

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

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

جامعة محمد الصديق بن يحيى - جيجل

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département : Microbiologie Appliquée et
Sciences Alimentaires



كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم الميكروبيولوجي التطبيقية
وعلوم التغذية

Mémoire de Master

Filière : Sciences Alimentaires

Option : Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

Thème

**Essai de formulation d'une boisson à base de *Malus domestica* et
*Fragaria sp.***

Membres de Jury

Président : Dr. BOUBZARI M T.

Examinatrice : Dr. BENALI S.

Encadrant : Dr. BOUSSOUF L.

Présenté par :

- KESSOUR Lina

- KEBSA Dyna

Année Universitaire 2018/2019

Numéro d'ordre :

Remerciements

C'est avec un réel plaisir que nous réservons ces lignes en signe de gratitude et de profonde reconnaissance à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation et à l'aboutissement de ce travail.

Avant tout, nous remercions Dieu tout puissant pour nous avoir aidés à réaliser ce modeste travail.

Nous adressons nos sincères remerciements à notre promotrice, Mme BOUSSOUF Lilia, Docteur au département de Microbiologie Appliquée et Sciences Alimentaires, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Mohamed Seddik Benyahia de Jijel, d'avoir accepté la direction scientifique de notre projet de fin d'études. Qu'elle soit rassurée de notre profonde gratitude.

Nous sommes très honorées à remercier :

Monsieur BOUBZARI Mohamed Tahar, Docteur, à l'Université Mohamed Seddik Benyahia de Jijel, pour le grand privilège qu'il nous a fait d'avoir accepté la présidence de notre jury de soutenance. Qu'il soit assuré de notre respectueuse considération.

Madame Benali Sonia, Docteur, à l'Université Mohamed Seddik Benyahia de Jijel, d'avoir accepté de consacrer du temps à examiner et juger ce travail.

Nous avons le plaisir de remercier Madame BOUTENNOUN Hanane et Melle REZAGUI Abir; docteurs au département de Biologie Cellulaire et Moléculaire de l'Université Mohamed Seddik Benyahia de Jijel, pour nous avoir aidé à la réalisation de quelques paramètres de l'activité antioxydante. Nous leur adressons notre éternel respect et nos sincères gratitude.

Nous avons aussi un grand plaisir de côtoyer les ingénieurs du laboratoire de contrôle de qualité et nous citons entre autres : Asma et Nadjla. Vous nous avez beaucoup aidés tout au long des manipulations dans le laboratoire.

Nous tenons aussi à remercier nos très chères amies; Souha, Meriem et Sihem pour leur soutien, leur gentillesse et leur sympathie en leur souhaitant bon courage et bonne continuation.

A nos très chers parents,

Merci pour votre présence à nos côtés, votre soutien au cours de nos études et pour tout ce que vous nous avez offert pour en arriver là. Nous ne pourrions jamais vous récompenser.

Nous vous aimons

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Sommaire

Introduction..... 1

Partie 1: Rappel bibliographique

Chapitre 01. Les jus 2

1. Définition 2

1.1. Jus de fruit..... 2

1.2. Jus de fruits obtenus à partir d'un concentré 2

1.3. Jus de fruits concentrés et déshydratés 2

1.4. Nectar de fruits..... 3

2. Composition chimique 3

3. Les ingrédients ajoutés aux jus 3

4. Qualité nutritionnelle 4

5. Procédés de fabrication des jus 4

5.1. Réception 4

5.2. Préparation des fruits 4

5.3. Extraction..... 5

5.4. Clarification 5

5.5. Déaération 5

5.6. Pasteurisation 5

Chapitre 02 :*Fragaria sp.* (la fraise) 6

1. Généralité sur la fraise 6

2. Composition biochimique 7

3. Intérêt nutritionnels 7

Chapitre 03 : *Malus domestica* (la pomme)..... 9

1. Généralité sur la pomme 9

2. Composition biochimique 9

3. Intérêt nutritionnels 10

Chapitre 04: Stabilité du jus 11

1. Altération chimique.....	11
1.1. Vitamine C.....	11
1.2. Brunissement non enzymatique	11
2. Altération organoleptique	12
2.1. Altération de la couleur.....	12
2.2. Altération de l’arôme	12
2.3. Altération de la texture.....	12

Partie 2 : Etude expérimentale

Chapitre 01 : Matériels et méthodes	13
1. Matériel végétal.....	13
2. Fabrication du jus.....	13
3. Préparation des différentes formulations de boissons.....	14
4. Méthodes analytiques.....	14
4.1. Analyse sensorielle	14
4.1.1. Sujets	15
4.1.2. Préparation de la salle d’évaluation.....	15
4.1.3. Codage et présentation des échantillons.....	15
4.2. Analyses microbiologiques	15
4.2.1. Préparation des dilutions	15
4.2.2. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM)	16
4.2.3. Recherche et dénombrement des coliformes.....	16
4.2.4. Recherche et dénombrement des levures et moisissures.....	16
4.2.5. Recherche et dénombrement de la flore osmophile	17
4.3. Analyses physicochimies	17
4.3.1. Mesure de PH	17
4.3.2. Mesure de l’acidité titrable.....	17
4.3.3. Détermination du taux des solides solubles	17
4.3.4. Teneur en matière organique et en cendres	18
4.3.5. Mesure de la conductivité électrique.....	18
4.3.6. Mesure de la turbidité.....	18
4.3.7. Mesure de la viscosité	18
4.3.8. Recherche de pectine.....	19
4.4. Dosage des composés bioactifs.....	19

4.4.1. Extraction des composés phénoliques	19
4.4.2. Dosage des composés phénoliques.....	19
4.4.3. Dosage des flavonoïdes	20
4.4.4. Evaluation de l'activité antioxydante	20
4.5. Analyse statistique	21
Chapitre 02 : Résultats et discussions	22
1.1. L'analyse de la préférence générale.....	22
1.2. Préférence selon les descripteurs	22
2. Analyses microbiologiques	23
3. Analyses physicochimiques	24
3.1. PH	24
3.2. Acidité titrable	24
3.3. Solides solubles.....	24
3.4. Teneur en matière organique et en cendres.....	25
3.5. Conductivité électrique	25
3.6. Turbidité.....	25
3.7. Viscosité.....	25
3.8. Pectine.....	25
4. Dosage des composés bioactifs.....	25
4.1. Détermination de la teneur en polyphénols totaux et en flavonoïdes	25
4.2. Evaluation de l'activité antioxydante.....	26
Conclusion.....	31
Références bibliographiques	
Annexe	
Résumé	

Liste des abréviations

Liste des abréviations

AT : Acidité Titrable

BHT: hydroxy toluène butylé

BNE: Brunissement Non Enzymatique

CE: Communauté Européenne

EAG: Equivalent d'acide gallique

DPPH: 1,1-Diphényl-2-Picryl-Hydrazyl

FTAM: Flore Total Aérobie Mésophile

HDL: High Density Lipoprotein

LDL: Low Density lipoprotein

PCA: Plate Count Agar

TS : Tryptone Sel

TSS : Taux de Solides Solubles

UFC : Unité Formant Colonie

VRBL : Gélose Billée Lactosée au Cristal Violet et au Rouge Neutre

NaOH : Hydroxyde de sodium

OGA: Gelose Oxytétracycline Agar.

Liste des figures

Liste des figures

Figure 01. <i>Fragaria sp.</i>	06
Figure 02 : <i>Malus domestica</i>	09
Figure 03 : Voies de dégradation de l'acide aminé et effets sur la qualité du jus.....	11
Figure 04 : Etapes d'obtention du jus de la pomme et de la fraise.....	13
Figure 05 : Les trois formulations de jus.....	14
Figure 06 : Analyse sensorielle.....	15
Figure 07 : la préférence générale.....	22
Figure 08 : Préférence selon les descripteurs sensoriels.....	22
Figure 09: Mise en évidence de la présence des pectines.....	25
Figure 10 : Activité anti-radicalaire de l'extrait de jus, de l'acide gallique et l'acide ascorbique vis-à-vis du radical DPPH.....	27
Figure 11 : Pouvoir réducteur du Fer pour l'extrait, l'acide ascorbique et l'acide gallique.....	28
Figure 12 : Test de blanchiment du β -carotène de l'extrait de jus	29
Figure 13 : Activité antioxydante relative (AAR) de l'extrait de jus	29

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau 01 : Les ingrédients autorisés et non autorisés.....	03
Tableau 02 : Composition biochimique de la fraise.....	07
Tableau 03 : Composition biochimique moyenne dans 100 g de pomme.....	09
Tableau 04 : Analyses microbiologiques de jus.....	23
Tableau 05 : Résultats de l'analyse physico-chimique du jus.....	24
Tableau 06 : Teneur en polyphénols totaux et en flavonoïdes de l'échantillon de jus.....	26

Introduction

Introduction

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

Les jus de fruits, de par leur praticité, peuvent être un moyen attractif pour contribuer à remplir les objectifs tracés pour la nutrition et la santé. D'ailleurs, un marché porteur se développe autour de jus de fruits aux nouveaux goûts et aux hautes valeurs nutritionnelles, liées, en particulier, à des teneurs élevées en antioxydants dont les polyphénols.

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

Notre travail de fin d'étude s'inscrit dans l'optique générale de cette problématique afin de pratiquer un essai de formulation d'une boisson à base de deux fruits : la fraise (*Fragaria sp*) et la pomme (*Malus domestica*).

Notre travail sera réparti en deux parties :

- Une partie relative à l'étude bibliographique des jus, les fruits utilisés et la stabilité du jus.
- Une autre partie réservée à l'étude expérimentale subdivisée en deux chapitres : l'un présente le matériel et les méthodes appliquées à l'analyse sensorielle, microbiologique, physicochimique de la boisson formulée et l'évaluation de l'activité antioxydante de l'extrait polyphénolique du jus, et l'autre consacré à l'interprétation et la discussion des résultats obtenus.

Partie 1: Rappel bibliographique

Chapitre 1

Les jus

Chapitre01. Les jus

1. Définition

1.1. Jus de fruit

Selon la norme générale codex pour les jus et les nectars de fruits (CODEX STAN 247- 2005), le jus de fruits est le liquide non fermenté, mais fermentescible, tiré de la partie comestible de fruits sains, parvenus au degré de maturation approprié et frais ou de fruits conservés dans de saines conditions par des moyens adaptés et/ou par des traitements de surface post-récolte appliqués conformément aux dispositions pertinentes de la Commission du Codex Alimentarius. En accord avec la norme générale CODEX des jus de fruits et nectars, « les jus de fruits ont les principales caractéristiques nutritionnelles, chimiques, physiques et organoleptiques du ou des fruits dont ils proviennent », avec l'avantage de la facilité de consommation et d'une plus longue conservation (International Federation of Fruit Juice Producers, 2005).

1.2. Jus de fruits obtenus à partir d'un concentré

La norme générale codex (CODEX STAN 247-2005) définit le jus de fruits obtenu à partir d'un concentré comme le produit obtenu en remettant dans le jus de fruits concentré l'eau extraite du jus lors de la concentration, ainsi qu'en restituant les arômes et, le cas échéant, les pulpes et les cellules que le jus a perdues mais qui ont été récupérées lors du processus de production du jus de fruits dont il s'agit ou de jus de fruits de la même espèce. L'eau ajoutée doit présenter des caractéristiques appropriées, notamment du point de vue chimique, microbiologique et organoleptique, de façon à garantir les qualités essentielles du jus.

Le produit ainsi obtenu doit présenter des caractéristiques organoleptiques et analytiques au moins équivalentes à celles d'un type moyen de jus obtenu à partir de fruits de la même espèce.

1.3. Jus de fruits concentrés et déshydratés

La norme générale codex (CODEX STAN 247-2005) définit le jus de fruits concentré comme le produit obtenu à partir de jus de fruits d'une ou plusieurs espèces par l'élimination physique d'une partie déterminée de l'eau de constitution. Lorsque le produit est destiné à la consommation directe, cette élimination est au moins de 50 %. La norme générale codex (CODEX STAN 247-2005) définit le jus de fruits déshydraté comme le produit obtenu à partir de jus de fruits d'une ou plusieurs espèces par l'élimination physique de la quasi-totalité de l'eau de constitution.

1.4. Nectar de fruits

La norme générale codex (CODEX STAN 247-2005) définit le nectar de fruits comme le produit fermentescible mais non fermenté, obtenu en ajoutant de l'eau et des sucres et/ou du miel aux produits définis aux points précédents à de la purée de fruits ou à un mélange de ces produits.

L'addition de sucres et/ou de miel est autorisée dans une quantité non supérieure à 20 % en poids par rapport au poids total du produit fini.

Dans le cas de la fabrication de nectars de fruits sans addition de sucres ou à faible valeur énergétique, les sucres peuvent être remplacés totalement ou partiellement par des édulcorants, conformément à la directive 94/35/CE du Parlement européen et du Conseil du 30 juin 1994 concernant les édulcorants destinés à être employés dans les denrées alimentaires.

2. Composition chimique

Les jus sont considérés comme des boissons nutritives et représentent une bonne source d'eau Benamara et Agougou (2003). Ils contiennent en partie les constituants hydrosolubles des fruits, glucides, minéraux, vitamines, acides, substances aromatiques. Les glucides, seule forme d'apport énergétique des jus de fruits, le potassium, la vitamine C et les carotènes sont les nutriments essentiels.

3. Les ingrédients ajoutés aux jus

Le tableau suivant résume les ingrédients qu'on peut ajouter ou non dans les jus de fruits (le livre blanc du jus de fruits).

Tableau 01 : Les ingrédients autorisés et non autorisés.

	Ingrédients autorisés	Ingrédients non autorisés	
Jus de fruits Jus de fruits à base de concentré	- Vitamines et minéraux, - Pulpes, - Jus de citron à des fins d'acidification	Aucun sucre ajouté	
Nectars	- Sucre / miel / édulcorants facultatifs, - Vitamines et minéraux		Aucun colorant ni conservateur

4. Qualité nutritionnelle

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 leur s assurer une bonne conservation. Les jus de fruits et légumes sont nutritifs et rafraichissants. Coupés d'eau fraiche, ils sont plus désaltérants (Arthur, 1986).

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 (Lecerf, 2001).

5. Procédés de fabrication des jus

L'obtention de jus de fruits prêts à consommer nécessite une succession d'opérations unitaires qui doivent être optimisées pour assurer un niveau de production suffisant sans nuire ni à la qualité, ni à la sécurité (Cendres, 2010).

5.1. Réception

A leur réception à l'usine, les fruits, supposés cueillis à bonne maturité, sont généralement stockés quelques jours dans des conditions limitant leur altération. Le temps de stockage est dépendant du fruit. Les petits fruits rouges sont très fragiles et sont ainsi traités dès réception pour éviter leur fermentation, ou ils sont surgelés pour un traitement différé (Cendres, 2010).

5.2. Préparation des fruits

La préparation des fruits passe par plusieurs étapes telles que le triage et le lavage.

- **Tirage**

Dans la phase de tri, seuls les produits présentant des déformations ou des taches en surface ainsi que des corps étrangers/indésirables sont écartés. Le tri s'effectue encore parfois visuellement par un trieur qui évalue certaines caractéristiques des fruits. Ces critères peuvent être : taille, épaisseur, forme, couleur, etc... (Journal officiel, 2005).

- **Lavage**

Avant le broyage, les fruits seront lavés à l'aide d'une brosse dans de l'eau sulfitée (afin d'éliminer les impuretés telles que la terre, le sable ...etc.) et rincés abondamment à l'eau claire.

Avant l'extraction du jus, les fruits subissent les étapes suivantes :

- **Broyage**

Il s'agit de l'extraction du jus à partir des fruits. Pour plus de facilité, les plus gros fruits seront coupés en deux avant d'être introduits dans le broyeur pour permettre au jus de s'écouler facilement du tissu végétal (Benamara et Agougou, 2003).

• **Traitement thermique**

Le processus thermique ne doit pas être long puisque, dans ce cas, sont extraits les tanins; s'accroît aussi la teneur des pectines solubles (à la suite de l'hydrolyse de la protopectine) ce qui augmente la viscosité du jus, rendant, du coup difficile la clarification et la filtration.

5.3. Extraction

Il existe plusieurs méthodes pour extraire le jus, en fonction du type de fruits que vous utilisez (pressurage, diffusion ...etc.). Le pressurage est la méthode fondamentale la plus répandue dans l'industrie des jus. Après le traitement préalable les fruits sont pressurés (Benamara et Agougou, 2003).

Une fois le jus extrait, l'excès de pulpe, les morceaux de pépins et autres impuretés sont enlevées par tamisage dans l'étape d'épuration. Les solides insolubles qui restent dans le jus après cette étape sont des fractions des vésicules cellulaires. Ils confèrent au jus une apparence et une texture caractéristiques d'un produit *naturel* (Dominguez Lopez, 2002).

5.4. Clarification

La clarification permet d'obtenir des jus limpides, « brillants » et plus stables. Les jus clarifiés sont obtenus par une filtration et une centrifugation. Ces procédés permettant la séparation de la phase liquide et des éléments solides pour l'obtention de jus clair ne donnant pas de dépôt lors de la conservation (Benamara et Agougou, 2003).

5.5. Déaération

Le déaérateur est très utile pour éliminer l'oxygène responsable de l'oxydation du produit car une fois oxydé, il change de couleur et perd sa valeur nutritionnelle (Dominguez Lopez, 2002).

L'élimination de l'air est basée sur le fait que la solubilité du gaz dans le liquide diminue avec l'augmentation de la température et la diminution de la pression.

5.6. Pasteurisation

Ce procédé est utilisé dans certains cas comme un traitement intermédiaire pour détruire la flore microbienne du jus et l'inactivation des enzymes. Le jus en circulation est chauffé momentanément (1-3 min) jusqu'à la température de pasteurisation (85-100°C). Le jus est ensuite refroidi rapidement pour éviter l'action négative de la chaleur sur le produit (Benamara et Agougou, 2003).

Chapitre 2

***Fragaria* sp.**

Chapitre 02 : *Fragaria sp.* (la fraise)

1. Généralité sur la fraise

La fraise (*Fragaria*) est définie comme le fruit du fraisier, formé par le réceptacle charnu de la fleur, sur lequel sont disposées les aknées (Figure 01). Elle est rouge, parfumée, sucrée, juteuse et riche en vitamine C (la Rousse Agricole, 1981).



Figure 01 : *Fragaria sp.* (Darrow, 1966).

Le genre *Fragaria* appartient à la famille des roses : Rosaceae, sous-famille : Rosoideae et la tribu : Potentilleae avec ses alliés les plus proches. Les espèces sauvages de fraise se répartissent en quatre groupes, corrélés à leurs numéros de chromosomes, ce sont cinq diploïdes, deux tétraploïdes, un hexaploïde et trois octoploïdes (Darrow, 1966).

On distingue deux groupes de fraisiers :

- les fraisiers à petits fruits, *Fragaria vesca*, qui en Europe, fleurissent de mai à octobre et donne donc des fruits pendant six mois.
- les fraisiers à gros fruits, *Fragaria grandiflora*, qui selon qu'ils sont remontants ou non, fructifient en deux ou une seule fois et dont la saison de fructification est plus ou moins précoce ou hâtive (Espiard, 2002).

Ce fruit doit être récolté à pleine maturité pour atteindre la meilleure qualité par rapport à la saveur et la couleur. Le principal changement dans la composition des fruits qui sont généralement associés avec la maturation, a lieu lorsque le fruit est encore attaché à la plante mère (Cordenunsi *et al.*, 2003).

2. Composition biochimique

Les fraises sont une source d'acides gras essentiels et sains, l'huile de graine de fraise est riche en acides gras insaturés (Giampieri *et al.*, 2012) (Tableau 02).

La fraise est un fruit de composition variée, leur couleur est principalement déterminée par l'accumulation d'anthocyanes et de composés polyphénoliques (Hong *et al.*, 2018). Leur teneur en polyphénols est particulièrement élevée comparativement aux autres fruits.

Tableau 02 : Composition biochimique de la fraise (Giampieri *et al.*, 2012).

Nutriments	Par 100g	Nutriments	Par 100g
Eau (g)	90.95	Manganèse (mg)	0.0386
Energie (Kcal)	32	Vitamine C (mg)	58.8
Protéines (g)	0.67	Vitamine B6 (mg)	0.047
Lipide total (g)	0.30	Vitamine B12 (µg)	0
Glucides (g)	7.68	Fer (mg)	0.41
Fibres alimentaires (g)	2	Magnésium (mg)	13
Sucres (g)	4.89	Phosphore (mg)	24
Saccharose (g)	0.47	Potassium (mg)	153
Glucose (g)	1.99	Sodium (mg)	1
Fructose (g)	2.44	Zinc (mg)	0.14
Calcium (mg)	16	Cuivre (mg)	0.048

3. Intérêts nutritionnels

La demande croissante de composés diététiques ; l'action antioxydante ; a mis l'accent sur les fruits comme sources naturelles de ces composés. À cet égard, la fraise est une bonne source d'acide ascorbique (AA) et les composés flavonoïdes (Cordenunsi *et al.*, 2003). Elle a un goût délicieux et une saveur unique largement acceptée et consommée sous forme fraîche ou transformée (Mishra et Kar, 2014).

Les fraises peuvent être qualifiées d' «aliment fonctionnel» et peuvent fournir des avantages pour la santé au-delà de la nutrition de base. La source diététique de polyphénols et de vitamines peuvent contribuer à des effets positifs sur la santé. Les fraises et les framboises contiennent des quantités significatives de composés phytochimiques non nutritifs y compris les polyphénols qui réduisent le risque de cancer (Tiwari *et al.*, 2009).

De nombreuses études suggèrent que les composés phénoliques de fraises montrent un large éventail d'activités biologiques dans la prévention de l'inflammation, le stress oxydatif, les maladies cardiovasculaires (CVD), diabète de type 2 et obésité (Giampieri *et al.*, 2013).

Chapitre 3

Malus domestica

Chapitre 03 : *Malus domestica* (la pomme)

1. Généralité sur la pomme

La pomme *Malus*, de l'espèce *Malus domestica* appartient à la famille des *Rosaceae* (Figure 02). De nombreuses variétés des pommes sont classées en deux grandes catégories : les pommes à couteau ou de table, douces, qui sont consommées en l'état ou en conserves, et les pommes à cidre qui sont de variétés généralement plus anciennes et à fruits plus acides (Espirad, 2002).



Figure 02 : *Malus domestica*

Le poids moyen des pommes est de 100 à 300 g, selon les variétés et les conditions de culture. 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 % (Espirad, 2002).

2. Composition biochimique

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

Tableau 03 : Composition biochimique moyenne dans 100 g de pomme (Favier et *al.*, 1995)

Constituant	Teneur moyenne	Constituant	Teneur moyenne
Eau(g)	85	Cuivre (mg)	0.0402
protéines(g)	0.31	Beta-Carotène (µg)	70
Glucides(g)	11.3	Vitamine E (mg)	0.5
Lipides(g)	0.3	Vitamine K1 (µg)	2.8
Sucres(g)	11.6	Vitamine C (mg)	5
Fibres(g)	1.95	Vitamine B1 (mg)	0.035
Sodium (mg)	2.01	Vitamine B2 (mg)	0.025
Magnésium (mg)	5	Vitamine B3 (mg)	0.1
Phosphore (mg)	10	Vitamine B5 (mg)	0.1
Calcium (mg)	5.12	Vitamine B9 (mg)	3.86

3. Intérêt nutritionnels

La pomme est un fruit de composition variée et équilibrée. Elle est particulièrement riche en fibres alimentaires (de 2 à 3 g/100g sans ou avec la peau). Une pomme (180 g en moyenne) apporte 5 g de fibres, soit l'équivalent de 200 g de légumes frais ou 150 g de pain blanc (Lecerf, 1999). Ces fibres sont notamment à l'origine des effets bénéfiques de la consommation de pomme sur le taux de cholestérol. Selon une étude récente, la consommation régulière de pommes (2 à 3 par jour) peut en effet diminuer de 5 à 15 % le taux de cholestérol et améliorer la part du « bon cholestérol » (High Density Lipoprotein, HDL) par rapport au « mauvais cholestérol » (Low Density lipoprotein, LDL) (Lecerf, 1999). Cette richesse en fibres s'accompagne par ailleurs d'une teneur intéressante en polyphénols : en moyenne 180 mg en équivalent d'acide gallique pour 100g de fruit frais. D'après les travaux d'Eberhardt *et al.* (2000), les polyphénols de la pomme sont la principale source du fort potentiel antioxydant de ce fruit. La composition variée et équilibrée de la pomme, sa richesse en fibres et en composés phénoliques et son apport pauvre en calories en font donc un modèle de fruit à valeur santé.

Chapitre 4

Stabilité des jus

Chapitre 04: Stabilité du jus

Dès le début de sa formulation jusqu'à ce qu'elle atteigne la table du consommateur, la boisson fruitée subit différents types d'altération qui influent directement sur ces qualités nutritionnelles et organoleptiques.

1. Altération chimique

1.1. Vitamine C

La vitamine C est sensible à l'oxydation à l'air et à la chaleur. Pour la préserver au mieux, il est important de conserver les aliments au frais et de les consommer le plus rapidement possible ; de peler, découper, râper ou presser les fruits et légumes juste avant de les consommer ; le cas échéant, de les cuire juste le temps nécessaire, de préférence à la vapeur et d'éviter de les réchauffer à plusieurs reprises (Florence Daine, 2016).

La dégradation de la vitamine C dans le jus provoque une perte de la qualité nutritionnelle mais aussi l'apparition de composés volatiles odorants à impact négatif et la formation de composés bruns responsables d'une modification de la couleur (Berlinet, 2008).

1.2. Brunissement non enzymatique

Le brunissement non enzymatique (BNE) ou brunissement par oxydation est un phénomène dépourvu d'enzymes, très répandu dans les aliments durant le stockage et les traitements thermiques (Eskin, 1990). Ces réactions mettent en œuvre d'une part une fonction carbonylée et une fonction amine libre et peuvent d'autre part concerner soit la réaction de chauffage des saccharides dans le cadre de la fabrication du caramel (Figure 03) soit encore la dégradation de la vitamine C ce qui produit une couleur brune sur les aliments.

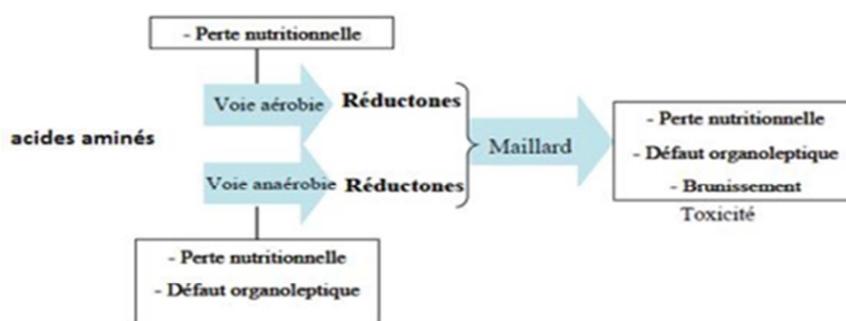


Figure 03 : Voies de dégradation de l'acide aminé et effets sur la qualité du jus (Berlinet, 2008).

2. Altération organoleptique

Les propriétés organoleptiques d'un produit peuvent être définies comme l'ensemble de ses caractéristiques (physiques et chimiques) perçues et évaluées par les sens du consommateur. De ces propriétés organoleptiques découlent des altérations de couleur, d'arôme, et de texture.

2.1. Altération de la couleur

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

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

2.2. Altération de l'arôme

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

2.3. Altération de la texture

La texture des aliments repose sur des différents constituants entre eux et leurs interactions. L'eau joue bien sûr un rôle majeur sur les propriétés sensorielles des aliments, via l'hydratation des différents constituants. De même, la présence de solutés comme les acides, sels, etc. va agir sur la structure des constituants majoritaires : protéines, glucides et lipides en modifiant leur hydratation et/ou leur solubilité (Delacharlerie *et al.*, 2008).

3. Altération microbiologique

La définition de critère microbiologique est « un ensemble d'éléments qualitatifs et quantitatifs définissant les caractéristiques microbiologiques essentielles attendues d'un produit donné qu'il est possible d'atteindre par des interventions appropriées ». Selon le règlement (CE) n° 2073/2005, deux types de critères microbiologiques sont d'application: critères de sécurité alimentaire et critères d'hygiène du procédé.

Les analyses microbiologiques des boissons produites en laboratoire révèlent que le jus sans pasteurisation préalable, hébergent de nombreux micro-organismes d'altération dont des levures (*Candida guilliermondii* et *Saccharomyces cerevisiae* en particulier), des coliformes totaux, des staphylocoques non pathogènes et d'autres bactéries (Jean tchango tchango, 1996).

Partie 2: Etude expérimentale

Chapitre 1

Matériel et méthodes

Chapitre 01 : Matériels et méthodes

La réalisation de notre projet s'est déroulée au niveau du laboratoire de l'université de Jijel. L'objectif de notre travail est de préparer une boisson à base de jus de *Fragaria sp.* (la fraise) et de *Malus domestica* (la pomme), ainsi que l'étude de ses caractéristiques physicochimiques et microbiologiques.

1. Matériel végétal

Les fruits utilisés (fraises et pommes) dans ce travail ont été achetés fraîches au marché de Jijel et transportés directement au laboratoire de contrôle de qualité de l'université.

2. Fabrication du jus

Les différentes étapes de la préparation du jus sont illustrées dans la figure ci-après :

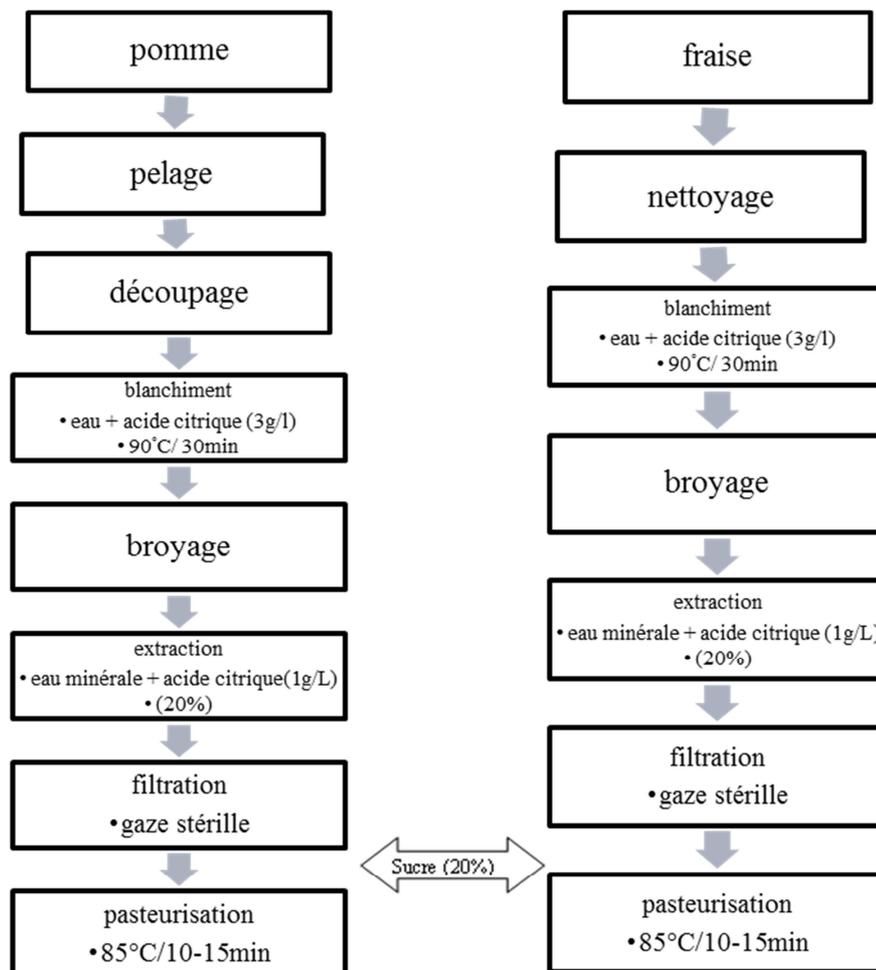


Figure 04 : Etapes d'obtention du jus de la pomme et de la fraise.

3. Préparation des différentes formulations des boissons

Nous avons préparé trois boissons à des concentrations différentes (Figure 05)

- A (25/70) (v/v : jus fraise/jus pomme)
- B (50/50)
- C (75/25)

La préparation de la boisson a été réalisée d'après les étapes suivantes :

- Préparation des mélanges à différentes concentrations ;
- Homogénéisation du produit fini ;
- Conditionnement du produit dans des flacons ;
- Pasteurisation dans une étuve à 90 °C ;
- Stockage du produit dans un réfrigérateur ;



Figure 05 : Les trois formulations de jus.

Le choix de la formulation acceptée pour la suite de notre démarche expérimentale a été fixé par un groupe des étudiants de département. Suite à la dégustation et l'élimination, des 2 essais, une seule formule a été sélectionnée.

4. Méthodes analytiques

4.1. Analyse sensorielle

L'évaluation sensorielle d'un produit permet, soit la mesure de ses caractéristiques sensorielles, soit la mesure du plaisir qu'il procure au consommateur (Lefebvre et Bassereau, 2003).

Dans cette étude notre but était de déterminer lequel des trois formulations de jus à base de fraise et de pomme, étudiés est le mieux apprécié par la population consommatrice.

4.1.1. Les sujets

Les sujets invités sont de simples consommateurs, des sujets naïfs ne subissant aucun entraînement, formés de 23 membres des étudiants du département.

4.1.2. Préparation de la salle d'évaluation

La réalisation de notre travail s'est faite dans un laboratoire de l'université.

Le laboratoire a été bien nettoyé pour éliminer toutes contraintes risquant d'influencer sur le bon déroulement de l'épreuve.

4.1.3. Codage et présentation des échantillons

Le choix des descripteurs pour la mise en place du questionnaire s'est porté sur la couleur du jus, sa consistance, sa saveur et son acceptabilité globale.

La quantité mise dans chaque gobelet est de 50 ml pour chacun des échantillons. Après distribution de tout le matériel nécessaire à la dégustation (gobelet rempli d'eau, stylos, papiers mouchoirs et questionnaires (Annexe 03)), nous avons présenté aux dégustateurs les trois échantillons de jus à une température de +5 °C, tout en leur expliquant la façon de remplir le questionnaire (Figure 06).



Figure 06 : Analyse sensorielle.

4.2. Analyses microbiologiques

4.2.1. Préparation des dilutions

L'étape de la préparation des dilutions permet de réduire la charge des microorganismes par unité de volume. Pour la préparation, 1 ml d'échantillon à analyser a été ajouté à 9 ml de tryptone sel (TS). On obtient ainsi une dilution mère de 10^{-1} à partir de laquelle on réalise des dilutions décimales jusqu'à la dilution 10^{-5} (Labioui *et al.*, 2009).

4.2.2. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM)

La flore totale mésophile aérobie est un bon indicateur de contamination globale de l'alimentation (Labioui *et al.*, 2009), donc elle nous renseigne toujours sur la qualité hygiénique. C'est la flore la plus recherchée dans les analyses microbiologiques (Afif *et al.*, 2008).

Le dénombrement de la FTAM a été réalisé sur gélose standard PCA (Plate Count Agar) par ensemencement en profondeur de 1 ml de la dilution 10^{-5} . Le dénombrement s'effectue après 48 heures à 30°C en utilisant la formule de dénombrement suivante (Afif *et al.*, 2008) :

$$N = \frac{\Sigma \text{ des colonies}}{V \times (n1 + 0.1n2) \times d1}$$

Tel que ;

- N : nombre d'UFC par ml de produit initial.
- Σ colonies : sommes des colonies des boites interprétables.
- V ml : volume de la solution (1 ml).
- n1 : nombre de boites considérées à la première dilution retenue.
- n2 : nombre de boites considérées à la seconde dilution retenue.
- d1 : facteur de la première dilution retenue (dilution à partir de laquelle le premier dénombrement est obtenu).

4.2.3. Recherche et dénombrement des coliformes

La présence des coliformes indique le plus souvent une contamination d'origine fécale et permet d'apprécier le risque de présence de germes pathogènes (Vignola, 2002).

Le dénombrement a été réalisé en utilisant le milieu de culture VRBL (gélose billée lactosée au cristal violet et au rouge neutre). 1 ml de la dilution 10^{-2} a été ensemencé en masse pour le dénombrement des coliformes totaux. Pour les coliformes fécaux 1ml de la dilution 10^{-3} a été ensemencé en masse. Par la suite toutes les boites ont été incubées pendant 24h à 48h à 37°C et 44°C pour les coliformes totaux et les coliformes fécaux respectivement.

4.2.4. Recherche et dénombrement des levures et moisissures

Les levures et les moisissures sont des champignons dont leur présence dans les boissons n'est pas souhaitée. En effet, ils provoquent des changements organoleptiques tels que l'altération du goût, gonflement, mauvaise présentation et diminution de la durée de conservation des produits (Guirand et Galzy, 1980).

Le dénombrement de la flore fongique a été effectué en surface sur gélose OGA. 0.1ml de la dilution 10^{-1} a été ensemencé dans deux boites. L'incubation a été réalisée pendant 3 jours à 30°C (Michel *et al.*, 2001).

4.2.5. Recherche et dénombrement de la flore osmophile

Le dénombrement a été réalisé en utilisant la gélose de Malte additionnée de 20% de glucose. L'ensemencement par la suite de 1ml de la dilution 10^{-1} a été réalisé dans la masse et les boites ont été incubées à 30°C pendant 72h (Guiraud et Galzy, 1980).

4.3. Analyses physicochimies

4.3.1. Mesure de PH

Le pH des échantillons de jus a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre (Hanna pH 211, USA) par immersion directe de l'électrode dans le jus à 20°C (Martínez-Flores *et al.*, 2015).

Les mesures ont été répétées 3 fois.

4.3.2. Mesure de l'acidité titrable

L'acidité titrable (AT) a été déterminée selon la méthode de Zhang *et al.* 2016, par titrage avec une solution de NaOH standardisée de 0,1 M au point virage avec la phénolphthaléine ($\text{PH} = 8,1 \pm 0,1$).

L'AT a été exprimée en équivalents d'acide citrique et déterminée par la formule suivante :

$$A(\%) = \frac{V' \times 0.07}{V} \times 100$$

Avec:

- V : Volume d'échantillon pris pour le titrage (ml) ;
- V' : Volume de la solution d'hydroxyde de sodium à 0,1 N utilisé (ml) ;
- 0,07 : Facteur de conversion de l'acidité titrable en équivalent d'acide citrique

Les mesures ont été répétées 3 fois.

4.3.3. Détermination du taux des solides solubles

Le taux de solides solubles (TSS), exprimé en degré Brix, a été déterminé à l'aide d'un réfractomètre.

Une goutte de l'échantillon a été mise sur la plaque du refractomètre préalablement nettoyé et séché avec l'eau distillée. Le degré Brix a été lu directement sur l'échelle à l'intersection de la limite entre la frange claire et la frange foncée (Doukani et Tabak, 2015).

Les mesures ont été répétées 3 fois.

4.3.4. Teneur en matière organique et en cendres

Le dosage des cendres est basé sur la destruction de toute matière organique sous l'effet de température élevée ($500 \pm 25 \text{ C}^\circ$).

Pour le dosage, 2 g d'échantillon ont été pesés dans des creusets et sont ensuite placés dans un four à moufle (termolyne/furnace 6000 china) réglé à $550 \text{ }^\circ\text{C}$ pendant 5 heures jusqu'à l'obtention des cendres blanchâtres avec un poids constant. Les creusets ont été pesés après refroidissement dans un dessiccateur (Chemists, 1990). Les mesures ont été répétées 3 fois.

La matière organique a été calculée selon la formule suivante :

$$MO(\%) = \frac{(M1 - M2)}{P} \times 100$$

Avec :

- MO : Matière organique
- M1 : Masse du creuset contenant la prise d'essai(g).
- M2 : Masse du creuset et des cendres (g).
- P : Poids de la prise d'essai(g).

La teneur en cendres a été calculée comme suit : **Cendre (%) = 100 – MO %**

4.3.5. Mesure de la conductivité électrique

La conductivité électrique du jus a été déterminée selon la méthode de *Zou et Jiang (2016)*.

L'électrode de conductimètre (BIOBLOCK, Belgium) a été plongée dans un bécher contenant 30 ml d'échantillon, la lecture s'est faite directement sur l'afficheur du conductimètre à 23°C . Les mesures ont été répétées 3 fois.

4.3.6. Mesure de la turbidité

Les mesures de turbidité indiquent la quantité de matière colloïdale en suspension dans le jus, ce qui donne une mesure de la concentration des substances qui causent la sédimentation. La turbidité est mesurée à l'aide d'un turbidimètre (AQUALYTIC SN 084591, GERMANY). La cuvette de celui-ci a été remplie par l'échantillon, puis introduite dans la cellule de mesure en changeant l'échelle de mesure jusqu'à l'obtention de la valeur de turbidité exacte sur l'écran de l'appareil. L'opération a été répétée trois fois et les résultats ont été exprimés en unité de turbidité (Eric, 2011).

4.3.7. Mesure de la viscosité

La viscosité des échantillons a été déterminée à l'aide d'un viscosimètre rotatif (Haake, Viscotester, Germany). Son fonctionnement est basé sur la résistance à la torsion offerte par un liquide

lorsqu'une broche de caractéristiques connues tourne (broche R1, 200 tr / min). Le récipient de celui-ci a été rempli avec 250 ml d'échantillon, puis sa sonde a été introduite dans le récipient en changeant l'échelle de mesure jusqu'à l'obtention de la valeur de viscosité exacte sur l'écran de l'appareil. La valeur de viscosité a été exprimée en mPa/s (Rodrigo *et al.*, 2003). Les mesures sont répétées 3 fois.

4.3.8. Recherche de pectine

Dans un tube à essai, 10 ml d'éthanol acidifié (1 ml d'acide chlorhydrique concentré dans 100 ml d'éthanol 96%) ont été ajoutés à 5 ml de jus. Après 2 agitations renversées et une incubation de 15 minutes à température ambiante, un gel apparaît s'il y a présence de pectine (Grimi *et al.*, 2007).

4.4. Dosage des composés bioactifs

4.4.1. Extraction des composés phénoliques

Un millilitre de jus a été extrait avec 10 ml de méthanol (80%) et agité dans une zone sombre pendant 24 h dans un agitateur orbitaire. Après centrifugation à 4500 rpm pendant 10 minutes dans une centrifugeuse (Hettich D 78532, Germany). Les surnageant ont été recueillies, stockés à 4°C et utilisés pour quantifier les composés phénoliques (Martínez-Flores *et al.*, 2015).

4.4.2. Dosage des composés phénoliques

Les composés phénoliques dans une alimentation riche en fruits et légumes ont attiré l'attention des chercheurs en raison de leurs attributs de promotion de la santé, qui incluent l'abaissement du risque des maladies cardio-vasculaires, le cancer ou un autre état en rapport avec le processus de vieillissement (Vasco *et al.*, 2009).

La teneur en composés phénoliques de l'extrait de jus a été estimée par la méthode de Folin-Ciocalteu (Othman *et al.*, 2007). Brièvement, 0.2 ml de l'extrait méthanolique a été additionné avec 1.5 ml du réactif de Folin Ciocalteu (1/10). Le mélange est laissé reposer 5 minutes à l'obscurité. Par la suite, 1.5 ml de la solution de bicarbonate de sodium (Na_2CO_3) (7.5 %) a été ajouté à l'ensemble. Après 90 minutes d'incubation à température ambiante et à l'obscurité, l'absorbance a été mesurée à 750 nm au spectrophotomètre (SPECORD 50 (PLUS, Germany)). La teneur en polyphénols totaux a été estimée à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage établie avec l'acide gallique et exprimée en milligramme équivalent d'acide gallique par millilitre d'extrait de jus (mg EAG/ml Extrait).

Les mesures ont été répétées 3 fois.

4.4.3. Dosage des flavonoïdes

L'estimation quantitative des flavonoïdes totaux contenus dans l'extrait de jus a été effectuée selon la méthode du trichlorure d'aluminium (AlCl_3) (Baharun *et al.*, 1996). 1.5ml de l'extrait polyphénolique a été ajouté à un volume égal d'une solution de 2% AlCl_3 . Le mélange a été vigoureusement agité, et l'absorbance a été lue à 430 nm, après 30 minutes d'incubation à température ambiante. La quantité des flavonoïdes contenue dans l'extrait est calculée à l'aide d'une gamme d'étalonnage en utilisant la quercétine comme standard. Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent de la quercétine par millilitre d'extrait brut (mg EQ/ ml Extrait). Les mesures sont répétées 3 fois et les résultats présentés sous forme des moyens \pm l'écart-type.

4.4.4. Evaluation de l'activité antioxydante

1. Teste du radical libre DPPH

L'évaluation de l'effet scavenger de l'extrait envers le radical DPPH \cdot a été réalisée selon la méthode décrite par Brand-Williams *et al.*, (1995). Cette méthode permet de suivre spectrophotométriquement la cinétique de décoloration de radical DPPH (2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl) de couleur violette à 517 nm. Pour cela, 100 μl de chacune des différentes dilutions de l'extrait (10^0 , 10^{-2} , 10^{-4} , 10^{-6}) ont été incubés avec 2.9 ml d'une solution méthanolique de DPPH à 0.025 g/l. Après une période d'incubation de 30 minutes, les absorbances à 515 nm ont été enregistrées. Les résultats obtenus ont été exprimés par rapport à ceux obtenus pour l'acide gallique et l'acide ascorbique pris comme antioxydants de référence. Les mesures sont répétées 3 fois.

L'activité anti-radicalaire a été estimée selon l'équation suivante:

$$\text{Activité anti-radicalaire (\%)} = [(\text{Ac} - \text{At}) / \text{Ac}] \times 100$$

- Ac : Absorbance à 517 nm du contrôle.
- At : Absorbance à 517 nm de l'extrait testé.

2. Teste de pouvoir réducteur de fer

Le pouvoir réducteur a été estimé par la méthode d'Oyaizu (1986). Un volume de 1 ml de l'extrait, et les différentes dilutions, a été ajouté à 2,5 ml de tampon phosphate (pH 6,6 ; 0,2 M), suivi de 1ml de ferricyanure de potassium [$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$] à 1 %. Après agitation, le mélange est soumis à l'incubation dans un bain marie à 50°C pendant 20 min. 1 ml d'acide trichloracétique à 10% sont additionnés au mélange réactionnel. Par la suite, un volume de 1,5 ml de surnageant est ajouté à 1,5

ml d'eau distillée, puis 150 µl de chlorure ferrique à 0,1% est ajouté au mélange. Les absorbances ont été mesurées à 700 nm. Les mesures ont été répétées 3 fois.

3. Test de blanchiment du β-carotène

Le test de blanchiment du β-carotène permet d'évaluer l'activité antioxydante des extraits, qui consiste à suivre la cinétique de décoloration du β-carotène par les produits d'oxydation de l'acide linoléique en présence d'un antioxydant.

Le protocole a été réalisé suivant la méthode de Tepe *et al.* (2006). Une émulsion de β-carotène/acide linoléique a été d'abord préparée dans un ballon en mélangeant 0,5 mg de β carotène dans 1 ml de chloroforme, 25 µl d'acide linoléique et 200 mg de Tween 40. Le chloroforme a été complètement évaporé au rotavapeur (Heidolph, LABOROT 4003 C). 100 ml d'eau distillée saturée en oxygène pendant 30 minutes, ont été ensuite ajoutés à cette émulsion qui est agitée vigoureusement. 350 µl d'extraits ou d'antioxydant de référence (BHT) solubilisés dans du méthanol (2 mg/ml), ont été additionnés à 2,5 ml de l'émulsion précédente.

L'absorbance a été lue à 490 nm pendant 48 heures à différents intervalles de temps : 0, 1, 2, 4, 6, 24 et 48 heures. L'activité antioxydante relative (AAR %) a été calculée selon la formule :

$$\text{AAR \%} = (\text{Abs test} / \text{Abs contrôle}) \times 100$$

- AAR % : Pourcentage de l'activité antioxydante relative
- Abs Contrôle : Absorbance du contrôle positif (BHT)
- Abs test : Absorbance de l'extrait

4.5. Analyse statistique

Les résultats ont été rapportés en moyenne ± écart type (trois répétitions) et les données ont été comparées sur la base des valeurs des moyennes. Les différences entre les moyennes ont été testées à l'aide du test Tukey-Kramer HSD (logiciel JMP version 7.0) avec un niveau significatif de 0.05.

Chapitre 2

Résultats et discussion

Chapitre 02 : Résultats et discussion

Afin d'estimer lequel des différents mélanges est accepté par le consommateur, une analyse hédonique a été réalisée.

1.1. L'analyse de la préférence générale

Les résultats de la préférence générale sont présentés dans l'histogramme suivant (Figure 07) :

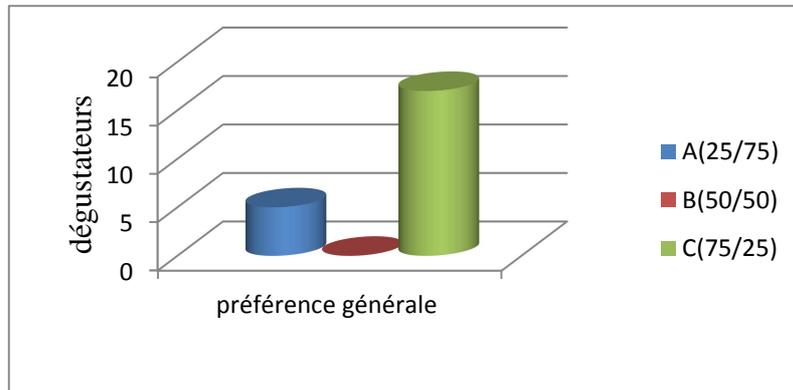


Figure 07 : La préférence générale

Les résultats résumés dans l'histogramme montrent que les consommateurs naïfs préfèrent les échantillons dans cet ordre décroissant : échantillon, C, A et B.

1.2. Préférence selon les descripteurs

Les résultats de la préférence selon les descripteurs sont résumés dans la figure ci-dessous.

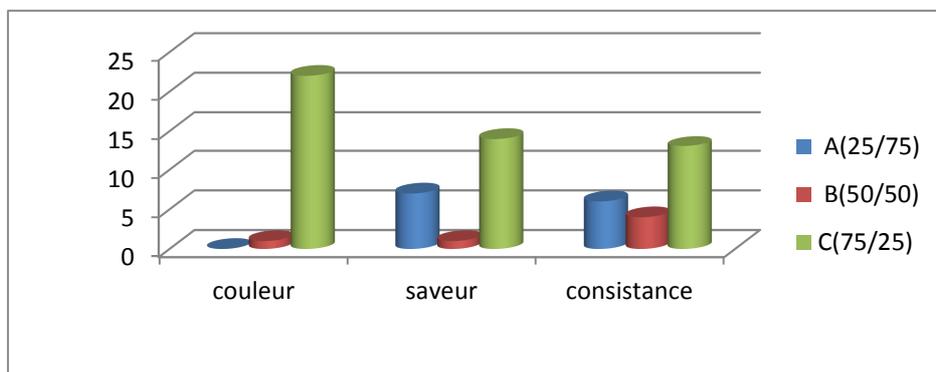


Figure 08 : Préférence selon les descripteurs sensoriels

D'après l'histogramme, il ressort clairement que la couleur, la saveur et la consistance sont très dominantes pour l'échantillon C.

On conclut de l'étude sensorielle, la formulation "C" était la plus acceptable et donc était choisie pour le reste des analyses physicochimiques et microbiologiques.

2. Analyses microbiologiques

Les résultats des analyses microbiologiques obtenus sont résumés dans le tableau 04 :

Tableau 04 : Analyses microbiologiques de jus.

	FTAM	Coliformes (totaux et fécaux)	Flore osmophile	Levures et moisissures
Résultats (UFC/ml)	10 ⁵	Absents	115	100

Le premier objectif du contrôle microbiologique est d'assurer une bonne sécurité hygiénique et une bonne qualité marchande du produit fabriqué (Jiao *et al.* 2017), Les fruits et légumes et leurs jus sont considérés parmi les produits les plus exposés aux contaminations et aux altérations microbiennes (Ramos *et al.*, 2013).

La flore mésophile aérobie totale permet d'avoir une idée sur les conditions d'hygiène au cours de la fabrication ainsi que sur la salubrité du produit.

Le résultat obtenu pour le dénombrement de la FTAM dans notre étude est de l'ordre de 10⁵ UFC/ml. En effet même s'il n'y a pas une corrélation entre le nombre de mésophiles et le nombre de micro-organismes pathogènes, on constate généralement que la présence de pathogènes ne se manifeste que pour des flores totales élevées, de l'ordre de 10⁶ à 10⁷ germes par millilitre (Graça *et al.*, 2017).

Pour les coliformes fécaux et totaux, on remarque leur absence dans notre échantillon. Cette absence nous renseigne sur l'efficacité des traitements effectués sur la matière première (lavage des fruits) et de traitement thermique effectué sur le produit fini (la boisson). Ces résultats sont conformes aux normes du Journal Officiel Algérien 2017.

Les résultats obtenus pour le dénombrement des levures et des moisissures (100 UFC/ml) sont conformes aux normes du Journal Officiel Algérien 2017 qui donne une valeur de 10² UFC/ml.

Les résultats obtenus pour le dénombrement de la flore osmophile (115 UFC/ml) ont dépassé les normes. Ce résultat est dû à la présence de levures normales dans les fruits frais. De très nombreuses espèces fongiques peuvent altérer des produits aussi divers que les agrumes, les pommes, les fraises, etc... (Guillet *et al.*, 2002).

3. Analyses physicochimiques

Les résultats de l'analyse physicochimique du jus sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 05 : Résultats de l'analyse physico-chimique du jus.

Paramètre	Résultats
PH	4,13 ± 0,07
Acidité titrable (g/l)	9,13 ± 0,3
Les solides solubles (Brix°)	3,9 ± 0,2
La teneur en matière organique et en cendres	0,37 ± 0,001
La conductivité électrique (S/m)	1,35 ± 0,06
La turbidité (UTN)	443,67 ± 15,27
La viscosité (mPas)	7,67 ± 0,58
La pectine	Présence

3.1. PH

La valeur du pH mesurée pour le jus est de $4,13 \pm 0,07$ qui est supérieur aux résultats trouvés par Potel et Carlen (2005) dont le pH est 3.46.

3.2. Acidité titrable

L'acidité titrable notée pour le jus analysé est de $9,13 \pm 0,3$ g/l. On a constaté qu'elle est supérieure à celle trouvée par Potel et Carlen (2005) qui est de 6.3g/l. Cette valeur élevée peut être expliquée par la richesse de l'échantillon de jus en acides organiques. Cette divergence entre les résultats peut être due aux conditions climatiques et au stade de maturité du fruit (Goldstein *et al.*, 1991).

3.3. Solides solubles

La valeur de l'extrait sec soluble du jus analysé est de $3,9 \pm 0,2^\circ$ Brix, qui est une valeur inférieure à celle trouvée par Campos *et al.*, (2012) qui est de $7,16^\circ$ Brix. La faible valeur du $^\circ$ Brix de notre échantillon analysé peut être expliquée par sa faible teneur en sucres.

3.4. Teneur en matière organique et en cendres

La teneur en cendres notée dans le jus est de $0.21\% \pm 0.001$. Cette valeur est proche du résultat trouvé par Faid et *al.*, (2017) dont le pourcentage des cendres est de $0.27\% \pm 0.01$

3.5. Conductivité électrique

La valeur de la conductivité électrique mesurée est de $1,35 \pm 0,06$ qui est proche à celle trouvée par Bazhal et Vorobiev (2000) qui est de 1,41.

3.6. Turbidité

La valeur de la turbidité mesurée est de $443,67 \pm 15,27$ UTN qui est assez proche de la valeur traditionnelle de jus de pomme (440UTN).

3.7. Viscosité

La viscosité de jus mesurée est de $7,67 \pm 0,58$ mPas qui est légèrement inférieure à celle trouvée par Juszczak et Fortuna (2003) qui est égale à 8.6 mPas.

3.8. Pectine

La figure ci-dessous présente la mise en évidence des pectines dans notre échantillon, on remarque que le jus contient une faible teneur en pectines.

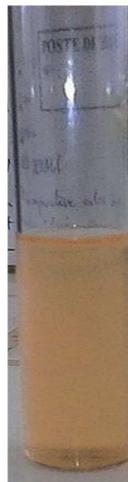


Figure 09 : Mise en évidence de la présence des pectines

4. Dosage des composés bioactifs

4.1. Détermination de la teneur en polyphénols totaux et en flavonoïdes

Les dosages quantitatifs des polyphénols totaux et des flavonoïdes ont été déterminés à partir des équations de la régression linéaire de chaque courbe d'étalonnage (*Annexes 1 et 2*). Le tableau suivant résume les résultats obtenus.

Tableau 06 : Teneur en polyphénols totaux et en flavonoïdes de l'échantillon de jus. Les valeurs sont la moyenne de trois essais \pm écart type.

Echantillon	Teneur en polyphénols mg EAG/ml d'extrait	Teneur en flavonoïdes mg EQ/ml d'extrait
<i>Jus</i>	1.52 \pm 0.19	0.72 \pm 0.07

La teneur en polyphénols trouvée est de 1.52 \pm 0.19 mg EAG/ml de l'extrait. Cette valeur est inférieure à celle trouvée par Arend *et al.*, (2017) qui est 6.05 mg/ml. Cette divergence est peut être due à la variété ainsi que les conditions climatiques.

En effet, les composés phénoliques contribuent à la qualité du jus et à la valeur organoleptique en termes de modification de la couleur, de goût, de l'arôme et de la saveur (Yilmaz *et al.*, 2009).

Il faut aussi noter que la variabilité des teneurs en polyphénols chez les espèces végétales est due probablement à la composition en fractions phénoliques (Hayouni *et al.*, 2007), aux facteurs génotypiques (El-Waziry, 2007), les conditions biotiques (organe et l'étape physiologique) et abiotiques (facteurs édaphiques) (Ksouri *et al.*, 2008), à la nature du sol et le type du microclimat (Atmani *et al.*, 2009).

La teneur en flavonoïdes dans le jus est de 0.72 \pm 0.07 mg EQ/ml de l'extrait. Ce résultat confirme cette classe chimique en tant que constituant majeur de la fraction de polyphénol.

Les flavonoïdes sont omniprésents dans tous les végétaux. Leur activité est exprimée par leur grande affinité biologique avec les polymères, les métaux lourds et surtout pour leur activité antioxydante. Ce sont les plus actifs parmi les antioxydants végétaux alimentaires. Ils ont en outre une action thérapeutique sur certaines pathologies telles le traitement des inflammations, des infections virales et du cancer (Morelle-Lauzanne, 2006).

4.2. Evaluation de l'activité antioxydante

1. Teste du radical libre DPPH

Lorsqu'une solution de DPPH est mélangée avec une substance qui peut donner un atome d'hydrogène, cela donne lieu à la forme réduite avec une perte de la couleur violette. La décoloration sera directement proportionnelle au nombre de protons captés et peut être suivie par la lecture de l'absorbance du milieu réactionnel à 517 nm. Elle permet d'évaluer le taux de réduction

du DPPH et fournit donc un moyen pratique pour mesurer le pouvoir antioxydant des extraits étudiés.

En faisant varier la dilution de l'extrait et on calculant pour chaque dilution le pourcentage d'inhibition correspondant, nous avons établis les profils d'activité antiradicalaire présentés dans la figure 10.

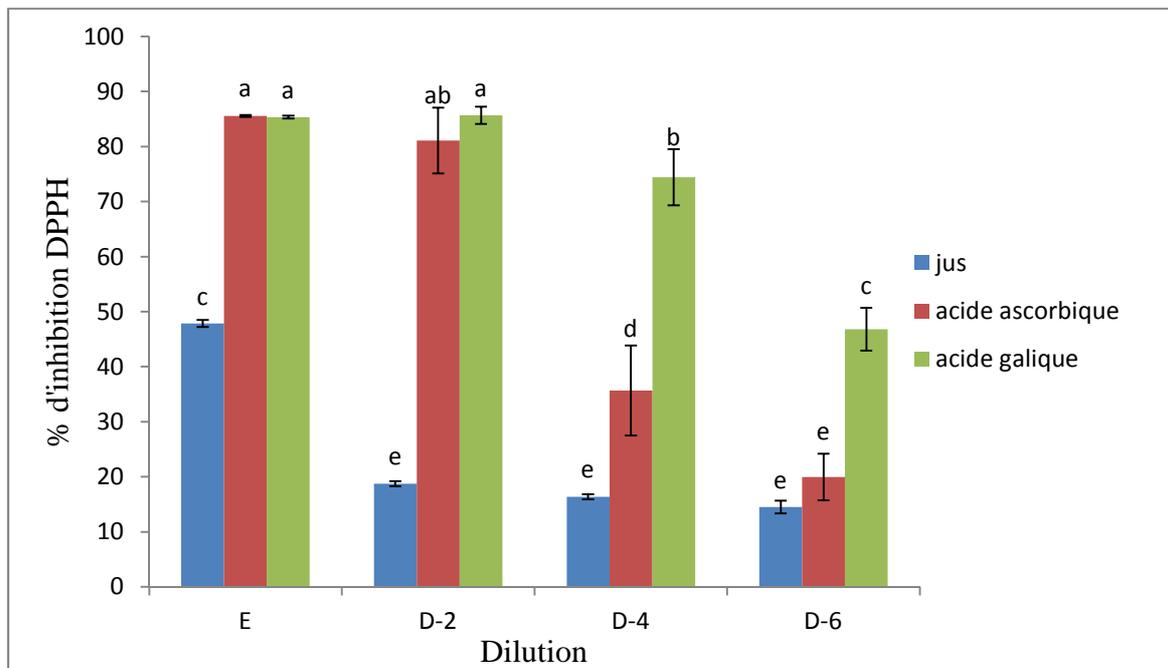


Figure 10 : Activité antiradicalaire de l'extrait de jus, de l'acide gallique et l'acide ascorbique vis-à-vis du radical DPPH. Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes \pm écart type ($n = 3$). Les moyennes suivies d'une lettre différente sont significativement différentes ($p < 0,05$).

Le profil de l'activité antiradicalaire obtenue révèle que l'extrait étudié possède une activité antiradicalaire dilution indépendante. Nous constatons que l'extrait brut de jus présente un pouvoir antioxydant non négligeable avec un pourcentage d'inhibition qui atteint une valeur égale à 47.78 ± 0.6 %.

Le pouvoir antiradicalaire non négligeable de l'extrait peut être expliqué par la présence des composés phénoliques notamment les flavonoïdes, qui sont connus comme substances antioxydantes ayant la capacité de piéger les espèces radicalaires et les formes réactives de l'oxygène. Il faut aussi mentionner que plusieurs études ont montré que l'activité antioxydante des flavonoïdes n'était pas liée à leur quantité dans les extraits mais plutôt à leur « qualité ». En effet Amic *et al.*, (2003) ont montré que les flavonoïdes les plus efficaces sont ceux qui renferment des groupements 3',4'-dihydroxyl sur le cycle B et/ou un groupement 3-OH sur le cycle C

2. Teste de pouvoir réducteur de fer

Nous avons aussi étudié l'activité antioxydante de l'extrait de notre jus, par la méthode de réduction de fer.

Par des dilutions en cascade de l'extrait à tester, ainsi que les substances de référence, l'acide ascorbique et l'acide gallique, nous avons obtenu une gamme de dilution (extrait, 10^{-2} , 10^{-4} et 10^{-6}). Pour chaque dilution, nous avons mesuré les absorbances à 700 nm. Les résultats obtenus ont permis de tracer des courbes pour chaque échantillon. Les résultats, représentés dans la figure 11, nous ont permis de remarquer que la réduction du fer est proportionnelle avec les dilutions utilisées. Une augmentation de l'absorbance signifie une augmentation du pouvoir réducteur des extraits testés (Liu *et al.*, 2009).

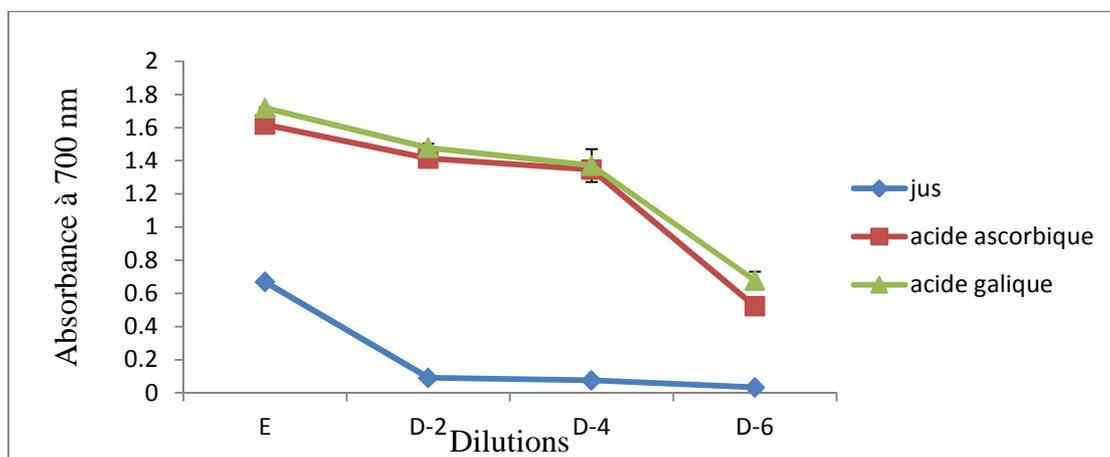


Figure 11 : Pouvoir réducteur du Fer pour l'extrait, l'acide ascorbique et l'acide gallique. Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes \pm écart type (n = 3).

Selon la figure il ressort clairement que l'extrait brut de jus ainsi que les dilutions présentent un pouvoir réducteur significativement inférieur que celui des deux substances de référence. En effet, ce test montre un meilleur pouvoir réducteur de l'ion ferrique dans le jus le moins diluée.

3. Test de blanchiment du β -carotène

La présence d'antioxydants pourrait neutraliser les radicaux libres dérivés de l'acide linoléique et donc prévenir l'oxydation et le blanchissement du β -carotène. La cinétique de blanchissement du β -carotène en absence et en présence de l'extrait de jus et les antioxydants standards sont représentées dans les figures 12 et 13.

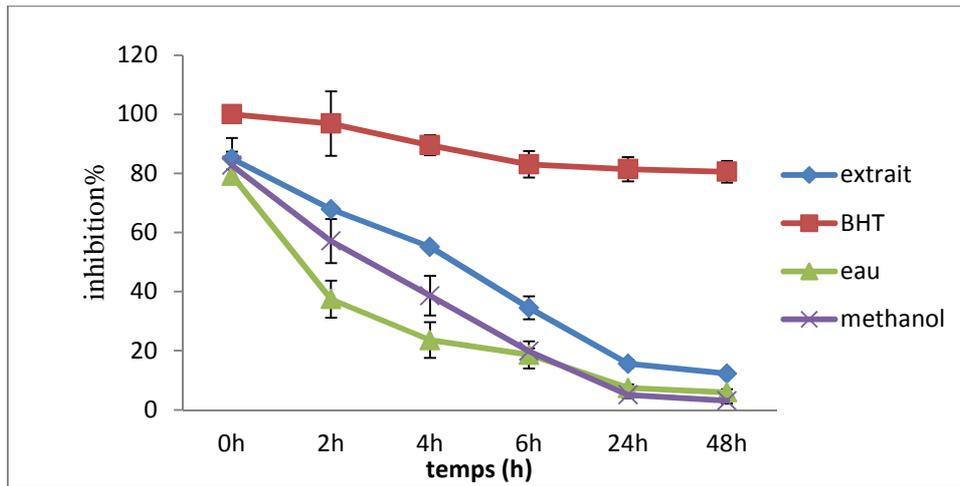


Figure 12 : Test de blanchiment du β -carotène de l'extrait de jus. Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes \pm écart type (n = 3).

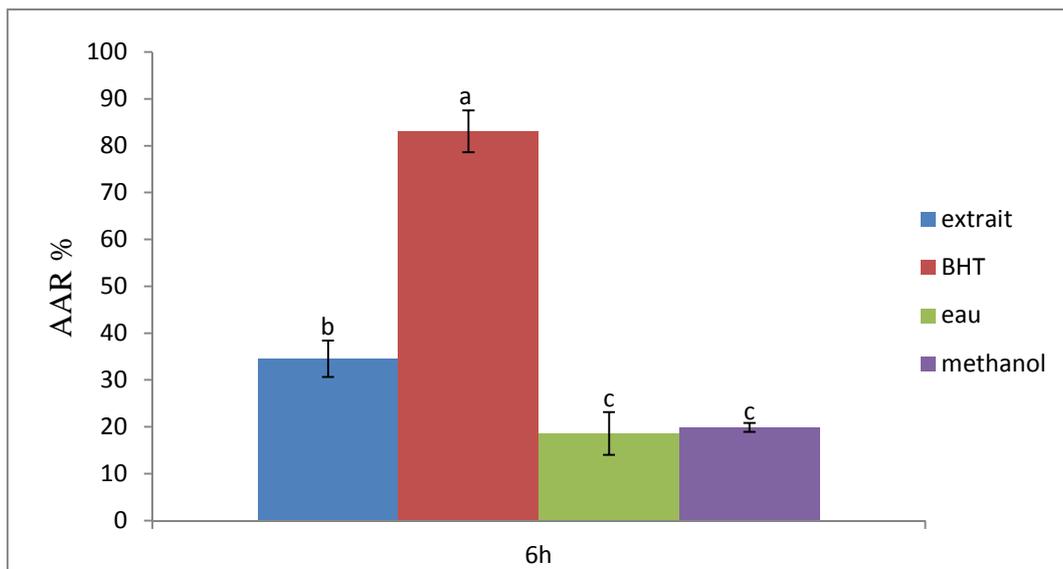


Figure 13 : Activité antioxydante relative (AAR) de l'extrait de jus. Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes \pm écart type (n = 3). Les moyennes suivies d'une lettre différente sont significativement différentes (p < 0,05).

IL est évident que l'extrait du jus inhibe l'oxydation couplée de l'acide linoléique et du β -carotène de manière statistiquement différente (p<0.05) à celle du contrôle positif (BHT) qui représente 83% d'activité inhibitrice après 6 heures.

La décomposition des acides gras est une des causes principales de la détérioration des produits alimentaires. La lutte contre l'oxydation des lipides, par l'utilisation des conservateurs naturels,

représente donc un enjeu considérable pour les industries alimentaires. C'est dans ce contexte que nous avons aussi évalué l'activité antioxydante de l'extrait de notre jus préparé à base de deux fruits (fraise et pomme) qui sont connus par la présence des composés antioxydants notamment les polyphénols. En effet, de nombreux travaux ont montré qu'il existe une corrélation exponentielle linéaire entre la teneur en polyphénols en particulier les flavonoïdes et leurs activités antioxydantes ou effet scavenger (Borneo *et al.*, 2008 ; Souri *et al.*, 2008).

Conclusion

Conclusion

L'importance des fruits en matière de nutrition, de santé et d'économie, n'est plus à démontrer. Ce sont eux qui transportent le mieux les vitamines, les minéraux essentiels, les fibres alimentaires et les antioxydants. Par les effets qu'ils ont sur la nutrition et la santé, ils permettent à l'homme de se sentir mieux tout en réduisant le risque d'attraper certaines maladies. Les fruits jouent donc un rôle important dans notre alimentation quotidienne.

Dans ce contexte notre étude a été réalisée afin d'essayer de proposer un essai de formulation d'une boisson à base de deux fruits : la fraise (*Fragaria sp*) et la pomme (*Malus domestica*). Trois formulations ont été proposées et suite à l'analyse sensorielle, la boisson C (v/v : 75jus fraise/25jus pomme) a été la plus acceptée.

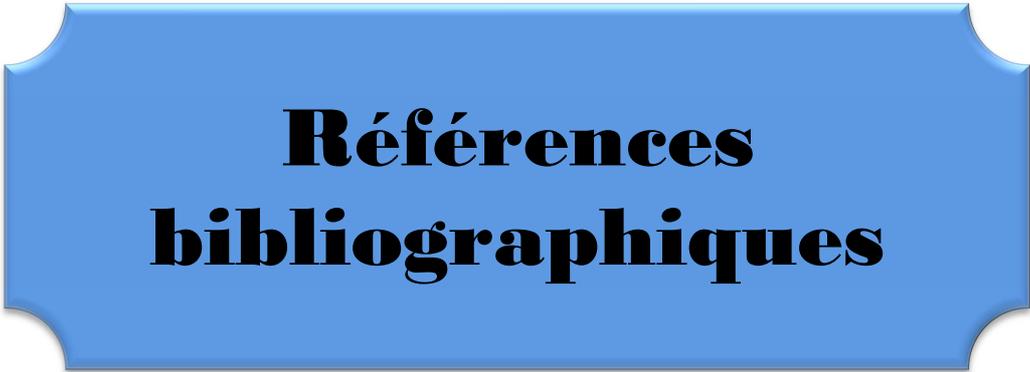
La valorisation de cette formule retenue était en la caractérisant par une analyse physicochimique, microbiologique, phytochimique et une évaluation de sa capacité antioxydante.

Les résultats de l'analyse microbiologique ont montré l'absence de germes pathogènes ce qui prouve l'efficacité de la pasteurisation.

Les analyses physico-chimiques ont révélé que la boisson sélectionnée a possède des teneurs assez élevées en Brix ($3,9 \pm 0,2$), un pH acide de $4,13 \pm 0,07$. La consistance du jus était homogène avec une viscosité de $7,67 \pm 0,58$ mPas. L'analyse phytochimique a mis en évidence la présence dans l'extrait de jus, des polyphénols et flavonoïdes avec des teneurs de 1.52 ± 0.19 mg EAG/ml de l'extrait et 0.72 ± 0.07 mg EQ/ml de l'extrait respectivement. L'évaluation *in vitro* de l'activité antioxydante de l'extrait réalisée par trois méthode à savoir: le piégeage du radical DPPH, pouvoir réducteur du Fer et le blanchiment du β -carotène a montré que cette boisson présente une activité antioxydante modérée.

Pour conclure, on peut dire que la boisson fabriquée dans cette étude, peut être utilisée pour une consommation domestique. Cependant, cette étude ne constitue qu'une étape préliminaire et il serait intéressant d'étayer ce travail par :

- Une étude de la stabilité physicochimique et microbiologique de la boisson préparée durant toute la durée de conservation ;
- Une étude comparative entre la boisson formulée et une préparée avec ajout d'agent de conservation ce qui nous permet une meilleure compréhension des phénomènes responsables de la détérioration durant la conservation pour pouvoir les maîtriser.



**Références
bibliographiques**

Références bibliographiques

- Afif, A., Faid, M., & Najimi, M. (2008). Qualité microbiologique du lait cru produit dans la région de Tadla au Maroc. *Reviews in Biology and Biotechnology*, 7(1), 2-7.
- Agricole, L. (1981). Librairie Larousse. Paris, France, 1207p
- Ahmed, E. M., Dennison, R. A., Dougherty, R. H., & Shaw, P. E. (1978). Effect of nonvolatile orange juice components, acid, sugar, and pectin on the flavor threshold of d-limonene in water. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 26(1), 192-194.
- Amić, D., Davidović-Amić, D., Bešlo, D., & Trinajstić, N. (2003). Structure-radical scavenging activity relationships of flavonoids. *Croatica chemica acta*, 76(1), 55-61.
- Arend, G. D., Adorno, W. T., Rezzadori, K., Di Luccio, M., Chaves, V. C., Reginatto, F. H., & Petrus, J. C. C. (2017). Concentration of phenolic compounds from strawberry (*Fragaria X ananassa* Duch) juice by nanofiltration membrane. *Journal of Food Engineering*, 201, 36-41.
- Arthur W, (1986). Le livre des produits alimentaires, *Ed. MAX BREZOL*, paris.
- Atmani, D., Chaher, N., Berboucha, M., Ayouni, K., Lounis, H., Boudaoud, H., ... & Atmani, D. (2009). Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants. *Food Chemistry*, 112(2), 303-309.
- Bahorun, T., Gressier, B., Trotin, F., Brunet, C., Dine, T., Luyckx, M., ... & Pinkas, M. (1996). Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. *Arzneimittelforschung*, 46(11), 1086-1089.
- Bazhal, M., & Vorobiev, E. (2000). Electrical treatment of apple cossettes for intensifying juice pressing. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(11), 1668-1674.
- Bazin, A., Macro, M., Dupuis, M., Villedieu, S., Hyrcza, N., Faid, S., & Cheze, S. (2017). Quelle stratégie transfusionnelle chez les patients traités par daratumumab? Expérience du CHU de Caen. *Transfusion Clinique et Biologique*, 24(3), 370.
- Benamara S. et Agougou A. (2003). Production des jus alimentaires : Technologie des industries alimentaire. *Edition OPU office des oeuvres universitaires*, Alger.
- Berlinet, C., Brat, P., & Ducruet, V. (2008). Quality of orange juice in barrier packaging material. *Packaging Technology and Science: An International Journal*, 21(5), 279-286.
- Borneo, R., León, A. E., Aguirre, A., Ribotta, P., & Cantero, J. J. (2009). Antioxidant capacity of medicinal plants from the Province of Córdoba (Argentina) and their in vitro testing in a model food system. *Food Chemistry*, 112(3), 664-670.

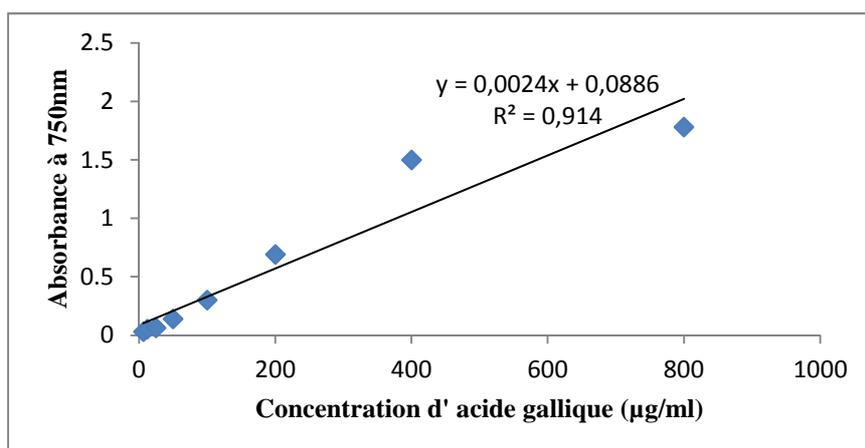
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Cendres, A. (2010). Procédé novateur d'extraction de jus de fruits par micro-onde: viabilité de fabrication et qualité nutritionnelle des jus (Doctoral dissertation, Université d'Avignon).
- Chemists, A. A., & Horwitz, W. (1990). Official methods of analysis. Vol. I. 15th ed. AOAC, Arlington, VA, 489.
- CODEX STAN 247. (2005). Normes générale codex pour les jus et les nectars de fruits, pp : 1-19.
- Cordenunsi, B. R., Nascimento, J. D., & Lajolo, F. M. (2003). Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. *Food Chemistry*, 83(2), 167-173.
- Cordenunsi, B. R., Nascimento, J. D., & Lajolo, F. M. (2003). Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. *Food Chemistry*, 83(2), 167-173.
- Darrow, G. M. (1966). The strawberry. History, breeding and physiology. *The strawberry. History, breeding and physiology*.
- Delacharlerie, S., Biourge, S. D., Chèné, C., Sindic, M., & Deroanne, C. (2008). Organoleptic HACCP. Practical guide. *Organoleptic HACCP. Practical guide*.
- Dominguez Lopez, A. (2002). Caractérisation et optimisation de la flaveur de jus d'orange non fait de concentré.
- Doukani, K., & Tabak, S. (2015). Profil Physicochimique du fruit "Lendj"(Arbutus unedo L.). *Nature & Technology*, (12), 51.
- El-Waziry, A. M. (2007). Nutritive value assessment of ensiling or mixing Acacia and Atriplex using in vitro gas production technique. *Research journal of agriculture and biological sciences*, 3(6), 605-614.
- Eric, k. (2011). Stable clear blended carrot-orange juice beverage production using enzyme and cyclodextrin. *Jiangnan University*, 1-114.
- Eskin, N. A. M. (1990). Biochemistry of food spoilage: enzymatic browning. *Biochemistry of foods*, 2, 401-432.
- Espiard, E. (2002). Introduction à la transformation industrielle des fruits.(Ed.) TEC & DOC. France, 259-265.
- Européenne, C. (2005). Règlement (CE) No 2073/2005 de la commission du 15 novembre 2005 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires. *Journal Officiel L*, 338.
- Favier, J. C., Ireland-Ripert, J., Toque, C., & Feinberg, M. (1995). Répertoire générale des aliments. Table de composition. Deuxième édition revue et argumentée.

- Giampieri, F., Alvarez-Suarez, J. M., Mazzoni, L., Romandini, S., Bompadre, S., Diamanti, J., ... & Tulipani, S. (2013). The potential impact of strawberry on human health. *Natural product research*, 27(4-5), 448-455.
- Giampieri, F., Tulipani, S., Alvarez-Suarez, J. M., Quiles, J. L., Mezzetti, B., & Battino, M. (2012). The strawberry: composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition*, 28(1), 9-19.
- Goldstein, I. L. (1991). Training in work organizations. Consulting Psychologists Press.
- Graça, A., Esteves, E., Nunes, C., Abadias, M., & Quintas, C. (2017). Microbiological quality and safety of minimally processed fruits in the marketplace of southern Portugal. *Food control*, 73, 775-783.
- Grimi, N., Praporscic, I., Lebovka, N., & Vorobiev, E. (2007). Selective extraction from carrot slices by pressing and washing enhanced by pulsed electric fields. *Separation and Purification Technology*, 58(2), 267-273.
- Guillet, F., Bonnefoy, C., Leyral, G., & Verne-Bourdais, É. (2002). *Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires*. Wolters Kluwer France.
- Hayouni, E. A., Abedrabba, M., Bouix, M., & Hamdi, M. (2007). The effects of solvents and extraction method on the phenolic contents and biological activities in vitro of Tunisian *Quercus coccifera* L. and *Juniperus phoenicea* L. fruit extracts. *Food Chemistry*, 105(3), 1126-1134.
- ISO 4832: 2006. Microbiology of food and animal feeding stuffs-Horizontal method for the enumeration of coliforms-colony-count technique.
- Jiao, X., Zhu, J., Huang, J., & Dong, Q. (2017). Microbiological Risk Assessment in Food. In *Food safety in China: Science and technology, management and regulation* (pp. 287-305). John Wiley & Sons Ltd Chichester.
- Journaux officiels. (2005). Industrie des jus de fruits, nectars et produits dérivés.
- Juszczak, L., & Fortuna, T. (2003). Viscosity of concentrated strawberry juice: effect of temperature and soluble solids content. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, 6(2).
- Ksouri, R., Megdiche, W., Falleh, H., Trabelsi, N., Boulaaba, M., Smaoui, A., & Abdelly, C. (2008). Influence of biological, environmental and technical factors on phenolic content and antioxidant activities of Tunisian halophytes. *Comptes Rendus Biologies*, 331(11), 865-873.
- Labioui, H., Elmoualdi, L., Benzakour, A., El Yachioui, M., Berny, E. H., & Ouhssine, M. (2009). Etude physicochimique et microbiologique de laits crus. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 148, 7-16.
- Lawrence, M. B., Smith, C. W., Eskin, S. G., & McIntire, L. V. (1990). Effect of venous shear stress on CD18-mediated neutrophil adhesion to cultured endothelium. *Blood*, 75(1), 227-237.

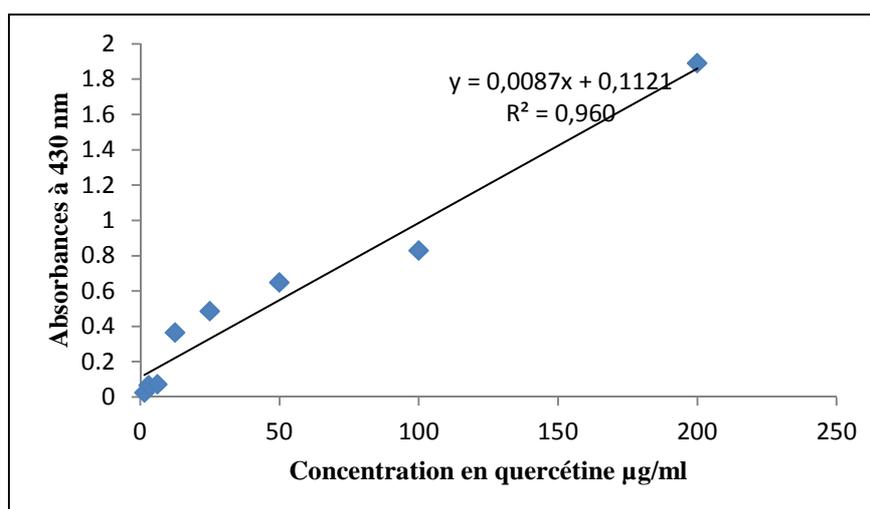
- Le livre blanc du jus de fruits, Union Nationale Interprofessionnelle des jus de fruits
- Lecerf, J. M. (1999). Les antioxydants et les autres éléments protecteurs dans les jus de fruits et légumes. *Pasteur Institute-Lille*.
- Lecerf, J. M. (2001). Santé des enfants et jus de fruits. *UNPJJF Édit*, Paris.
- Lefebvre, A., & Bassereau, J. F. (2003). L'analyse sensorielle, une méthode de mesure au service des acteurs de la conception: ses avantages, ses limites, ses voies d'amélioration. *Application aux emballages*, 10, 3-11.
- Liu, L., Sun, Y., Laura, T., Liang, X., Ye, H., & Zeng, X. (2009). Determination of polyphenolic content and antioxidant activity of kudingcha made from Ilex kudingcha CJ Tseng. *Food Chemistry*, 112(1), 35-41.
- Mack, A. (2016). SEXUALITY AND GYNECOLOGIC CANCER: SUPPORTING WOMEN ON THE JOURNEY TO HEALING. *International Journal of Nursing Student Scholarship*, 3.
- Martínez-Flores, H. E., Garnica-Romo, M. G., Bermúdez-Aguirre, D., Pokhrel, P. R., & Barbosa-Cánovas, G. V. (2015). Physico-chemical parameters, bioactive compounds and microbial quality of thermo-sonicated carrot juice during storage. *Food chemistry*, 172, 650-656.
- Mishra, R., & Kar, A. (2014). Effect of storage on the physicochemical and flavour attributes of two cultivars of strawberry cultivated in northern India. *The Scientific World Journal*, 2014.
- Mitry, E., Benhamiche, A. M., Jouve, J. L., Clinard, F., Finn-Faivre, C., & Faivre, J. (2001). Colorectal adenocarcinoma in patients under 45 years of age: comparison with older patients in a well-defined French population. *Diseases of the colon & rectum*, 44(3), 380-387.
- Morelle-Lauzanne, E. (2006). L'alimentation, le stress oxydatif: Sources de lipoperoxydation, comment s'en protéger. *Phytothérapie*, 4(5), 234-240.
- Ngalani, J. A., & Tchango Tchango, J. (1996). Evaluation des qualités physicochimiques du fruit de bananiers d'autoconsommation au Cameroun. *Fruits*, 51(5), 327-332.
- Othman, A., Ismail, A., Ghani, N. A., & Adenan, I. (2007). Antioxidant capacity and phenolic content of cocoa beans. *Food chemistry*, 100(4), 1523-1530.
- Oyaizu, M. (1986). Studies on products of browning reaction. *The Japanese journal of nutrition and dietetics*, 44(6), 307-315.
- Potel, A. M., & Carlen, C. (2005). Qualité des fraises: effets de la variété, du rapport feuille/fruit, de la période de récolte et du stade de maturité. *Revue suisse de viticulture, arboriculture et horticulture*, 37(2), 87-96.
- Ramos, B., F. Miller, T. R. Brandão, P. Teixeira and C. L. Silva (2013). "Fresh fruits and vegetables—an overview on applied methodologies to improve its quality and safety." *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 20: 1-15.
- Rodrigo, D., Arranz, J. I., Koch, S., Frígola, A., Rodrigo, M. C., Esteve, M. J., ... & Rodrigo, M. (2003). Physicochemical characteristics and quality of refrigerated

- Spanish orange-carrot juices and influence of storage conditions. *Journal of food science*, 68(6), 2111-2116.
- Souri, E., Amin, G., & Farsam, H. (2008). Screening of antioxidant activity and phenolic content of 24 medicinal plant extracts. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*, 16(2), 83-87.
- Tchango Tchango, J. (1996). Qualité microbiologique des jus et nectars de fruits exotiques: croissance et thermorésistance des levures d'altération (Doctoral dissertation, Lille 1).
- Tepe, B., Sokmen, M., Akpulat, H. A., & Sokmen, A. (2006). Screening of the antioxidant potentials of six *Salvia* species from Turkey. *Food Chemistry*, 95(2), 200-204.
- Tiwari, B. K., O'donnell, C. P., Patras, A., Brunton, N., & Cullen, P. J. (2009). Effect of ozone processing on anthocyanins and ascorbic acid degradation of strawberry juice. *Food Chemistry*, 113(4), 1119-1126.
- Turcan, S., Rohle, D., Goenka, A., Walsh, L. A., Fang, F., Yilmaz, E., ... & Thompson, C. B. (2012). IDH1 mutation is sufficient to establish the glioma hypermethylator phenotype. *Nature*, 483(7390), 479.
- Vasco, C., Riihinen, K., Ruales, J., & Kamal-Eldin, A. (2009). Phenolic compounds in Rosaceae fruits from Ecuador. *Journal of agricultural and food chemistry*, 57(4), 1204-1212.
- Vignola, C. L. (2002). Science et technologie du lait. *Québec: Fondation de technologie laitière de Québec*.-587 p
- Yilmaz, K. U., Zengin, Y., Ercisli, S., Serce, S., Gunduz, K., Sengul, M., & Asma, B. M. (2009). Some selected physico-chemical characteristics of wild and cultivated blackberry fruits (*Rubus fruticosus* L.) from Turkey. *Romanian biotechnological letters*, 14(1), 4152-4163.
- Zhang, Y., Liu, X., Wang, Y., Zhao, F., Sun, Z., & Liao, X. (2016). Quality comparison of carrot juices processed by high-pressure processing and high-temperature short-time processing. *Innovative food science & emerging technologies*, 33, 135-144.
- Zou, Y., & Jiang, A. (2016). Effect of ultrasound treatment on quality and microbial load of carrot juice. *Food Science and Technology*, 36(1), 111-115.

Annexes

Annexe 01 : Courbe d'étalonnage des composés phénoliques

Courbe d'étalonnage de l'acide gallique. Chaque point représente la moyenne \pm écart-type (n = 3).

Annexe 02 : Courbe d'étalonnage des flavonoïdes

Courbes d'étalonnage de la quercétine. Chaque point représente la moyenne \pm écart-type (n = 3).

Annexe03 : Questionnaire d'évaluation hédonique d'une boisson à base de la fraise et de la pomme

Questionnaire d'évaluation hédonique d'une boisson à base de la fraise et de la pomme

Date : .../.../....

Age :ans

Sexe : Masculin

Féminin

I.1. Préférence générale :

➤ Choisissez lequel vous préférez par rapport à l'ensemble des caractères organoleptique :

A

B

C

II.2. Paramètres ayant motivé la préférence générale :

➤ Trois échantillons de boisson à la base de la fraise et de la pomme codé A, B, C vous sont présentés, il vous demandé de les goûter successivement et de choisir entre les échantillons selon les descripteurs suivants : (la couleur, la consistance et la saveur).

	A	B	C
Couleur			
Saveur			
consistance			

Résumé

Résumé

Une large gamme de boissons peut être fabriquée à partir du jus de fruits. Le travail présenté dans cette étude contribue à la valorisation d'une boisson formulée à base de deux fruits : la fraise (*Fragaria sp.*) et la pomme (*Malus domestica*) en la caractérisant par une analyse sensorielle, microbiologique, physicochimique et par une évaluation *in vitro* de l'activité antioxydante par trois méthodes, à savoir: le piégeage du radical DPPH°, le pouvoir réducteur du fer et le blanchiment du β -carotène. L'analyse sensorielle nous a permis de choisir la formule C (v/v : 75jus fraise/25jus pomme) comme étant la boisson la plus acceptée parmi les formulations préparées. Le résultat de l'analyse microbiologique réalisé pour cette boisson par dénombrement de la FTAM, des coliformes, levures et moisissures ainsi que la flore osmophile a montré que cette dernière présente une qualité microbiologique acceptable. L'analyse physicochimique a montré globalement selon les paramètres étudiés une bonne qualité physicochimique. L'évaluation *in vitro* de l'activité antioxydante de l'extrait du jus a montré que la boisson présente une activité antioxydante modérée dépendante du contenu en polyphénols.

Mots clé : boisson, *Fragaria sp.*, *Malus domestica*, analyse microbiologique, analyse physicochimique, activité antioxydant

Abstract

A wide range of drinks can be made from fruits. This study contributes to the valorization of a drink made of two fruits: strawberry (*Fragaria sp.*) and apple (*Malus domestica*) by identifying and evaluating their sensory in addition to a microbiological and a physicochemical analysis. We used 3 methods to study the antioxidant activity in the lab: trapping of the radical DPPH°, reducing power of iron and bleaching β -carotene. The sensory analysis allowed us to choose the formula C (v/v: 75jus strawberry / 25jus apple) as the most accepted drink among the formulations prepared. The result of the microbiological analysis carried out for this drink by counting the FTAM, coliforms, yeasts and molds as well as osmophilic flora showed that the latter has an acceptable microbiological quality. The physicochemical analysis showed globally according to the studied parameters a good physicochemical quality. In vitro evaluation of the antioxidant activity of the juice extract showed that the beverage has moderate antioxidant activity dependent on the polyphenol content.

Key words: drink, *Fragaria sp.*, *Malus domestica*, microbiological analysis, physicochemical analysis, antioxidant activity.

ملخص

يمكن تحضير العديد من المشروبات انطلاقاً من عصير الفواكه. العمل المقدم في هذه الدراسة يساهم في تبيين مشروب مصنوع من فاكهتي الفراولة *Fragaria sp.* والتفاح *Malus domestica*. من خلال وصفه بالتحليل الحسي والميكروبيولوجي والفيزيوكيميائي، وتقييم نشاط مضادات الأكسدة في المختبر من خلال ثلاث طرق: محاصرة جذري، تحديد قوة الحد من الحديد و تبييض كاروتين. وقد سمح لنا التحليل الحسي باختيار الصيغة ج باعتبارها المشروب الأكثر قبولاً بين المشروبات المعدة. أظهرت نتيجة التحليل الميكروبيولوجي الذي تم إجراؤه على هذا المشروب عن طريق حساب FTAM، القولونيات، الخمائر والعفن وكذلك الخمائر المحبة للسكر، أن هذه الصيغة لها جودة ميكروبيولوجية مقبولة. كما أظهر التحليل الفيزيوكيميائي جودة فيزيوكيميائية جيدة وفق المعايير العالمية. أما التقييم المخبري لنشاط مضادات الأكسدة في مستخلص العصير، فقد أظهر أن المشروبات لها نشاط معتدل مضاد للأكسدة يعتمد على محتواها من البوليفينول.

الكلمات المفتاحية: مشروب، الفراولة، التفاح، التحليل الميكروبيولوجي، التحليل الفيزيوكيميائي، مضادات الأكسدة.