



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

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

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques



Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences alimentaire

Spécialité : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire

Thème

**Effet de la pasteurisation domestique sur le potentiel
antioxydant et la qualité sensorielle du jus d'orange**

Présenté par : AMMARA Mohmed Ghait Eddine et DILMI Hocine

Devant le jury :

| | | | |
|--------------------|-----------------|-----|---------------------------|
| Président : | M BOUBELLOUTA.T | MCA | (Univ Bordj Bou Arreridj) |
| Encadrant: | M TOUATI. N | MCA | (Univ Bordj Bou Arreridj) |
| Examineur : | M ALILI. D | MAA | (Univ Bordj Bou Arreridj) |

Année universitaire : 2017/2018

Remerciements

Avant tout, on remercie Dieu le tout puissant, de nous avoir donné le courage, la force, la persistance et de nous avoir permis de finaliser ce travail dans de meilleurs conditions.

On tient à remercier notre promoteur Dr. Touati N, pour l'honneur qu'il nous a fait en dirigeant ce travail, pour ses aides, ses conseils, tout au long de l'élaboration de ce modeste travail.

Nous remercions tout particulièrement Messieurs Nk̄hili. A, chef du laboratoire de phytopathologie, Fouad chef du laboratoire de chimie, de nous avoir accueilli, et aussi pour leurs conseils, et leurs implication durant le stage.

On adresse nos remerciements les plus sincères à Monsieur BOUBELLOTTA. T pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant de présider ce jury.

On tient à remercier profondément Monsieur ALILI. D, d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Dédicaces

Au nom du Dieu le tout puissant

Je dédie ce modeste travail à :

Ma mère Allah yerhamha

A mon père, qui m'a toujours soutenu, et

Pour ses sacrifices et ses encouragements

Que Dieu le garde.

A mes frères Sohaib, Afif, Mounib, et sœurs Saida, Hadjer, Anfel

A Mes amis Hadj, Fares, Mahfoud, Khaled, Yacine et Belabbas

A toute ma famille sans exception

A tous mes proches.

A mon collègue Hocine et sa famille.

A ceux qui m'ont soutenu de loin et de près.

Mohamed ghait Eddine

Table des matières

Résumés

Liste des figures

Liste de tableaux

Introduction - 1 -

Partie bibliographique

I. Oranges - 3 -

I.1. Historique - 3 -

I.2. Anatomie des oranges - 4 -

I.3. Description et classification botanique - 4 -

I.3.1. Description botanique - 4 -

I.3.2. Classification botanique - 5 -

I.4. Production mondiale - 5 -

II. Procédé de fabrication de jus d'orange - 6 -

II.1. Triage et lavage des oranges - 6 -

II.2. Extraction de jus - 7 -

II.3. Raffinage et centrifugation - 7 -

II.4. Pasteurisation - 8 -

II.5. Conditionnement - 8 -

Partie expérimentale

I. Matériel et méthodes - 10 -

I.1. Préparation des échantillons - 10 -

I.2. Détermination des paramètres physicochimique - 11 -

I.2.1. Potentiel d'hydrogène - 11 -

I.2.2. Degré de Brix - 11 -

I.2.3. Acidité titrable - 11 -

I.3. Préparation des extraits éthanoliques - 11 -

I.4. Dosage des antioxydants - 12 -

I.4.1. Polyphénols totaux - 12 -

I.4.2. Caroténoïdes totaux - 13 -

I.5. Evaluation du potentiel antioxydant - 13 -

I.5.1. Pouvoir réducteur - 13 -

I.5.2. Activité anti-radicalaire - 14 -

I.6. Evaluation sensorielle - 14 -

I.7. Analyse statistique - 14 -

II. Résultats et discussion - 15 -

II.1. Effet de la pasteurisation sur les paramètres physicochimiques - 15 -

II.1.1. Potentiel d'hydrogène - 15 -

II.2.2. Degré de Brix - 15 -

| | |
|---|--------|
| II.2.3. Acidité titrable | - 16 - |
| II.2. Effet de la pasteurisation sur substance antioxydantes | - 17 - |
| II.2.1. Polyphénols totaux..... | - 17 - |
| II.2.2. Caroténoïdes totaux | - 18 - |
| II.2. Effet de la pasteurisation sur l'activité antioxydantes | - 18 - |
| II.2.1. Pouvoir réducteur..... | - 19 - |
| II.2.2. Activité anti-radicalaire | - 19 - |
| II.3. Analyse sensorielle | - 20 - |
| Conclusion..... | - 22 - |
| Références bibliographiques..... | - 23 - |
| Annexes | - 27 - |

Liste des figures

| | |
|---|--------|
| Figure 1: Coupe équatoriale d'une orange . | - 4 - |
| Figure 2 : Part des différents pays producteurs d'orange dans la production mondiale | - 6 - |
| Figure 3 : Etapes de préparation de jus d'orange | - 10 - |
| Figure 4 : Préparation des extraits éthanoïques | - 12 - |
| Figure 5 : Potentiel d'hydrogène des jus analysés | - 15 - |
| Figure 6 : Degré brix des jus analysés..... | - 16 - |
| Figure 7 : Acidité titrable des jus analysés | - 16 - |
| Figure 8 : Teneurs en polyphénols totaux des jus analysés..... | - 17 - |
| Figure 9 : Teneurs en caroténoïdes totaux des jus analysés | - 18 - |
| Figure 10: Le pouvoir réducteur des jus analysés | - 19 - |
| Figure 11: L'activité anti-DPPH des jus analysés..... | - 20 - |
| Figure 12 : Scores de l'analyse sensorielle des jus analysés..... | - 21 - |

Liste des Tableaux

Tableau I : Description botanique des oranges - 5 -

Tableau II : Classification botanique des oranges - 5 -

Liste des abréviations

AFNOR: Association Française de Normalisation.

C: Celsius.

cm: Centimètre.

CODEX STAN: Codex Standard.

DPPH: 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl

g: Gramme.

L: Litre.

min: Minute.

ml: Millilitre.

mm: millimètre.

N: Normalité.

NaOH: Hydroxyde de sodium.

nm: Nanomètre.

pH : Potentiel d'hydrogène

ppds: La plus petite différence significative

Résumé

L'objectif de la présente étude est d'évaluer l'effet de la pasteurisation domestique sur le potentiel antioxydant et la qualité sensorielle. Pour ce faire, les paramètres physicochimiques (pH, degré brix et acidité titrable), les substances antioxydantes (polyphénols et caroténoïdes totaux) et l'activité antioxydante (pouvoir réducteur et activité anti-radicalaire) sont utilisés comme indicateur afin de répondre à la problématique posée. Les résultats nous ont permis de conclure que cette pasteurisation n'induit pas l'altération de jus du point de vue potentiel antioxydant et qualité sensoriel.

Mots clés : Jus d'orange, température, pasteurisation, antioxydant, qualité sensorielle

Abstract

The aim of this study is to evaluate the effect of domestic pasteurization on antioxidant potential and sensory quality. For this purpose, physicochemical parameters (pH, brix and titratable acidity), antioxidant substances (polyphenols and total carotenoids) and antioxidant activity (reducing power and anti-radical activity) are used as an indicator to answer the problematic. The results allowed us to conclude that this pasteurization does not induce the alteration of juice from the point of view of potential antioxidant and sensory quality

Keywords: Orange juice, temperature, pasteurization, antioxidant, sensory quality

الملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم تأثير البسترة الداخلية على القدرة المضادة للأكسدة والجودة الحسية. لهذا الغرض ، يتم استخدام المعلمات الفيزيائية الكيميائية (PH ، Brix ، والحموضة المعيارية) ، والمواد المضادة للأكسدة (البوليفينول والكاروتينات الكلية) والنشاط المضاد للأكسدة (تقليل الطاقة والنشاط المضاد للراديكالية) كمؤشر للإجابة على الإشكالية طلب منها ذلك. سمحت لنا النتائج بأن نستنتج أن هذا البسترة لا تحفز تغيير العصير من وجهة نظر القدرة المضادة للأكسدة والجودة الحسية.

الكلمات المفتاحية: عصير البرتقال ، درجة الحرارة ، البسترة ، مضادات الأكسدة ، الجودة الحسية

Introduction

Des molécules pro-oxydantes appelées radicaux libres ou espèces réactives de l'oxygène (ERO) sont produites quotidiennement dans l'organisme. Ces dernières sont cependant contrôlées par les antioxydants. Un stress oxydatif survient lorsque l'équilibre est rompu en faveur des radicaux libres. Toutefois, une production excessive de ces molécules réactives ou une insuffisance des mécanismes antioxydants peut déséquilibrer la balance oxydant/antioxydant (Papazian *et al.* 2008 ; Christophe *et al.* 2011). Ce dernier est à l'origine de plusieurs maladies, telles que les maladies cardiovasculaires, le cancer, le diabète...etc. (Aruoma, 2003). Pour échapper aux conséquences du stress oxydant, il est nécessaire de rétablir l'équilibre antioxydants/pro-oxydants par une consommation suffisante d'antioxydants (Ghedira, 2005).

Pour cela un grand nombre de recherches a démontré que les polyphénols des agrumes disposent de plusieurs applications thérapeutiques, les études épidémiologiques prouvent que la consommation de l'orange et des produits à base d'orange peuvent protéger la santé contre différentes maladies grâce à sa richesse en diverses molécules antioxydantes dont l'acide ascorbique, les caroténoïdes et les polyphénols (Kim *et al.* 2002). Suite à cette richesse, l'extraction des composés phénoliques à partir des agrumes a considérablement attiré l'intérêt scientifique pour les utiliser comme des antioxydants naturels, conservateurs principalement dans les aliments mais aussi dans l'industrie pharmaceutique et cosmétique (Ramful *et al.* 2010).

Le jus d'orange est le jus prédominant fabriqué par l'industrie agroalimentaire dans le monde entier et il est consommé en quantités relativement élevées dans de nombreux pays, en raison de son agréable goût et teneur élevée en acide ascorbique.

Toutefois, le jus est moins stable au cours de sa conservation et sa qualité peut devenir non acceptable. Il est soumis à un certain nombre de réactions de détérioration, y compris le changement de couleur, de texture, la dégradation de la vitamine C, la contamination microbienne, qui contribuent toutes à une perte importante de la qualité marchande aussi bien hygiénique (Djadi, 1987).

Les industriels de l'agro-alimentaire doivent répondre aux préoccupations et aux exigences des consommateurs. Pour cela, ils cherchent à améliorer la qualité de la matière première tout en utilisant un procédé et un conditionnement qui préservent cette qualité, allant

du procédé de fabrication jusqu'à l'évolution du produit au cours de son stockage (Berlinet, 2006).

Par conséquent, l'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet de la pasteurisation domestique sur la qualité nutritionnelle et sensorielle de jus d'orange.

Cette étude est réalisée à l'Université Mohamed El Bachir El Ibrahim (Bordj.Bou .Arreridj) au laboratoire de chimie.

Le présent mémoire est composé de deux parties. La première, étant une partie bibliographique, on rapporté quelques généralités sur les oranges ainsi que le procédé de fabrication de leur jus. Dans la deuxième partie, expérimentale, elle renferme le matériel et méthodes utilisés ainsi que les résultats engendrés et leur discussion. L'ensemble est terminé par une conclusion et quelques perspectives.

Partie bibliographique

I. Oranges

L'orange est un agrume qui peut être appelé hesperidium. L'hesperidium diffère de fruits comme la tomate ou le raisin car il possède une peau dure et solide qui protège la partie comestible du fruit (Davies et Albrigo, 1994). Elle fait partie du genre *citrus* de la famille des *Rutaceae*. Le genre *citrus* contient deux espèces d'orange. La première (*citrus sinensis* (L), 1765), correspond aux oranges douces, la deuxième (*citrus aurantium* (L.), 1753) correspond aux oranges amères (Kimball, 1999).

➤ **Les oranges douces** (*Citrus Sinensis* (L), 1765), sont les plus consommées. Elles sont utilisées en fruit et certaines variétés servent à l'élaboration des jus. Parmi cette espèce, trois catégories principales sont communément dénombrées : oranges navels, oranges blondes, oranges sanguines.

- **Les oranges navels**, caractérisées par une excroissance « ombilic » ou « navel » en anglais dans leur partie inférieure et une quasi absence de pépins. Ces oranges sont les plus consommées en fruits de bouche. D'après Saunt (1990), elles sont moins juteuses que la plupart des autres variétés et elles développent une certaine amertume lors du pressage ce qui peut les rendre impropres à une production de jus.
- **Les oranges blondes**, dont la principale variété est la Valencia, première variété commerciale de tous les types d'agrumes. Celle-ci peut être rencontrée dans toutes les zones principales de production d'oranges (Kimball, 1999). Les oranges blondes développent beaucoup moins d'amertume que les oranges navels lors de leur pressage. Elles sont donc principalement transformées en jus.
- **Les oranges sanguines**, caractérisées par leur chair colorée due à des pigments rouges, des anthocyanes. Ceux-ci sont sensibles aux techniques d'extraction des jus et au stockage du jus, et leur dégradation peut donner une couleur brune indésirable au produit.

I.1. Historique

La culture de l'orange est très ancienne, elle se confond avec l'histoire de la Chine d'où il est originaire. Au cours du premier millénaire avant notre ère, l'orange se propage très vite à l'ensemble des pays du Sud-Est asiatique, puis arrive en Méditerranée au VII^{ème} siècle. Les oranges amères, encore appelées bigarades, arrivent en Europe à partir du X^{ème} siècle, époque des croisades ; mais l'orange douce telle que nous la connaissons ne fera son apparition qu'au cours du XV^{ème} siècle lorsque des navigateurs portugais la découvrent en

chine. Par sa douceur, elle évince très vite l'orange amère. Une fois implanté dans le bassin méditerranéen, l'orange est diffusé à travers le monde par les Européens, Amérique du Nord et du Sud au XVI^{ème} siècle, Afrique du sud au XVII^{ème} et Australie au XVIII^{ème} (Webber et Herbert, 1967).

I.2. Anatomie des oranges

Les oranges sont constituées d'une couche extérieur colorée, le flavédo, rappelant le mot «flaveur» car elle contient la glande a l'huiles essentielles et une couche intérieur blanche et spongieuse, l'albedo (ou mésocarpe), riche en pectines. Une partie comestible, l'endocarpe ou épiderme interne (Figure 1).

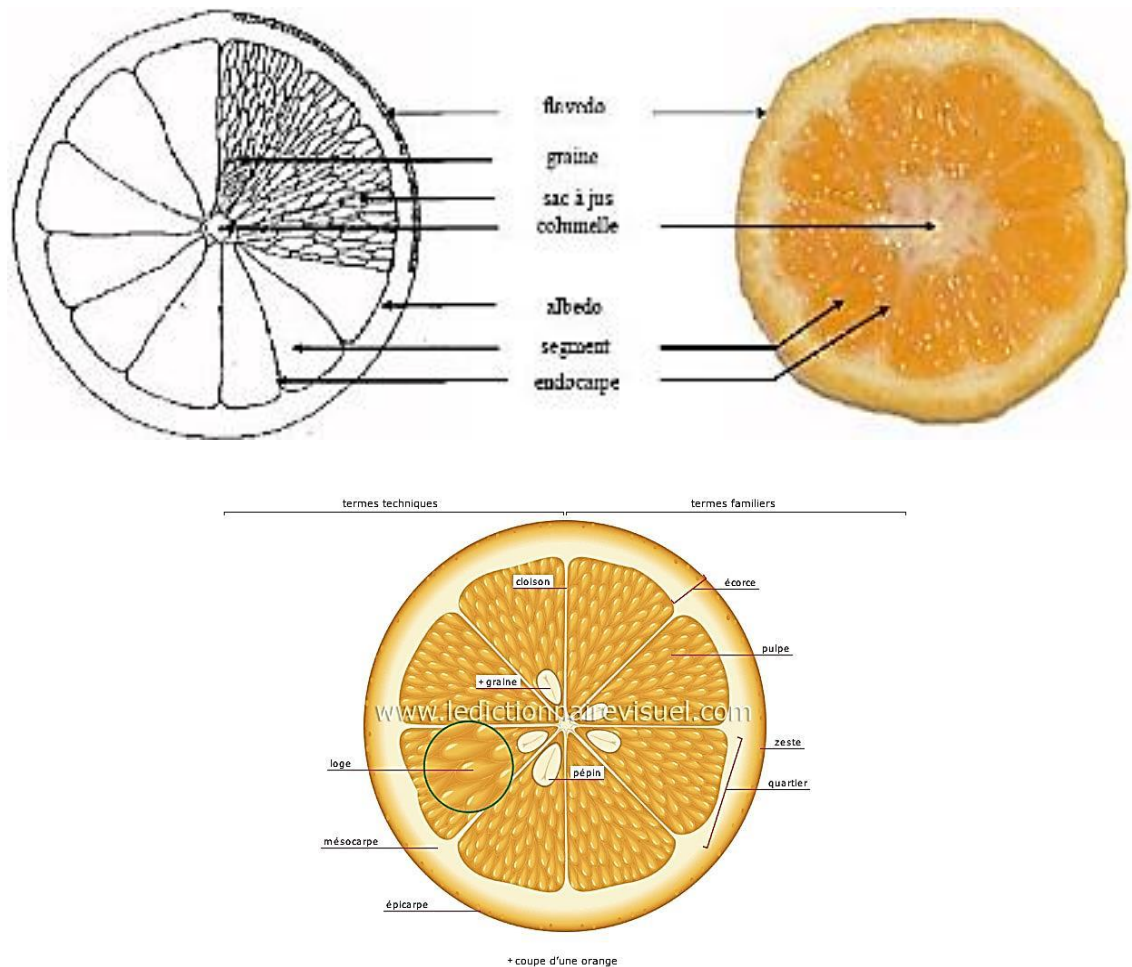


Figure 1: Coupe équatoriale d'une orange (Hut, 1991).

I.3. Description et classification botanique

I.3.1. Description botanique

L'orange est un petit arbre sempervirent, pouvant atteindre jusqu'au 10 mètres de hauteur avec des branches épineuses et des feuilles de 4 à 10 cm de long. Tous les fruits

d'agrumes sont considérés comme des baies, parce qu'ils sont charnus, contiennent de nombreuses graines et dérivent d'un ovulaire unique. Le **tableau I** établit ci-dessous engendre les principaux caractères botaniques des orangers.

Tableau I : Description botanique des oranges (Bachès, 2011)

| | |
|-----------------|---|
| Aspect | Arbre au port harmonieux et de croissance rapide |
| Taille | Grande taille en pleine terre (7à8m) |
| Fleur | Blanches et immaculées, très parfumées |
| Ecorce | Grise, lisse ou à peine rêche. |
| Feuilles | Vert profond, légèrement ailées. |
| Fruits | De forme et de coloration variable en fonction des différents groupes auxquelles ils appartiennent. |
| Pulpe | Juteuse diffère en couleur et en acidité selon les variétés. |

I.3.2. Classification botanique

L'oranger (*Citrus sinensis*) appartient à la famille des rutacées selon le **tableau II**

Tableau II : Classification botanique des oranges (Anonyme, 2008)

| | |
|---------------------|---------------|
| Règne | Plantae |
| Sous règne | Tracheobionta |
| Division | Magnoliophyta |
| Classe | Magnoliopsida |
| Ordre | Sapindales |
| Famille | Rutacées |
| Sous famille | Aurantoideae |
| Tribu | Citreae |
| Sous-tribu | Citrinae |

I.4. Production mondiale

Les plus grands producteurs d'orange sont le Brésil, les États-Unis, la Chine, et le Mexique, Espagne, Grèce, Italie, Maroc.

La production d'orange représente 63% de la production mondiale d'agrumes et 95% de la production brésilienne. Les États-Unis et le Brésil produisent à eux seuls 52% de la

production mondiale (34% pour le Brésil et 18% pour les Etats-Unis) (FAO, 2001). La production mondiale d'orange n'est pas homogène et se distribue entre un nombre restreint de pays producteurs (Figure 2).

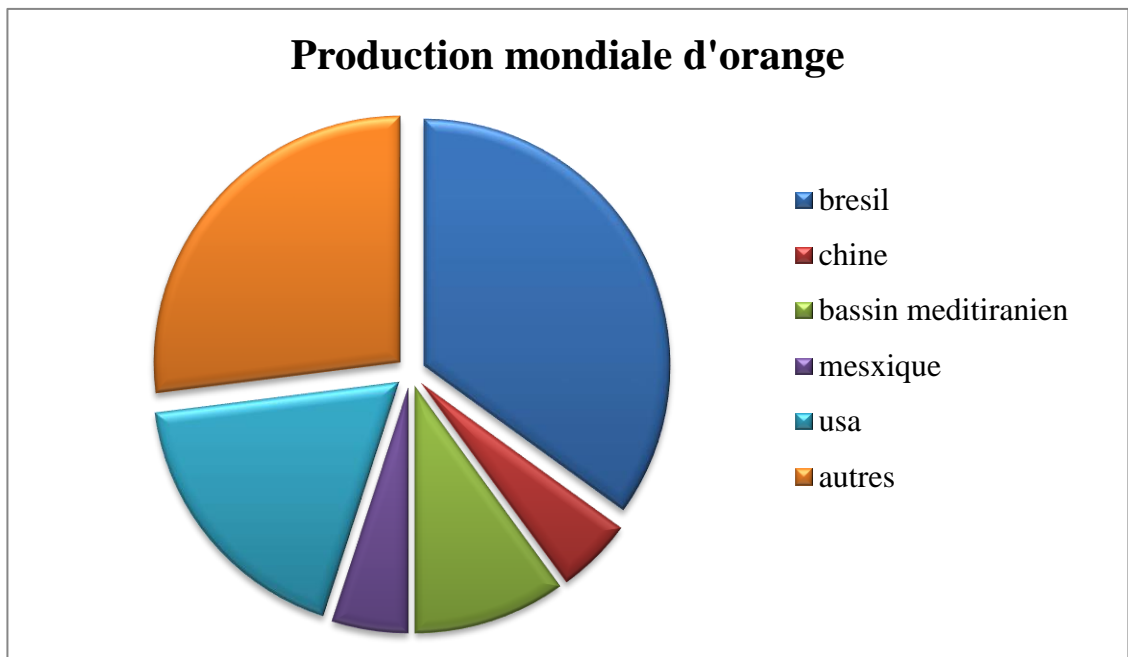


Figure 2 : Part des différents pays producteurs d'orange dans la production mondiale en 2000

II. Procédé de fabrication de jus d'orange

Le jus d'orange est le liquide non concentré, non dilué et non fermenté obtenu par l'expression du fruit de *citrus sinensis* (Linnaeus) Osbeck. On entend également par 'jus d'orange' le liquide obtenu, même partiellement à partir de jus d'orange concentré, conformément à la réglementation en vigueur, et commercialisé sous l'appellation 'jus d'orange à base de jus concentrée'.

L'industrie du jus d'orange comporte un grand nombre d'opérations qui peuvent se regrouper en trois filières : la production agricole, l'industrie d'extraction et de conditionnement et la filière de stockage, transport et commercialisation du jus conditionné.

II.1. Triage et lavage des oranges

Le fruit destiné à la production de jus seront propres et sans maturité excessive. Les oranges sont sélectionnés à l'entrée de la ligne de pressage, on élimine les fruits abîmés et/ou hors normes. Ils sont ensuite automatiquement lavés et calibrés, de manière à correspondre à la taille des systèmes de pressage. Les opérations de broyage et de pressage se

succéderont rapidement afin de limiter au maximum l'oxydation des fruits broyés (Anonyme, 2000).

II.2. Extraction de jus

Les oranges arrivent dans les usines de transformation dans des camions benne : elles sont soit utilisées immédiatement soit déchargées dans des silos et stockées. Au moment de leur utilisation, après un passage sous des rampes d'aspersion d'eau, les oranges sont triées, le plus souvent manuellement, et les fruits abîmés sont écartés. Deux technologies d'extraction de jus adaptées sont le plus souvent utilisées : l'extracteur Brown (Automatic Machinery and Electronics Co) et le procédé FMC (Food Machinery Corporation) (Baron, 2002).

Dans le procédé Brown, les oranges sont coupées en deux puis pressées à l'aide de deux demi-sphère perforées, l'une concave et l'autre convexe. L'extracteur Brown effectue un « fraisage » de chaque partie du fruit.

Dans le procédé FMC, une coupelle supérieure descend et pousse le fruit sur le couteau circulaire inférieur. Les coupelles maintiennent le fruit. Les constituants intérieurs du fruit sont aspirés dans le tube tamis par le mouvement descendant du piston. Les particules trop grosses (pépins ...) sont éliminées par le centre, creux, du piston.

Le procédé FMC est le plus utilisé et son intérêt majeur est qu'il permet la récupération des huiles essentielles pendant le procédé d'extraction de jus (Baron, 2002).

La pression exercée par chacun des procédés dépend de la taille du fruit, et les extracteurs sont réglés pour exercer des pressions appropriées sur des oranges préalablement triées en fonction de leur calibre.

II.3. Raffinage et centrifugation

Le jus d'orange, après extraction, est très pulpeux et contient des morceaux de pépins et autres impuretés. Il passe alors par une étape de raffinage, appelée en anglais « finishing ». Ce terme désigne la séparation physique d'une partie de la pulpe et d'autres matériels fibreux du jus.

Les « finishers » ou modules de finitions vont tamiser ce jus pulpeux et séparer les pulpes grossières et éléments non désirables. Felles *et al.* (1975) ont montré que l'élimination de ces pulpes grossières, contrairement à l'étape d'extraction n'avait pas d'influence sur la saveur des jus d'orange. Le jus peut alors ensuite être centrifugé pour affiner une teneur en

pulpes fines entre 6 et 12 %, ce qui permet d'obtenir un jus dont la viscosité répond aux attentes des consommateurs (Braddock, 1999).

Enfin, avant le traitement thermique, le jus est chauffé à 50°C dans des échangeurs de chaleur tubulaires puis soumis à un procédé de désaération dans des tanks sous vide. Cette opération présente l'intérêt pour l'industriel d'éviter la formation de mousse et d'éviter l'oxydation du produit. Le jus une fois dégazé ne doit pas être stocké plus d'une heure avant l'étape suivante de pasteurisation.

II.4. Pasteurisation

Une étape indispensable de stabilisation microbiologique a lieu sur le lieu de production, celle-ci doit se faire très rapidement après l'extraction. Excepté pour une petite quantité de jus consommé frais (pas de traitement thermique), la pasteurisation est le traitement thermique qui est le plus utilisé pour la conservation des jus de fruits. Cette pasteurisation vise à tuer les micro-organismes, et à inactiver les enzymes (comme la pectine méthyl estérase (PME) ou la (polyphénol oxydase) pouvant altérer le produit ou le rendre impropre à la consommation humaine (Chen *et al.*, 1993). Elle est effectuée selon un barème temps-température qui peut varier mais qui généralement dure de 30 à 60 secondes. Pour le pur jus, la température est rapidement portée à 90-96°C dans des échangeurs de chaleur tubulaires puis elle descend en une trentaine de secondes jusqu'à une température de quelques degrés, c'est la « flash pasteurisation ».

Les consommateurs devraient percevoir que les jus non pasteurisés ou ceux légèrement chauffés ont de meilleurs arômes et saveurs que les jus ayant subi un traitement de chaleur plus poussé (Claveau, 2009).

II.5. Conditionnement

Du fait des nombreuses étapes de transport, les usines de conditionnement effectuent une nouvelle étape de pasteurisation du jus avant le conditionnement. Deux types de pur jus peuvent donc être distingués, les jus ayant été conditionnés sur place et qui n'ont subi qu'une étape de pasteurisation et les jus conditionnés sur un autre site qui subissent deux traitements de pasteurisation. Les deux procédés de conditionnement aujourd'hui utilisés chez le conditionneur après la flash-pasteurisation sont le remplissage à chaud et le remplissage aseptique à froid.

Lors du remplissage à chaud, après la flash-pasteurisation le jus est refroidi jusqu'à 82-85°C. Il est introduit immédiatement à cette température dans les récipients, ceux-ci sont

aussitôt fermés, retournés ou agités de sorte que le liquide chaud vienne au contact de toute la surface intérieure du récipient et l'aseptise.

Le remplissage aseptique à froid est une autre technique de remplissage qui consiste à refroidir le jus jusqu'à température ambiante (17-22°C) après la Flash-pasteurisation et à remplir et fermer les récipients en conditions aseptiques. L'opération dure entre 20 et 30 minutes entre le remplissage le refroidissement. Les bouteilles ont au préalable été décontaminées par lavage avec une solution de peroxyde d'hydrogène ou d'acide peracétique puis rinçage à l'eau.

Partie expérimentale

Matériel et Méthodes

I. Matériel et méthodes

I.1. Préparation des échantillons

Les oranges utilisées pour l'obtention de jus sont achetées au niveau du marché. Une fois arrivées au laboratoire de chimie (université de Bordj Bou Arreridj), ces oranges sont triées, lavées puis séchées, et enfin pressées manuellement. Le jus obtenu après filtration est scindé en deux, l'un subira une pasteurisation domestique et l'autre constituera un témoin (**Figure 3**).

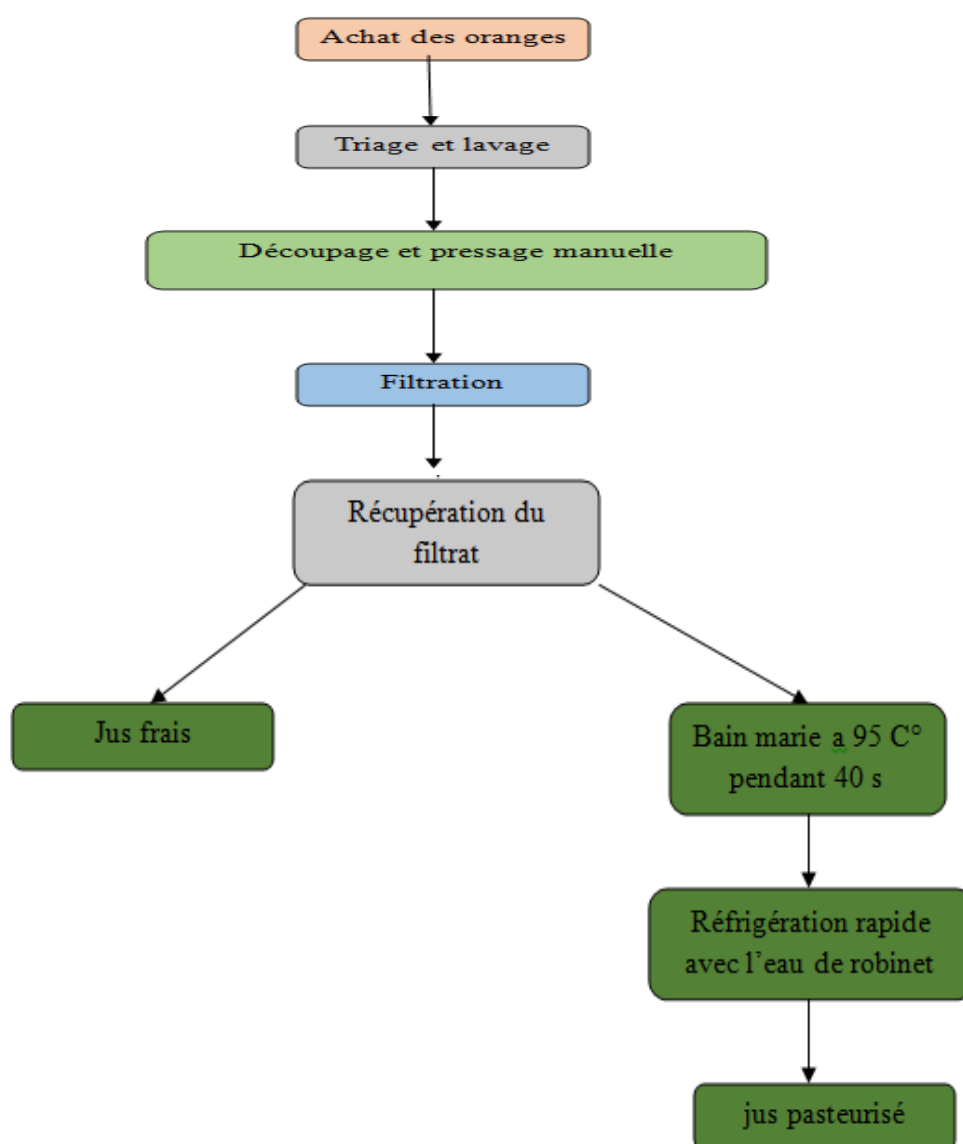


Figure 3 : Etapes de préparation de jus d'orange

I.2. Détermination des paramètres physicochimique

I.2.1. Potentiel d'hydrogène

Le pH des échantillons de jus frais et pasteurisé a été mesuré en utilisant un pH-mètre digital (inoLab pH 730) préalablement calibré avec des solutions tampons commerciales à pH 7,0 et 4,0. La détermination du pH a été réalisée à une température de $20 \pm 0,5^\circ\text{C}$ en maintenant l'électrode immergée dans le jus agité avec un agitateur magnétique.

I.2.2. Degré de Brix

La mesure de poids en gramme de la matière sèche soluble (principalement du sucre) contenue dans 100 g de produits. Pour les boissons aux fruits, le degré de Brix varie entre 11 et 15%.

I.2.3. Acidité titrable

❖ Principe

Elle est exprimée en teneur d'acide citrique par unité de volume et elle est déterminée par titrimétrie à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium 0,1N, en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré.

❖ Protocoles

L'acidité totale est déterminée par titrage avec une solution d'hydroxyde de sodium 0,1N. Un volume de 5 ml de jus d'orange + quelques gouttes d'indicateur coloré (phénolphtaléine). Le tout est titré avec une solution d'NaOH 0,1N jusqu'à l'obtention d'une couleur rose. Le résultat est exprimé en g équivalent d'acide citrique par 100 ml de jus d'orange (AFNOR, 1974). L'acidité ou bien la quantité d'acide dans l'échantillon est obtenue en multipliant le volume de la chute de la burette (volume de NaOH) par un coefficient de 0,64 et en divisant sur la prise d'essai (volume de jus).

I.3. Préparation des extraits éthanoliques

Un volume de 0,5 ml de jus d'orange est mélangé avec 20 ml d'éthanol 40%. Après 30 min d'agitation, le mélange est centrifugé à 3000 tpm pendant 20 min. Le surnageant est récupéré et conservé au congélateur jusqu'à utilisation (**Figure 4**).

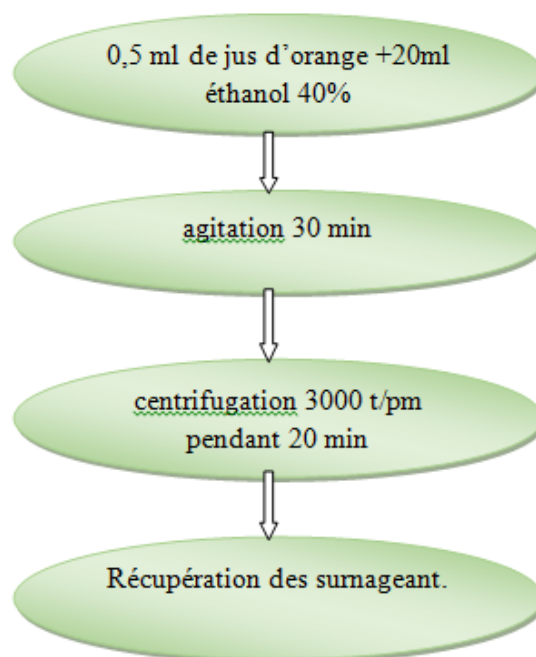


Figure 4 : Préparation des extraits éthanoïques

I.4. Dosage des antioxydants

I.4.1. Polyphénols totaux

❖ Principe

Le dosage des polyphénols totaux repose sur la méthode utilisant le Folin-Ciocalteu. Ce dernier est un réactif composé d'acide phospho-tungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$) qui se réduisent, dans un milieu basique, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_{23}) par les composés phénoliques.

L'intensité de la coloration bleue produite est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans l'extrait.

❖ Protocole

La teneur en polyphénols totaux est déterminée selon la méthode décrite par [Singleton et Ross \(1965\)](#). Un volume de 200 μ L d'échantillon est mélangé avec 1 mL de réactif de Folin-Ciocalteu (10%) et 800 μ L de solution de carbonate de sodium (7,5%). L'absorbance est mesurée à 765 nm. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique (EAG) par 100 ml de jus en se référant à une courbe d'étalonnage obtenue avec l'acide gallique (0,02 à 0,1 mg/ml) (Annexes, Figure 1).

I.4.2. Caroténoïdes totaux

❖ Principe

Les caroténoïdes sont des composés insolubles dans l'eau et soluble dans les solvants apolaire tels que l'hexane et le chloroforme. L'extraction de ces substances consiste a utilisé deux phases : une phase apolaire qui permet la récupération des caroténoïdes et une phase polaire (éthanol/acétone) qui élimine les interférents tels que les polyphénols et les flavonoïdes.

❖ Protocole

La teneur des jus d'orange en caroténoïdes totaux est déterminée selon la méthode rapportée par [Sass-Kisset al. \(2005\)](#). Un volume de 0,5mL de jus d'orange est additionné à 5 mL du mélange de solvants d'extraction (hexane, acétone, éthanol; 2/1/1). Après 30 min d'agitation, la phase hexanique est récupérée. L'absorbance est mesurée à 440 nm. Les résultats sont exprimés en mg équivalent de bêta-carotène (EβC) par 100 mL de jus en utilisant le coefficient d'extinction molaire du bêta-carotène ($2505 \text{ cm}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ l).

I.5. Evaluation du potentiel antioxydant

1.5.1. Pouvoir réducteur

❖ Principe

Le pouvoir réducteur des extraits a été déterminé en utilisant la méthode basée sur la réduction de ferricyanure de potassium. La présence des agents réducteurs dans les extraits induit la réduction des ions ferriques (Fe^{+3}) aux ions (ferreux Fe^{+2}), cette réduction est mesurée par l'intensité de couleur verte-bleu qui en résulte. En présence d'un chélateur de fer dans l'extrait, la formation du complexe est diminuée, ce qui indique une bonne activité chélatrice de l'extrait.

❖ Protocole

Le pouvoir réducteur ferrique est évalué selon la méthode décrite par [Oyaizu \(1986\)](#). Un volume de 125µl d'échantillon est mélangé à 125µl de tampon phosphate (0,2 M; pH 6,6) et 125µl de ferricyanure potassium (1%). Après 20 min incubation à 50 °C, 125µl de solution d'acide trichloracétique (10%) sont ajoutés. Un volume de 500µl du mélange réactionnel est dilué avec de l'eau distillée (v/v) puis additionné de 100 µl de solution chlorure ferrique (0,1%). L'absorbance est mesurée à 700 nm et les résultats sont exprimés en mg équivalent

d'acide ascorbique (EAA) par 100 mL de jus en se référant à une courbe d'étalonnage (Annexes, Figure 2).

I.5.2. Activité anti-radicalaire

❖ Principe

La réduction du radical libre DPPH° (2,2'-diphényle-1-picryl hydrazyl) par un antioxydant peut être suivie par spectrométrie UV- Visible, en mesurant la diminution de l'absorbance à 517 nm provoquée par les antioxydants. En présence des piègeurs de radicaux libres, le DPPH. (2.2 Diphenyl 1 picryl hydrazyl) de couleur violette se réduit en 2.2 Diphenyl 1 picryl hydrazine de couleur jaune.

❖ Protocole

L'activité anti-DPPH est évaluée selon la méthode décrite par [Brand-Williams *et al.* \(1995\)](#). Un volume de 200 µl d'échantillon est ajouté à 1 ml de solution méthanolique de DPPH (60 µM) fraîchement préparée. L'absorbance est mesurée à 517 nm après 30 min d'incubation à température ambiante et à l'obscurité. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide ascorbique (EAA) par 100 mL de jus en se référant à une courbe d'étalonnage (Annexe, Figure 3).

I.6. Evaluation sensorielle

L'analyse sensorielle est réalisée par un panel non entraîné (moyenne d'âge 24 ans) composé de 27 sujets. Les échantillons sont mis à température de 4°C 3h avant le test, codé en échantillon A et B. La couleur, l'arôme, le goût, ainsi que l'acceptabilité globale sont évalués sur la base d'une échelle hédonique de neuf points. Après avoir goûté mais sans avalé l'échantillon A, les jurys sont tenus de rincer leur bouche avec de l'eau afin de se préparer pour déguster l'échantillon B.

I.7. Analyse statistique

Les résultats (n = 3) sont soumis à une analyse de la variance (ANOVA). Les valeurs moyennes sont comparées à l'aide du test ppds de Fisher ($p < 0,05$). Toutes les analyses statistiques sont réalisées avec le logiciel Infostat®.

Résultats et discussion

II. Résultats et discussion

II.1. Effet de la pasteurisation sur les paramètres physicochimiques

II.1.1. Potentiel d'hydrogène

Les agrumes sont classés comme des fruits acides, car leur matière soluble est essentiellement constituée de sucres et d'acides organiques dont les acides citriques, maliques, oxaliques, tartriques, galacturoniques, quiniques, ect (Karadeniz, 2004).

Les valeurs respectives du potentiel d'hydrogène de jus d'orange frais et pasteurisé sont 3,2 et 3,4 (Figure 5). Riu-Aumatell *et al.* (2004) ont rapporté des valeurs de pH comprises entre 3,56 et 3,91% pour les nectars de poire. Sulieman *et al.* (2009) et Rizzon et Miele (2012) ont enregistré respectivement des valeurs de 4,1 pour le nectar d'orange et 2,92 pour le nectar de raisin.

L'analyse statistique révèle qu'il n'existe pas une différence significative entre le jus frais et pasteurisé à $p < 0,05$.

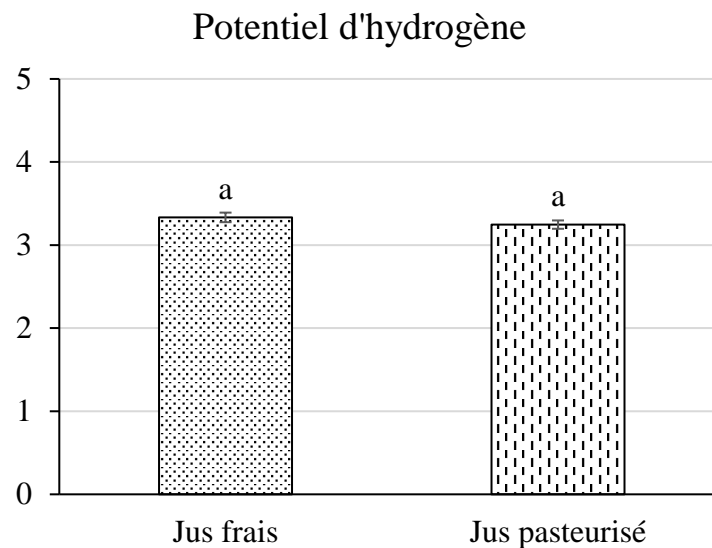


Figure 5 : Potentiel d'hydrogène des jus analysés

II.2.2. Degré de Brix

Les valeurs respectives du degré brix des jus frais et pasteurisé sont 11,20 et 11,90% (Figure 6). Ces résultats sont en concordance avec ceux rapportés par Stella *et al.* (2011) pour les nectars d'orange (11,5-13,5%).

L'analyse statistique révèle l'inexistence de différence significative à $p < 0,05$ entre le jus pasteurisé et le jus frais

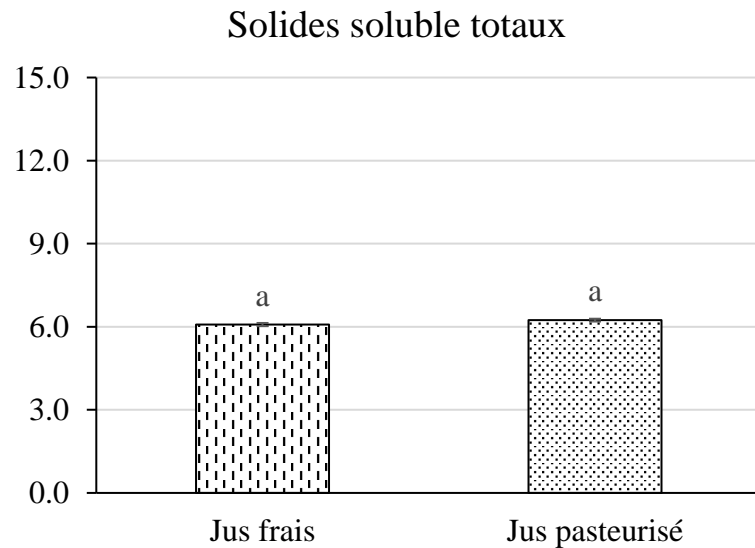


Figure 6 : Degré brix des jus analysés

II.2.3. Acidité titrable

L'acidité est l'un des nombreux paramètres physico-chimiques qui affectent la qualité des aliments. Elle est exprimée conventionnellement en grammes d'acide citrique par litre de jus.

Les valeurs respectives de l'acidité titrable des jus frais et pasteurisé sont : 6,08 et 6,24 g équivalent d'acide citrique par litre. [Aslanova et al. \(2010\)](#) ont enregistré respectivement pour les confitures de fraise, de cerise et d'abricot les valeurs de 0,218 ; 0,504 et 0,441g/100 g

L'analyse statistique n'a pas révélé une différence significative à $p < 0,05$ entre les jus frais et pasteurisés.

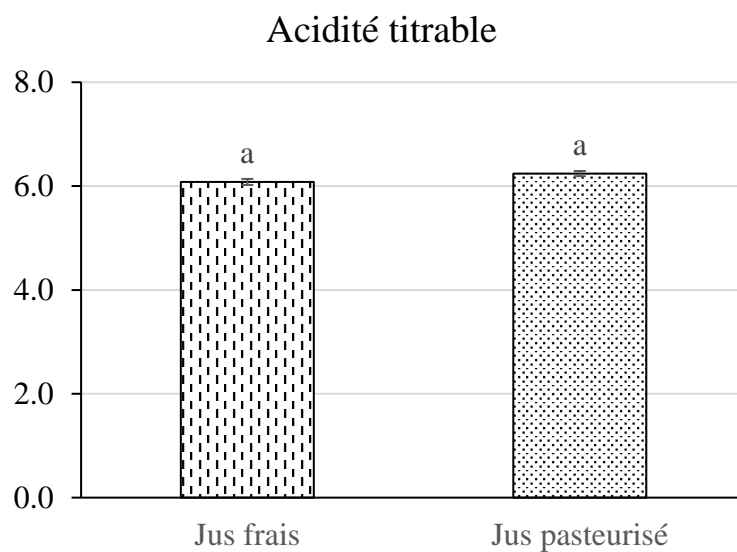


Figure 7 : Acidité titrable des jus analysés

II.2. Effet de la pasteurisation sur substance antioxydantes

II.2.1. Polyphénols totaux

La teneur en polyphénols totaux est estimée par la méthode utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu. Cette méthode est très sensible mais peu spécifique car beaucoup de composés réducteurs non phénoliques peuvent interférer tels que les caroténoïdes et quelques sucres et acides aminés. Cependant, elle reste la méthode la plus utilisée pour déterminer la concentration en polyphénols totaux.

La teneur en polyphénols totaux des jus frais et pasteurisé sont 68,84 et 57,96 mg EAG/100ml (**Figure 8**). Les teneurs en polyphénols totaux des échantillons étudiés sont inférieures que celles rapportées par [Tounsi *et al.* \(2010\)](#) pour le jus d'agrumes (78,46 orange amer ; citron 33,3 ; sanguine 25,5 ; et mandarine 10,62 mg/100ml), [Gardner *et al.* \(2000\)](#) et [Velazquez-Estrada *et al.* \(2013\)](#) pour le jus d'orange (75,5 et 77,10 mg/100 mL de jus, respectivement). Les différences observées entre nos résultats et ceux de la littérature peuvent être expliqué selon [Li *et al.* \(2006\)](#) à la méthode d'extraction, le degré de maturation des fruits et les conditions de l'environnement, en plus de réactif adopté pour le dosage. Par ailleurs, Les composés phénoliques subissent une réaction redox complexe avec le réactif de Folin-Ciocalteu, Cependant, il devrait être noté également que quelques groupes chimiques comme les acides ascorbiques, acides organiques, sucres, les amines aromatiques peuvent réagir aussi avec ce réactif causant ainsi une sur estimation des polyphénols ([Ghafar *et al.*, 2010](#)).

L'analyse statistique des teneurs en composés phénoliques totaux de jus d'orange frais et pasteurisé présentent une différence significatives à $p < 0,05$.

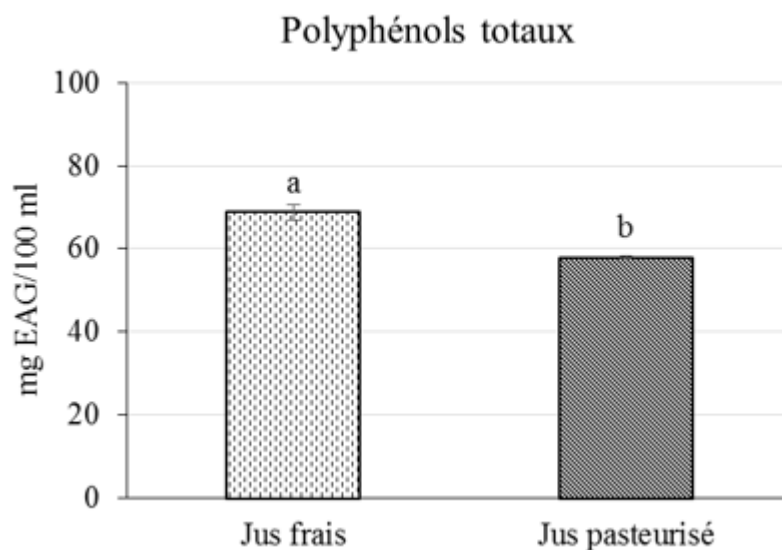


Figure 8 : Teneurs en polyphénols totaux des jus analysés

II.2.2. Caroténoïdes totaux

Les caroténoïdes sont l'une des principales classes de pigments naturels responsables de la couleur jaune, orange, et rouge des fruits et des légumes. Ils ont un impact significatif sur la qualité commerciale et alimentaire des produits. L'augmentation de la consommation de ces composés est liée à la diminution du risque de développement de certaines maladies chroniques (Plaza *et al.*, 2011 ; Pastre, 2005).

Les teneurs en caroténoïdes des deux échantillons sont 42.7 et 41.6µg EQ/100ml pour le jus frais et pasteurisé, respectivement (**Figure 9**).

Estève *et al.* (2009) ont rapporté une teneur de 1,2 mg/100 ml de jus d'orange. Marx *et al.* (2000) quant à eux, ont rapporté des teneurs comprises entre 4,5 et 14,6 mg/100ml de jus de carotte. Ces valeurs sont largement inférieures à nos résultats et cette différence est peut être due à la nature du fruit, les traitements appliqués lors de l'élaboration, etc.

L'analyse statistique ne présente aucune différence significative à $p < 0,05$ entre le jus frais et pasteurisé.

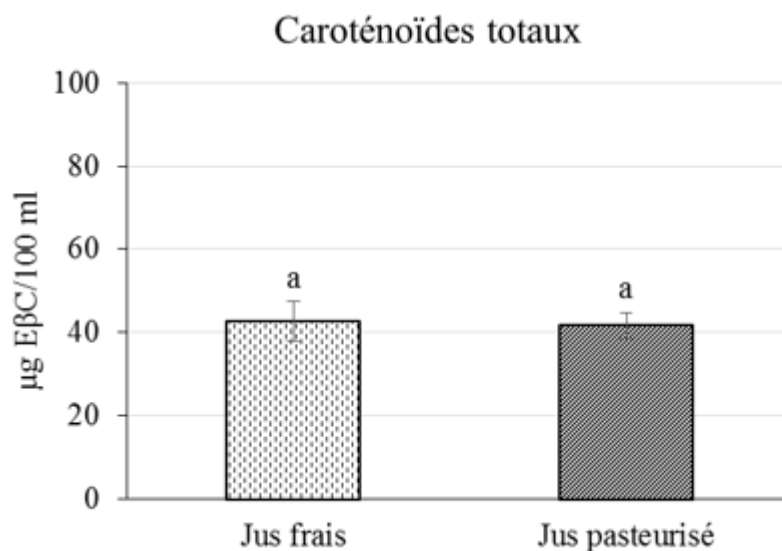


Figure 9 : Teneurs en caroténoïdes totaux des jus analysés

II.2. Effet de la pasteurisation sur l'activité antioxydantes

Plusieurs méthodes ont été développées pour évaluer toute l'activité antioxydante des fruits ou d'autres tissus de plante car il y a différents antioxydants et radicaux libres. L'activité antioxydante des extraits éthanolique de jus d'orange a été déterminée par le test du pouvoir réducteur et l'activité anti-radicalaire, dont le premier se base sur le transfert d'électron alors que le deuxième sur le transfert d'hydrogène.

II.2.1. Pouvoir réducteur

La **figure 10** représente les résultats du pouvoir réducteur des jus analysés. Le jus pasteurisé présente une activité antioxydante plus élevée avec 121,81 mg EAA pour 100 ml suivi du jus frais avec une valeur de 95,81 mg EAA pour 100 ml.

Nos résultats sont plus élevés que ceux obtenus par [Xu *et al.* \(2008\)](#) qui ont rapporté un pouvoir réducteur de 30,74 mg EAA pour 100 ml pour de jus d'agrumes. Par ailleurs, [Daramola \(2013\)](#) ont enregistré un pouvoir réducteur compris entre 80 et 100 mg équivalent d'acide ferulique pour 100mL de jus de pomme de différentes variétés. Cette différence peut être due à l'espèce analysée, la variété, le degré de la maturation du fruit, le sol, le climat et les méthodes analytiques.

L'analyse statistique a révélé une différence significative des jus frais et pasteurisé analysés au seuil d'erreur de 0,05.

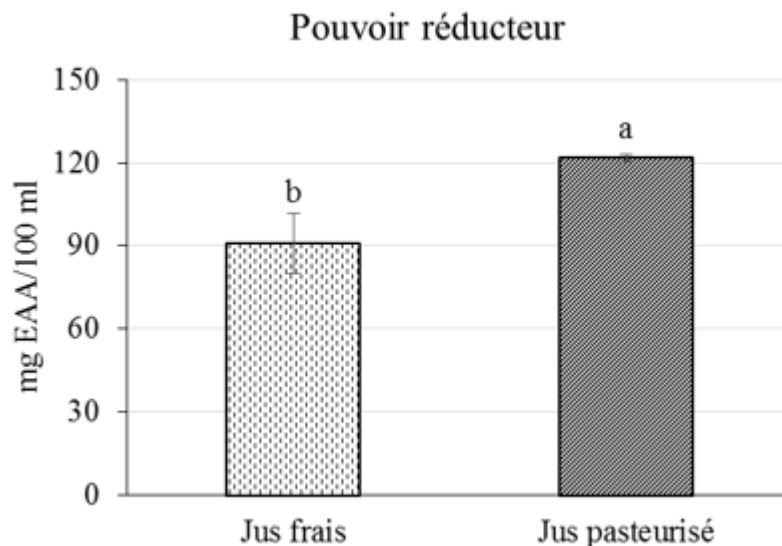


Figure 10: Le pouvoir réducteur des jus analysés

II.2.2. Activité anti-radicalaire

La mesure de l'activité antiradicalaire par le radical DPPH est une méthode couramment employée pour évaluer l'activité antioxydante; elle est basée sur la réduction du radical DPPH par un transfert d'hydrogène, qui se traduit par une décoloration de la solution de DPPH du violet au jaune ([Wong *et al.*, 2005](#)).

La **figure 11** représente l'activité anti-DPPH des jus analysés. Le jus d'orange pasteurisé présente l'activité anti-DPPH la plus élevée avec une valeur de 320,80 mg EAA/100 ml, suivi de jus frais (300,52 mg EAA/100ml). [Costa *et al.* \(2012\)](#) ont enregistré une activité anti-radicalaire de 98,1 mg équivalent trolox pour 100 ml de cocktail de jus de

commerce (orange-citron-carotte-mangue). Dans une autre étude, Floegel *et al.* (2011) ont enregistré des activités anti-radicalaires de 72,4 ; 47,4 ; 41,8 et 18,9 mg EAA/100 ml des jus de mangue, d'orange, de citron et de pomme, respectivement.

L'activité antioxydante peut être affectée par de nombreux facteurs tels que, la polarité des solvant et la procédure d'extraction, la variation des espèces utilisées (Ismail *et al.*, 2004).

L'analyse statistique a révélé une différence significative ($p < 0,05$) entre l'activité du des jus analysés.

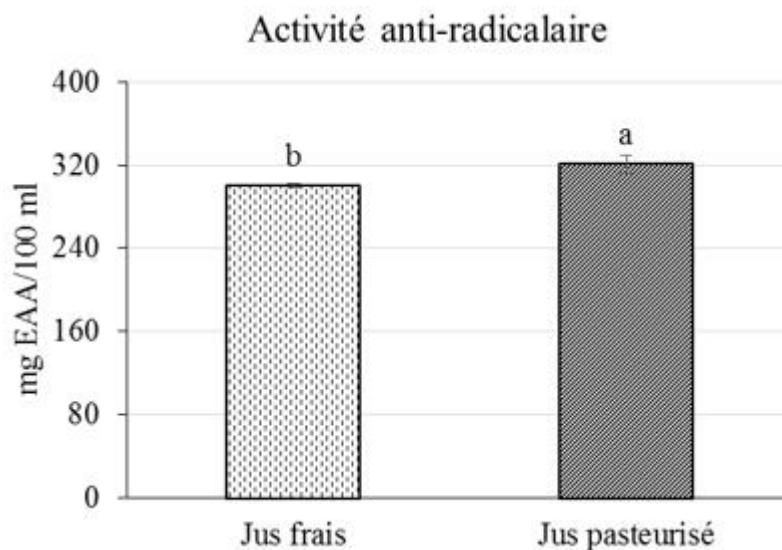


Figure 11: L'activité anti-DPPH des jus analysés

II.3. Analyse sensorielle

La figure 12 représente les scores du profil sensoriel des jus d'orange évalué en termes de la couleur, l'arôme, le goût, et l'acceptabilité globale par un panel non entraîné de 27 sujets. Les paramètres évalués concernent le goût, l'odeur, la couleur et l'acceptabilité globale. Chaque attribut est mesuré selon une échelle d'acceptabilité universelle de 0 à 9 points (0 : extrêmement désagréable, 9: extrêmement agréable).

Le profil sensoriel des jus d'orange frais et pasteurisé ne présente aucune différence significative à $p < 0,05$, excepté pour le goût. En outre, la couleur est la moins affectée par la température.

Partie expérimentale

En dépit de la diminution des scores d'acceptabilité globale des échantillons conservés à 37 °C, les résultats indiquent que le panel sensoriel maintient son appréciation pour les jus d'orange (note supérieure à 5).

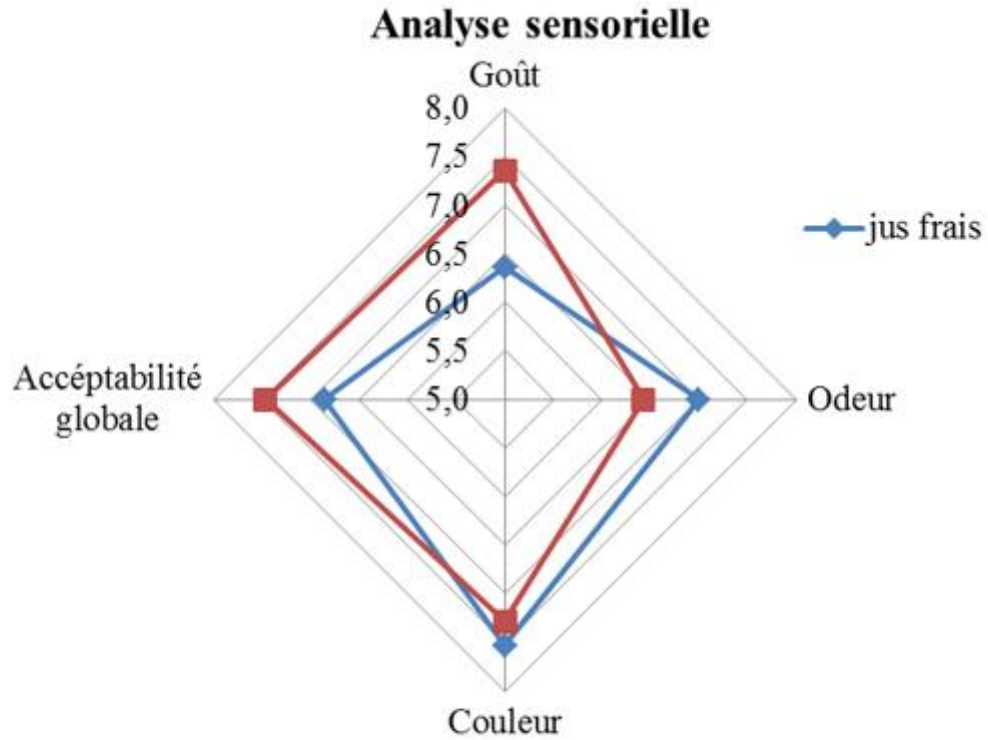


Figure 12 : Scores de l'analyse sensorielle des jus analysés

Conclusion

La présente étude s'intéresse à étudier l'effet de la pasteurisation domestique sur le potentiel antioxydant attribuable aux substances bioactive et sur l'évaluation sensorielle de jus d'orange.

La pasteurisation n'a pas d'effet sur les paramètres physicochimiques testés. Par ailleurs, les valeurs de ces paramètres sont en concordances avec les normes rapportées dans la législation.

Les jus analysés ont enregistré des teneurs en polyphénols et caroténoïdes totaux inférieures aux celles rapportées dans la littérature. Concernant l'activité antioxydante évaluée par le test du pouvoir réducteur et l'activité anti-radicalaire, les valeurs les plus élevées pour ces deux tests sont enregistrés par le jus d'orange pasteurisé (121,8 et 320 mg EAA/100ml, respectivement).

L'analyse sensorielle réalisée afin d'évaluer les propriétés organoleptiques des deux jus (frais et pasteurisé) a permis de noter l'inexistence de différence significative pour tous les paramètres (couleur, odeur et appréciation globale), excepté le paramètre goût.

A la lumière de cette étude, il en ressort que la pasteurisation domestique a une influence sur les composés phénoliques, à l'instar des paramètres physicochimique et l'analyse sensorielle.

Comme perspectives à la présente étude, il serait nécessaire de l'étayer par :

- ✓ L'analyse microbiologique des jus pasteurisés.
- ✓ Le suivi au cours de la conservation en ce qui concerne les paramètres physicochimique et le potentiel antioxydant
- ✓ Etudier d'autres moyens de pasteurisation autre que le traitement thermique, tel que la pasteurisation par ultrason, par champs électrique, etc.

Références bibliographiques

- AFNOR (Association Française de Normalisation). (1970). Détermination du pH.
- AFNOR (Association Française de Normalisation). (1970). Détermination de degré de Brix.
- AFNOR (Association Française de Normalisation). (1974). Détermination de l'acidité titrable).
- Anonyme, (2008)**
- Anonyme. (2000). Guide pour l'élaboration et la pasteurisation des jus de fruits. Ed : crp : centre Romand de pasteurisation.
- Aruoma, O.I. (2003). Methodological considerations for characterizing potential antioxidant actions of bioactive components in food plants. *Mut. Res*,9(20):523-524.
- Aslanova, D., Bakalbasi, E., & Artik, N. (2010). Effect of storage on 5-hydroxymethylfurfural (HMF) formation and color change in jams. *International Journal of Food Properties*, 13, 904–912.
- Bachés B.M. 2011. Agrumes comment les choisir et les cultiver facilement. Editions Eugen Ulmer, 8 rue blanche , 75009 Paris. PP. 6-8-9-11-63.
- Baron A. (2002). Jus de fruits. In Technologies de transformation des fruits. XX Eds Paris: Tec & Doc.
- Berlinet C. (2006). Etude de l'influence de l'emballage et de la matrice sur la qualité du jus d'orange. Thèse: *Sciences Alimentaires. Life Sciences. ENSIA (AgroParisTech)*.
- Braddock R.J. (1999). Juice processing operations. In Handbook of citrus by-products and processing technology. New York: Wiley. 35-51.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, 28, 25–30.
- Chen C.S., Shaw P.E., Parish M.E. (1993). Orange and tangerine juices. In Fruit Juice Processing Technology, Nagy S., Chen C.S., ShawP.Z., Eds. Aubumdale, Florida, USA: Agscience Inc. 119-124.
- Christophe, P. & Christophe S. (2011). Physiologie, pathologie et thérapie de la reproduction chez l'humain. Edition Springer, p 84.
- Claveau D. (2009). Activités microbiennes de différentes préparation de ZnO, CaO et MgO et leur potentiel comme agents de conservation dans les jus de fruits. Science de l'agriculture et de l'alimentation ; mémoire Univ : Laval Québec .
- Costa, A. S. G., Nunes, M. A., Almeida, I. M. C., Carvalho, M. R., Barroso, M. F., Alves, R. C., & Oliveira, M. B. P. P. (2012). Teas, dietary supplements and fruit juices: A comparative study regarding antioxidant activity and bioactive compounds. *Food Science and Technology*, 49, 324–328.

- Daramola, B. (2013). Assessment of some aspects of phytonutrients of cashew apple juice of domestic origin in Nigeria. *African Journal of Food Science*, 7, 107–112.
- Davies F.S., Albrigo L.G. (1994). Fruit quality, and postharvest technology. In Citrus. Atherton J., Rees, A., Eds. Crop Production Science in Horticulture. CAB International.
- Djadi k. (1987). Influence des conditions de stockage sur la qualité de jus d'orange. Mémoire de second cycle, technologie alimentaire. Institut agronomique et vétérinaire Hassan II.
- Duh, P. D., Tu, Y. Y., & Yen, G. C. (1999). Antioxidant activity of water extract of harnjyur (*Chrysanthemum morifolium* Ramat). *Food Science and Technology*, 32, 269–277.
- Esteve, M.J., Barba, F.J., Palop, S., Frígola, A. (2009). The effects of non-thermal processing on carotenoids in orange juice. *Czech Journal of Food Sciences*, 27, S304–S306.
- FAO Banques de données. Adresse URL : <http://apps.fao.org/page/collections>.
- Felles, P.J., Buslig, B.S., Carter, R.D. (1975). Relation of processing, variety and maturity to flavour quality and particle size distribution in Florida orange juices. *In Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 88, 350-357.
- Floegel, A., Kim, D. O., Chung, S. J., Koo, S. I., & Chun, O. K. (2011). Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24, 1043–1048.
- Gardner, P. T., White, T. A. C., Mc Phail, D. B., & Duthie, G. G. (2000). The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. *Food Chemistry*, 68, 471–474.
- Ghafar MF, Prasad KN, W engKK, Ismail A.2010 Flavonoid, hesperidine, total phenolic contents and antioxidant activities from Citruss pecies, *African Journalof Biotechnology*,9
- Ghedira, K., 2005. Les flavonoides : structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois et thérapeutique. *Phytothérapie* 17(4), 162-169.
- Huet R. (1991) Les huiles essentielles d'agrumes. *D-Technologie d'extraction. Fruits*, 46, 551-564.
- Ismail A., Marjan Z.M., Foong C, W. 2004. Total antioxidant activity and phenolics content in selected vegetables. *Journal of Food Chemistry*, 87: 581-586.J
- Karadeniz F. 2004. Main Organic Acid Distribution of Authentic Citrus Juices in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28: 267-271.
- kim S., Tomono, Y., Katase, E., Ogawa, K., Nonomura-Nakano, M., Nesumi, H., Yoshida, T., Sugiura, M., Yango, M., 2002. Quantitative Study of Fruit Flavonoids in Citrus Hybides of testing antioxidative activity of Oregano essential oil. *Food Chemistry* 85, 633-640.

- Kimball D.A. (1999). Citrus processing, a complete guide, second edition. Kimball D.A., Ed. Gaithersburg: An Aspen publication.
- Kimball D.A. (1999). Citrus processing, a complete guide, second edition. Kimball D.A., Ed. Gaithersburg: An Aspen publication.
- Li B.B., Smith B., Hossain Md. M. 2006. Ex traction of phenolics from citrus peels: *Solvent extraction method Separation and Purification Technology*, 48: 182– 188
- Marx, M., Schieber, A., & Carle, R. (2000). Quantitative determination of carotene stereoisomers in carrot juices and vitamin supplemented (ATBC) drinks. *Food Chemistry*, 70, 403–408.
- Oyaizu, M. (1986). Studies on product of browning reaction prepared from glucose amine. *Japanese Journal of Nutrition*, 44, 307–315.
- Papazian, L., Roch, A. (2008). Le syndrome de détresse respiratoire aiguë, Edition Springer, p 153.
- Pastre. (2005). Intérêt de la supplémentation en antioxydants dans l'alimentation des carnivores domestiques. Ecole nationale vétérinaire (Toulouse).
- Plaza, L., Sánchez-Moreno, C., De Ancos, B., Elez-Martínez, P., Martín-Belloso, O., & Cano, M. P. (2011). Carotenoid and flavanone content during refrigerated storage of orange juice processed by high-pressure, pulsed electric fields and low pasteurization. *Food Science and Technology*, 44, 834–839.
- Ramful, D., Bahorunb, T., Bourdonc, E., Tarnusc, E., Aruoma, O.I., 2010. Bioactive phenolics and antioxidant propensity of flavedo extracts of Mauritian citrus fruits: potential prophylactic ingredients for functional foods application. *Toxicology*. 278, 75
- Riu-Aumatell, M., Castellari, M., Lopez-Tamames, E., Galassi, S., & Buxaderas, S. (2004). Characterisation of volatile compounds of fruit juices and nectars by HS/SPME and GC/MS. *Food Chemistry*, 87, 627–637.
- Rizzon, L. A., & Miele, A. (2012). Analytical characteristics and discrimination of Brazilian commercial grape juice, nectar, and beverage. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 32, 93–97.
- Sass-Kiss, A., Kiss, J., Milotay, P., Kerek, M. M., & Toth-Markus, M. (2005). Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables. *Food Research International*, 38, 1023–1029.
- Saunt J. (1990). Citrus varieties of the world : an illustrated guide. Saunt J., Ed. Sinclair International.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. JR. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdc phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144–158.

- Stella, S. P., Ferrarezi, A. C., Dos Santos, K. O., & Monteiro, M. (2011). Antioxidant activity of commercial ready-to-drink orange juice and nectar. *Journal of Food Science*, 76, 392–397.
- Sulieman, A. M. E., Abdalla, R. A., & El-Hardallou, S. B. (2009). The impact of refrigerated storage on the chemical, physiochemical and sensory characteristics of some fruit nectars. *Gezira Journal of Engineering and Applied Sciences*, 4, 35–46.
- Velázquez-Estrada, R. M., Hernández-Herrero, M. M., Rüfer, C. E., Guamis-López, B., & Roig-Sagués, A. X. (2013). Influence of ultra-high-pressure homogenization processing on bioactive compounds and antioxidant activity of orange juice. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 18, 89–94.
- Webber et Herbert, (1967)-Histoire des agrumes en europe. Site : <http://uses.plantnet-projet.org/fr/>
- Wong, S. P., Leong, L. P., & Koh, J. H. W. (2005). Antioxidant activities of aqueous extracts of selected plants. *Food Chemistry*, 99, 775–783.
- Xu G., Liu D., Chen J., Ye X., Ma Y., Shi J. 2008. Juice components and antioxidant capacity of citrus varieties cultivated in china. *Food Chemistry*, 106: 545-551.

Annexes

Détermination des paramètres physico-chimiques de jus d'orange Détermination du pH

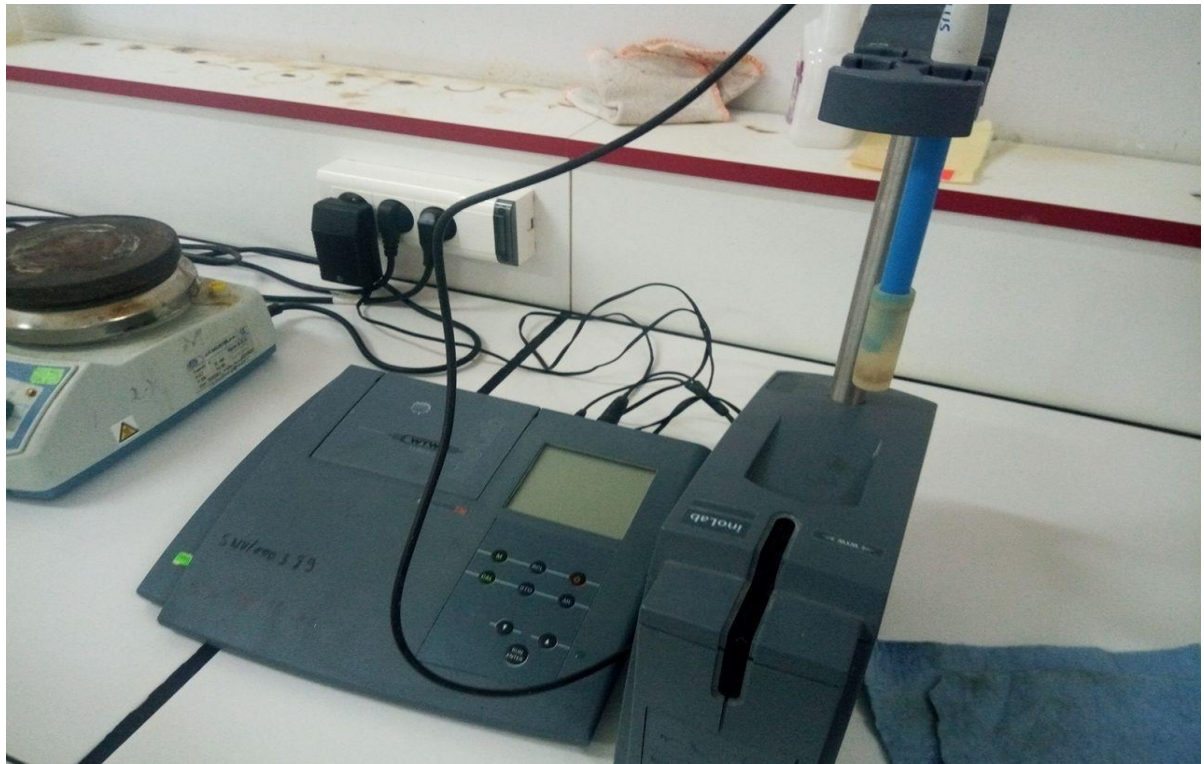
Principe

Il s'agit de potentiométrie avec un pH -mètre.

Mode opératoire

- Filtration de jus d'orange.
- Régler la température de l'échantillon et les solutions tampons utilisées à la température ambiante (de 20 à 25°C), et régler le compensateur thermique en fonction de la température observée.
- Étalonnage du pH-mètre.
- Rincer et éponger les électrodes ; les immerger ensuite dans l'échantillon et relever le pH, en laissant l'appareil se stabiliser pendant une minute.
- Rincer et sécher les électrodes et répéter l'opération avec un nouvel échantillon.

NB : L'expérience est répétée trois fois.



Détermination des paramètres physico-chimiques de jus d'orange

Mesure de degré de Brix

- Le taux de sucre, mesuré en degré Brix

Le degré Brix mesure le poids en gramme de matière sèche soluble (principalement du sucre pour les pulpes de fruit) contenue dans 100 g de produits. Par exemple, un sirop à 70° Brix représente un sirop contenant 70 g de sucre et 30 g d'eau. Le degré de Brix se mesure à l'aide d'un réfractomètre.

Pour les boissons aux fruits, le degré de Brix varie entre 11 et 15° selon les pays. Il peut atteindre 15° Brix en Afrique pour certaines boissons très sucrées, 13° Brix en Europe du Sud et 11° Brix en Europe du Nord.

Principe

Mesurer à la température de 20°C l'indice de réfraction de l'échantillon préparé et conversion de cet indice en résidu sec soluble.

Mode opératoire

Essuyer le réfractomètre avec de l'eau distillée. Déposer une quantité de l'échantillon sur la lentille lire la valeur de Brix directement sur le réfractomètre.



Détermination des paramètres physico-chimiques de jus d'orange

Détermination de l'acidité

- Détermination de l'acidité du jus d'orange :

L'acidité titrable des jus, exprimée en teneur d'acide citrique par unité de volume est déterminée par titrimétrie.

Principe

Le principe de la méthode consiste à un titrage de l'acidité avec une solution d'hydroxyde de Sodium (NaOH) en présence de Phénolphtaléine comme indicateur coloré.

Mode opératoire

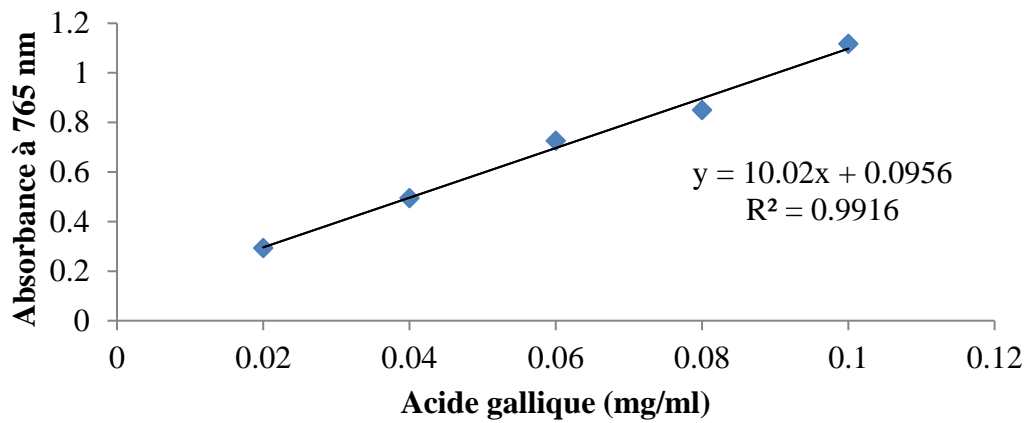
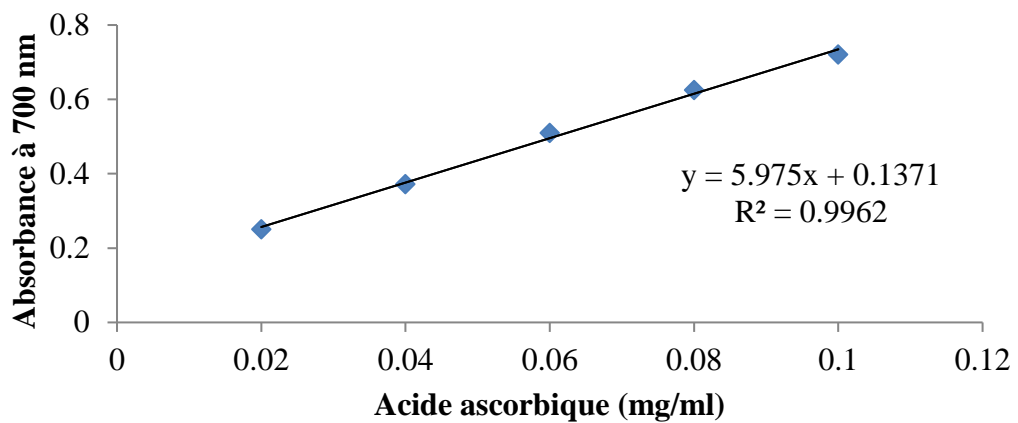
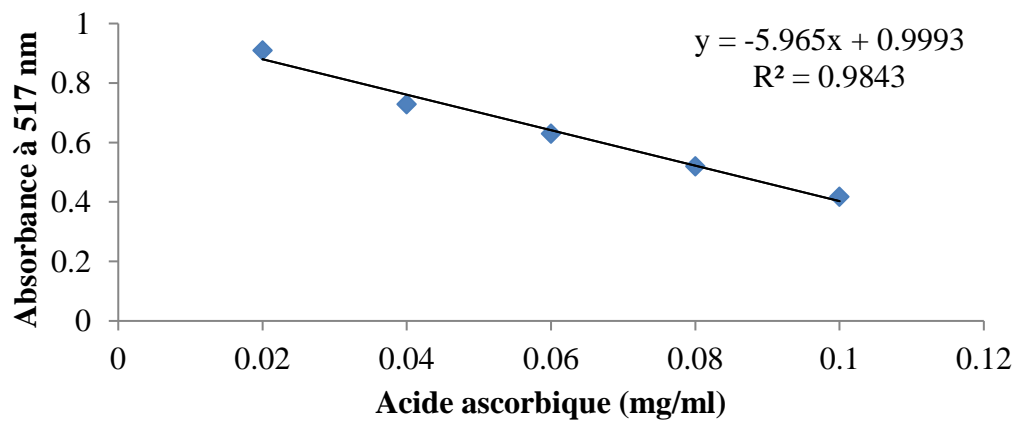
Prélever 100ml de l'échantillon et les verser dans un bécher muni d'un agitateur. Ajouter 0,25 à 0,5ml de Phénolphtaléine et tout en agitant versé dans la burette la solution d'hydroxyde de sodium jusqu'à l'obtention d'une coloration rose persistant pendant 30s.

Calcul de l'acidité :

$$C_0 = (C_1 \times V_{eq}) / V_0$$

$$M (\text{acide citrique}) = 192.124 \text{g/mol}$$



Figure 1**Courbe d'étalonnage des polyphénols totaux****Figure 2****Courbe d'étalonnage du pouvoir réducteur****Figure 3****Courbe d'étalonnage du DPPH**

Nom:
Prénom:

09/05/2018



Université de Mohamed Bachir El ibrahimi
Faculté de sciences de la nature et de la vie
Département de biologie
Master II Qualité des produits et sécurité alimentaire

- ✓ Age 23 à 25 ans
- ✓ Panel non entrainer
- ✓ Non fumeur

Teste hédonique à 9 point

| Echantillon | Caractéristique | Note |
|-------------|----------------------|------|
| A | Appréciation Globale | |
| | Gout | |
| | Couleur | |
| | Odeur | |
| B | Appréciation globale | |
| | Gout | |
| | Couleur | |
| | Odeur | |

- 9-Extremement agréable
- 8-Très agréable
- 7-Agréable
- 6-Pluto agréable
- 5-Ni agréable, ni désagréable
- 4-Pluto désagréable
- 3-Désagréable
- 2-Très désagréable
- 1-Extrêmement désagréable

+ N.B: note inférieur a 5 dans appreciation globale ça veut dire le consommateur ne va pas acheter le produit

Table de conversion de degré Brix

| REFRACTIVE INDEX AT 20 DEGREES C. | PERCENT SUCROSE OR DEGREE BRIX | APPARENT SPECIFIC GRAVITY @ 20/20 DEGREES C | WEIGHT/GAL. IN AIR AT 20 DEGREES C | POUNDS SOLIDS PER GAL. |
|-----------------------------------|--------------------------------|---|------------------------------------|------------------------|
| .3472 | .6 | .03837 | 641 | 830 |
| .3473 | .7 | .03879 | 644 | 838 |
| .3475 | .8 | .03920 | 648 | 848 |
| .3476 | .9 | .03961 | 651 | 856 |
| 1.3478 | 10.0 | 1.04003 | 8.655 | 0.866 |
| .3480 | .1 | .04044 | 658 | 874 |
| .3481 | .2 | .04086 | 662 | 884 |
| .3483 | .3 | .04127 | 665 | 892 |
| .3484 | .4 | .04169 | 669 | 902 |
| 1.3486 | 10.5 | 1.04210 | 8.672 | 0.911 |
| .3487 | .6 | .04252 | 675 | 920 |
| .3489 | .7 | .04293 | 679 | 929 |
| .3490 | .8 | .04335 | 682 | 938 |
| .3492 | .9 | .04377 | 686 | 947 |
| 1.3493 | 11.0 | 1.04418 | 8.689 | 0.956 |
| .3495 | .1 | .04460 | 693 | 965 |
| .3497 | .2 | .04502 | 696 | 974 |
| .3498 | .3 | .04544 | 700 | 983 |
| .3500 | .4 | .04585 | 703 | 992 |
| 1.3501 | 11.5 | 1.04627 | 8.707 | 1.001 |
| .3503 | .6 | .04669 | 710 | 1010 |
| .3504 | .7 | .04711 | 714 | 1020 |
| .3506 | .8 | .04753 | 717 | 1029 |
| .3507 | .9 | .04795 | 721 | 1038 |
| 1.3509 | 12.0 | 1.4837 | 8.724 | 1.047 |
| .3511 | .1 | .04879 | 728 | 1056 |
| .3512 | .2 | .04921 | 731 | 1065 |
| .3514 | .3 | .04963 | 735 | 1074 |
| .3515 | .4 | .05005 | 736 | 1084 |
| 1.3517 | 12.5 | 1.05047 | 8.7422 | 1.093 |
| .3518 | .6 | .05090 | 745 | 1102 |
| .3520 | .7 | .05132 | 749 | 1111 |

SUCROSE CONVERSION TABLE