN T., XIAOLIN D 2007 .** Antioxidant properties of extracts from juemingzi *Cassia tora* L. evaluated in vitro. *Swiss Society of Food Science and Technology*. 40; 1072-1077.

❖ **Appareillage :**

- ✓ pH mètre
- ✓ Bain marie
- ✓ Balance de précision
- ✓ Réfrigérateur
- ✓ Congélateur
- ✓ Mixeur
- ✓ Bec benzène
- ✓ Etuve
- ✓ Réfractomètre
- ✓ Autoclave
- ✓ Plaque chauffante
- ✓ Centrifugeuse
- ✓ le spectrophotomètre

❖ **Verrerie :**

- ✓ Des béchers
- ✓ Pipette graduée de 10ml
- ✓ Burettes
- ✓ Fiole jaugée de 100ml
- ✓ Entonnoir
- ✓ Tubes à vices stériles
- ✓ Flacons de 300 ml stériles
- ✓ Pipette pasteur
- ✓ Boites de pétri

➤ **Préparation des solutions :**

❖ **Solution Fehling = Fehling A+ Fehling B.**

• **Fehling A :**

- ✓ Sulfate de cuivre 40 g
- ✓ Acide sulfurique pur 2 ml
- ✓ Eau distillée 1000 ml

• **Fehling B :**

- ✓ Tartrate double de Na et K 200 g
- ✓ Soude pur (NaOH) 150 ml
- ✓ Eau distillée 1000 ml

❖ **Filtrat 1**

- ✓ 20 ml de l'échantillon
- ✓ 5 ml d'acétate de plomb
- ✓ Ajuster à 100 ml avec l'eau distillée
- ✓ Filtrer le mélange

❖ **Filtrat 2**

- ✓ Prélever 50ml de filtrat I
- ✓ Ajouter 5 ml d'HCl concentré
- ✓ Porter au bain marie ($T^{\circ}=70^{\circ}\text{C}/5\text{min}$)
- ✓ Neutraliser avec NaOH à 10N en présence de phénolphtaléine à 2% jusqu'apparition d'une couleur rose persistante.

❖ **Solution de bleu de méthylène :**

- ✓ Bleu de méthylène 2 g
- ✓ Eau distillée 1000 ml

❖ **Solution d'acétate de plomb :**

- ✓ Acétate neutre de plomb 5g
- ✓ Eau distillée 100 ml

❖ **Solution de phénolphtaléine à 2% :**

- ✓ Phénolphtaléine 2 g
- ✓ Eau distillée 100 ml

❖ **Solution de NaOH à 10 N :**

- ✓ Soude 40 g
- ✓ Eau distillée 1000 ml

❖ **Solution de NaOH à 0.1 N :**

- ✓ Soude 4 g
- ✓ Eau distillé 1000 ml

❖ **Chlorure ferrique à 0.1%**

- ✓ Chlorure ferrique 0.1 g
- ✓ L'eau distillé 100 ml

➤ **Tampon phosphate (0.1M, pH=6)**

• **Phosphate di-sodique 0.2 M (1)**

- ✓ $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 71.7g
- ✓ L'eau distillée 1000ml

• **Phosphate mono-sodique 0.2 M (2)**

- ✓ $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 27.8 g
- ✓ L'eau distillé 1000ml

❖ **Tampon phosphate**

- ✓ 87.8ml de la **solution (1)** + 12.3 ml de **la solution (2)** et complété à 200 ml avec de l'eau distillé, puis contrôler le pH par papier indicateur pour arriver à pH =6 ;
- ✓ Ajouter la **solution (2)** pour augmenter le pH ;
- ✓ La **solution (1)** pour baisser le pH.

Date:.....

Lieu de l'enquête :.....

Echantillon N° :

Dégusté par :

Questionnaire

Test de dégustation

Dans le cadre d'une enquête pour la fabrication d'un jus de cocktail à base de melon et mandarine, nous vous proposons notre gamme de fabrication des boissons pour évaluer chacun des descripteurs pour ces formulations à l'aide de l'échelle d'intensité allant de 1 à 4. Merci de répondre à ce questionnaire

• **Comment trouver-vous ce produit ?**

➤ **La couleur**

- Très mauvaise
- Mauvaise
- Moyenne
- Très bonne

➤ **La consistance**

- Trop liquide
- Liquide
- Consistant
- Très consistant

➤ **L'odeur**

- Agréable
- Moins agréable

Plus en mois agréable

Très agréable

➤ **Le goût**

Très bon

Bon

Moyen

Mauvais

• **Le goût (acidité)**

Très acide

Moyennement acide

Peu acide

Très peu acide

• **Le goût (sucré)**

Très sucré

Sucré

Moyennement sucré

Peu sucré

➤ **Pulposité:**

Très pulpeux

Pulpeux

Peu pulpeux

Très peu pulpeux

❖ **Matériels et appareils utilisés au cours de l'expérience :**

Spectrophotomètre (MD-2000UV)



Réfractomètre



pH-mètre (inoLabo)



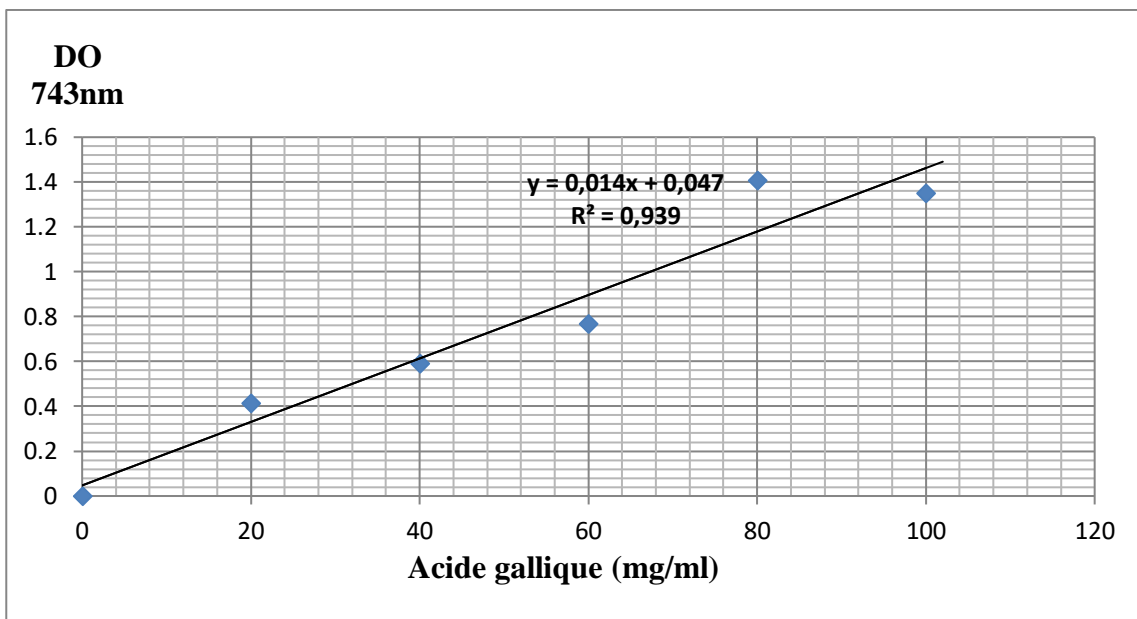
Balance de précision



L'étuve (BINDER)



Dessiccateur



Courbe d'étalonnage des polyphénols

Résumé

La production de melon est assez importante en Algérie. C'est pourquoi il paraît intéressant de procéder à la valorisation de ce fruit par l'élaboration d'une boisson de type nectar de fruits.

Notre étude consiste à transformer deux espèces différentes de fruits melon jaune canari et mandarine (*Cucumis melo L* et *Citrus reticulata*) en vue d'obtenir un nectar à base de ces deux fruits. Le principe consiste à mélanger la matière première avec du sucre, l'acide citrique, l'eau et l'application d'un traitement thermique (pasteurisation). Ces préparations préliminaires ont été présentées à un jury de dégustation qui a choisi les meilleures formulations sur lesquelles nous avons mené notre étude.

En premier lieu, nous avons effectué des analyses physico-chimiques sur la pulpe du melon et jus de mandarine puis sur les boissons formulées qui sont stockés à 4°C et à l'air ambiant durant 21 jours, ainsi qu'une analyse microbiologique et sensorielle sur ces produits.

Mots clés : Valorisation, nectar de fruits, Jaune canari, *Cucumis melo L*, *Citrus reticulata*, analyses physico-chimiques, analyses microbiologiques, analyse sensorielle.

Summary

The melon production is important in Algeria. This is why it seems interesting to proceed with the transformation of this fruit by developing a fruit drink nectar .

Our study consists to transform two different species of canary yellow melon and mandarin fruit (*Cucumis melo L* and *Citrus reticulata*) in order to obtain a drink nectar based on these two fruits. The principle is to mix the raw materials with sugar, citric acid, water and the application of a heat treatment (pasteurization). These preliminary preparations were presented to a tasting panel who chooses the best formulations on which we conducted our study and analysis.

Firstly, we carried out physicochemical analyzes on the pulp of melon and mandarin juice then on the formulated drinks which are stored at 4°C and at the ambient air during 21 days, as well as a microbiological and sensory analysis on these products.

Key words: Valorization, fruit nectar, yellow canary, *Cucumis melo L*, *Citrus reticulata*, physicochemical analyzes, microbiological analyzes, sensory analysis.