

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université Abou Bekr Belkaid
Tlemcen Algérie



جامعة أبي بكر بلقايد

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

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID TLEMCEN

Faculté des sciences de la Nature et de la Vie, et des Sciences de La Terre et de l'Univers

Département d'Agronomie

Mémoire

Présenté par :

KADDOUR Amira Keltoum

MADANI Nour Houda Fatima

En vue de l'obtention du diplôme de Master

En Sciences Alimentaires

Option : Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

THEME :

Préparation de quelques boissons à base de fruits et de légumes

Soutenue le 25/06/2025 devant le jury composé de :

Présidente	Mme GHANEMI Fatima Zohra	MCA	Université de Tlemcen
Examinatrice	Mme ADIDA Houria	MCA	Université de Tlemcen
Encadrante	Mme MERGHACHE Salima	Pr	Université de Tlemcen

Année Universitaire : 2024/2025



Tout d'abord, nous tenons à exprimer notre sincère gratitude à Dieu Tout-Puissant, qui nous a donné la force, la patience et le courage nécessaires pour mener à bien ce modeste projet.

Nos remerciements les plus sincères s'adressent tout d'abord à notre encadrante, Mme MERGHACHE Salima, pour son soutien inestimable, ses précieux conseils, sa disponibilité constante et sa patience tout au long de ce projet de fin d'études. Son expertise et ses encouragements ont été déterminants pour l'aboutissement de ce mémoire.

Nous remercions également les membres du jury, Madame GHANEMI Fatima Zohra et Madame ADIDA Houria, d'avoir accepté d'évaluer notre travail et pour le temps qu'ils y consacrent. Nous souhaitons adresser nos vifs remerciements à l'ensemble du corps professoral du Département d'Agronomie de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et des Sciences de La Terre et de l'Univers de l'Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, pour la qualité de l'enseignement dispensé durant notre cursus universitaire.

Nous adressons également nos sincères remerciements à l'ingénieur du Laboratoire Chimie Inorganique et Environnement, Mr Mohammed, pour ses conseils et sa gentillesse.

Nos remerciements s'étendent à nos familles respectives pour leur amour, leur soutien indéfectible, leur compréhension et leurs sacrifices. Leur présence et leurs encouragements ont été une source constante de motivation.

Dédicace

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

À l'homme qui me doit la vie et le succès Tout mon respect : Mon cher père Djamel.

À la femme qui quoi- que je fasse ou que je dise, je ne : saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles. Mon adorable mère Afef.

À ma chère sœur Zineb et à mon petit frère Amir, qui m'ont donné des conseils, des encouragements et du soutien tout au long de ma vie. Que Dieu les protège et leur accorde bonheur et réussite.

À tous les cousins, la famille et amis que j'ai connus jusqu'à présent actuellement.

À mon binôme Houda pour son soutien moral, sa patience Et sa compréhension tout au long de ce projet.

AMIRA





Dédicace

À l'aide de dieu le tout puissant Qui m'a tracé le chemin de ma vie. J'ai pu réaliser ce travail.

Je dédie ce travail. Mon cher père, que Dieu ait pitié de lui

À ma chère maman, qui m'a aidé et partagé mes souffrances tout au long de mes études. En témoignage de mon, éternelle reconnaissance que Dieu vous protège et vous prête bonne santé longue vie et plein de bonheur.

À la personne la plus chère à mon cœur qui m'a accompagné et m'a aidé à terminer mes études et qui m'a accompagné contre vents et marées. À ma chère sœur, saddiki fatima

À tous mes frères et à ma famille qui m'ont encouragée et soutenue moralement, merci beaucoup.

Et à tous ceux qui m'aiment, témoignage de mon profond amour et de mon admiration.

Et à mon binôme, Amira, pour sa patience, sa compréhension et son soutien tout au long de ce projet.

NOUR HONDA



SOMMAIRE

Remerciements

Dédicaces

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

Introduction générale.....1

Chapitre1 : Synthèse bibliographique

I.	Généralités sur les jus de fruits et de légumes	4
1.1.	Définition :.....	4
1.1.1.	Jus de fruits	4
1.1.2.	Jus de légumes	4
1.1.3.	Cocktail	4
1.1.4.	Concentré des fruits et des légumes	4
1.2.	Qualités nutritionnelles des jus de fruits et légumes	4
1.3.	Production de jus de fruits et jus de légumes	5
1.3.1.	Production mondiale de jus de fruits	5
1.3.2.	Production mondiale de jus de légumes	6
II.	Les fruits et légumes utilisés	7
2.1.	Pomme	7
2.1.1.	Définition	7
2.1.2.	Classification et description botanique	7
2.1.3.	Caractéristiques	8
2.1.4.	Composition biochimique de pomme	8
2.1.4.	Les bienfaits de pomme	9
2.2.	La fraise	9
2.2.1	Définition	9
2.2.2.	Classification et description botanique	10
2.2.3.	Caractéristiques	11
2.2.4.	Composition chimique et valeur nutritionnelle	11
2.2.5.	Les bienfaits de fraises	12
2.3.	Le citron	12
2.3.1.	Définition	12

2.3.2.	Classification et description botanique	13
2.3.3.	Caractéristiques de citron	14
2.3.4.	Composition biochimique de citron	15
2.3.5.	Les bienfaits de citron	16
2.4.	La carotte	16
2.4.1.	Définition	16
2.4.2.	Classification et description botanique	16
2.4.3.	Caractéristiques.....	17
2.4.4.	Composition biochimique de carotte	17
2.4.5.	Les bienfaits de carotte	18
2.5.	Betterave	19
2.5.1.	Définition	19
2.5.2.	Classification et description botanique	20
2.5.3.	Caractéristiques	21
2.5.4.	Composition chimique et valeur nutritionnelle de betterave	21
2.5.5.	Les bienfaits de betterave	21
2.6.	Concombre	22
2.6.1.	Définition	22
2.6.2.	Classification et description botanique	22
2.6.3.	Caractéristiques	23
2.6.4.	Composition chimique et valeur nutritionnelle	24
2.6.5.	Les bienfaits du concombre	24
III.	Procédés de transformation	25
3.1.	Triage	25
3.2.	Lavage	25
3.3.	Le pelage :	25
3.4.	Blanchiment	25
3.5.	Extraction du jus	25
3.6.	Filtration :	26
3.7.	Traitements thermiques	26
3.7.1.	La pasteurisation :	26
3.7.2.	La stérilisation	27
3.8.	Traitements de conservation :	27
3.8.1.	La réfrigération	27
3.8.2.	La congélation	27

3.9.	Conditionnement	28
------	-----------------------	----

Chapitre 2 : Matériels et méthodes

1.	Matériels	30
1.1.	Matériels de laboratoire	30
1.2.	Présentation de la matière première	30
1.3.	Élaboration des différentes formulations de jus	31
1.4.	Les étapes de fabrication du jus	32
2.	Méthode d’analyses	36
2.1.	Analyse physicochimiques.....	36
2.1.1.	Détermination de la masse volumique (densité)	36
2.1.2.	Détermination du pH des boissons	37
2.1.3.	Mesure de la conductivité	38
2.1.4.	Détermination de l’extrait sec total	39
2.1.5.	Détermination du taux d’humidité	40
2.1.6.	Le dosage des pectines	41
2.1.7.	Détermination de la teneur en cendres	42
2.1.8.	Détermination de l’acidité titrable 43	
2.1.9.	Détermination de l’activité antioxydante	45
2.2.	Analyse sensorielle.....	46

Chapitre 3 : Résultats et discussions

1.	Résultat de l’analyse sensorielle.....	48
2.	Analyse physicochimique.....	52
2.1.	Conductivité.....	52
2.2.	Résultat de la masse volumique.....	53
2.3.	Le pH.....	54
2.4.	Résultat de détermination de l’extrait sec total.....	55
2.5.	Résultat de l’humidité	56
2.6.	Résultat des cendres	57
2.7.	Résultat de la pectine	58
2.8.	Résultat d’acidité titrable.....	59
2.9.	Résultat de l’activité antioxydante.....	60
	Conclusion générale.....	63

Références bibliographiques.....	65
---	-----------

Annexes

Liste des figures

Figure 1 : Production mondial de jus de fruit (FAO, 2013).....	5
Figure 2 : Production mondial de jus de légumes (FAO, 2013).....	6
Figure 3 : Photo de la pomme.....	7
Figure 4 : Structure anatomique générale d'une pomme.....	8
Figure 5 : Photo des fraises.....	10
Figure 6 : Photo de citron.....	13
Figure 7 : La photo de la carotte.....	17
Figure 8 : photo de betterave.....	19
Figure 9 : Photo du concombre.....	23
Figure 10 : Les fruits et légumes utilisées.....	31
Figure 11 : Les trois formulations de boissons.....	31
Figure 12 : Schéma de fabrication de jus "Rouge" à base de (Fraise, betterave, citron).....	33
Figure 13 : Fabrication de jus "Orange" à base de (Pomme, carotte, citron).....	34
Figure 14 : Fabrication de jus "Vert" à base de (Pomme, concombre, citron).....	35
Figure 15 : Méthode de mesure la masse volumique.....	37
Figure 16 : La méthode de mesure du pH.....	38
Figure 17 : L'appareil utilisé pour mesurer la conductivité.....	39
Figure 18 : Méthode de détermination de l'extrait sec total.....	40
Figure 19 : La méthode de dosage des pectines.....	41
Figure 20 : La méthode de détermination de la teneur en cendres.....	43
Figure 21 : Méthode de dosage utilisée pour la détermination de l'acidité titrable.....	44
Figure 22 : Réaction de l'antioxydant et du radical libre DPPH°.....	45
Figure 23 : Photo décrivant le protocole opératoire permettant d'évaluer l'activité antioxydante.....	46
Figure 24 : Les résultats de l'évaluation de la couleur des boissons.....	48
Figure 25 : Les résultats de l'évaluation de l'odeur des boissons.....	49
Figure 26 : Les résultats de l'évaluation du goût des boissons.....	50
Figure 27 : Les résultats de l'évaluation de la texture des boissons.....	51
Figure 28 : Les valeurs de la conductivité électrique des boissons.....	52
Figure 29 : Les valeurs de la masse volumique des boissons.....	53
Figure 30 : Les valeurs du pH des boissons.....	54
Figure 31 : Les valeurs de L'extrait sec total des boissons.....	55
Figure 32 : Les valeurs de Le taux d'humidité des boissons.....	56
Figure 33 : Les valeurs de La teneur en cendres des boissons.....	57
Figure 34 : Les valeurs de La teneur en pectine des boissons.....	58
Figure 35 : Les valeurs de L'acidité titrable des boissons.....	59
Figure 36 : Les résultats de l'activité antioxydante de l'acide ascorbique et des boissons.....	60

Liste des tableaux

Tableau 1 : Classification botanique de pomme.....	7
Tableau 2 : composition biochimique moyenne dans 100g de pomme (Ciquel, 2013).....	9
Tableau 3 : Classification botanique de fraises.....	10
Tableau 4 : Composition chimique et valeur nutritionnelle de fraise (Giampieri et al. 2012).....	11
Tableau 5 : Classification botanique de citron (Bachès, 2011).....	13
Tableau 6 : Composition chimique et nutritionnelle pour 100 g de citron (Ciquel, 2017).....	15
Tableau 7 : Classification botanique de carotte (Botineau, 2010).....	16
Tableau 8 : Caractéristiques Compositions chimique et nutritionnelle (Cohen et al. 2009 et Mazarine ,2004)....	18
Tableau 9 : Classification botanique de concombre.....	20
Tableau 10 : Valeurs nutritives moyenne de 100g de concombre (Ciquel ,2016).....	22

Résumé :

L'objectif principal était de développer des boissons saines et nutritives à partir de fruits et de légumes, en évaluant leur composition, leurs bienfaits antioxydants et leur acceptation par les consommateurs.

La méthodologie a impliqué la formulation de diverses recettes de boissons, suivie d'analyses rigoureuses. Nous avons mesuré les propriétés physico-chimiques (comme le pH, l'acidité et les sucres), le pouvoir antioxydant (via le test DPPH) et ont mené une évaluation sensorielle (test hédonique) auprès d'un panel de dégustateurs pour juger le goût, l'odeur et l'apparence.

Les résultats ont démontré que les boissons élaborées possédaient des caractéristiques physico-chimiques variées et, surtout, présentaient une activité antioxydante significative, confirmant leur intérêt nutritionnel. L'analyse sensorielle a révélé une bonne acceptabilité générale des boissons par les consommateurs.

L'étude prouve qu'il est possible de créer des boissons à base de fruits et légumes à la fois saines, riches en antioxydants et appréciées des consommateurs. Ce travail ouvre des perspectives pour la valorisation des produits agricoles locaux et le développement de nouvelles options de boissons nutritives.

Mots-clés : Boissons naturelles, caractérisation physico-chimique, pH, extrait sec, masse volumique, cendres, conductivité, pectine, acidité titrable.

Abstract:

The main objective was to develop healthy and nutritious fruit and vegetable beverages by evaluating their composition, antioxidant benefits, and consumer acceptance.

The methodology involved formulating various beverage recipes, followed by rigorous analyses. We measured physicochemical properties (such as pH, acidity, and sugars), antioxidant power (using the DPPH test), and conducted a sensory evaluation (hedonic test) with a panel of tasters to judge taste, odor, and appearance.

The results demonstrated that the developed beverages possessed varied physicochemical characteristics and, more importantly, exhibited significant antioxidant activity, confirming their nutritional value. Sensory analysis revealed good overall consumer acceptability of the beverages.

The study demonstrates that it is possible to create fruit and vegetable-based beverages that are healthy, rich in antioxidants, and appreciated by consumers. This work opens up opportunities for the promotion of local agricultural products and the development of new nutritional beverage options.

Keywords: Natural beverages, physicochemical characterization, pH, dry matter, density, ash, conductivity, pectin, titratable acidity.

ملخص

كان الهدف الرئيسي هو تطوير مشروبات صحية ومغذية من الفاكهة والخضراوات من خلال تقييم تركيبها، وفوائدها المضادة للأكسدة، ومدى قبول المستهلكين لها

تضمنت المنهجية صياغة وصفات متنوعة للمشروبات، تلتها تحليلات دقيقة. قمنا بقياس الخصائص الفيزيائية والكيميائية (مثل اللذة) مع مجموعة من المتذوقين لتقييم الطعم والرائحة والمظهر

أظهرت النتائج أن المشروبات المُطورة تتميز بخصائص فيزيائية وكيميائية متنوعة، والأهم من ذلك، أنها أظهرت نشاطًا مضادًا للأكسدة ملحوظًا، مما يؤكد قيمتها الغذائية. وكشف التحليل الحسي عن قبول عام جيد من المستهلكين لهذه المشروبات

تُظهر الدراسة إمكانية إنتاج مشروبات صحية غنية بمضادات الأكسدة، وتحظى بتقدير المستهلكين، من الفاكهة والخضراوات. يتيح هذا العمل فرصًا للترويج للمنتجات الزراعية المحلية وتطوير خيارات جديدة للمشروبات المغذية الكلمات المفتاحية: المشروبات الطبيعية، التوصيف الفيزيائي والكيميائي، الرقم الهيدروجيني، المادة الجافة، الكثافة، الرماد، التوصيل، البكتين، الحموضة القابلة للقياس.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction générale :

Dans un monde où la santé et le bien-être occupent une place centrale, l'attrait pour les produits naturels et les aliments nutritifs ne cesse de croître. Parmi ces produits, les boissons naturelles à base de fruits et légumes frais connaissent une croissance significative, attirant les consommateurs par leurs propriétés nutritionnelles et leurs saveurs authentiques.

La consommation de jus élaborés à partir de fruits frais et de légumes est reconnue pour sa capacité à accroître la vitalité et à favoriser des processus de désintoxication bénéfiques. De plus, la consommation de ces jus contribue à la guérison rapide des tissus corporels endommagés. Les fruits et légumes, riches en antioxydants et faibles en calories, sont donc recommandés pour une consommation quotidienne (Azevedo-Meleiro et Rodriguez-Amaya, 2007).

La production de ces boissons pose des défis importants, notamment en termes d'amélioration des processus de fabrication, de maintien de la qualité nutritionnelle et de prolongation de la durée de conservation. En fait, les fruits et légumes frais sont des matières premières fragiles, sensibles à l'oxydation et à la décomposition microbienne, ce qui peut entraîner une perte de vitamines, une altération du goût et une réduction de la durée de conservation des produits finis.

Notre étude vise à explorer et à améliorer les méthodes de production de boissons naturelles à base de fruits et légumes frais, en mettant l'accent sur la préservation de leurs propriétés nutritionnelles et sensorielles. Nous nous intéressons particulièrement aux boissons à base de citron, de banane, fraise, carotte, betterave et pomme) et nous analysons l'impact des différentes techniques d'extraction et de transformation sur la qualité des produits finis.

L'objectif principal de ce mémoire est d'identifier les procédés de fabrication les plus adaptés pour obtenir des boissons naturelles de haute qualité, en termes de goût, de nutrition et de sécurité alimentaire.

Cette étude comporte trois chapitres : le premier chapitre nous donne un aperçu sur les jus, les fruits et légumes utilisés, et les techniques d'extraction et de formulation. Le deuxième chapitre est une partie expérimentale qui comprend la section matérielle et méthodes des préparations des boissons ainsi que les analyses physicochimiques. Nous avons aussi effectué ensuite une analyse sensorielle sur les différentes boissons.

Le dernier chapitre est consacré à l'analyse et discussion des résultats physicochimiques et sensorielles des boissons formulées. Nous terminons par une conclusion, dans laquelle, nous présentons les résultats les plus importants de ce travail.

CHAPITRE 1:

SYNTHÈSE

BIBLIOGRAPHIQUE

I. Généralités sur les jus de fruits et de légumes :**1.1. Définition :****1.1.1. Jus de fruits :**

Le jus de fruit est défini comme un liquide comestible non-fermenté, mais qui possède des propriétés fermentescibles, il est obtenu à partir de fruits frais ou congelés, par extraction du jus contenu dans les tissus du fruit à l'aide de méthodes appropriées (**Barrett et al, 2002**).

1.1.2. Jus de légumes :

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

1.1.3. Cocktail :

Le terme "cocktail" fait référence à un produit élaboré à partir d'un mélange de petits fruits et de morceaux de fruits. Ces fruits peuvent être frais, congelés ou en conserve (**CODEX STAN 78-1981**).

1.1.4. Concentré des fruits et des légumes :

Un concentré de jus de fruits est obtenu en retirant physiquement une partie de l'eau contenue dans les jus, avec un minimum de 50 % d'élimination pour une consommation directe. Les arômes, pulpes et cellules peuvent être réincorporés dans les concentrés, à condition qu'ils proviennent des mêmes fruits. Ce principe s'applique également aux concentrés de jus de légumes. Le processus de fabrication des concentrés permet de conserver les nutriments et leur valeur nutritionnelle, ainsi que les phytonutriments essentiels (**Bruxelles, 2010**).

1.2. Qualités nutritionnelles des jus de fruits et légumes :

La consommation de jus de fruit et légume est recommandée pour une alimentation saine et pour plusieurs bienfaits sur la santé.

Les jus de fruits et légumes présentent un grand intérêt nutritionnel grâce aux sels minéraux (potassium, calcium, magnésium) et aux vitamines (exemple : vit C) qu'ils contiennent, malgré la pasteurisation qu'il est nécessaire de leur faire subir pour leurs assurer une bonne conservation.

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

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

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

1.3. Production de jus de fruits et jus de légumes :

1.3.1. Production mondiale de jus de fruits :

La figure 01 ci-dessous représente la production mondiale de jus de fruit durant la période allant de 2009 à 2013, qui représente la production mondiale de jus de fruits, nous pouvons remarquer que les pays asiatiques occupent une grande partie de la production mondiale de jus par 50.7% suivie par l'Europe de 25%. Ensuite, les pays d'Afrique et d'Amérique viennent en proportions 12.1% et 11% respectivement tandis que l'Océanie occupe le dernier rang par 1.2%.

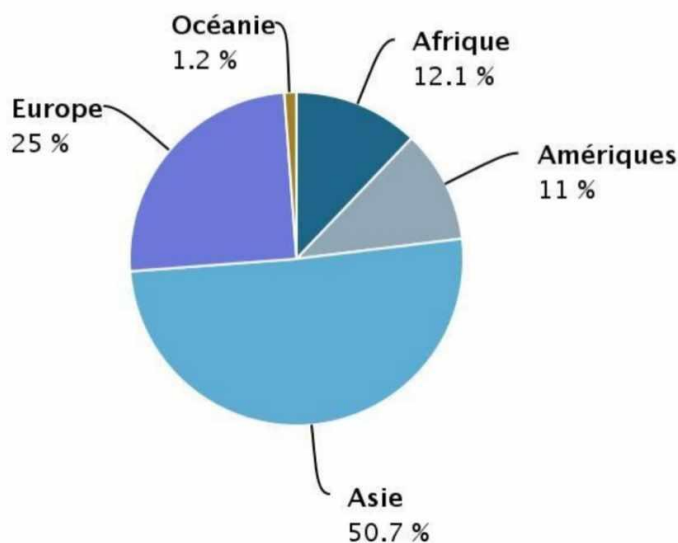


Figure 1: Production mondial de jus de fruit (FAO, 2013).

1.3.2. Production mondiale de jus de légumes :

La figure 02 représente la production mondiale de jus de légumes au cours de 2009 à 2013, on constate que les pays asiatiques occupent une part importante de la production mondiale de jus, soit 91,1 %, suivie de l'Europe avec 3,7 %, puis les pays africains et océaniques représentent respectivement 2,7 % et 2,1 %, tandis que l'Amérique arrive en dernière position avec 2,1 %.

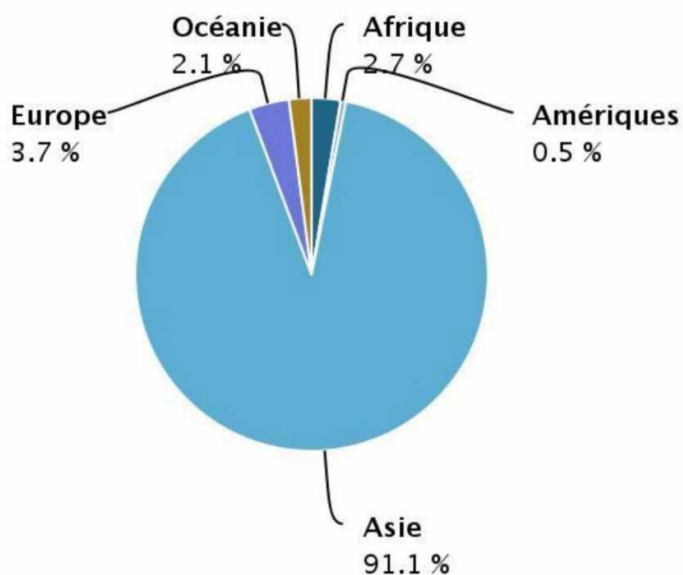


Figure 2: Production mondiale de jus de légumes (FAO, 2013).

II. Les fruits et légumes utilisés :

2.1. Pomme :

2.1.1. Définition :

La pomme « *Malus* », de l'espèce « *Malus domestica* » est membre de la famille des « *Rosaceae* ». On trouve ces multiples variétés qui se répartissent en deux grands groupes : les pommes de couteau ou de table, sucrées, qui se consomment en l'état ou en conserve, et les pommes à cidre qui sont de variétés généralement plus anciennes et à fruits plus acides (Espirad, 2002).



Figure 3: Photo de la pomme (original)

2.1.2. Classification et description botanique :

a. Classification :

Tableau 1: Classification botanique de la pomme.

Règne	Plante
Famille	<i>Rosaceae</i>
Sous-tribu	Malinae
Genre	<i>Malus</i>
Espèce	<i>Malus domestica</i>

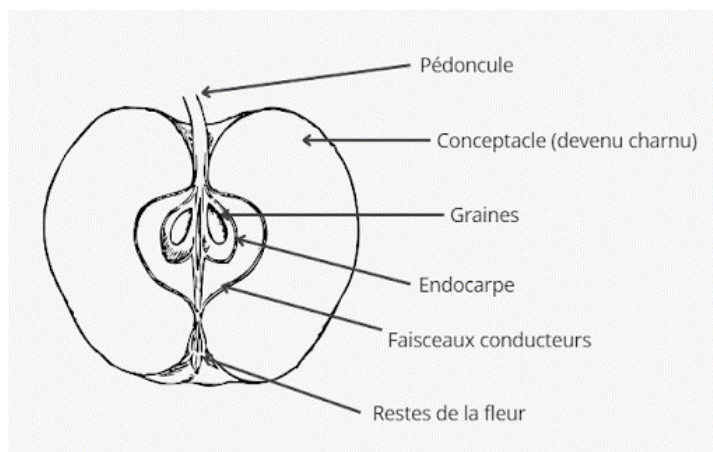


Figure 4: Structure anatomique générale d'une pomme.

b. Description botanique :

Le pommier est une plante à fleurs de la famille des Rosacées, sous-famille des Maloïdées, qui regroupe les arbres fruitiers à pépins, et appartient au genre *Malus*. La pomme est généralement classée comme une baie renfermant des pépins. À maturité, ce fruit se compose de trois zones distinctes à l'extérieur :

- Le pédoncule et la cuvette pédonculaire.
- à cuvette oculaire et l'œil.
- La partie globuleuse qui s'étend entre les deux zones précédentes (**Bondou, P. 1992**).

2.1.3. Caractéristiques :

La composition physique moyenne de la pomme est constituée de 3 à 4% de peau de queue et trognon 8 à 10% et de pulpe 89 à 86 % (**Espirade E., 2002**).

2.1.4. Composition biochimique de la pomme :

La composition biochimique moyenne de la pomme est représenté dans le tableau 02 suivant :

Tableau 2: Composition biochimique moyenne dans 100g de pomme (Ciquel, 2013).

Constituants	Teneur moyenne	Constituants	Teneur moyenne
Eau (g)	85,3	Cuivre (mg)	0,0402
Protéines (g)	0,31	Beta-Carotène (µg)	37,5
Glucides (g)	11,3	Vitamine E (mg)	0,59
Lipides (g)	0,162	Vitamine K1 (µg)	2,8
Sucres (g)	11,3	Vitamine C (mg)	6,45
Fibres (g)	1,95	Vitamine B1 (mg)	0,035
Sodium (mg)	2,01	Vitamine B2 (mg)	0,025
Magnésium (mg)	6,08	Vitamine B3 (mg)	0,1
Phosphore (mg)	10	Vitamine B5 (mg)	0,1
Calcium (mg)	5,12	Vitamine B9 (µg)	3,86

2.1.4. Les bienfaits de la pomme :

La pomme est un fruit qui présente une composition variée et équilibrée. Elle est particulièrement abondante en fibres alimentaires (de 2 à 3 g pour 100 g, avec ou sans la peau). De plus, une pomme (environ 180 g) contient 5 g de fibres, ce qui équivaut à 200 g de légumes frais ou à 150 g de pain blanc (**Aprifel, 2008**). C'est principalement grâce à ces fibres que la consommation de pommes a des effets favorables sur le niveau de cholestérol. De plus, les polyphénols présents dans la pomme constituent la source principale du fort potentiel antioxydant de ce fruit (**Eberhardt et al. 2000**).

2.2. La fraise :

2.2.1 Définition :

La fraise est un fruit comestible provenant du fraisier, une plante herbacée appartenant à la famille des Rosacées. Bien qu'elle soit souvent perçue comme un fruit, elle est en réalité un faux-fruit sur le plan botanique, car elle se développe à partir du réceptacle charnu de la fleur, sur lequel se trouvent les akènes, qui constituent les véritables fruits. Les fraises se présentent généralement dans des teintes de rouge ou de jaune pâle, selon les variétés, et sont particulièrement riches en vitamine C.



Figure 5: Photo des fraises (original)

2.2.2. Classification et description botanique :

a. Classification :

Tableau 3: Classification botanique des fraises.

Régne	Plantae
Sous-régne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Rosidae
Ordre	Rosales
Famille	<i>Rosaceae</i>
Genre	<i>Fragaria</i> L

b. Description botanique :

Le fraisier est une plante vivace qui se développe en touffes généralement prostrées et de hauteur variable. Ses tiges délicates sont ornées de feuilles d'un vert éclatant, parfois marbrées de blanc crème. Ces feuilles se composent de trois folioles, qui ressemblent à des feuilles mais sont regroupées pour former une seule feuille, avec des bords dentelés et souvent duveteux. La plante se propage grâce à de longs rameaux appelés stolons, pouvant atteindre jusqu'à 30 cm de longueur. Ces stolons ont la capacité de s'enraciner au niveau de leurs feuilles, donnant ainsi naissance à de nouveaux plants. La floraison se produit au printemps, mais peut également avoir lieu à l'automne, voire tout au long de la belle saison. Les fleurs, semblables à celles des autres membres de la famille des Rosacées, sont simples, avec cinq pétales arrondis, de couleur blanche, rosée ou jaune pâle.

2.2.3. Caractéristiques :

Les fraisiers sont des plantes fruitières très appréciées, souvent cultivées dans les jardins, et se reproduisent principalement par le biais de stolons. Leurs fruits, d'un rouge vif et en forme de cône, se distinguent par des feuilles vertes et dentelées. Il est crucial de sélectionner la variété adéquate pour assurer une récolte généreuse et de qualité. Ces variétés peuvent être classées en différentes catégories en fonction de leur forme et de leur utilisation (Willemse, 2023).

2.2.4. Composition chimique et valeur nutritionnelle :

Tableau 4: Composition chimique et valeur nutritionnelle de fraise (Giampieri et al. 2012).

Constituants	Teneur moyenne	Constituants	Teneur moyenne	Constituants	Teneur moyenne
Eau	32	Glucose (g)	1,99	Vit C (mg)	58,8
Protéines (g)	0,30	Fructose (g)	2,44	Sodium (mg)	1
Glucides (g)	7,68	Ca (mg)	16	Magnésium	13
Fibres (g)	2	Fer (mg)	0,41	Phosphore	24
Lipides (g)	0,67	Saccharose	0,47	Potassium	153

2.2.5. Les bienfaits des fraises :**a) Riches en vitamines et minéraux :**

Les fraises sont une excellente source de vitamine C, essentielle pour renforcer le système Immunitaire, favoriser la santé de la peau et Soutenir la fonction cognitive. Elles contiennent également des quantités importantes de vitamine K, de manganèse, de folate et de potassium contribuant ainsi à une alimentation équilibrée.

b) Antioxydants puissants :

Les fraises sont riches en antioxydants, tels que les flavonoïdes, les anthocyanes et les acides phénoliques, qui aident à neutraliser les radicaux libres dans le corps, réduisant ainsi le risque de maladies chroniques telles que les maladies cardiaques, le cancer et les maladies neurodégénératives

c) Soutiennent la santé digestive :

Les fraises sont riches en fibres alimentaires, ce qui favorise la santé digestive en régulant le transit intestinal et en prévenant la constipation. De plus, les fraises contiennent des enzymes naturelles qui aident à favoriser une digestion saine.

d) Faibles en calories et riches en eau :

Elles sont faibles en calories, mais riches en eau, ce qui les rend particulièrement rassasiantes.

e) Aident à réguler la glycémie :

Malgré leur saveur sucrée, les fraises ont un indice glycémique relativement bas, ce qui signifie qu'elles n'entraînent pas de pic de glycémie après leur consommation. Elles sont donc un choix intéressant, en quantité raisonnable, pour les personnes atteintes de diabète ou celles qui cherchent à maintenir une glycémie stable.

2.3. Le citron :**2.3.1. Définition :**

Le citronnier est un arbuste vigoureux aux branches robustes et épineuses. Les feuilles alternes et coriaces sont grandes et très parfumées. Les fleurs sont blanches et peu odorantes. Le fruit est lourd, charnu, ovoïde dont la texture, la forme et la couleur varient selon les espèces. Sa chair se divise en 6 ou 12 quartiers et contient peu de pépins.

Le citron est cueilli avant maturité pour lui conserver son acidité. Le goût acide de citron provient d'acide organique (Isabelle, 2011 et Rymond, 1998).



Figure 6: Photo de citron.

2.3.2. Classification et description botanique :

a. Classification :

Tableau 5: Classification botanique de citron (Bachès, 2011).

Règne	Plante
Classe	Eudicotylédones
Sous-classe	Rosidées
Ordre	Sapindales
Famille	<i>Rutacées</i>
Sous famille	<i>Aurantoideae</i>
Tribu	Citreae
Sous-tribu	Citrinae
Genre	<i>Citrus</i>
Espèce	<i>Sinensis</i>

b. Description botanique :

Les fruits des principales espèces et variétés cultivées du genre *Citrus* se distinguent par leur couleur, leur forme, leur taille, la composition de leur jus et leur période de maturation. Néanmoins, tous les fruits des *Citrus* cultivés partagent la même structure anatomique. On peut identifier plusieurs parties (**Barboni, 2009 et Swingle et Reece, 1967**) :

- L'écorce, généralement peu développée, constitue la partie non comestible du fruit. Elle est composée de l'épicarpe ainsi que du mésocarpe externe et interne. À maturité, c'est l'épicarpe qui prend une teinte orangée.
- La pulpe, formée par l'endocarpe, représente la partie comestible du fruit. Elle est constituée d'un ensemble de poils ou de vésicules contenant le jus.
- Les pépins résultent de la fécondation. Dans le cas du clémentinier, l'absence de pépins dépend des conditions de pollinisation. Cependant, l'autofécondation n'est pas possible.

2.3.3. Caractéristiques de citron :

Le citron présente une forme oblongue ou ovoïde, avec une peau épaisse de couleur jaune vif. Sa pulpe, quant à elle, est acide et d'un jaune pâle. Cette acidité est principalement attribuée à la présence d'acide citrique. En effet, le citron contient une concentration élevée d'acides organiques (**Tomer et al., 2010**).

Le citron est un agrume également connu sous le nom d'« hesperidium ». Contrairement à d'autres fruits tels que la tomate ou le raisin, l'hesperidium se distingue par sa peau épaisse et résistante, qui protège la chair comestible du fruit. La structure du citron se compose de trois parties (**Bachès, 2011**) :

- **Une couche extérieure** colorée « zeste », également nommée «flavedo», elle est pourvue de nombreuses glandes sécrétrices d'essences.
- **Une couche intérieure** blanche ou mésocarpe « ziste », également nommée «albédo» à consistance spongieuse plus ou moins épaisse, elle est riche en pectines
- **Une partie comestible**, l'endocarpe ou épiderme interne émaillé de poils succulents qui remplissent l'intérieur des loges capillaires.

2.3.4. Composition biochimique de citron :

Ce fruit est principalement composé de glucides (3,1 %) et de fibres (1,2 %). Il contient un faible pourcentage de protéines (0,84%) et de graisses (0,7%). Le citron est vraiment gorgé de vitamines, en particulier la vitamine « C » (51 mg pour 100 g), ainsi que d'autres vitamines. On trouve en moindre quantité des composés hydrosolubles. En ce qui concerne la vitamine B9, sa concentration est de 21,5 µg pour chaque 100 g, ce qui représente 10,75 %.

Tableau 6: Composition chimique et nutritionnelle pour 100 g de citron (Ciquel, 2017).

Constituants	Teneur moyenne	Constituant	Teneur moyenne
Eau (g)	89 ,2	Bêta-Carotène (µg)	3
Protéines (g)	0,8	Vitamine E (mg)	0,8
Glucides (g)	2,45	Vitamine C (mg)	53
Lipides (g)	0,3	Vitamine B1 (mg)	0,05
Sucres (g)	2,2	Vitamine B2 (mg)	0,02
Fibres (g)	2	Vitamine B3 (mg)	0,2
Sodium (mg)	<3	Vitamine B5 (mg)	0,19
Magnésium (mg)	8,93	Vitamine B6 (mg)	0,08
Potassium (mg)	149	Vitamine B9 (µg)	11
Calcium (mg)	18	Phosphore (mg)	15

2.3.5. Les bienfaits de citron :

- ✚ Le citron est bénéfique pour la santé, car il renforce les défenses immunitaires essentielles pour éviter les maladies, facilite la digestion, booste la circulation, procure énergie et vigueur, reminéralise et combat l'anémie. Ses atouts les antiseptiques sont aussi un désinfectant efficace (**Frédérique, 2011**).
- ✚ Le citron, qui regorge de calcium, magnésium, phosphore, potassium et vitamine A, B2, B12, PP, est particulièrement riche en vitamine C qui le protège contre le scorbut (**Sabri, 1980**).
- ✚ On a toujours valorisé le citron pour ses propriétés anti fièvre et fatigue, son efficacité contre les maux de tête et mal de gorge, son action contre la constipation, ainsi que son effet antivénéneux. On affirmait même qu'il offrait une protection contre les morsures de serpents (**Rymond, 1998**).

2.4. La carotte :

2.4.1. Définition :

La carotte est une plante bisannuelle originaire de l'Asie de l'Ouest. Il s'agit d'une plante de dimension intermédiaire, évoluée en organe de réserve, charnue, fragilisée, colorée, plaisante au goût et sans ramification. Elle stocke des réserves dans ses racines qui arborent généralement une couleur rouge. Orangé, grâce à un pigment nommé carotène (**Nicolas, 2014 et Redurant, 2007**).

2.4.2. Classification et description botanique :

Tableau 7: Classification botanique de carotte (Botineau, 2010).

Règne	Plantae
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Cornidae
Ordre	Azaliales
Famille	<i>Apiaceae</i>
Sous Famille	<i>Apioideae</i>
Espèce	<i>Carota</i> L
<i>Genre</i>	<i>Daucus</i>

La carotte (*Daucus carota* L.) est une plante à bisannuelle de climat tempéré, appartenant à la famille *Apiaceae* (anciennement connue sous le nom de famille des Ombellifères). Cette famille étendue et complexe englobe approximativement 445 genres ainsi que 3700 espèces. Les relations phylogénétiques définies antérieurement des modifications ont été apportées à plusieurs reprises sur les données morpho-anatomiques. En utilisant de nouvelles sortes de données tirées de la biologie moléculaire (Le Clerc, 2001). Le genre *Daucus* comporte 22 espèces, dont la plus courante est *Daucus carota*. (Reduron, 2007).



Figure 7 : La photo de la carotte.

2.4.3. Caractéristiques :

La couleur des carottes varie selon les variétés. Bien que l'orange soit la teinte la plus répandue, on peut également trouver des carottes rouges, jaunes, blanches ou pourpres. Ces différences de couleur entraînent des spécificités dans leur composition. Par exemple, la carotte pourpre contient une concentration plus élevée en anthocyanines que les autres variétés. Les caroténoïdes présents dans les carottes sont les principaux pigments responsables de leur couleur orange (Leja, 2013).

2.4.4. Composition biochimique de la carotte :

Ce fruit est principalement composé de glucides (6,7 mg pour 100 g) et de fibres (3 mg pour 100 g). Il contient très peu de protéines (0,8 mg pour 100 g) et de graisses (0,3 mg pour 100 g). La carotte contient une quantité importante de vitamine C (10 mg pour 100 g) et de β -carotène (7mg pour 100 grammes). En ce qui concerne les minéraux, les carottes constituent une source significative de potassium avec 300 mg pour 100 g, tandis que la quantité des autres minéraux est relativement inférieure

Tableau 8: Compositions chimique et nutritionnelle (Cohen et al. 2009 et Mazarine, 2004).

Nom de constituant	Teneur moyenne par 100 g	Nom de constituant	Teneur moyenne par 100 g
poids (g)	100	Sodium (mg)	<40
Eau (g)	89	Ca (mg)	30
Calories (kcal)	33	K (mg)	300
Protides(g)	0,8	P (mg)	25
Lipides (g)	0,3	Fibres (g)	0,3
Glucides(g)	6,7	Fer (mg)	3
Vitamine C (mg)	10	Béta – carotène (mg)	7

2.4.5. Les bienfaits de carotte :

Les antioxydants (β -carotène) présents dans la carotte en font un légume conseillé par les experts en prévention de certaines maladies comme les cancers et les affections cardiovasculaires. La carotte est fortement recommandée pendant la grossesse pour sa richesse en caroténoïdes, car les besoins sont augmentés durant cette période. La carotte est bénéfique pour la vision nocturne. Elle favorise aussi une amélioration du fonctionnement du foie. Elle a une action sur le transit intestinal grâce à ses fibres qui ont une forte capacité de rétention d'eau, ce qui aide à combattre la constipation ainsi que la diarrhée. On lui attribue également une action sur le taux de cholestérol dans le sang. Elle aide à éliminer l'acide urique de l'organisme, Elle est préconisée contre les rhumatismes, l'arthrite, la goutte. (Béliveau, 2010).

La carotte contient des vitamines : A, B1, B2, C, provitamine A (carotène) et des corps minéraux calcium, acide phosphorique, sodium et magnésium, potassium et oxyde de fer (Rymond, 1998) :

❖ **La vitamine A (axérophthol) :** sa carence conduit à l'amaigrissement par dénutrition, au

dessèchement phanères, à des troubles d'ordres divers (nervosisme, anxiété, maux de tête...).

- ❖ **La vitamine B1 (thiamine)** : nécessaire à la formation d'une diastase permettant la dégradation du glucose dans les cellules.
- ❖ **La vitamine B2 (riboflavine)** : participe à l'équilibre des fonctions de nutrition et à la respiration des tissus.
- ❖ **La vitamine C (acide ascorbique)** : maintient la cohésion des cellules dans les tissus organiques et contribue à assurer leur nutrition.
- ❖ **la provitamine A (carotène)** : indispensable à la croissance et même à la vie, elle stimule les surrénales, surtout lors de la grossesse, pendant laquelle elle active la destruction des toxines provenant des contractions musculaires de l'utérus.

2.5. Betterave :

2.5.1. Définition :

La betterave, *Beta vulgaris* subsp. *Vulgaris* est cultivée et utilisée comme légume dans l'alimentation humaine ainsi comme plantes fourragères et pour la production du sucre.

Son étymologie est issue de « bette », à laquelle elle est cousine bien qu'elles ne se ressemblent peu, et de « rave » : plante cultivée pour sa racine comestible.



Figure 8: photo de betterave.

2.5.2. Classification et description botanique :

1) Classification de la betterave :

La betterave rouge, *Beta vulgaris subsp. Vulgaris* L ; est une sous-espèce qui appartient à la famille des Chénopodiacées (selon la classification classique) et ou la famille des Amaranthacées (selon la classification phylogénétique).

- **Règne :** Plantae
- **Classe :** Equisetopsida
- **Sous-classe :** Magnoliidae
- **Ordre :** Caryophyllales
- **Famille :** *Amaranthaceae*
- **Genre :** *Beta* L.
- **Espèce :** *Beta vulgaris* L.
- **Sous-espèce :** *Beta vulgaris subsp. Vulgaris*

2) Description :

- **Le feuillage :**

On retrouve le feuillage cloqué, comme celui de l'épinard. Feuilles allongées et disposées en rosette sur la racine. Sur la base du cultivar, les feuilles contiennent des pigments rouges jusqu'à des degrés différents (**Denis, 2010**).

Les feuilles rouges sont riches en une grande diversité de composés phénoliques, ainsi qu'en lutéine et zéaxanthine, deux antioxydants appartenant à la famille des **caroténoïdes** (**Ribaya-Mercado et Blumberg, 2004**). Ces feuilles sont également riches en nutriments (vitamine A).

- **La racine :**

La partie la plus unique de la betterave rouge est sa racine charnue, qui est le plus souvent de forme ronde à ovale et colorée en rouge foncé. C'est cette partie de la plante que l'on consomme le plus. La racine est pivotante, partiellement tubéreuse à l'extérieur du sol. Elle est extrêmement résistante à la sécheresse (**Denis, 2010**). C'est une des végétaux rares qui contiennent des bétalaïnes (**Kujala Ts, 2002**), une famille de pigments contribuant à sa couleur prononcée. Les racines contiennent également une quantité significative de vitamine C.

- **La fleur :**

La deuxième année après une vernalisation au champ ou en entrepôt, les fleurs commencent à pousser. Une certaine quantité de mises à fleurs est parfois enregistrée en semis de primeur en

raison du froid de l'implantation **(Denis, 2010)**. Ces fleurs ne sont normalement pas faciles à voir car la plante est souvent récoltée avant qu'elles ne se développent.

2.5.3. Caractéristiques :

La betterave est une excellente source de folate et de magnésium. Elle contient également de la bétaine, qui peut aider à réduire les niveaux d'homocystéine, un acide aminé naturel apparenté à la cystéine. La bétanine, un pigment rouge présent dans la betterave, n'est pas décomposée lors de la digestion et peut, à des concentrations élevées, donner temporairement une teinte rougeâtre à l'urine et aux selles. Bien que cet effet puisse susciter des inquiétudes en raison de sa ressemblance avec l'hématurie (présence de sang dans les urines) ou le sang dans les selles, il est totalement inoffensif et disparaît dès l'arrêt de la consommation de betteraves. De plus, la betterave est riche en antioxydants et contient du folate, de l'acide nicotinique, de la biotine, du phosphore, du magnésium, du calcium, du fer, du potassium et de la vitamine C.

2.5.4. Composition chimique et valeur nutritionnelle de betterave :

La betterave est un légume riche en énergie, fournissant en moyenne 47,2 kJ pour 100 g de betterave cuite. Elle contient une quantité significative de glucides, soit 7,96 g, dont 8,56 g de sucres simples, ce qui lui confère un goût sucré. Sa teneur en eau est de 87,1 g pour 100 g de matière fraîche, et elle renferme également des fibres à hauteur de 2 g pour 100 g de matière fraîche.

En ce qui concerne sa composition, la betterave contient 1,84 g de protéines et 0,18 g de lipides pour 100 g. Elle est également riche en minéraux tels que le calcium, le cuivre, le fer, le magnésium, le potassium et le phosphore, ainsi qu'en vitamines, notamment 21 µg de vitamine A, 3,6 mg de vitamine C, ainsi que des vitamines B et E **(Saxholt et al. 2009)**. Les concentrations en polyphénols totaux et en flavonoïdes sont respectivement de 0,507 mg et 0,5 mg **(Neveu et al. 2010)**.

2.5.5. Les bienfaits de betterave :

Les betterave aide à guérir de nombreuses maladies telles que l'anémie, la pression artérielle, le cancer, les pellicules, les ulcères gastriques, les affections rénales, la toxicité hépatique ou biliaire telles que la jaunisse, l'hépatite, l'intoxication alimentaire, la diarrhée ou le vomissement, etc..., Les qualités de la betterave sont les suivantes : **(Neha et al. 2018)**

1. Pouvoir antioxydant :

La betterave est l'un des légumes avec la plus grande capacité antioxydant. Les antioxydants sont des composés qui capturent les radicaux libres pour respecter les cellules du corps.

2. Anti-inflammatoires anti-tumorales :

La betterave est l'un des rares végétaux qui contiennent des bétalaïnes (**Kujala Ts, 2002**), les bétalaïnes ces des pigments végétaux qui contribuant à sa couleur prononcée. Posséderaient aussi des propriétés anti-inflammatoires, anti-tumorales et de protection du foie (**Winkler et al. 2005**).

2.6. Concombre :

2.6.1. Définition :

Plante annuelle de la famille des cucurbitacées, le concombre est cultivé pour ses fruits juteux, qui sont généralement consommés crus. De plus, il est également utilisé en pharmacie et en parfumerie, notamment dans la fabrication de laits de beauté et d'autres cosmétiques. Son introduction en Chine et au Moyen-Orient a été rapide. Les Égyptiens le cultivaient le long du Nil, en en consommant une grande quantité et en l'incluant parmi les offrandes destinées à leurs divinités (**Hamady, 2010**).

2.6.2. Classification et description botanique :

a) Classification de concombre :

Tableau 9: Classification botanique de concombre.

Règne	Plantae
Sous-règne	<i>Tracheobionta</i>
Genre	<i>Cucumis</i>
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Dilleniidae
Ordre	Violales
Famille	<i>Cucurbitaceae</i>

b) Description botanique :

Le concombre est une plante grimpante qui produit des fruits de forme cylindrique. Généralement, il s'agit d'une espèce monoïque, portant à la fois des fleurs mâles et femelles sur le même individu. Cette plante herbacée possède une racine pivotante bien développée. Sa tige est robuste, dotée de vrilles poilues et présente quatre angles. Les feuilles, qui mesurent entre 7 et 20 cm de long, sont triangulaires ou ovales, avec une base profondément cordée et un apex acuminé, tandis que le pétiole mesure entre 5 et 15 cm. Sous une forte intensité lumineuse, la plante a tendance à produire un plus grand nombre de fleurs mâles que femelles, ce qui est crucial, car le rendement global de la culture dépend directement du nombre de fleurs femelles. Les fruits varient en forme et en taille, avec une chair de couleur vert pâle. Les graines, plates et blanches, mesurent entre 3 et 5 mm, avec environ 50 graines par gramme (Sahu, J).



Figure 9: Photo du concombre.

2.6.3. Caractéristiques :

Les concombres contiennent des niveaux élevés de cucurbitacines et leurs dérivés (triterpénoïdes) et de flavonoïdes (apigénine, lutéoline, quercétine et kaempférol) (Murad, 2016).

Les pigments responsables de la couleur du concombre sont les chlorophylles a et b ainsi que les caroténoïdes (Shan, 2020).

2.6.4. Composition chimique et valeur nutritionnelle :

Tableau 10: Valeurs nutritives moyenne de 100g de concombre (Ciquel ,2016).

Constituants	Teneur moyenne par 100 g	Constituants	Teneur moyenne par 100 g
Calories (Kcal)	13,2	Vitamine B9 (µg)	12.3
Protéines (g)	0.64	Vitamine C (mg)	8.25
Lipides (g)	0.11	Bêta-carotène (µg)	45
Glucides (g)	1,87	Potassium (mg)	157
Eau (g)	96	Sodium (mg)	4.8
Fibres (g)	0.6	Phosphore (mg)	24.7

2.6.5. Les bienfaits du concombre :

Le concombre présente plusieurs avantages sur le plan nutritionnel et thérapeutique (Gaetan, 2016) :

- Manger du concombre avec sa peau aide à réduire le taux de sucre dans le sang. En effet, la peau contient une protéine appelée peroxydase, qui peut contribuer à abaisser le taux de glucose sanguin, diminuant ainsi le risque de maladies associées à une hyperglycémie, notamment le diabète.
- La consommation de concombre pourrait également contribuer à réduire les niveaux de triglycérides et de cholestérol, ce qui permettrait de diminuer le risque de maladies cardiovasculaires.
- Grâce à sa forte teneur en potassium, le concombre agit comme un diurétique. De plus, son faible taux de sodium en fait un bon régulateur de la pression artérielle.
- Le concombre est riche en vitamine K et en divers minéraux, ce qui aide à répondre aux besoins minéraux de l'organisme et joue un rôle important dans la formation des os.

III. Procédés de transformation :**3.1. Triage :**

Il a la tâche de retirer les produits défectueux (pourris, pas assez mûrs ou écrasés) et les matières étrangères au produit. Le triage selon la Couleur des fruits est un indice important de maturité. Les fruits teintés Sont le signe d'altération. Le triage est effectué à l'œil nu sur des Transporteurs à rouleaux sous un éclairage approprié pour visualiser les fruits sur tous les côtés. L'emploi d'appareils est très rare.

3.2. Lavage :

Le lavage s'accomplit à l'eau potable, pour éliminer la terre, les micro-organismes, les Traces de traitement phytosanitaire. Un lavage soigneux est important car celui-ci étant pressé Avec sa peau, les risques de contamination sont élevés.

3.3. Le pelage :

Le pelage est la première étape importante du traitement des fruits et légumes dans le processus de la mise en conservation. Cette opération suit directement les opérations mécaniques ayant pour objet de séparer les matières étrangères (terre, cailloux) des produits à traiter. La présente invention a pour objet une composition et un procédé pour le pelage par voie chimique des fruits et légumes, dans des conditions satisfaisantes aux points de vue économique, écologique, de sécurité à l'emploi et de L'hygiène alimentaire.

3.4. Blanchiment :

Le blanchiment constitue une étape essentielle dans le traitement thermique des légumes et des fruits, permettant de les stabiliser avant différentes méthodes telles que la congélation, l'extraction de jus et la déshydratation. Ce processus consiste à les soumettre à des températures élevées pendant un court laps de temps, suivi d'un refroidissement rapide afin d'éviter toute surcuisson. Cette opération peut être réalisée dans de l'eau chaude ou à la vapeur (Shivhare et al., 2009).

3.5. Extraction du jus :

L'extraction désigne la division du produit en phase solide et en phase liquide. Cette dernière étant presque toujours la plus claire possible, elle est définie par les critères suivants : le rendement de jus en fonction du fruit, le temps d'extraction (le plus court possible pour maîtriser les phénomènes enzymatiques le plus rapidement et l'action de O_2) et taux en insoluble de jus (pectines, protéines). Pour extraire le jus, il faut donc désorganiser les tissus pour obtenir une pulpe composée de cellules individuelles, de débris de paroi plongés dans le liquide issu des vacuoles. Le jus, une fois obtenu, est séparé des dépôts solides. La presse à vis permet de presser les légumes ou les fruits sans Éplucher les aliments (gain de temps important). Bien que prenant soin de la force de pressage, une pression excessive écrase la peau et libère des quantités très élevées en tanins qui produisent l'astringence du jus. Un pressurage homogène assure un bon rendement : à nouveau, aérer les fruits pulvérisés en couches régulières (5 à 7 cm d'épaisseur maximale) sur les argiles de la presse.

3.6. Filtration :

La filtration permet l'élimination des particules hétérocelles en suspension dans le liquide. Le jus pulpeux passe au filtre et les particules trop grandes (pépins, taches d'albédo) sont éliminées par le centre creux du piston. La phase de filtration n'a pas besoin de durer plus d'une heure. Les majorités de jus de fruits et de légumes sont tout à fait délicats et fermentent pendant quelques heures. Le jus prend ensuite une saveur de vin qui oblige à jeter tout le lot infecté, Pour éviter ce genre de problème, il faut pasteuriser rapidement les jus après le pressurage. (Baron, 2002).

3.7. Traitements thermiques :

3.7.1. La pasteurisation :

Est un procédé thermique relativement doux qui vise à éliminer les micro-organismes pathogènes ainsi que la majorité des micro-organismes végétatifs, dans le but d'allonger la durée de conservation des aliments.

Pour les produits acides et très acides, comme les jus de fruits, la pasteurisation rend possible d'obtenir un délai de conservation de plusieurs mois en détruisant les micro-organismes causant l'altération (comme les levures et les moisissures) et/ou en inactivant les enzymes. La technique de pasteurisation qui est appliquée ici est celle qui intervient après conditionnement. Le jus est d'abord mis froid dans des récipients, tels des bocaux en verre. Une fois fermés, ces bocaux sont

Chauffés dans un bain-marie d'eau chaude jusqu'à atteindre la température souhaitée. Ils sont ensuite refroidis sous l'eau froide et conservés à 4°C. Cependant, il est important de noter que la

Pasteurisation est peu efficace pour éliminer les spores bactériennes, qui sont beaucoup plus résistantes à la chaleur que les cellules végétatives.

3.7.2. La stérilisation :

La stérilisation consiste à éliminer tous les micro-organismes dans un environnement, comme, les bactéries, les virus ou les spores, à l'aide de la vapeur, de la chaleur, des produits chimiques ou des radiations. Sous l'action culinaire, elle est fréquemment utilisée pour conserver les aliments en le chauffeur à haute température pour éliminer les agents pathogènes. Elle étend la durée de conservation des aliments

3.8. Traitements de conservation :

3.8.1. La réfrigération :

Consiste à stocker les aliments à une température basse, proche du point de congélation, mais toujours supérieure à celui-ci. Elle permet donc une conservation par le froid positif sur une période limitée, car les produits réfrigérés ont une date limite de consommation (DLC). En général, la température de réfrigération se situe entre 0 °C et 4 °C (**Manu 2016**). Et plus basse la température de stockage, plus la durée de conservation des produits est longue (**Mihajlovic et al. 2013**).

En plus à la réfrigération, d'autres processus de conservation sont possibles afin de ralentir la croissance des micro-organismes résidus : ajout de conservateurs chimiques, sous vide, et réduction de l'activité de l'eau (aw) (**Cuq 2007**).

3.8.2. La congélation :

La congélation pour prolonger la durée de conservation des produits alimentaires sans en altérer la qualité est la mise en conservation. Cette activité comprend à sceller hermétiquement les produits alimentaires en bouteilles après avoir cuits ou traités thermiquement. Cela permet de créer un milieu stérile qui empêche le développement de la bactérie et de la moisissure, préservant la texture, la saveur et les qualités nutritionnelles des aliments pour une période prolongée. La méthode de Conservation alimentaire consiste en le refroidissement à -18°C jusqu'à faire passer l'eau en glace (**Jaillard, 2016**).

3.9. Conditionnement :

Conditionnement des boissons naturelles est une étape cruciale qui vise à préserver leur qualité, leur sécurité et leur durée de conservation, tout en facilitant leur distribution et leur consommation. Le conditionnement peut être défini comme l'ensemble des opérations techniques et des traitements appliqués au produit et à son emballage, depuis la fin de sa fabrication jusqu'à sa mise à disposition finale, dans le but de le protéger des altérations externes (physiques, chimiques, microbiologiques) et de maintenir ses propriétés organoleptiques et nutritionnelles intactes. Pour les boissons naturelles, qui sont intrinsèquement périssables en raison de leur teneur élevée en eau, de leur pH et de leur richesse en nutriments, un conditionnement approprié est impératif. Cela implique souvent des traitements thermiques doux comme la pasteurisation (par exemple, la pasteurisation flash à haute température et court temps - HTST) pour réduire la charge microbienne et inactiver les enzymes responsables de la dégradation, sans compromettre significativement les qualités sensorielles et nutritionnelles des boissons. Parallèlement, le choix du matériau d'emballage est essentiel : des contenants comme le verre, le PET ou les briques multicouches sont privilégiés pour leur capacité à créer une barrière efficace contre l'oxygène, la lumière et les micro-organismes, garantissant ainsi la stabilité du produit. La réfrigération après conditionnement est également fondamentale pour les jus frais afin de ralentir la croissance microbienne et la détérioration enzymatique.

CHAPITRE 2:

MATÉRIELS ET

MÉTHODES

Introduction :

Dans ce chapitre, nous fournissons les détails complets des matériaux de laboratoire, des matériels premiers, des équipements et protocoles méthodologiques appliqués pour la préparation et l'étude de boissons naturelles à base de fruits (fraise, pomme, citron) et légumes (carotte, concombre, betterave).

L'objectif principal de cette étude est de présenter l'origine des matières végétales, leur méthode de préparation, le matériel utilisé dans la fabrication des boissons naturelles et toutes les analyses physicochimiques ou les analyses sensorielles qui ont été effectuées.

La présente étude a été faite au sein du Laboratoire de Chimie Inorganique et Environnement, Faculté des Sciences, Université Aboubekr Belkaid-Tlemcen.

1. Matériels :**1.1. Matériels de laboratoire :**

Les équipements, la verrerie et les réactifs employés dans notre expérimentation sont détaillés en annexe N° 1.

1.2. Présentation de la matière première :

Notre travail expérimental consiste à préparer trois types de jus de couleurs et de goûts différents à base de fruits et légumes : pomme, fraise et citron, carotte, betterave et concombre. Et nous réaliserons les analyses sensorielles.

Les fruits (pomme, fraise, citron) et légumes (carotte, betterave, concombre) ont été achetés à partir des marchés locaux (wilaya de Tlemcen).





Figure 10: Les fruits et légumes utilisées

1.3. Élaboration des différentes formulations de jus :

Dans ce travail, nous avons préparé trois types de jus avec des saveurs différentes pour chaque type. Ensuite, nous l'avons goûté et développé en fonction de son utilisation.

L'analyse sensorielle a été réalisée avec 30 participants d'âges variés. Ce test vise à évaluer le goût, l'odeur, la couleur, la texture, ainsi que l'acidité et la douceur des échantillons.



Figure 11: Les trois formulations de boissons.

Nous avons préparé trois jus (400 mL) avec un volume d'eau allant de 150-250 mL.

1) **Formulation 1 :** Jus "Rouge" à base de fraise, betterave, citron

Fraises : 250g (Rincer à l'eau et au vinaigre)

Betterave : 40 g (Cuire pendant 2:30h)

Citron : 2 mL

L'eau : 150 mL

2) Formulation 2 : Jus "Orange" à base de pomme, carotte, citron

Pomme : 2 moyennes (200 g)

Carottes : 2,5 moyennes (150 g)

Citron : 5 mL

L'eau : 1500 mL

3) Formulation 3 : Jus "Vert" à base de (pomme, concombre, citron)

Pomme : 2 moyennes (200 g)

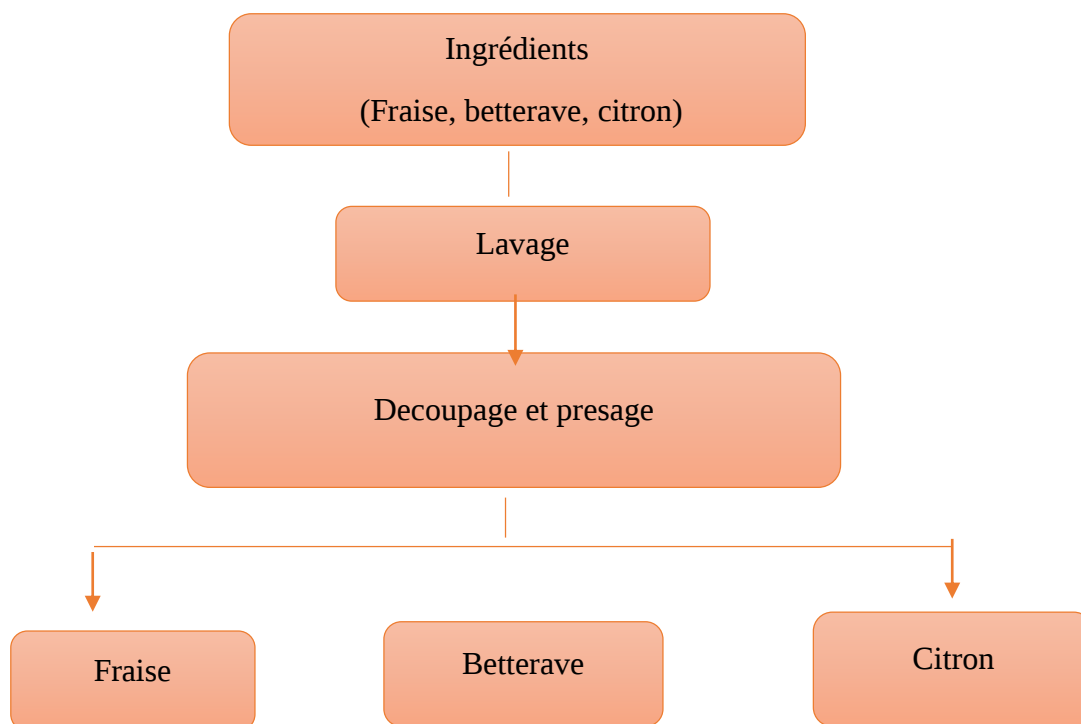
Concombre : ½ moyen avec la peau (90 g)

Citron : 10 mL

L'eau : 150 mL

1.4. Les étapes de fabrication du jus :

La préparation de différents types de jus des fruits et des légumes, est réalisée en plusieurs étapes selon un diagramme spécifique de chaque jus.

❖ Préparation de jus "Rouge" :

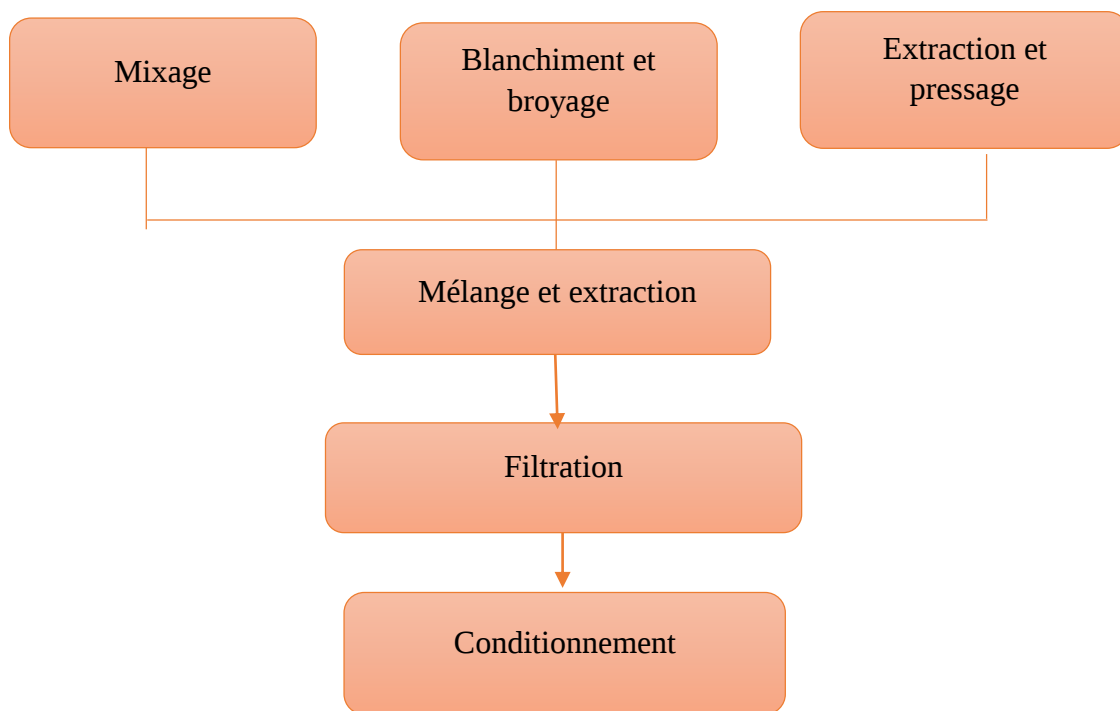
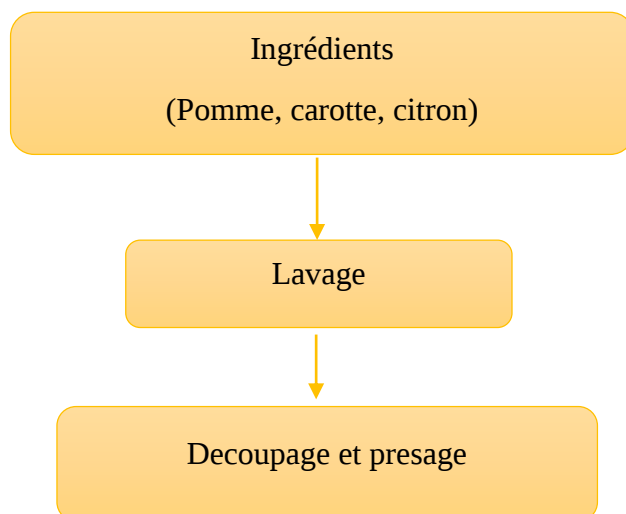


Figure 12: Schéma de fabrication de jus "Rouge" à base de (Fraise, betterave, citron).

❖ Préparation de Jus "Orange" :



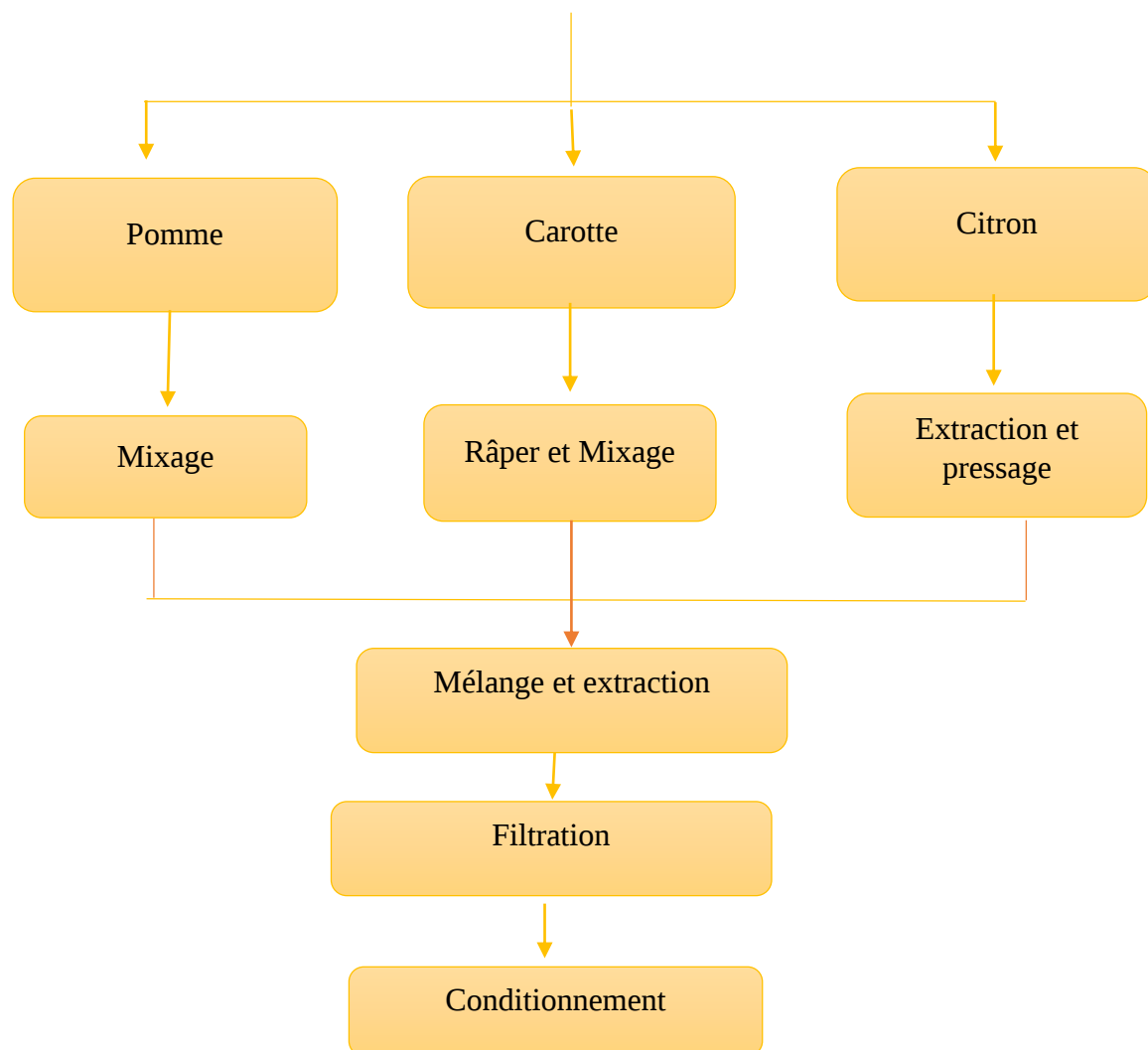
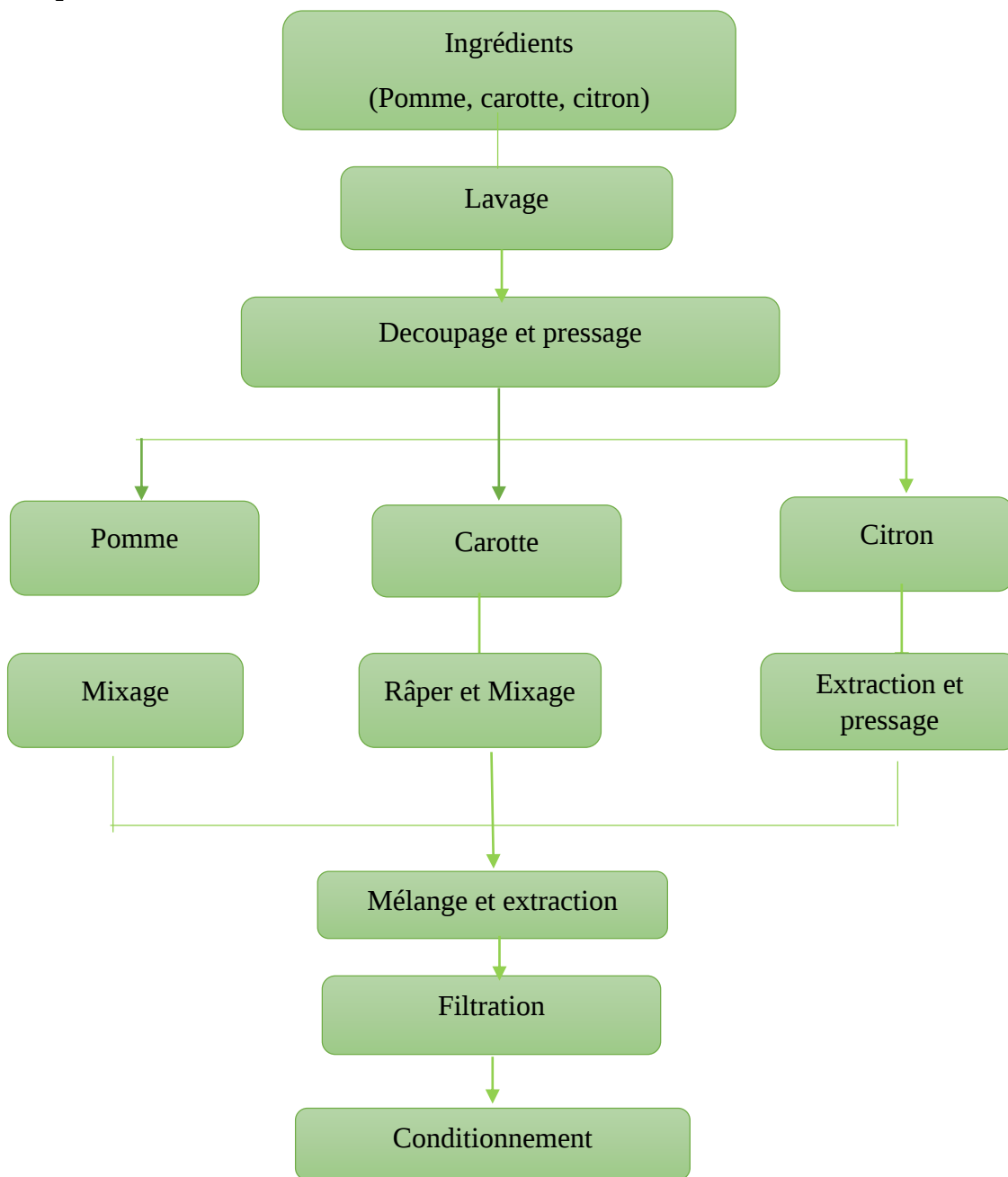


Figure 13: Fabrication de jus "Orange" à base de (Pomme, carotte, citron)

❖ Préparation de Jus "Vert" :

**Figure 14:** Fabrication de jus "Vert" à base de pomme, concombre, citron

2. Méthode d'analyses :

2.1. Méthode d'analyses physicochimiques :

Cette étude vise à examiner les caractéristiques de différentes formulations de boissons naturelles à travers une analyse physicochimique approfondie. Cette approche est essentielle pour établir une base de données objective, permettant de mieux comprendre les propriétés spécifiques de chaque type d'ingrédient. Elle comprend plusieurs analyses : détermination du pH, mesure de la masse volumique, détermination de l'extrait sec total, etc..., parmi d'autres. Les résultats de ces analyses sont cruciaux pour interpréter les données sensorielles et évaluer l'influence de la formulation sur les propriétés finales des boissons. Les méthodes spécifiques utilisées pour chaque analyse seront décrites en détail.

2.1.1. Détermination de la masse volumique (densité) :

La mesure de la masse volumique (ou densité) est une analyse physicochimique visant à quantifier la masse par unité de volume de chaque formulation de jus. Elle permet de caractériser une propriété physique fondamentale de ces boissons, influencée par la nature et la concentration des différents composants dissous et en suspension.

La masse volumique des échantillons de jus a été déterminée à température ambiante en mesurant la masse d'un volume précis de chaque formulation à l'aide d'une balance analytique de précision et d'une verrerie volumétrique étalonnée (une fiole jaugée). Le calcul de la masse volumique a ensuite été effectué en divisant la masse mesurée par le volume correspondant. Les résultats ont été exprimés en (g/mL).

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ρ = La masse volumique

m = La masse des boissons (g)

V = Le volume (mL)

- **Objectif :**

Pour déterminer la masse volumique de 3 boissons, nous avons analysé 3 boissons différentes avec les mêmes tests. Une fiole jaugée de 20 ml a été utilisée, qui a été lavée, rincée à l'eau distillée et séchée. Ensuite, il a été pesé à l'aide d'une balance électronique. Cette fiole a ensuite été remplie avec notre boisson jusqu'au trait de jauge.



Figure 15: Méthode de mesure de la masse volumique.

2.1.2. Détermination du pH des boissons :

La détermination du pH des jus consiste à mesurer l'acidité ou l'alcalinité du liquide. pH s'exprime selon une échelle logarithmique de 0 à 14 unités. Dans ce cadre, une valeur de 7 est jugée neutre. Une valeur inférieure à 7 indique une acidité plus élevée, tandis qu'une valeur supérieure à 7 révèle une alcalinité dans les jus.

Le pH est mesuré à l'aide d'un pH-mètre, un instrument électronique équipé d'une électrode de verre sensible aux ions hydrogène et d'une électrode de référence. La différence de potentiel électrique entre ces deux électrodes, lorsqu'elles sont immergées dans la solution, est proportionnelle au pH de la solution et est convertie en une lecture de pH par l'appareil.

- **Objectif :**

Pour déterminer le pH, nous avons utilisé un pH-mètre, qui est un appareil équipé d'un afficheur électronique et d'une électrode en verre.

L'électrode a été rincée à l'eau distillée puis immergée dans la boisson préparée dans un bécher. Le pH a été lu directement sur l'écran. L'électrode a été rincée à l'eau distillée avant chaque nouvelle mesure.



Figure 16: La méthode de mesure du pH

2.1.3. Mesure de la conductivité :

La mesure de la conductivité électrique vise à évaluer la capacité de chaque formulation de jus à conduire un courant électrique. Cette capacité est directement liée à la présence et à la concentration d'ions (électrolytes) dissous dans le jus, provenant naturellement des minéraux et des acides organiques présents dans les fruits et légumes.

La conductivité électrique des jus a été mesurée à température ambiante à l'aide d'un conductimètre de laboratoire équipé d'une sonde appropriée. L'appareil a été calibré avec des solutions étalons de conductivité connue. La sonde a été immergée dans l'échantillon de jus homogénéisé, et la lecture de la conductivité (mS/cm) a été enregistrée.

- **Objectif :**

Le protocole utilisé est décrit comme suit

- Préparer trois échantillons des boissons dans des béchers distincts, un pour chaque type de boisson.
- Utiliser un conductimètre calibré.
- Placer l'électrode du conductimètre dans chaque bécher contenant les boissons.
- Attendre que la mesure se stabilise
- Enregistrer trois valeurs pour chaque type de boisson.
- Veiller à nettoyer l'électrode entre chaque mesure.

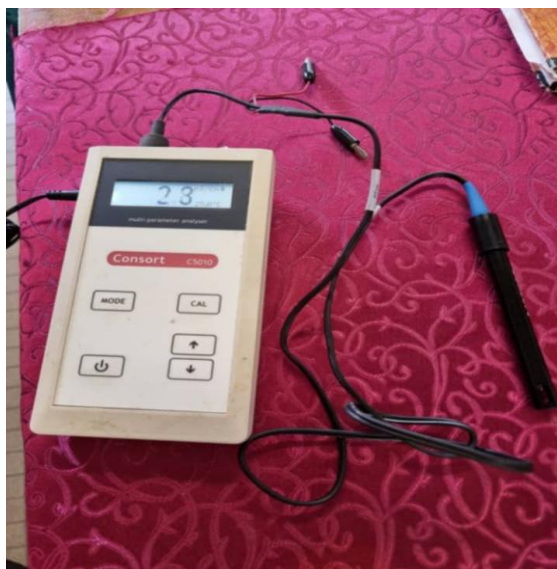


Figure 17: L'appareil utilisé pour mesurer la conductivité.

2.1.4. Détermination de l'extrait sec total :

La détermination de l'extrait sec total (EST) vise à quantifier la quantité totale de matière non volatile présente dans chaque formulation de jus. Cela inclut tous les solides dissous et en suspension. Réalisée par évaporation de l'eau contenue dans une quantité précisément mesurée de l'échantillon de jus, suivie du séchage du résidu solide obtenu à une température contrôlée jusqu'à obtention d'un poids constant. La masse de ce résidu sec est ensuite rapportée au volume initial de l'échantillon de jus pour obtenir la concentration en extrait sec total.

- **Objectif :**

Nous utilisons le même protocole de test pour les trois boissons. Tout d'abord, nous pesons un bécher vide (m_0), puis nous y ajoutons 2 g (m_1) de chaque boisson. Ensuite, nous plaçons le bécher dans un four à 105 °C pendant une heure afin de garantir que toute l'eau s'est évaporée. Après refroidissement, nous pesons à nouveau le bécher (m_2). La teneur en extrait sec total, exprimée en pourcentage [EST (%)], est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$\text{EST}(\%) = 100 \times (m_2 - m_0) / m_1$$

m_0 : La masse du bécher en vide

m_1 : La masse de l'échantillon avant séchage qui est égale à 2 g

m_2 : La masse de l'échantillon après séchage.



Figure 18: Méthode de détermination de l'extrait sec total.

2.1.5. Détermination du taux d'humidité :

Le taux d'humidité, aussi connu sous le nom de teneur en eau, est une mesure de la quantité d'eau contenue dans un produit. Il est généralement exprimé en pourcentage, indiquant la proportion de la masse d'eau par rapport à la masse totale du produit. Dans le secteur alimentaire, le taux d'humidité est un critère essentiel pour évaluer la qualité, la fraîcheur et la stabilité des aliments. Un taux d'humidité adéquat peut aider à prolonger la durée de conservation des produits, tandis qu'un taux trop élevé ou trop bas peut entraîner une détérioration prématurée ou poser des risques pour la sécurité alimentaire.

- **Objectif :**

La mesure du taux d'humidité dans les boissons est essentielle pour l'industrie alimentaire, car elle garantit leur qualité et leur durabilité. Ce protocole a pour objectif d'évaluer la teneur en eau de trois types de boissons. La méthode utilisée comprend plusieurs étapes rigoureuses, assurant des résultats précis et fiables.

La teneur en eau H (%) a été déterminée par la relation suivante :

$$H(\%) = 100 - EST(\%)$$

2.1.6. Le dosage des pectines :

Le dosage des pectines est une analyse visant à quantifier la concentration en pectines présentes dans les matières premières (fruits et légumes) et potentiellement dans les boissons. Les pectines sont des polysaccharides complexes naturellement présents dans les parois cellulaires des plantes, en particulier dans les fruits. Elles jouent un rôle important dans la texture et la structure des tissus végétaux. Dans les boissons, les pectines peuvent influencer la viscosité, la turbidité et la stabilité.

- **Objectif :**

Pour déterminer la quantité de pectine, l'acétone est utilisée comme solvant pour la cristallisation. concrètement, on prélève 10 mL de la boisson et on y ajoute 25 mL d'acétone, puis on mélange soigneusement à l'aide d'un agitateur magnétique jusqu'à formation d'un caillot. Les solides sont ensuite séparés par filtration sur papier filtre à l'aide d'un entonnoir. Le résidu solide est lavé à l'acétone, puis rincé à l'eau distillée, avant d'être séché dans une étuve à 100 °C. Enfin, le précipité sec est pesé.

La teneur en pectine est donnée par la relation suivante :

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

S : La teneur en pectine en g/100 mL.

p : La masse du précipité formé en g.

V : Le volume en mL de la prise d'essai.



Figure 19: La méthode de dosage des pectines.

2.1.7. Détermination de la teneur en cendres :

La détermination de la teneur en cendres est un processus analytique qui vise à quantifier la quantité de matière inorganique (minéraux) présente dans un échantillon organique après que toute la matière organique a été complètement incinérée par chauffage à haute température en présence d'air ou d'oxygène. Les cendres représentent le résidu non volatil et non combustible qui subsiste après l'élimination de l'eau et des composés organiques.

- **Objectif :**

Nous présentons une méthode de détermination des taux de minéraux et de métaux présents dans les trois types des boissons. Cette méthode repose sur la technique de détermination de cendres, qui permet une évaluation précise des constituants minéraux :

- Sélectionner des creusets préalablement lavés et séchés.
- Peser les creusets vides et enregistrer les résultats.
- Remplir chaque creuset avec une boisson différent, en ne remplissant que la moitié de chaque creuset.
- Placer les creusets dans un four à moufle préchauffé à 500°C
- Laisser les creusets dans le four pendant 3 heures.
- Après 3 heures, ouvrir le four et laisser les creusets refroidir pendant environ 30 minutes.
- Utiliser une balance électronique pour peser les creusets remplis de cendres

La matière organique MO(%) est calculée par la formule suivante :

$$MO(\%) = (M_1 - M_2) / P \times 100$$

Avec :

MO : Matière organique (%)

M₁ : La masse du creuset contenant la prise d'essai (g)

M₂ : La masse du creuset et des cendres (g)

P : Le poids de la prise d'essai (g)

La teneur en cendres TC (%) est calculée comme suit :

$$\text{Cendre (\%)} = 100 - \text{MO(\%)}$$



Figure 20: La méthode de détermination de la teneur en cendres.

2.1.8. Détermination de l'acidité titrable :

La détermination de l'acidité titrable est une technique utilisée en chimie analytique pour mesurer l'acidité d'une solution. Elle repose sur l'utilisation d'un indicateur coloré appelé phénolphtaléine, qui change de couleur en fonction du pH de la solution.

- **Objectif :**

Pour déterminer la concentration en acide dans divers types de boissons, deux tests seront réalisés pour chaque catégorie afin d'assurer la fiabilité des résultats. Cette approche utilise une solution de NaOH à concentration connue, ainsi que de la phénolphtaléine comme indicateur de couleur. Veuillez suivre attentivement les étapes ci-dessous :

- Prenez une éprouvette graduée et mesurer 25 mL de chaque boisson.
- Transvaser la boisson dans une fiole jaugée de 250 mL
- Complétez le volume jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée
- Refermer hermétiquement la fiole et agiter vigoureusement pour homogénéiser le mélange. Prenez un bécher propre et versez un volume $V_0 = 25$ mL du mélange préparé précédemment
- Ajoutez 0,25 à 0,5 mL de phénolphtaléine dans le bécher et agitez délicatement.

- Ajoutez la solution de NaOH (0.1N) à l'aide d'une burette goutte à goutte dans le bécher contenant le mélange
- Surveillez l'évolution de la couleur du mélange dans le bécher. Au départ, il est orange, puis il se transforme en fuchsia au moment où le dosage atteint son point d'équivalence.
- Veuillez noter le volume de la solution de NaOH au moment où la couleur change.

L'acidité titrable est calculée par la relation suivante :

$$\text{Acidité titrable} = (250/25) \times (V_1/10) \times (100/V_0)$$

Avec :

V_0 : Volume en mL de la prise d'essai ($V_0 = 25$ mL)

V_1 : Volume en mL de la solution du NaOH.

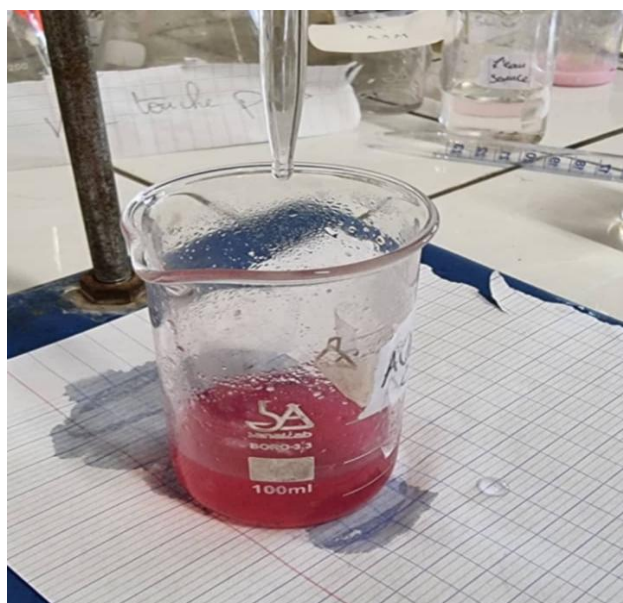
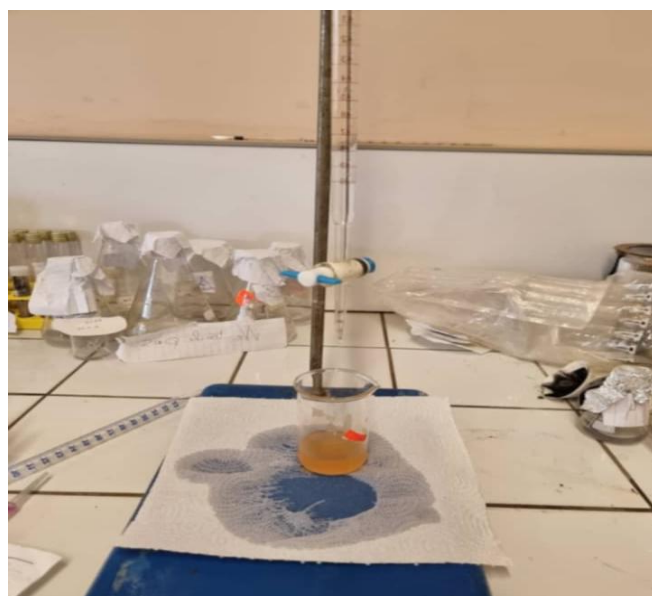


Figure 21: Méthode de dosage utilisée pour la détermination de l'acidité titrable.

2.1.9. Détermination de l'activité antioxydante :

La détermination de l'activité antioxydante en utilisant le test du radical libre (DPPH*) est une analyse *in vitro* visant à évaluer la capacité des jus à piéger ou à neutraliser le radical libre stable 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH*).

Le DPPH* est un radical violet stable qui absorbe fortement la lumière à une longueur d'onde spécifique (environ 515-517 nm). En présence d'antioxydants, qui peuvent donner un électron ou un atome d'hydrogène, le radical DPPH* est réduit, entraînant une perte de sa couleur violette et une diminution de l'absorbance. L'ampleur de cette décoloration est proportionnelle à la capacité antioxydante de l'échantillon.

Les antioxydants sont des molécules capables d'interagir et d'inhiber l'initiation ou la propagation des réactions en chaîne d'oxydation générées par les radicaux libres réactifs avant que les molécules vitales ne soient endommagées. Les antioxydants peuvent inhiber la réactivité des radicaux libres par plusieurs mécanismes, notamment le don d'hydrogène et le piégeage des radicaux. Les méthodes actuelles de détermination de l'activité antioxydante sont basées sur la détermination spectrophotométrique par les mécanismes de transfert d'atomes d'hydrogène.

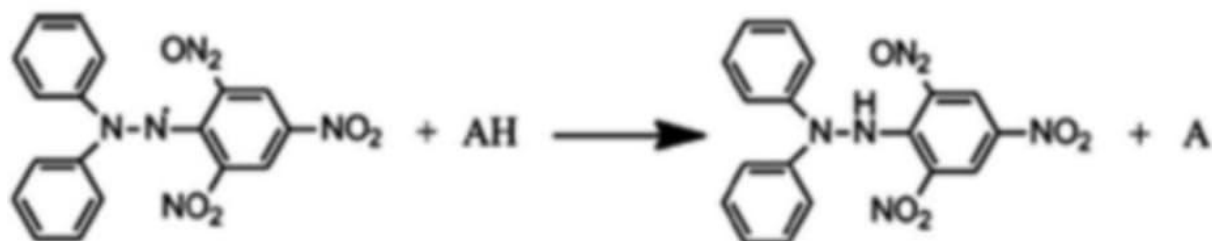


Figure 22: Réaction de l'antioxydant et du radical libre DPPH°.

L'équation mathématique pour calculer le pourcentage d'activité antioxydante est (Hashem et al., 2014) :

$$\text{Pourcentage de réduction (\%)} = 100 \times (A_{\text{contrôle}} - A_{\text{échantillon}}) / A_{\text{contrôle}}$$

A : Absorbance lue à 517 nm.



Figure 23: Photo décrivant le protocole opératoire permettant d'évaluer l'activité antioxydante.

2.2. Analyse sensorielles :

La méthode d'analyse sensorielle a été menée auprès d'un panel de 20 participants non entraînés. Ce nombre de participants permet d'obtenir une première indication des tendances d'acceptabilité et des caractéristiques organoleptiques préférées pour les boissons élaborées dans le cadre de cette recherche. Les participants ont été invités à évaluer l'apparence, l'odeur, le goût et la texture de chaque échantillon à l'aide d'échelles structurées (**annexe 03**).

CHAPITRE 3:

RÉSULTATS ET

DISCUSSIONS

1. Résultat de l'analyse sensorielle :

Les résultats présentés ci-dessous montrent comment les choix d'ingrédients se traduisent par des expériences sensorielles uniques pour chaque boisson.

1.1. La couleur :

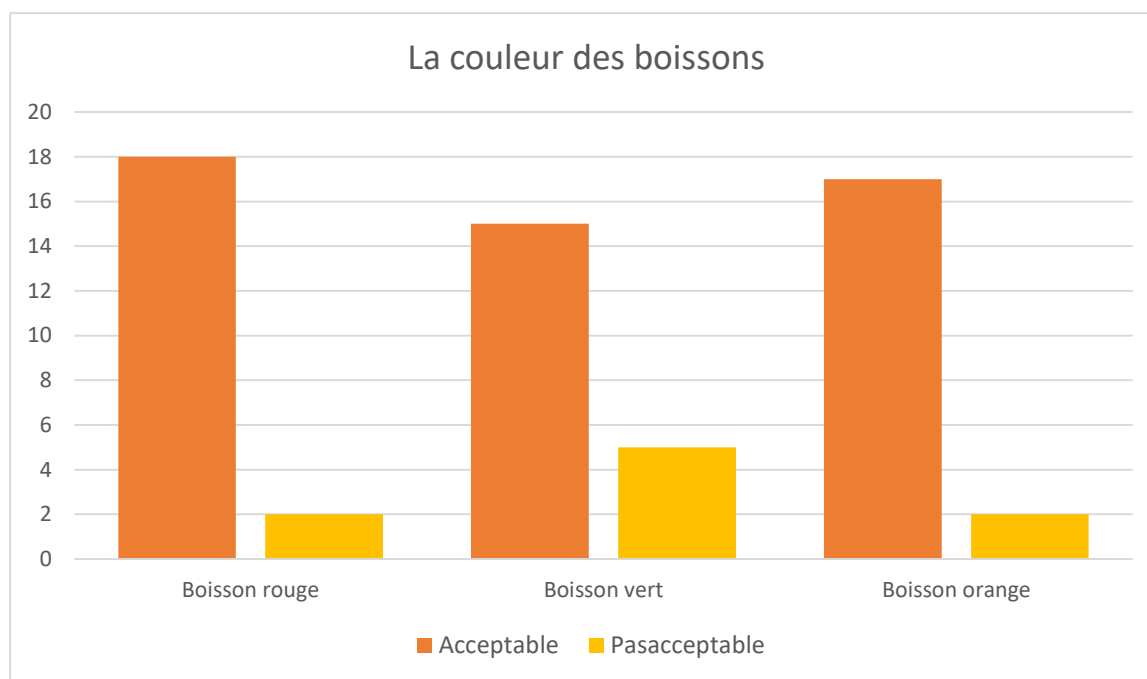


Figure 24: Les résultats de l'évaluation de la couleur des boissons.

La majorité des évaluateurs ont trouvé la couleur des trois boissons acceptable. Cependant, les boissons rouge et orange ont démontré une meilleure acceptabilité de leur couleur par rapport à la boisson verte, qui a enregistré une proportion plus élevée de réponses "Pas acceptable". Cela met en évidence l'importance de la couleur comme critère d'acceptation sensorielle pour les boissons naturelles, et suggère que la couleur des boissons vertes pourrait être un facteur limitant pour certains consommateurs.

1.2. L'odeur :

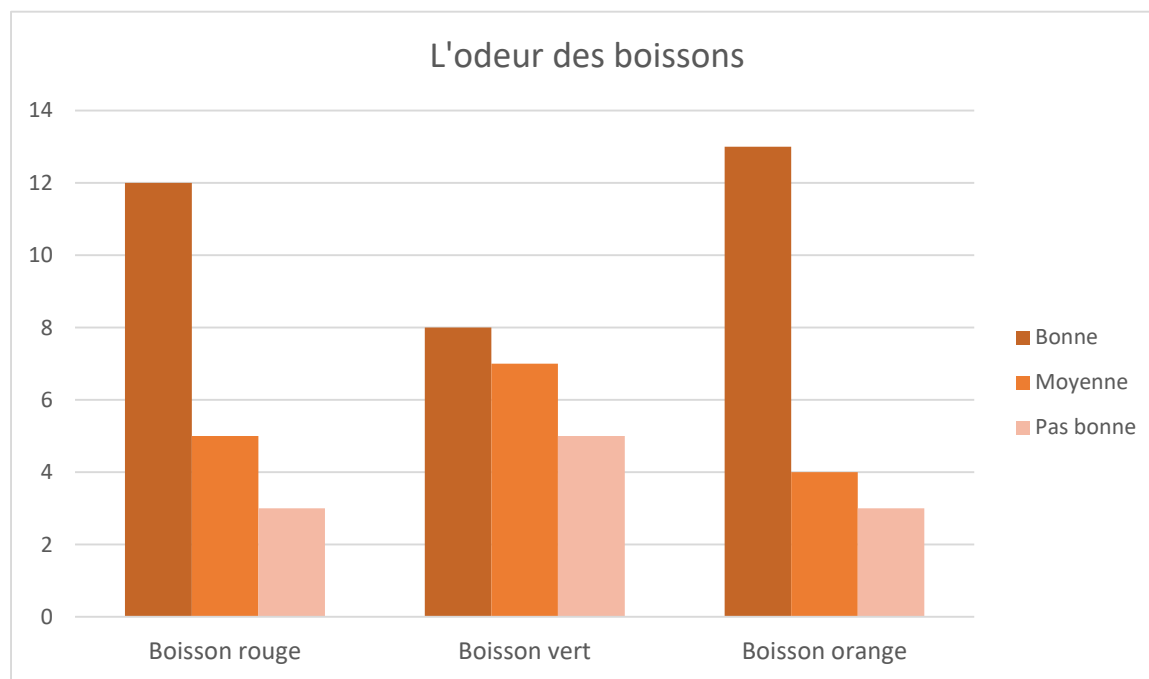


Figure 25: Les résultats de l'évaluation de l'odeur des boissons

* Pour la Boisson orange, le plus grand nombre de participants : 13 a jugé l'odeur "Bonne". Un nombre relativement faible l'a trouvée "Moyenne" : 4 ou "Pas bonne" : 3.

* La Boisson rouge est également bien perçue, avec un nombre élevé de réponses "Bonne" : 12. Elle a un nombre légèrement plus élevé de réponses "Moyenne" : 5 et "Pas bonne" : 3 par rapport à la boisson orange.

* La Boisson verte a le moins de votant pour "Bonne" : 8. C'est aussi la boisson avec le plus grand nombre de jugements "Moyenne" : 7 et "Pas bonne" : 5.

La Boisson orange semble avoir l'odeur la plus appréciée par le panel, suivie de près par la boisson rouge. La Boisson verte est perçue comme la moins agréable en termes d'odeur.

1.3. Le goût :

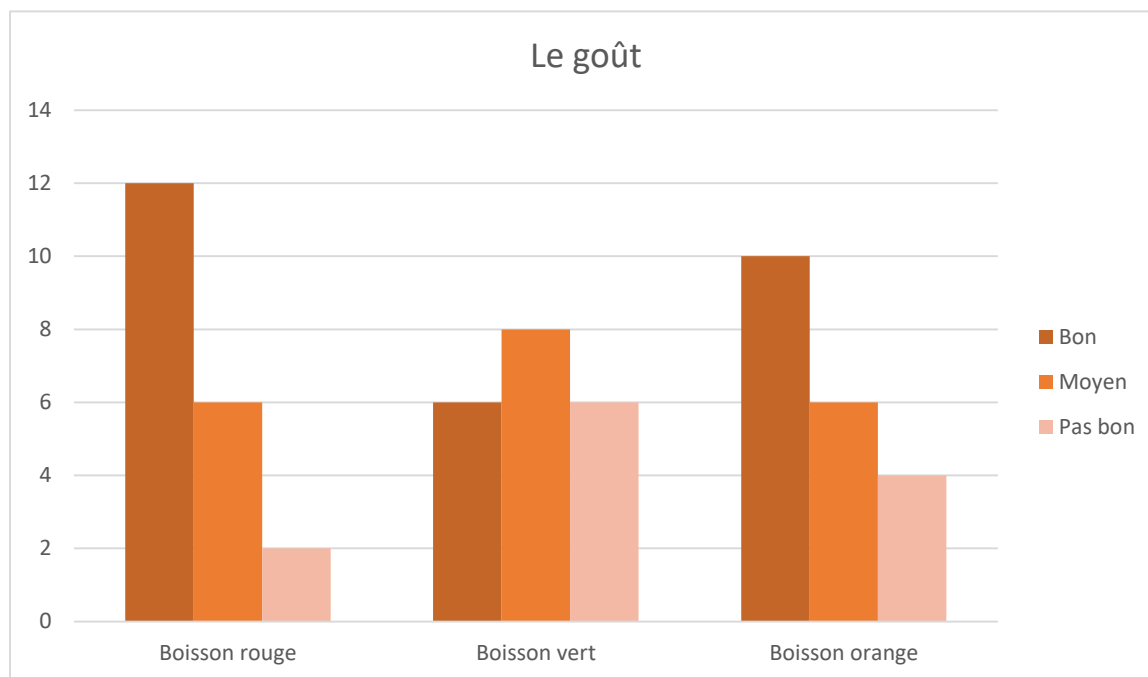


Figure 26: Les résultats de l'évaluation du goût des boissons.

- La boisson rouge était la plus populaire, la majorité des participants (12 sur 20) ayant jugé son goût "Bon". Moins de personnes l'ont trouvée "Moyenne" (6 participants), et seulement deux l'ont jugée "Pas bonne".
- La boisson verte était la moins appréciée. Seulement 6 participants l'ont jugée "Bonne", tandis qu'elle a enregistré le plus grand nombre de jugements "Moyen" (8 participants) et de "Pas bon" (6 participants).
- La boisson orange a également été bien accueillie, avec 10 participants l'ont qualifiée de "Bonne". Elle a obtenu un nombre similaire de jugements "Moyen" (6 participants) que la boisson rouge, mais légèrement plus de "Pas bon" (4 participants).

Les Boissons rouge et orange sont globalement jugées avec un goût "Bon" par la majorité du panel, se distinguant comme les plus appréciées. La Boisson verte est perçue comme la moins agréable en termes de goût.

1.3. La texture :

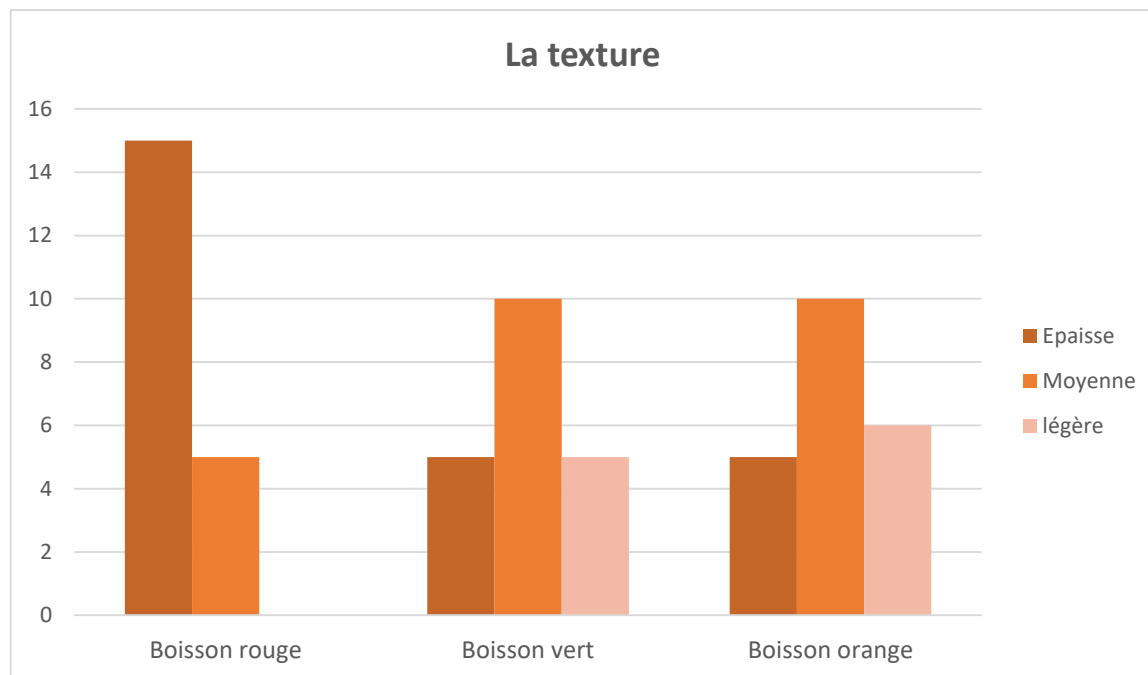


Figure 27: Les résultats de l'évaluation de la texture des boissons.

La boisson rouge se distingue clairement par sa texture épaisse, la rendant probablement plus dense ou pulpeuse. Les boissons verte et orange sont toutes deux majoritairement considérées comme ayant une texture moyenne. Toutefois, la boisson verte présente une répartition égale entre les perceptions "épaisse" et "légère" pour les catégories non moyennes, tandis que la boisson orange incline légèrement plus vers une perception "légère" après la catégorie "moyenne".

2. Les analyses physicochimiques :

2.1. Conductivité :

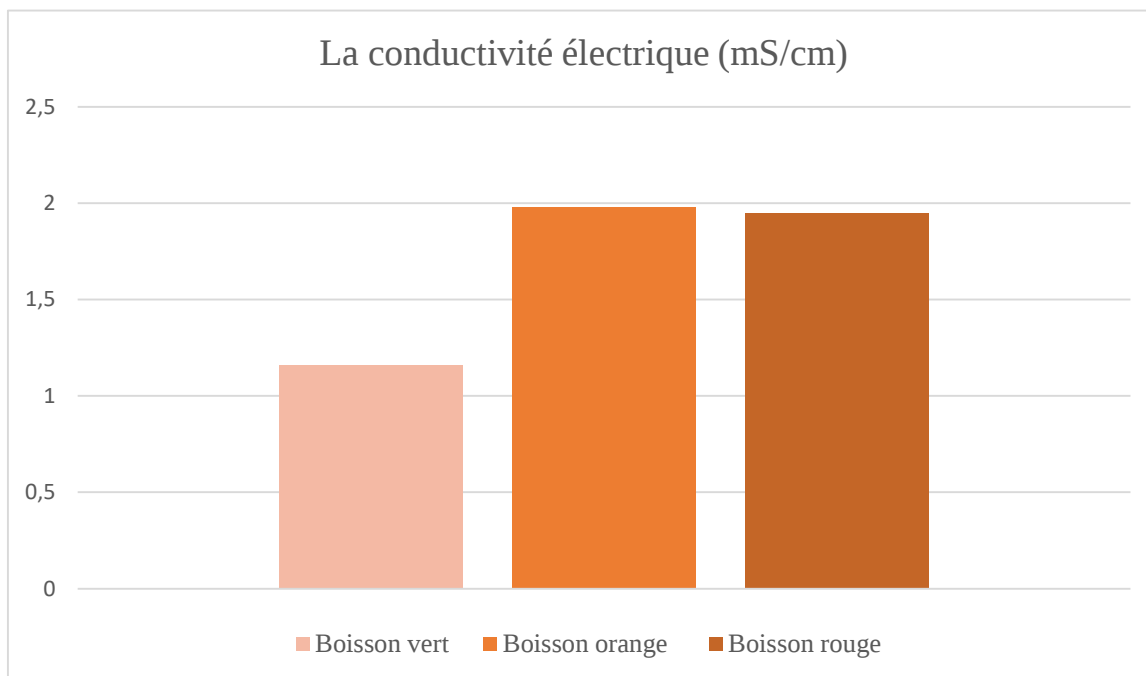


Figure 28: Les valeurs de la conductivité électrique des boissons.

Interprétation :

- ❖ Boisson vert (la moins conductrice) : Elle présente la conductivité électrique la plus faible des trois, se situant autour de 1,2 mS/cm. Cela suggère qu'elle contient la concentration la plus faible d'ions dissous par rapport aux autres boissons, ou que les ions présents ont une mobilité plus faible.
- ❖ Boisson orange et Boisson rouge (les plus conductrices) : Les boissons orange et rouge ont des conductivités électriques significativement plus élevées que la boisson verte. Leurs valeurs sont très similaires, avec la boisson orange à environ 1,98 mS/cm et la boisson rouge à environ 1,95 mS/cm.
- ❖ Implications de la conductivité : La conductivité électrique dans les liquides est directement liée à la concentration d'ions dissous. Une conductivité plus élevée indique une plus grande quantité d'ions (sels, minéraux, acides, bases) en solution.

2.2. La masse volumique :

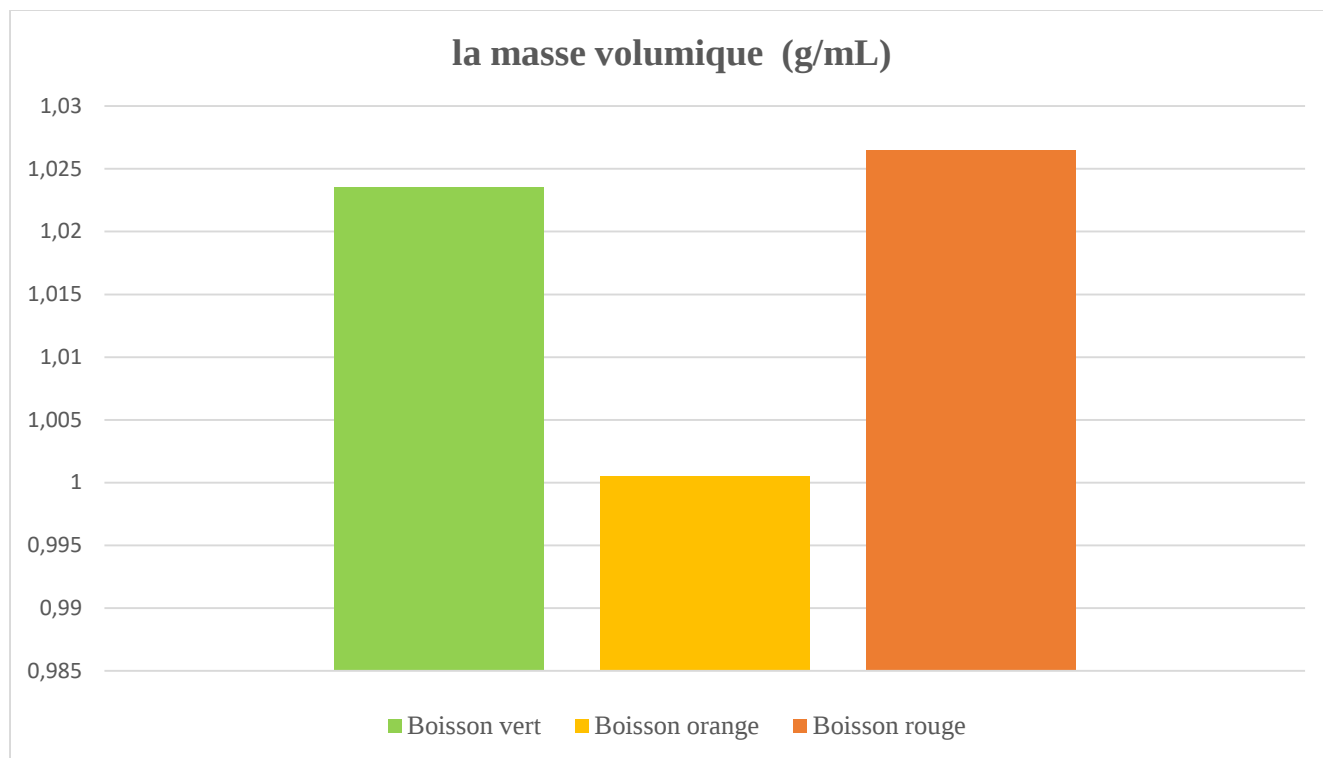


Figure 29: Les valeurs de la masse volumique des boissons.

Interprétation :

- Une masse volumique supérieure à 1 g/mL, comme c'est le cas pour les trois boissons, indique que ces boissons contiennent des substances dissoutes ou en suspension qui les rendent plus denses que l'eau. Cela peut inclure des sucres, des sels minéraux, des concentrés de fruits, etc. En général, plus la masse volumique est élevée, plus la concentration de ces substances est importante.
- La masse volumique de la "Boisson orange", étant très proche de 1 g/mL, suggère qu'elle est principalement composée d'eau ou qu'elle contient très peu de solutés.

2.3. Le pH :

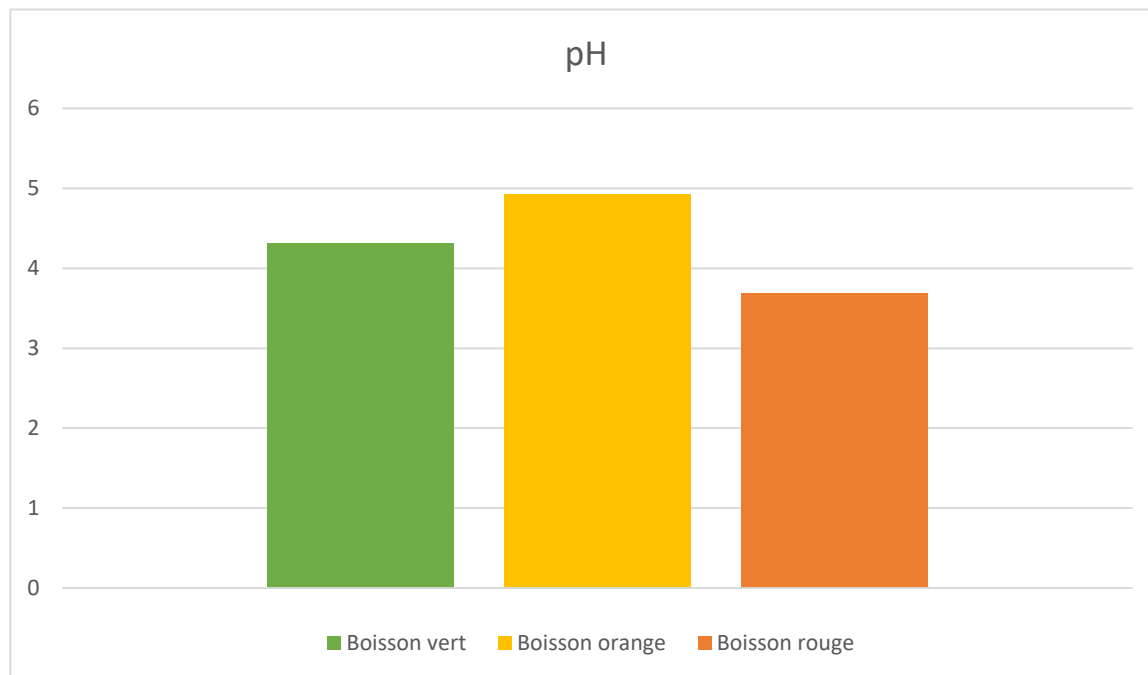


Figure 30: Les valeurs du pH des boissons.

Interprétation :

Le pH est une mesure de l'acidité ou de l'alcalinité d'une solution. Une valeur de pH de 7 est neutre. Les valeurs inférieures à 7 indiquent une acidité, et les valeurs supérieures à 7 indiquent une alcalinité.

D'après la graphique :

- * La boisson orange est la moins acide des trois, avec le pH le plus élevé (4,92).
- * La boisson rouge est la plus acide des trois, avec le pH le plus bas (3,69).
- * La boisson verte a une acidité intermédiaire entre la boisson orange et la boisson rouge, avec un pH d'environ 4,31.

Toutes les boissons représentées ont un pH inférieur à 7, ce qui signifie qu'elles sont toutes acides.

2.4. L'extrait sec total :

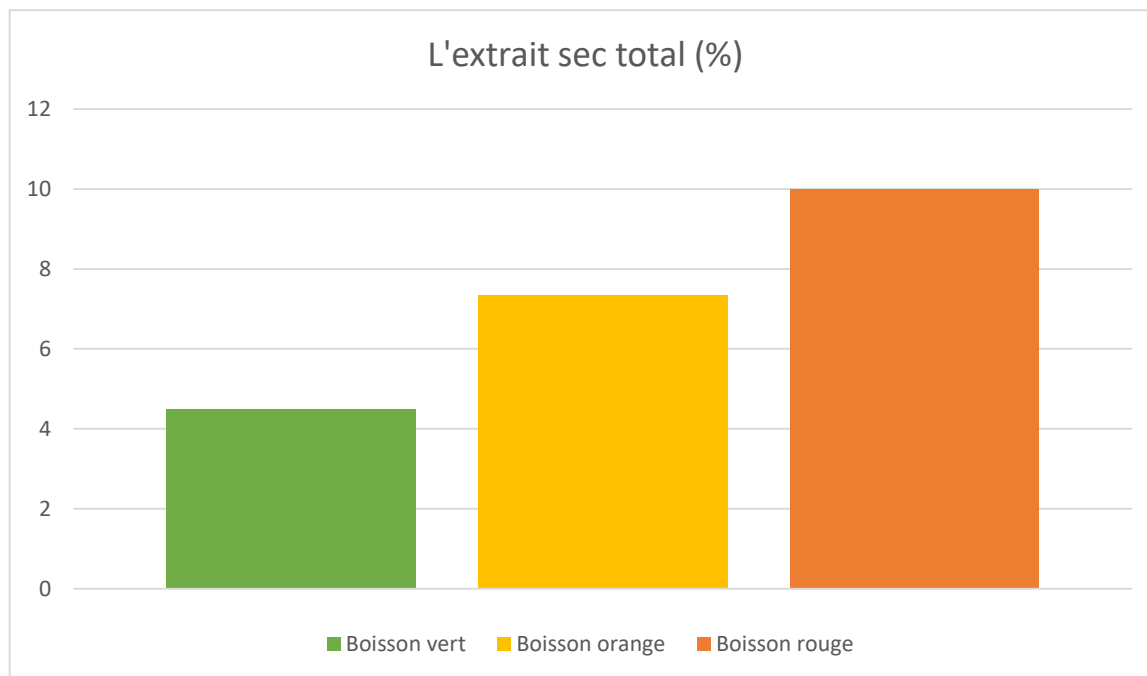


Figure 31: Les valeurs de l'extrait sec total des boissons.

Interprétation :

L'extrait sec total représente la matière non volatile après évaporation de l'eau (sucres, minéraux, fibres solubles).

* La boisson rouge (Betterave, Fraise) a l'extrait sec le plus élevé (10%). Cela est parfaitement logique, car les betteraves et les fraises sont des légumes et fruits riches en sucres et autres solides.

* La boisson orange (Carotte, Pomme, Citron) a un extrait sec intermédiaire (7,33%). Les carottes et les pommes sont des sources de solides, ce qui rend cette valeur plausible.

* La boisson verte (Concombre, Pomme, Citron) a l'extrait sec le plus bas (4,5%). Ceci est très cohérent avec le concombre, qui est majoritairement composé d'eau et très peu de solides, diluant significativement la pomme et le citron.

2.5. Le taux d'humidité :

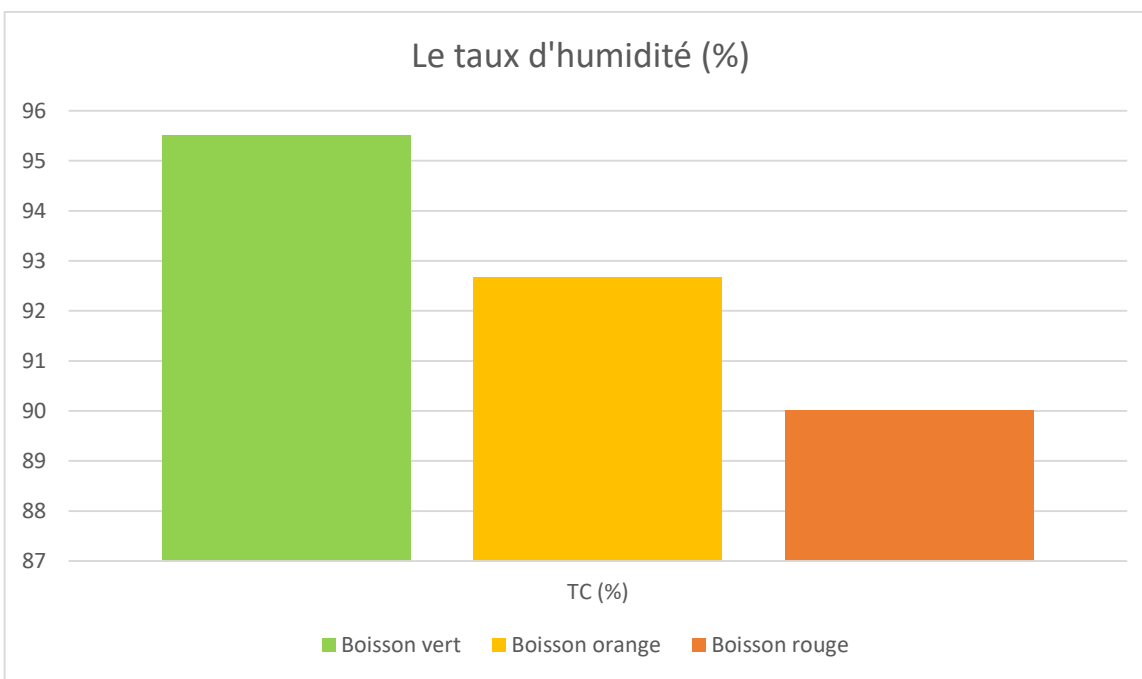


Figure 32: Les valeurs de Le taux d'humidité des boissons.

Interprétation :

* Le taux d'humidité est la quantité d'eau. Il est le complément de l'extrait sec total ($\text{Humidité (\%)} = 100\% - \text{Extrait Sec (\%)}$).

* Les résultats sont en parfaite cohérence avec l'analyse de l'extrait sec.

* La boisson verte (95,5% d'humidité) est la plus aqueuse, confirmant la présence dominante de concombre.

* La boisson rouge (90% d'humidité) est la moins aqueuse, confirmant sa forte concentration en solides.

2.6. La teneur en cendres :

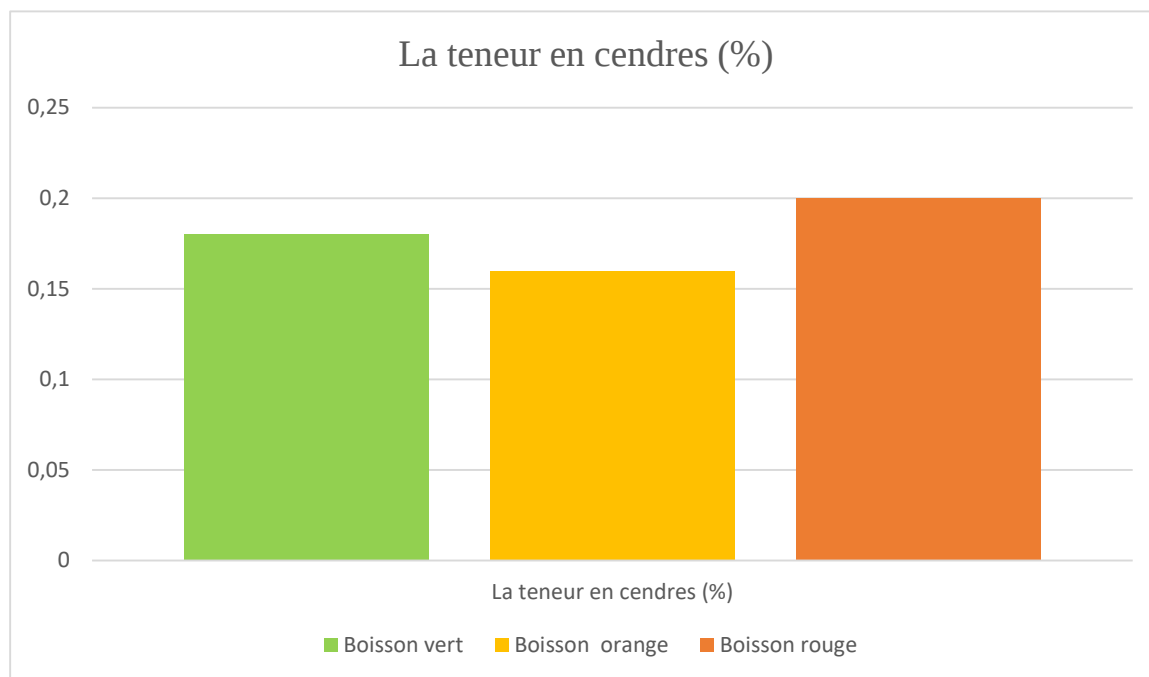


Figure 33: Les valeurs de La teneur en cendres des boissons.

Interprétation :

La teneur en cendres représente la matière inorganique (minéraux).

* La boisson rouge (Betterave, Fraise) a la teneur en cendres la plus élevée (0,2%). Les betteraves sont connues pour leur richesse en minéraux, ce qui rend cette valeur cohérente.

* Les teneurs des autres boissons sont également plausibles pour des boissons végétales, les minéraux étant naturellement présents dans les fruits et légumes. Ces valeurs sont relativement faibles, ce qui est normal pour des boissons.

2.7. La teneur en pectine :

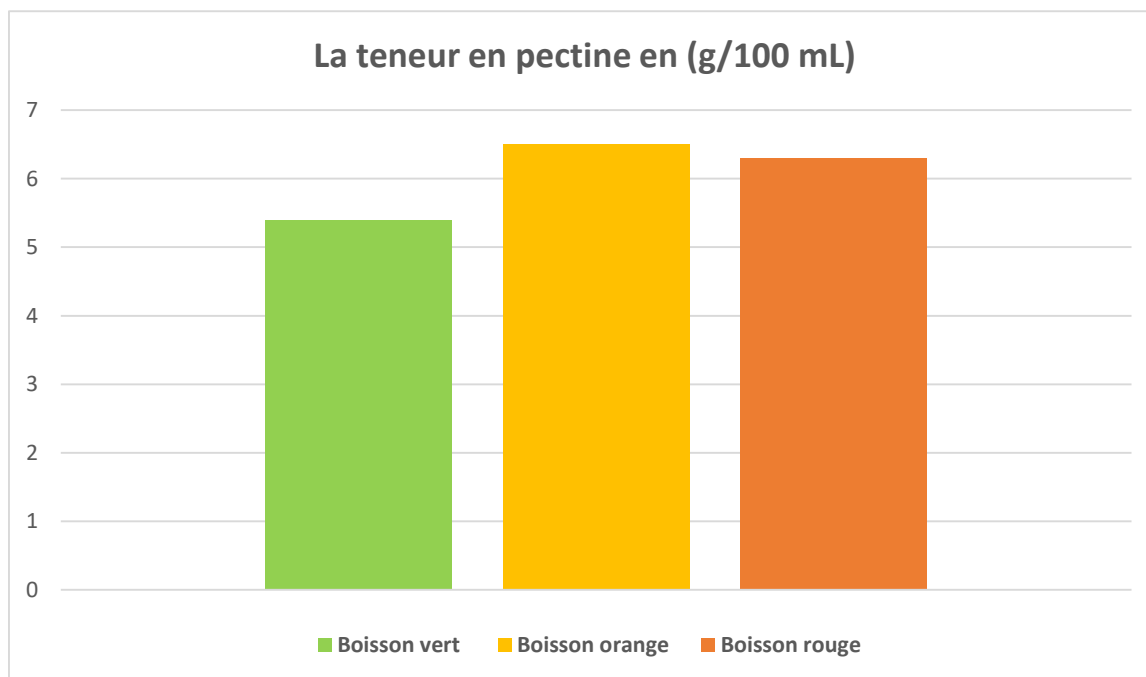


Figure 34: Les valeurs de La teneur en pectine des boissons

Interprétation :

- La Boisson orange (Carotte, Pomme, Citron) affiche la teneur en pectine la plus élevée, à environ 6,5 g/100 mL. C'est très cohérent avec ses ingrédients. Les pommes sont particulièrement riches en pectine (elles sont souvent utilisées pour la fabrication commerciale de pectine), et les carottes en contiennent également une bonne quantité.
- La Boisson rouge (Betterave, Fraise) a une teneur en pectine légèrement inférieure mais toujours élevée, à environ 6,3 g/100mL. Les fraises contiennent de la pectine, et la betterave peut aussi y contribuer.
- La Boisson verte (Concombre, Pomme, Citron) a la teneur en pectine la plus basse des trois, à environ 5,4 g/100mL. Bien qu'elle contienne de la pomme et du citron, le concombre, qui est majoritairement composé d'eau et très peu de solides ou de fibres, dilue probablement la concentration globale de pectine dans cette boisson.

2.8. L'acidité titrable :

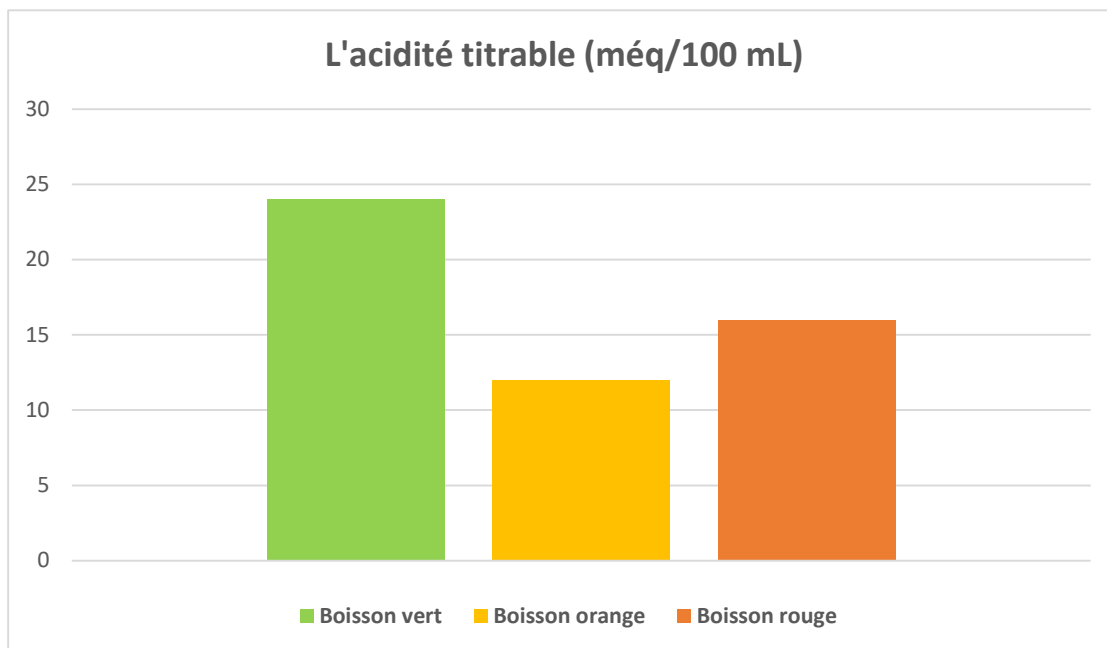


Figure 35: Les valeurs de l'acidité titrable des boissons.

Interprétation :

- Boisson Verte (Concombre, Pomme, Citron) : La valeur très élevée est extrêmement cohérente et significative avec la présence de citron. Le citron est une source très concentrée d'acide citrique. Même si le pH de cette boisson est d'environ 4,3 (plus élevé que la boisson rouge), l'acide citrique est un acide faible. Cela signifie qu'une grande quantité d'acide citrique peut être présente, mais seule une petite fraction de ses molécules se dissocie en ions H^+ libres à un instant donné (ce qui détermine le pH). L'acidité titrable, elle, mesure toutes les molécules d'acide citrique qui peuvent être neutralisées, d'où cette valeur élevée.
- Boisson rouge (Betterave, Fraise) : Les fraises contiennent divers acides organiques (citrique, malique). Une acidité titrable d'environ 14 még/100 mL est tout à fait plausible pour ce type de composition.
- Boisson orange (Carotte, Pomme, Citron) : Bien que contenant du citron, la dilution par la carotte et la pomme, qui contiennent des acides mais souvent en moindre quantité totale ou avec des propriétés tampons différentes, peut expliquer cette acidité titrable plus faible que la boisson verte.

2.9. l'activité antioxydante :

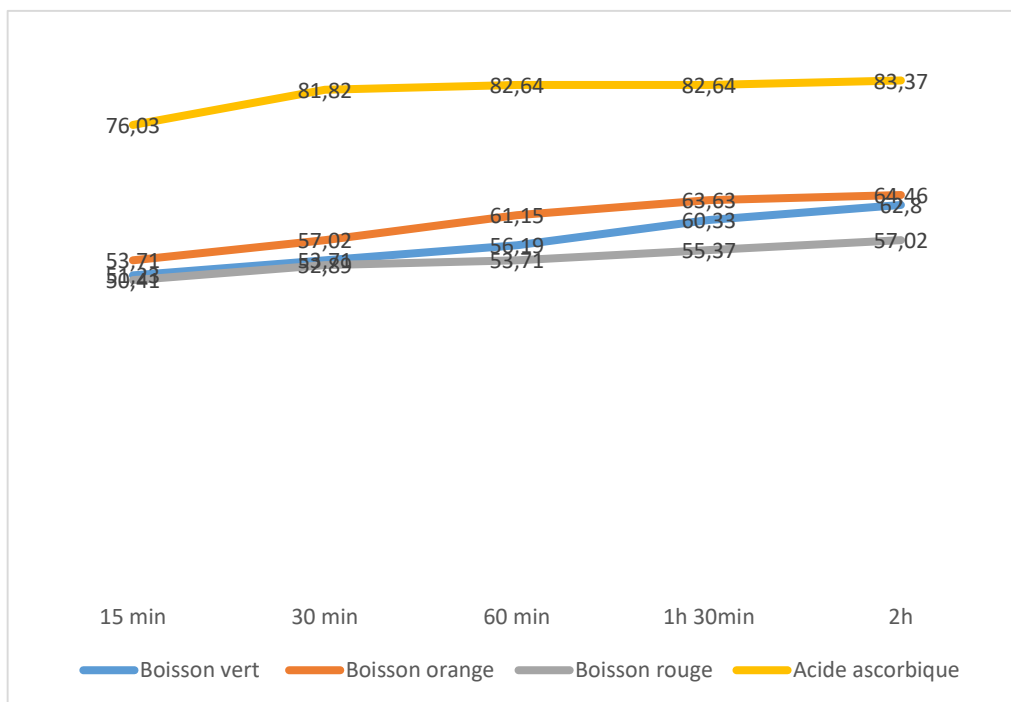


Figure 36: Les résultats de l'activité antioxydante de l'acide ascorbique et des boissons.

Interprétation :

Acide Ascorbique :

* L'acide ascorbique démontre la plus forte activité antioxydante parmi tous les échantillons testés, atteignant un pourcentage de réduction élevé dès les 15 premières minutes (environ 76.03 %).

* Son activité augmente rapidement pour atteindre un palier entre 30 minutes et 1h 30 (autour de 81.82 % à 30 min et 82.64 % à 1h 30), indiquant une réaction rapide et presque maximale de neutralisation du radical DPPH. À 2 heures, l'activité est maximale à environ 83.47 %.

* Ceci confirme sa réputation de puissant antioxydant et valide la méthodologie du test comme référence positive.

Boisson orange :

* La boisson orange présente une activité antioxydante significative et progressive.

* Elle commence avec une réduction notable (environ 53.71 % à 15 min) et son efficacité augmente constamment au fil du temps, atteignant le pourcentage de réduction le plus élevé parmi les boissons (environ 64.46 % à 2h).

* Cela suggère la présence de composés antioxydants dont l'action est durable et efficace sur la période d'incubation.

Boisson Verte :

* Elle débute avec un pourcentage de réduction d'environ 51.23 % à 15 min et augmente progressivement pour atteindre environ 62.80 % à 2h.

* Son activité est légèrement inférieure à celle de la boisson orange en début de réaction et se rapproche de celle-ci à la fin, démontrant un potentiel antioxydant.

Boisson rouge :

* La boisson rouge montre également une activité antioxydante et croissante dans le temps.

* Elle démarre avec une réduction d'environ 50.41 % à 15 min et son efficacité augmente pour atteindre environ 57.02 % à 2h.

* Bien qu'elle présente une bonne activité, elle est légèrement inférieure à celle de la boisson orange et de la boisson verte (**Figure 36**) à la fin de la période d'observation.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion générale :

En conclusion, cette thèse a exploré le formidable potentiel des jus naturels préparés à partir de fruits et légumes de saison, issus d'un mélange audacieux de ces derniers, comme composants efficaces d'une alimentation saine et équilibrée.

Grâce à leur richesse en vitamines, minéraux et composés végétaux actifs tels que les antioxydants, ces jus sont un véritable allié pour notre santé globale, contribuant efficacement à la prévention de nombreuses maladies chroniques. Leur secret réside dans leurs puissantes propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires, qui protègent nos cellules et réduisent l'inflammation dans l'organisme.

Dans le cadre de ce travail, nous avons développé trois formulations expérimentales. Les résultats ont montré que l'association judicieuse de fruits et légumes sucrés aux saveurs neutres ou terreuses permet d'obtenir des jus équilibrés, riches en vitamines (notamment C, A et B₉), en antioxydants et en fibres, tout en offrant une bonne stabilité physique et chimique. L'ajout de citron, en particulier, a joué un rôle important dans l'amélioration du processus de conservation et la valorisation du goût des préparations.

Du point de vue du contrôle qualité, les analyses réalisées (acidité titrable, pH, densité, etc.) ont permis de garantir que les jus produits répondaient aux exigences des consommateurs. Ce projet ouvre des perspectives prometteuses pour l'industrie agroalimentaire dans le domaine des boissons fonctionnelles, avec un potentiel de développement local basé sur des ingrédients facilement disponibles et une transformation peu complexe.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

- Adeleke, R. O.** Comparative studies on nutritional composition of four melon seeds varieties. Pakistan Journal of Nutrition.
- Agraphid, Monnet Y., Hulle M., Ighil E.T. et Robert Y., 1999.** Les pucerons des plantes maraîchères : cycles biologiques et activités de vol.136
- Apriel. 2008.** Des fruits et légumes frais. Agence pour la recherche et l'information des fruits et légumes.
- Azevedo-Meleiro, C. H., & Rodriguez-Amaya, D. B. (2007).** Qualitative and quantitative differences in carotenoid composition among Cucurbitamoschata, Cucurbita maxima, and Cucurbitapepo. Journal of Agricultural and Food Chemistry.

B

- Bâches B, (2011)** .étude de comportement de Variété Washington navel : 22 <Thèse` 2007-2008.
- Barboni, T., Luro, F., Chiaramonti, N., Desjobert, J. M., Muselli, A., & Costa, J. (2009).** Volatile composition of hybrids Citrus juices by headspace solid-phase micro extraction/gas chromatography/mass spectrometry. Food Chemistry.
- Benamara S.** Agougou A., 2003. Production du jus alimentaire technologie des industries agro-alimentation offices de publication universitaire.

C

- CODEX STAN 247-2005,** Norme Générale codex pour les jus et les nectars de fruits.
- Codex Standard 78-1981.** Codex Standard for Canned Fruit Cocktail.

D

- **Denis, L. F. 2010.** La culture biologique des légumes .Edition Berger A.C.
- **Dupin H., Cuq J-L., (1992).** Alimentation et nutrition humaine, ESF Paris, 1533.
- Dykes L. et Rooney L-W., 2006. Sorghum and millet phenols and antioxidants. J. Cereal Sci.

E

- Eberhardt M V, Lee C Y et Liu R H. 2000.** Antioxidant activity of fresh apples. Nature.

-**Espirade E., 2002.** Introduction à la transformation industrielle des fruits Ed Tec a Doc.

F

-**FAO, 2013 Food and Agriculture Organisation (FAO)** Institution spécialisée des Nations Unies.

-**Fournier P.V. (1947).** Dictionnaire des plantes médicinales et vénéneuses de France.

-**Frédérique J.2011.** Le citron malin : Maison, santé, beauté Tous les bienfaits d'un Ingrédient Ed LEDUC.

H

-**Hamady S. 2010.** La promotion du, mara àRchage, une alternative à lutte de l'orpaillage traditionnel (facteur de dégradation de l'environnement) dans le village de Sansanto, commune rural de kenieba (Mali), Mémoire en ligne, Institut polytechnique rural de Katibougou (Mali), MaàRtriseen vulgarisation agricole.

I

-**ISABELLE ESCARTIN, 11/2011.**Guide des agrumes.

J

-**J Agric Food Chem. 2012**

-**Jaillard Stan. (26.08.2016).** Prévention : Tout Savoir Sur La Congélation Des Aliments.

K

- **Kujala TS, V. M. 2002.** Betalain and phenolic compositions of four beetroot (Beta vulgaris) cultivars. Eur Food Res Technol, 214, 505-10.

L

-**Lacoste S., 2014.** Ma bible de la phytothérapie : Le guide de référence pour se soigner avec les plantes. Leduc.s Éditions.

-**Lassoudière, A., (2007).** Le bananier ET sa culture. Quae. Versailles.

M

- Mazoyer M., 2002.** Larousse agricole, le monde paysan au XXI^e siècle. Ed. Lavoisier, Paris, 770
- Munro D. B. et Small E., 1998.** Les légumes du Canada. Ed. NrcResearchPress.
- **Murad H, Nyc MA.** Evaluating the potential benefits of cucumbers for improved health and skin care. Journal of Aging Research & Clinical Practice. 2016 .

N

- **Neha., D., Singh, Archana, Jaiswal, Mamta, Agrahari, Kiran. 2017.** Standardization and development of beetroot-based product. Int. J. Home Sci, 3, 26-30.
- Neveu V., Perez-Jiménez J., Vos F., Crespy V., du Chaffaut L., Mennen L., Knox C., Eisner R., Cruz J., Wishart D. and Scalbert A. (2010).** Phenol-Explorer: an online comprehensive database on polyphenol contents in foods.

O

- Onautshu Odimba, D. (2013).** Caractérisation des populations de *Mycosphaerella fijiensis* et épidémiologie de la cercosporiose noire du bananier (*Musa spp.*) dans la région de Kisangani (RDC).thèse de doctorat. Microbio Appliquée et phytopathologie. Uni, Catholique de Louvain.

R

- Rabarijaona Falinirina. (2007).** Contribution à l'étude d'obtention d'alcool de banane mémoire de fin d'étude en vue d'obtention du diplôme d'ingénieur en Génie Chimique, promotion.
- **Ribaya-Mercado, J., Blumberg, J. B 2004.** Lutein, zeaxanthin, and their potential roles in disease prevention. J Am Coll Nutr.567S-87S.
- Rymond dextreit, 1998.** Les cinq merveilles naturelles éd : vivre en Harmonie.
- RYMOND DEXTREIT, 1998.** Les cinq merveilles naturelles éd : vivre en Harmonie.

S

- Sabri K.1980.** El Ghidaala el Dawae .ed dar El Ilme li el Malayine.

- Sahu, T., & Sahu, J. Cucumis sativus (cucumber):** a review on its pharmacological activity. Journal of Applied Pharmaceutical Research.
- Saxholt E., Christensen A.T., Møller A., Hartkopp H.B., Hess Ygil K. and Hels OH. (2009).**
- Scalbert A. 1991.** Antimicrobial properties of tannins. Phytochemistry.
- Shan N, Gan Z, Nie J, Liu H, Wang Z, Sui X.** Comprehensive Characterization of Fruit Volatiles and Nutritional Quality of Three Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Genotypes from Different Geographic Groups after Bagging Treatment. Foods.
- Sharrock, S. & Lusty, C. (2000).** Nutritive value of banana. In: INIBAP. (ed) Networking Banana and Plantain: INIBAP Annual Report 1999. International Network for the Improvement of Banana and Plantain (INIBAP), Montpellier.
- Swingle W.T. and Reece P.C., 1967.** The botany of Citrus and Relatives in « The citrus Industry

W

- **Winkler, C., Wirleitner, B., Schroecksnadel, K., Schennach, H., Fuchs, D. 2005.** In vitro effects of beetroot juice on stimulated and unstimulated peripheral blood mononuclear cells. Am J BiochemBiotechnol.

ANNEXEES

Annexe N°1 :

Appareillage :

- pH mètre (Hanna pH 211, USA).
- Conductimètre (BIOBLOCK, Belguim).
- Balance de précision.
- Réfrigérateur
- Congélateur
- Blender
- Etuve
- Four à moufle
- Spectrophotomètre
- Autoclave

Verrerie :

- Des béchers
- Pipettes graduées
- Burette
- Fioles jaugées
- Entonnoirs
- Papier filtre
- Les cuves

Réactifs :

- Phénolphtaléine
- Eau distillée
- Solution NaOH
- L'acétone

- L'iode
- Acide sulfurique H_2SO_4
- Acide ascorbique
- Ethanol
- DPPH°.

Annexe N°02 : Préparation de solutions

1 / préparation de la solution de NaOH :

Pour la préparation de la solution de NaOH 0.1N, on a recourt à une fiole volumétrique d'un litre (1L). On y incorpore 4 g de NaOH pesés à l'aide d'une balance de précision, puis on ajoute de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge de la fiole.

2 / Préparation de la solution de phénolphtaléine :

Pour préparer la solution de phénolphtaléine (1%), on mesure 10 mL d'éthanol à l'aide d'une éprouvette, puis on y ajoute 0.1 g de poudre de phénolphtaléine, pesé avec précision à l'aide d'une balance de haute précision, le mélange est ensuite soigneusement homogénéisé dans un flacon.

3/ Préparation de la solution d'acide ascorbique :

- Peser précisément 0,011 g d'acide ascorbique à l'aide d'une balance électronique.
- Transférer l'acide ascorbique pesé dans une fiole jaugée de 25 mL.
- Ajouter de l'éthanol jusqu'au trait de jauge.
- Bien agiter pour obtenir une solution homogène.

4/ Préparation de la solution du DPPH :

Pour la préparation de la solution du DPPH 0.1mM. On a recourt à une fiole volumétrique de 100 mL. On y incorpore 0.004 g du DPPH, pesés à l'aide d'une balance de précision, puis on ajoute de l'éthanol jusqu'au trait de jauge de la fiole.

Annexe N°3 : Test hédonique

Nous vous proposons de déguster plusieurs échantillons de jus R1, R2, R3 donner votre avis sur leur qualité sensorielle.

. Comment trouvez-vous le produit ? (cochez la bonne réponse).

✓ **Couleur :**

	Acceptable	Pas acceptable
R1		
R2		
R3		

✓ **Odeur :**

	Bonne	Moyenne	Pas bonne
R1			
R2			
R3			

✓ **Gout :**

	Bon	Moyen	Pas bon
R1			
R2			
R3			

✓ **La texture :**

	Epaisse	Moyenne	Légère
R1			
R2			
R3			

Merci