

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun –Tiaret-
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine: "Sciences de la Nature et de la Vie"

Filière: "Sciences Biologiques"

Spécialité: "Toxicologie et Sécurité sanitaire des aliments "

Présenté et soutenu publiquement par

- ABDELHAMID Fayçal
- BELHADJ Fahima
- BELMILOUD Hanane

Intitulé du mémoire

**Effet des micro-ondes sur les propriétés physico-chimiques et
sanitaires de jus d'orange**

JURY:

- Président: Mr. MILOUA
- Promoteur: Mr. ACEM Kamel
- Examineurs: Mr. ABBES A.M.

Grade

- Maître de conférences A
- Maître de conférences A
- Maître de conférences B

Année universitaire: 2016–2017

Remerciement

En préambule à ce mémoire nous remerciant ALLAH qui nous a aidé et nous a donné la patience, la force et le courage durant ces longues années d'étude, ainsi que la volonté d'entamer et de terminer ce modeste travail.

En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur Dr ACEM Kamel : pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa gentillesse, sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire et pour le caractère de leur enseignement et qui déploient de grands effort pour assurer à leur étudiants durant les années passée une formation actualisée.

Nous souhaitant adresser nos remerciements les plus sincères aux membres du jury pour l'intérêt qu'il ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

A Mr MILOUA R., qui a accepté de présider notre soutenance.

ET Mr ABBES AM, pour avoir accepté de jurer notre travail.

Nos sincères remerciements vont à toute l'équipe des laboratoires technologie alimentaire, biochimie, microbiologie de la faculté de science de la nature et de la vie.

Ces remerciements vont tout d'abord au corps professoral et administratif de la faculté de science de la nature et de la vie, pour la richesse et la qualité de leur enseignement et qui déploient de grands efforts pour assurer à leurs étudiants une formation actualisée.

Et sans oublier de remercier nos proches, nos amies et les étudiants de promotion 2016-2017 de toxicologie et sécurité sanitaire des aliments.

Dédicaces

Au-delà de la formalité d'usage, c'est avec un grand plaisir que je remercie : Allah le tout puissant de m'avoir donné la force d'achever ce travail ;

Je dédie :

Celui qui m'a toujours ouvert ses bras, dont je regrette son absence à cette étape importante de ma vie ; celui qui me manque terriblement aujourd'hui mon roi, mon héros : mon papa.

À ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude

À celle qui m'a toujours écoutée, soutenue et encouragée tout au long de mon parcours ; celle qui a toujours été présente pour moi, à ma sœur Khaldia

*À ma grande sœur Bahidja pour ta gentillesse et ton soutien ne m'ont jamais fait défaut
J'espère avoir atteint le seuil de tes espérances.*

À mon très chère frère Mohamed

Je te dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite

À ma joie, mon trésor, mon petit ange : Ahmed

À mes oncles et à mes tantes, mes cousines et mes cousins

À mes deux amis Hanane et Fayçal, avec qui j'ai partagé beaucoup de moments de joie, d'espoir et de bonheur et surtout d'aventure

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagné durant mon chemin d'études supérieures : mes aimables amies : Misso, Chaima, Soumia, Halouma, Hiba, Zola, Abadia et Khadidja

À mes très chères et adorables amies : Mokhtar, Menouer, Anas, Amine et Khalidou

Je vous dédie tous ce travail en signe de mon amour pour vous.

Je ne saurais finir sans adresser quelques mots à tous mes collègues de la promotion 2016-2017

Que le bon Dieu nous comble de toutes ses grâces et nous ouvre grandement la porte du bonheur

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci

Fahima

Dédicaces

Nous rendons grâce à ALLAH le tout puissant.

Nous vous prions de nous guider sur le droit chemin qui est le votre et qui nous mène à votre paradis.

J'ai toujours pensé faire ou offrir quelque chose à mes parents en signe de reconnaissance pour tout ce qu'ils ont consenti comme efforts, rien que pour me voir réussir, et voilà, l'occasion est venue.

A ceux qui m'ont donné la vie, symbole de beauté, et de fierté, de sagesse et de patience.

Je dédie ce modeste travail à

Mon père a qui je dois le grand amour et le profond respect

Ma chère mère pour sa patience

A mes très chères sœurs Abdia, Khaldia, Abadia, Fatima, Sara, Aya je vous réserve toujours une place dans mon cœur et mes pensées.

A mes nièces Lilia, Israa.

A mes neveux Ishak, Khalil.

A toute la famille BELMILOUD et DEMNI

A mes amies sans exception, en particulier :

Salima, Massaouda, Chaima, Soumia, Hiba, Halouma, Zola, lamia, Khaldia

A mon binôme Fahima et Fayçle et tous leurs familles.

Hanane

Dédicace

À la plus belle créature que Dieu a créée sur terre, À cette source de tendresse, de patience et de générosité

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

A mes chères sœurs et A mes chers frères KAHOUL et ABDELNOUR

A toute ma famille ABDELHAMID

À tous mes amis et collègues OMAR, YACIN, ROUGER, SANKARE, IBRAHIM, FAROUK, KHALED, FATEH, NOREDINE, AYMEN.

A mes camarades de groupe de mémoire FAHIMA et HANANE

Atouts les étudiants de la promotion 2016/2017 Option toxicologie sans exception en particulier : KHALED, BENDAOUEDE, ABDELHAKE et DJILALI

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infallible,

Merci d'être toujours là pour moi.

Fayçal

Sommaire

Liste des abréviations	I
Liste des figures	II
Liste des tableaux	III

Introduction

Chapitre I : matériel et méthode

I.1.Objectifs du travail	3
I.2.Lieu du travail	3
I.3.Matériel	3
I.3.1.Matière première	3
I.3.1.1. Jus d'orange naturel (pur jus d'orange)	3
I.3.1.2. jus d'orange à base de jus concentré	3
I.3.2. appareillage et réactifs utilisés	3
I.4. Méthode d'analyses	5
I.4.1. Protocole expérimental	5
I.4.2. Méthodes d'analyses physico-chimiques	6
I.4.2.1. Densité	6
I.4.2.2. Cendres	6
I.4.2.3. pH	7
I.4.2.4. Viscosité	7
I.4.2.5. Indice de réfraction et ° Brix	8
I.4.2.6. Conductivité électrique	9
I.4.2.7. Acidité titrable	9
I.4.3. Méthodes d'analyses microbiologiques	10
I.4.3.1. Préparation de l'échantillon	10
I.4.3.1.1. Dilution	10
I.4.3.1.2. Préparation des dilutions décimales	11
I.4.3.2. Micro-organismes totaux (flore totale)	12
I.4.3.3. Coliformes totaux et les coliformes fécaux	13
I.4.3.4. Flore fongique	14

I.4.4. Méthodes d'analyses sensorielles	14
I.4.5. Tests de stabilités	14

Chapitre II : résultats et discussion

II.1. Caractérisation des jus d'orange	15
II.1.1. Paramètres physico-chimiques	15
II.1.1.1. Densité	16
II.1.1.2. pH	16
II.1.1.3. Conductivité électrique	16
II.1.1.4. Acidité titrable	17
II.1.1.5. Cendres	17
II.1.1.6. ° Brix et indice de réfraction	17
II.1.1.7. Viscosité	18
II.1.2. Paramètres microbiologiques	18
II.1.3. Propriétés sensorielles	19
II.2. Tests de stabilité	20
II.2.1. Stabilité physico-chimique	20
II.2.1.2. Densité	20
II.2.1.2. pH	23
II.2.1.4. Conductivité électrique	25
II.2.1.4. Acidité titrable	27
II.2.1.6. ° Brix	29
II.2.1.6. Indice de réfraction	31
II.2.2. Stabilité microbiologique	32
II.2.3. Stabilité organoleptique	34

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de la Normalisation.

AT : acidité titrable.

CACQE : Centre Algérien de Contrôle de Qualité et Emballage.

CE : conductivité électrique.

ISO : Organisation internationale de normalisation.

JOP: pur jus d'orange.

JOPNT : pur jus d'orange non traité

JOPT : pur jus d'orange traité

JOR: jus d'orange reconstitué.

JORNT : jus d'orange reconstitué non traité

JORT : jus d'orange reconstitué traité.

MO : Micro-ondes.

OGA : Oxytétracycline Gélose Agar.

PCA : Plate Count Agar (gélose glucosé à l'extrait de levure).

TSE : Tryptone Sel Eau.

VRBL : Gélose Lactosée Biliée au Cristal Violet au Rouge Neutre.

Liste des figures

Figure 1: Schéma du protocole expérimental.....	5
Figure 2 : Préparation des dilutions décimales.....	12
Figure 3 : Cinétique de la densité des jus d'orange étudiés au cours du temps : a : à 4°C, b : à 25 °C, c : à 40°C	21
Figure 4: Cinétique de du pH des jus d'orange étudiés au cours du temps : a : à 4°C, b : à 25 °C, c : à 40°C	23
Figure 5: Cinétique de la conductivité électrique des jus d'orange étudiés au cours du temps : a : à 4°C, b : à 25 °C, c : à 40°C	25
Figure 6: Cinétique de l'acidité titrable des jus d'orange étudiés au cours du temps : a : à 4°C, b : à 25 °C, c : à 40°C	27
Figure 7: Cinétique de °Brix des jus d'orange étudiés au cours du temps : a : à 4°C, b : à 25 °C, c : à 40°C	29
Figure 8: Cinétique de l'indice de réfraction des jus d'orange étudiés au cours du temps : a : à 4°C, b : à 25 °C, c : à 40°C	31

Liste des tableaux

Tableau 1 : Verreries et appareillages de laboratoire utilisés.....	4
Tableau 2 : Réactifs et milieux de culture utilisés.....	4
Tableau 3 : Conditions de culture des coliformes.....	13
Tableau 4 : Paramètres physico-chimiques des jus d'orange étudiés.....	15
Tableau 5 : Paramètres microbiologiques des jus d'orange étudiés.....	18
Tableau 6 : Résultats de la caractérisation organoleptique des jus d'orange.....	19
Tableau 7: Résultats des analyses microbiologiques du JOP non traité et JOP traité.....	32
Tableau 8: Résultats des analyses microbiologiques du JOR non traité et JOR traité.....	33

Les jus alimentaires notamment les jus de fruits jouent un rôle important dans l'alimentation humaine, en raison de leur valeur nutritionnelle et rafraichissante, leur apport en vitamines, sels minéraux et fibres (**Étienne, 2002**).

En vue de l'obtention des jus de haute qualité, il est nécessaire de choisir d'une part, une matière première mûre, de bonne qualité et le processus de transformation ne doit pas dépasser une heure (**Benamara, 2003**). D'autre part, on doit s'assurer de la qualité organoleptique et la qualité hygiénique qui sont des facteurs déterminants de consommation (**Étienne, 2002**).

La détérioration des jus peut être provoquée par les facteurs suivants : les microorganismes, les enzymes, l'action réciproque entre les éléments composants du jus.

Les jus de fruits comme toutes denrées alimentaires doivent par conséquent faire l'objet de traitements destinés à les transformer, soit à les garder dans un état convenable de salubrité, de valeurs nutritionnelles et d'acceptabilité organoleptique (**Cheftal, 1979**).

L'objectif des technologies alimentaires est justement de traiter les jus de fruits dans les conditions les appropriées (**Benamara, 2003**).

Lors de la conservation des jus, les industries agro-alimentaires doivent considérer l'efficacité de prémunir ces jus, d'une quelconque altération ainsi que l'action de ce processus sur leur qualité (**Benamara, 2003**).

La recherche d'une alternative pour les méthodes de conservation non destructives des aliments est devenue indispensable sur le plan technologique, économique et qualitatif (**Zhang, Qi et al., 2006; Virots, Tomao et al., 2007**).

Les thèmes actuels de la recherche montrent que les micro-ondes peuvent présenter divers intérêts dans les procédés de cuisson, fabrication, transformation, extraction et aussi de la conservation des denrées alimentaires (**Étienne, 2002**) avec de bons résultats sur la qualité hygiénique et nutritionnelle (**Gundavarapu, 1995**).

Il nous semble alors intéressant d'étudier l'impact du traitement micro-ondes sur les qualités des jus de fruits.

Dans cette optique, la présente étude s'est concentrée sur la mise en évidence de l'effet du chauffage par micro-ondes sur les propriétés physico-chimiques, organoleptiques et microbiologiques des jus d'orange (pur jus d'orange et jus d'orange reconstitué).

Ce mémoire comporte deux chapitres : le premier chapitre décrit le matériel employé lors de nos travaux ainsi que les méthodes d'évaluation des critères de qualité des produits et le deuxième chapitre consiste à la présentation et la discussion des résultats obtenus.

I.1. Objectifs du travail

Les objectifs de notre étude sont regroupés dans les points suivants :

- Caractérisation des jus d'orange (concentré et pur) ;
- Caractérisation des jus d'orange traités par micro-ondes;
- Contrôle de la stabilité des jus d'orange traités par micro-ondes.

I.2. Lieu du travail

Nous avons fait notre étude expérimentale au niveau des laboratoires: Technologie alimentaire, Biochimie et Microbiologie de la faculté des sciences de la nature et de la vie, université Ibn Khaldoun. Tiaret.

I.3. Matériel**I.3.1. Matière première****I.3.1.1. Jus d'orange naturel (pur jus d'orange)**

Nous avons utilisé des oranges de la variété « Blanche tardive» qui provient du commerce.

L'extraction du jus d'orange se fait manuellement à l'aide d'une presse (voir Annexe 4)

I.3.1.2. jus d'orange à base de jus concentré

Le jus concentré utilisé est un jus de la marque « N'GAOUS », reconstitué par une eau potable à 200%

I.3.2. appareillage et réactifs utilisés

Les différentes verreries et appareillages utilisés dans notre travail sont mentionnés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Verreries et appareillages de laboratoire utilisés

Appareils	Verreries et autres
Autoclave (SAMO Clave)	Béchers
Agitateur (RTC Basic)	Burettes
Bain marie (MEMMERT)	Eprouvettes
Balance (SARTORIUS Basic)	Erlen Meyers
Conductimètre (PHYWE)	Fioles jaugées
Incubateur (MEMMERT)	Pipettes
pH- mètre (SCHOTT GERATE CG-822)	Pipettes pasteur
Refractomètre (ABBE)	Tubes à essais
Viscosimètre (Thermo, ELECTRON, CORPORATION type002-7580)	Entonnoir
Réfrigérateur	Pipettes graduées
Four à micro-onde (SAMSUNG)	Pycnomètre
Bec bensen	Thermomètre(IKATRON)
Four (HERAEUS , Instruments)	Pressoir
Dessiccateur	Spatule
	Boite Pétri

Les réactifs et les milieux de culture utilisés dans notre travail sont mentionnés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Réactifs et milieux de culture utilisés

Réactifs	Milieux de culture
Hydroxyde de sodium (NaOH)	VRBL (Milieu lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre)
phénolphtaléine	PCA (pour <i>Plate Count Agar</i>)
Acétone	OGA(Oxytetracycline-Glucose-Yeast Extract Agar).
Eau distillé	
Ethanol	

I.4. Méthode d'analyses

I.4.1. Protocole expérimental

Les étapes de notre protocole expérimental sont résumées par la figure 1.

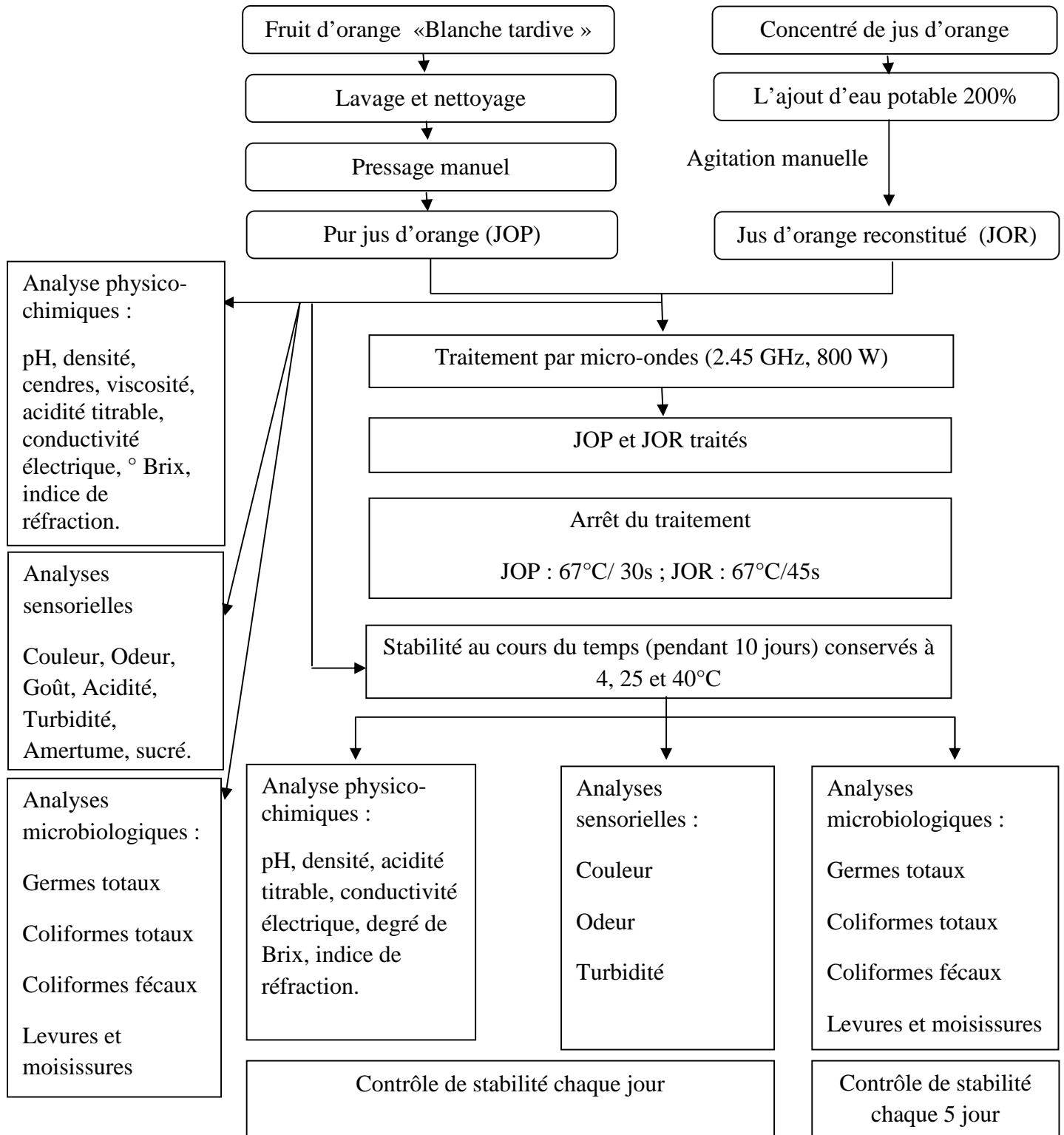


Figure 1: Schéma du protocole expérimental

I.4.2. Méthodes d'analyses physico-chimiques

I.4.2.1. Densité

➤ Principe

La densité est déterminée à l'aide d'un pycnomètre, cette technique consiste à la détermination du rapport du poids d'un volume connue de liquide (jus d'orange) sur le poids d'un même volume d'eau distillée dans les mêmes conditions de température (NF EN 1131, Décembre 1994).

➤ Mode opératoire

La densité est déterminée par la méthode NF EN 1131 (Décembre 1994) de la manière suivante :

- Peser le pycnomètre vide et sec, c'est P_0 .
- Peser le pycnomètre rempli avec l'eau distillée, c'est P_1 .
- Peser le pycnomètre rempli avec le jus d'orange, c'est P_2 .

La densité est déterminée selon la formule suivante :

$$D = \frac{P_2 - P_0}{P_1 - P_0}$$

I.4.2.2. Cendres

➤ Principe

D'après ADRIAN *et al.*, (1995), ce sont les résidus minéraux obtenus à la suite de la destruction de la matière organique d'un produit, habituellement les cendres totales correspondant au dépôt blanchâtre demeurent dans un creuset après incinération vers 550°C au minimum.

➤ Mode opératoire

- Peser la capsule vide.
- Placer dans la capsule 25ml de jus d'orange.
- Mettre la capsule dans le four à 550°C pendant 6 à 8heures.
- Peser la capsule après avoir refroidir dans un dessiccateur.

La teneur en cendre est déterminée selon la formule suivante :

$$TC = m_2 - m_1 (1000/V)$$

D'où :

TC : Teneur en cendre en g/l

m₁ : La masse en gramme de la capsule vide.

m₂ : La masse en gramme de la capsule après incinération.

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

I.4.2.3. pH

➤ Principe

Il est basé sur la détermination en unité de la différence du potentiel existant entre deux électrodes prolongé dans le jus (**TELOISE, 2012**).

➤ Mode opératoire

- Etalonner le pH mètre à l'aide des solutions tampons (pH 9, pH 5), l'électrode doit être lavé et essuyer par le papier absorbant.
- Choisir la température de l'échantillon pour la mesure soit 20°C.
- Lire le pH de l'échantillon étudié à cette température sur l'écran.

I.4.2.4. Viscosité

➤ Principe

La viscosité résulte du frottement des molécules, elle se traduit par la résistance plus ou moins grande des liquides à l'écoulement, la viscosité absolue, (η), s'exprime usuellement en centipoise, la viscosité absolue se mesure par le calcul du temps de chute d'une petite boule dans une colonne, fondé sur la loi de poiseuille (**BOUBEZARI, 2010**).

➤ Mode opératoire

- Remplir le tube avec l'échantillon.
- Fixer la température désirée (20° C)

- Lorsque l'équilibre de température est atteint, choisir une bille pour laquelle son écoulement à travers l'échantillon dans le tube viscosimètre, doit être aussi lent que possible.
- Laisser ensuite la bille s'écouler librement et lorsqu'elle atteint le repère de la partie supérieure, mettre le chronomètre en marche.
- Lorsque la bille atteint le repère situé à la partie inférieure du tube viscométrique, noter le temps de chute de la bille.

➤ **Mode de calcul**

Le calcul de la viscosité se fait selon la formule suivante :

$$V=t (D_0-D_1).K$$

D'où :

V : Viscosité en centpoise (cP).

t : Temps de chute de la bille en secondes (s).

D₁ : Densité de l'échantillon.

D₀ : Densité de la bille.

K : Constante d'étalonnage par gravité du tube.

I.4.2.5. Indice de réfraction et ° Brix

➤ **Principe**

Cet indice permet de connaître le degré de la pureté d'un liquide , il est mesuré à l'aide d'un réfractomètre muni d'un thermomètre dont l'échelle couvre les valeurs des mesures de 20°C à 80°C ou plus et d'un dispositif de circulation de liquide permettant de maintenir l'appareil à ces température et pour cela, nous avons utilisé la méthode de **AFNOR NF- 60.22, (1984)** .

Le degré de Brix (%) exprime le pourcentage de la concentration des solides solubles contenus dans un échantillon (l'échelle de Brix sert à mesurer le pourcentage de matière sèche soluble), le contenu des solides solubles représente le total de tous les solides dissous dans

l'eau, incluant les sucres, les sels, protéines, acides, etc. et la mesure lue est leur somme totale (CENDRES, 2011).

➤ **Mode opératoire**

- Etalonner le réfractomètre avec l'eau distillée dont l'indice de réfraction est égale à 1.333 ;
- Laver les prismes du réfractomètre à l'acétone et les essuyer avec papier absorbant ;
- Verser entre les prismes 2 à 3 gouttes de l'échantillon.
- Déplacer alors la lunette de visée pour que la ligne de séparation de la plage claire et de plage sombre se situe à la croisée des fils de réticule.
- Enfin lire l'indice de réfraction et le °Brix du corps à étudier.

I.4.2.6. Conductivité électrique

➤ **Principe**

La conductivité c'est la grandeur qui caractérise l'aptitude d'un corps ou d'une solution à laisser passer le courant électrique, la mesure de la conductivité se fait à l'aide d'un conductimètre (Reinhard Manns, avril 2007).

➤ **Mode opératoire**

- Bien rincer l'appareil dans l'eau distillée ;
- Laver l'électrode du conductimètre à l'acétone et essuyer avec un papier absorbant ;
- Chauffer les échantillons à 20°C ;
- Plonger l'électrode dans le bécher qui contient l'échantillon et lire directement la conductivité électrique de l'échantillon étudié à 20°C.

I.4.2.7. Acidité titrable

➤ **Principe**

La méthode est basée sur le titrage du JO par une solution de NaOH de 0.1N, le point d'équivalent est déterminé par un indicateur coloré phénolphtaléine (TELOISE, 2012).

➤ **Mode opératoire**

D'après Dadzie et al., (1998), l'acidité des jus d'orange est déterminée en appliquant la méthode suivante :

- Mettre 10 ml du JO dans un bécher ;
- Ajouter 2 à 3 gouttes de phénol phtaléine ;
- Titrer avec la solution de NaOH (N/9) jusqu'au virage de la couleur vers le rose ;
- Lire le volume de NaOH versé.

➤ **Mode de calcul**

L'acidité du JO est donnée par la formule suivante :

$$I = V_{\text{NaOH}} \cdot 0.64$$

D'où :

I : L'indice d'acidité en %

V : Volume de NaOH versé en ml.

I.4.3. Méthodes d'analyses microbiologiques

Un certain nombre de tests indicateurs de l'hygiène générale de l'aliment ont été mis au point (**Joffin, 1999**).

Les germes recherchés pour les analyses microbiologiques sont :

- Germes totaux
- Coliformes totaux
- Coliformes fécaux
- Levures et moisissures

I.4.3.1. Préparation de l'échantillon

I.4.3.1.1. Dilution

➤ **But**

Un produit peut contenir de très nombreuses bactéries, par exemple 290000 par cm^3 , on comprendra facilement que 1cm^3 de ce produit, placé dans un milieu de culture d'une boîte de Pétri, ne permettra pas de compter les 290000 colonies bactériennes que l'on devrait attendre, seule une nappe rassemblant toutes les colonies sera visible, il est donc nécessaire de

diluer, par exemple au 1/1000, auquel cas on observera 290 colonies environ sur le milieu, on retrouvera ce problème en biochimie ou en sérologie (Joffin ,1999).

I.4.3.1.2. Préparation des dilutions décimales

La technique des dilutions figure dans la norme **AFNOR NF V 08 010 de mars 1996**, les dilutions sont presque toujours des dilutions successives décimales de raison 10: 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} ...etc.

Entre la préparation de la suspension, ses dilutions et la mise en culture, il ne doit pas s'écouler plus de 45 minutes.

La préparation des dilutions décimales est faite comme suit :

- A l'aide de la pipette de 10 ml, prélever et introduire 9ml de diluant (TSE) dans chacun des 7 tubes de 20x200mm ;
- Homogénéiser convenablement (manuellement ou mécaniquement) le produit à examiner ou sa suspension ;
- Puis, à l'aide d'une pipette de 1 ml stérile, prélever 1ml de produit, aspirer doucement afin de ne pas dépasser le volume de 1ml ;
- Introduire aseptiquement le volume prélevé dans un tube contenant 9ml de diluant, ainsi s'obtient une dilution au 1/10. Le tube est agité manuellement pour rendre la dilution homogène. Rejeter la pipette dans un récipient contenant de l'eau javellisée ;
- Puis, à l'aide d'une nouvelle pipette stérile ;
- Prélever 1ml de la dilution au 1/10 (10^{-1}) ;
- Introduire dans un deuxième tube contenant 9ml de diluant; c'est la dilution (10^{-2}) ;
- Une troisième, quatrième, cinquième et sixième opération s'effectuant de la même manière; afin d'obtenir une dilution, au (10^{-3}) au (10^{-4}) au (10^{-5}) et (10^{-6}) (figure 2).

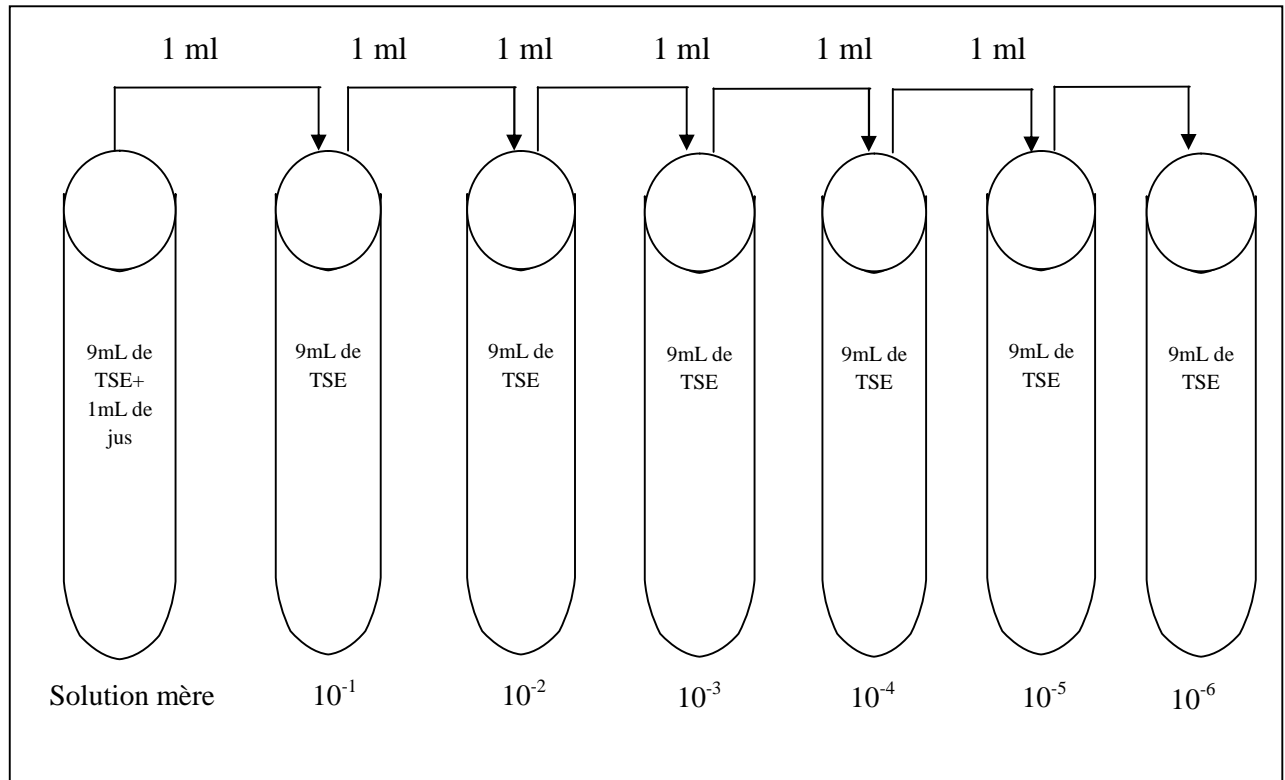


Figure 2 : Préparation des dilutions décimales

I.4.3.2. Micro-organismes totaux (flore totale)

➤ **But**

Le dénombrement des microorganismes aérobies cultivant à une température donnée (en générale 30 ou 37°C: flores mésophiles) permet de savoir quel est le degré de pollution de l'aliment par les microorganismes.

Ce dénombrement est appelé improprement flore totale (mésophile par exemple) car on ne peut pas dénombrer à la fois les aérobies strictes et les anaérobies strictes (**Joffin ,1999**).

➤ **Mode opératoire**

Selon **NF EN ISO 4833-1 Octobre 2013**, le protocole suivant est appliqué :

- Introduire dans des boîtes de Pétri stérile, 1 ml du produit à examiner ou de ces dilutions décimales.

- Ajouter dans les 15 minutes, dans chaque boîte, 15 ml de gélose PCA pour dénombrement liquéfiée à 45°C, mélanger soigneusement et laisser solidifier.
- Incuber 72 ± 3 heures à $30 \pm 1^\circ\text{C}$ ou 48 ± 3 heures à $37 \pm 1^\circ\text{C}$ Le nombre colonies doit être significatif: on considère qu'il faut plus de 15 colonies par boîte ; Le nombre de colonies ne doit pas être excessif car, en ce cas, des colonies peuvent être confondues: on considère qu'il doit y avoir moins de 300 colonies.

I.4.3.3. Coliformes totaux et les coliformes fécaux

Selon **Joffin (1999)**, toutes ces entérobactéries fermentent le lactose avec production de gaz à 30°C, les coliformes thermotolérants (fécaux) le font aussi à 44°C.

➤ Mode opératoire

Selon **ISO 4832. 2006**, le protocole suivant est appliqué :

- Introduire dans des boîtes de Pétri stérile, 1 ml du produit à examiner et de ces dilutions décimales.
- Ajouter dans les 15 minutes, dans chaque boîte, 15 ml de gélose VRBL, mélanger soigneusement et laisser solidifier. Ajouter une double couche de 4 ml de gélose VRBL à la surface.
- Incuber 24 heures à 30, 35 ou 37°C, selon le protocole.

Compter les colonies caractéristiques qui sont généralement rouge-violet, très souvent entourées d'un halo rouge de précipitation biliaire.

Tableau 03 : Conditions de culture des coliformes

Microorganismes	Milieux de culture et incubation
Coliformes totaux	VRBL 37°C /48 h
Coliformes fécaux	VRBL 44°C / 48h

I.4.3.4. Flore fongique

La flore fongique correspond aux champignons qui comprennent, en particulier, les levures et les moisissures, ces champignons sont capables de se développer en milieu acide et au froid. En générale, leur croissance est moins rapide que celle des bactéries (Joffin, 1999).

➤ **Mode opératoire**

Selon **NF V08-059 Novembre 2002**, le protocole suivant est appliqué:

- Liquéfier le milieu vers 45-50°C.
- Couler en boîtes de Pétri stériles et laisser solidifier.
- Transférer 0,1 ml du produit à tester ou de ses dilutions décimales à la surface de la gélose et l'étaler avec un râteau stérile.
- Incuber 3 à 5 jours à 20-25°C.

Compter les colonies sur les boîtes comportant de 10 à 100 colonies.

I.4.4. Méthodes d'analyses sensorielles

Selon **Cheftel (1979)**, les jurés de dégustation, c'est-à-dire l'exploitation systématique, dans des conditions statistiquement valable, des réactions de groupes « représentatifs » de consommateurs ou de personnes spécialement entraînées, auxquels on demande de se prononcer sur les caractères organoleptiques.

Les dégustateurs ont été de nombre de 10, dégustant 04 types de JO (JOP non traité, JOP traité, JOR non traité et JOR traité); le test est porté sur plusieurs caractères (l'acidité, couleur, goût,.....etc.)

I.4.5. Tests de stabilités

Nous avons contrôlé quelques paramètres physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles pour les quatre jus (JOP non traité, JOP traité, JOR non traité et JOR traité) conservés à 4, 25 et 40°C pendant 10 jours à savoir: les analyses physico-chimiques (pH, acidité titrable, densité, conductivité électrique, ° Brix, indice de réfraction) et les analyses sensorielles (Couleur, odeur, turbidité) qui sont contrôlés chaque jour ; les analyses microbiologiques (Germe totaux, Coliformes totaux, Coliformes fécaux, Levures et moisissures) sont contrôlés chaque 5 jours.

II.1. Caractérisation des jus d'orange

II.1.1. Paramètres physico-chimiques

L'ensemble des résultats obtenus sont récapitulés dans le tableau 4

Tableau 4 : Paramètres physico-chimiques des jus d'orange étudiés.

Paramètres	Avant		Après	
	JOP	JOR	JOP	JOR
Densité à 20 °C	1.040	1.053	1.032	1.037
pH à 20 °C	3.83	3.50	3.97	2.93
Conductivité électrique à 20 °C en mS/cm	3.20	1.59	3.27	1.2
Acidité titrable (%)	7.74	3.28	5.44	3.85
Cendres (g/l)	0.86	0.24	0.967	0.42
°Brix à 20 °C en %	11.75	11.50	11.75	13.33
Indice de réfraction à 20°C	1.350	1.351	1.350	1.353
Viscosité à 20 °C en cP	13.39	13.97	13.59	17.86

II.1.1.1. Densité

La valeur mesurée de la densité de JOP est de 1.040 est conforme à la norme algérienne qui est ≥ 1.040 à 20°C.

La valeur de la densité de notre JOP traité par MO a enregistré une faible diminution 1.032 ; la densité est un paramètre qui dépend de la température et la concentration du jus.

Pour le JOR, la valeur mesurée à 20°C est de 1.053 un peu élevée par rapport à celle mentionnée par la **Norme AFNOR V 76-005** qui est >1.045 ; après un chauffage par MO on a enregistré une faible diminution de 1.037.

D'après **Cheftel (1976)**, le taux de protéines influe directement sur l'évolution de la densité.

II.1.1.3. pH

Nous avons noté une légère augmentation de la valeur du pH pour le JOP après le traitement par MO du 3.83 à 3.97, par contre elle diminue dans le JOR traité du 3.50 à 2.93.

Selon **Rangana et al. (1983)** et **Nagy et Shaw (1990)**, L'acidité du jus d'orange est due principalement aux acides citrique et malique et, à moindre mesure, à l'acide succinique, cette acidité est généralement entre 0.5 et 1.1 grammes d'acide par litre de jus, se traduit par un pH entre 3.0 et 3.50.

II.1.1.3. Conductivité électrique

La CE est la mesure de la capacité d'une solution aqueuse à conduire un courant électrique.

La valeur obtenue de la CE de JOP à 20°C (3.20 mS/cm) elle est identique après traitement par MO (3.27 mS/cm) et elle est plus élevée que celle trouvée par **BOUGHARI et al., (2009)** qu'ils ont trouvé 1.98 mS/cm.

Par contre la valeur obtenue pour le JOR à 20°C (1.59 mS/cm) elle diminue après le chauffage (1.2mS/cm) et elle est inférieure au résultat de **BOUGHARI et al., (2009)**.

La CE varie en fonction de la température elle est liée à la concentration et à la nature des substances dissoutes, en général, les sels minéraux sont de bons conducteurs par opposition à la matière organique qui conduit peu (**MA. 115 – Cond. 1.1, 2015**).

La variabilité des valeurs de CE dépend principalement aux conditions phytotechniques (variété, sol, alimentation) et ainsi au climat et à l'eau d'irrigation.

II.1.1.4. Acidité titrable

Le JOP étudié à 20°C présente une acidité de 7.74% qui est supérieure à la norme donnée par le **CACQE** (3.87 à 4.28%) ; cette valeur diminue après le traitement par MO à 5.44%.

L'acidité de JOR est légèrement inférieure (3.28%) à celui rapporté par le **CACQE** ; après le chauffage par MO, l'acidité augmente à 3.85%.

II.1.1.5. Cendres

Les cendres sont le résidu du jus de fruits obtenus après avoir totalement éliminé leurs substances organiques par calcination et évaporé l'eau (**NF EN 1135 : 1994**).

La valeur de cendres de JOP à 20°C est de 0.86 g/l; cette valeur s'augmente après le traitement par MO (0.967g/l).

Pour le JOR la teneur en cendre est de 0.24g/l à 20°C et elle s'accroît à 0.42g/l après le chauffage par MO.

II.1.1.6. ° Brix et indice de réfraction

Le taux de °Brix de JOP à 20°C est de 11.75%, ce résultat est conforme à la norme algérienne ($\geq 10.2\%$) ; cette valeur reste stable même après le traitement par MO.

Pour le JOR le taux de °Brix est conforme à la norme de **Codex Alimentarius et AFNOR** (14%) et à la **Norme AFNOR V 76-005** ($>11.2\%$) qui est de 11.50% à 20°C et 13.33% après traitement par MO.

Selon **AURA-industrie** l'indice de réfraction pour le JO à 20°C est entre 1.470 et 1.476 ; ainsi que **Jacques (2004)** fixe une valeur de 1.348 à 20°C

Notre JOP présente un indice de réfraction de 1.350 à 20°C ; cette valeur reste stable après le chauffage par MO ; pour le JOR, la valeur enregistrée est de 1.351 à 20°C et de 1.353 après le traitement par MO.

II.1.1.7. Viscosité

Notre résultat de viscosité est de 13.39cP pour le JOP à 20°C et de 13.59cP après le chauffage ;

Pour le JOR à 20°C la valeur de la viscosité est de 13.97cP, après le chauffage par MO cette valeur s'augmente à 17.86cP.

La viscosité décroît rapidement en fonction de la température et croît à peu près proportionnellement à la pression (**Gorlier et Germain, 1998**).

II.1.2. Paramètres microbiologiques

Le tableau 5 représente l'ensemble des résultats des analyses microbiologiques

Tableau 5: Paramètres microbiologiques des jus d'orange étudiés

Recherche	Incubation	Résultats	
		JOP	JOR
Germes totaux	à 37°C / 48h	Absence	Absence
Coliformes totaux	à 37°C / 48h	Absence	Absence
Coliformes fécaux	à 44°C / 48h	Absence	Absence
Levures et moisissures	à 30°C / 72h	Absence	Absence

Les résultats des analyses microbiologiques des jus d'orange étudiées montrent qu'ils ont manifesté par des teneurs normalisées suivant **le journal officiel algérien N°35 (27 mai 1998) : (voir annexe 7)**; selon **Joffin (1999)**, la contamination d'un aliment par ces germes montre qu'il n'est ni préparé ni conservé dans des conditions d'hygiène normales.

II.1.3. Propriétés sensorielles

Le tableau 6 montre les propriétés sensorielles des jus d'orange étudiés

Tableau 6 : Résultats de la caractérisation organoleptique des JO

Propriétés		JOP avant traitement	JOP après traitement	JOR avant traitement	JOR après traitement
Couleur	foncée	✓			
	claire		✓		✓
	très claire			✓	
Acidité	oui		✓		
	légèrement acide				✓
	non	✓		✓	
Trouble	trouble	✓			
	moyen		✓		
	faible			✓	✓
	absence				
Arrière goût	absence	✓		✓	
	présence		✓		✓
Amertume	amère				
	moyenne		✓	✓	✓
	faible				
	absence	✓			
Sucré	moyen	✓		✓	
	faible		✓		✓
	absence				
Appréciation sensorielle	Très bonne	90%	/	/	/
	Bonne	10%	60%	70%	50%
	Moyenne	/	40%	30%	50%

✓ : Choix désiré

Les contrôles organoleptiques sont indispensables pour déterminer les qualités gustatives des JO étudiés, critère essentiel d'acceptation ou de refus pour le consommateur.

Selon les résultats de la caractérisation organoleptique des JO obtenus et selon **Romain et al., (2007)** les modifications organoleptiques devenant perceptibles aux températures plus élevées.

Les agrumes acquièrent le goût amer pendant le traitement thermique, ce qui s'explique par la transformation de l'hysperidine (hysperidine et naringine sont caractérisés par les propriétés des vitamines P) en néohysperidine.

La teinture des fruits d'agrumes est donnée essentiellement par les caroténoïdes (**Hsu, 2008**), il apparaît également un effet significatif du traitement par MO sur ses pigments car on a constaté un changement de couleur des jus d'orange étudiés.

II.2. Tests de stabilité

Un contrôle de la stabilité des différents critères est l'aptitude des JO étudiés à ne pas s'altérer trop rapidement après un traitement par MO.

II.2.1. Stabilité physico-chimique

II.2.1.1. Densité

L'évolution de la densité des jus d'orange étudiés est donnée par la figure 3

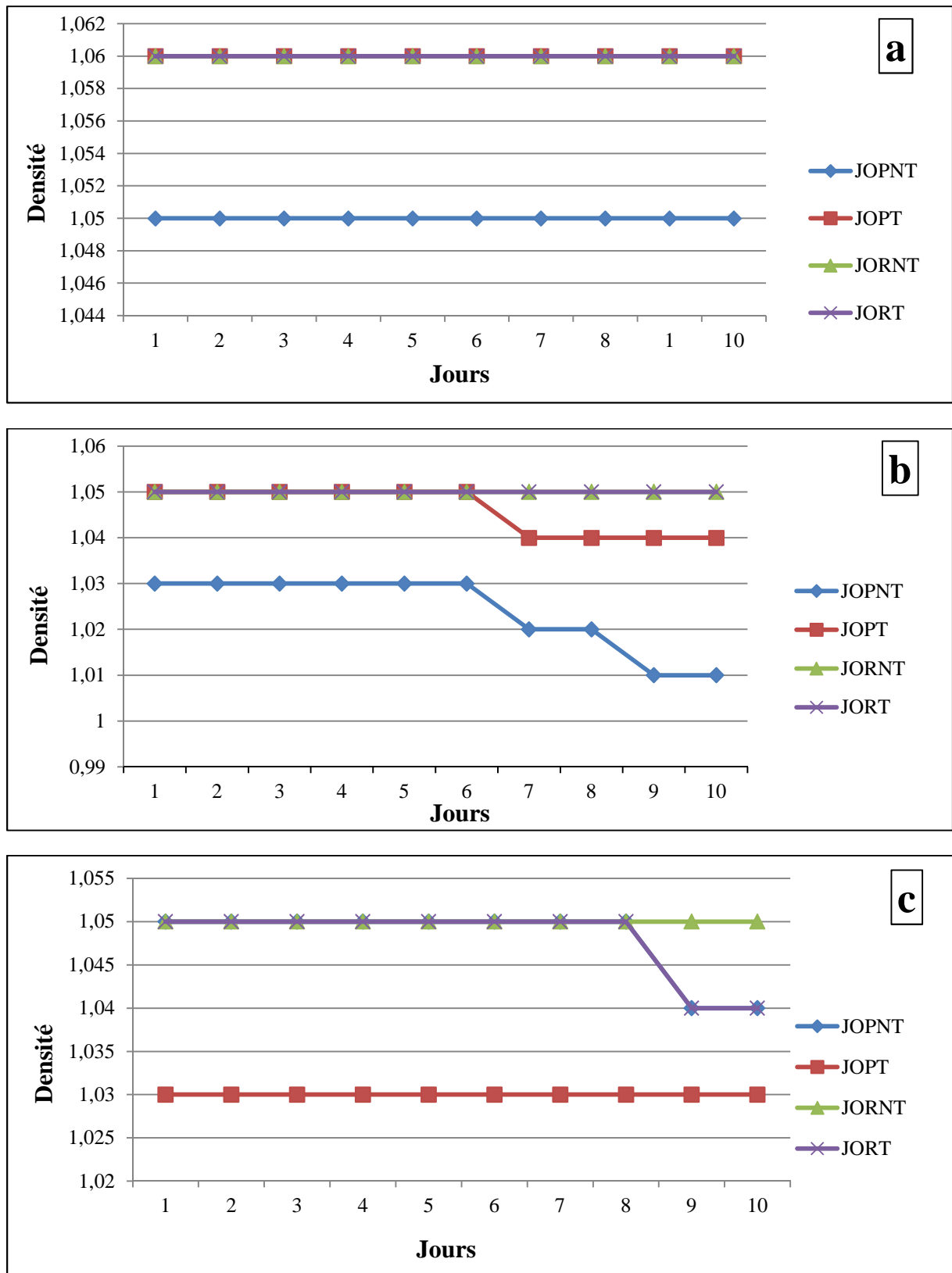


Figure 3 : Cinétique de la densité des jus d'orange étudiés au cours du temps

a : à 4°C, **b :** à 25 °C, **c :** à 40°C

Il apparaît sur la figure 3 que les différentes températures de conservation (4,25 et 40°C) agissent très faiblement sur les différentes valeurs de la densité.

À 4°C, toutes les valeurs de la densité restent stables pendant 10 jours par rapport aux résultats obtenus à 25°C, dans cette dernière la variation allant dans un sens de la diminution à partir du 6^{ième} jour pour le JOP non traité de 1.03 à 1.01 et le JOP traité de 1.05 à 1.04, et une stabilisation de la valeur de la densité pour le JOR (1.05 pendant 10 jours) ;

À 40°C, une diminution des valeurs pour le JOP non traité et le JOR traité de 1.05 à 1.04 à partir du 8^{ième} jour et une diminution de la valeur de densité de JOP traité à 1.03 suivie d'une stabilité au cours du temps ; le JOR non traité reste stable 1.05 pendant 10 jours.

Selon **Cheftel (1976)**, le taux de protéines influe directement sur l'évolution de la densité.

Le taux de protéines est un paramètre technologique, sa variation n'affecte en rien la qualité commerciale du produit (**Boumendjel, 2012**).

II.2.1.2. pH

La figure 4 montre l'évolution du pH des jus d'orange étudiés

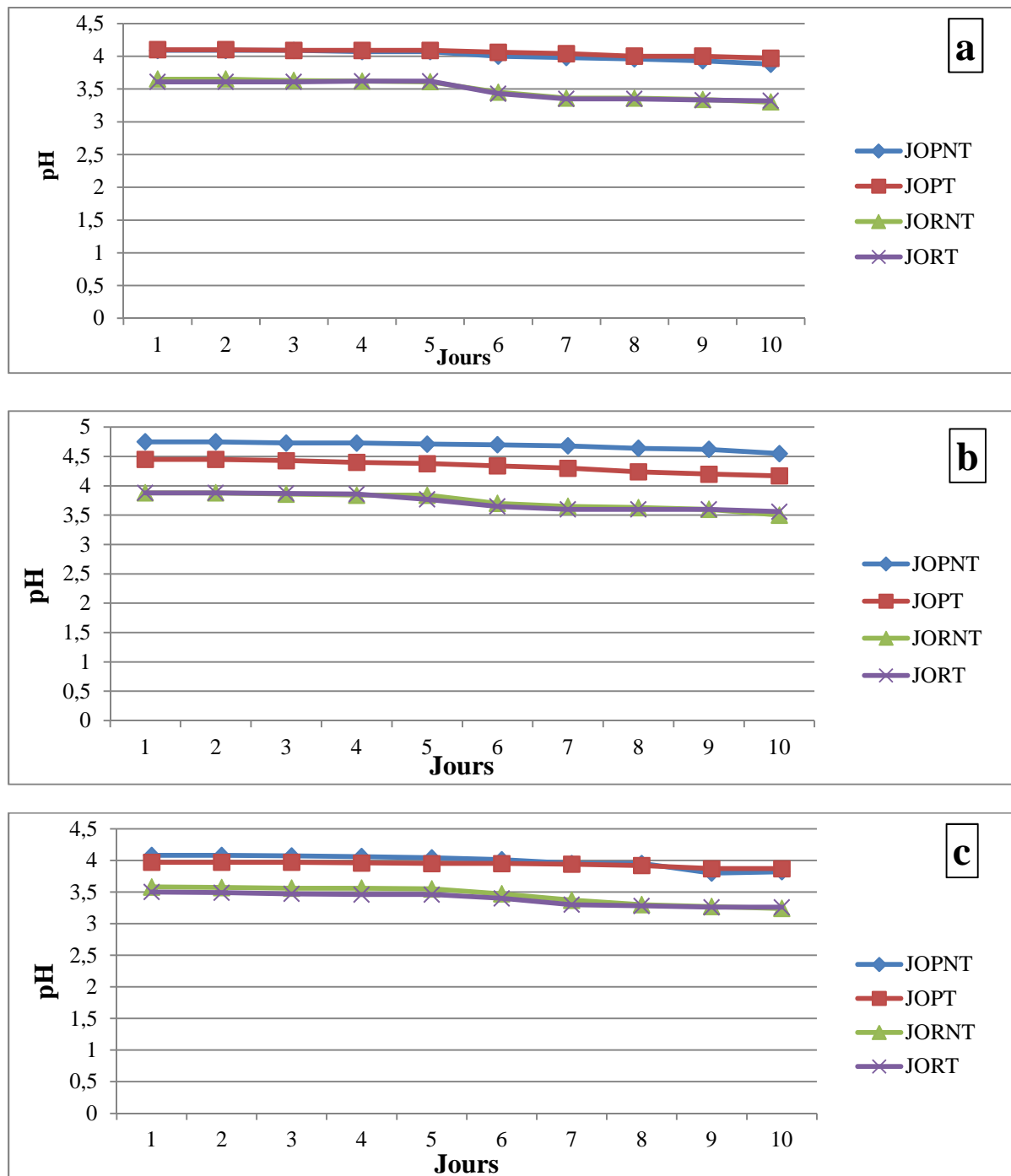


Figure 4 : cinétique du pH des jus d'orange étudiés au cours du temps

a : à 4 °C, b : à 25°C, c : à 40°C

Nous remarquons que les valeurs du pH tendent à se baisser d'une manière progressive notamment dans le jus d'orange reconstitué traité et non traité par MO et conservé à 4, 25 et 40°C.

Or, le pur jus d'orange traité par MO et conservé à 4°C a maintenu son pH durant les 10 jours du stockage.

II.2.1.3. Conductivité électrique

L'évolution de la CE des jus d'orange étudiés est donnée par la figure 5.

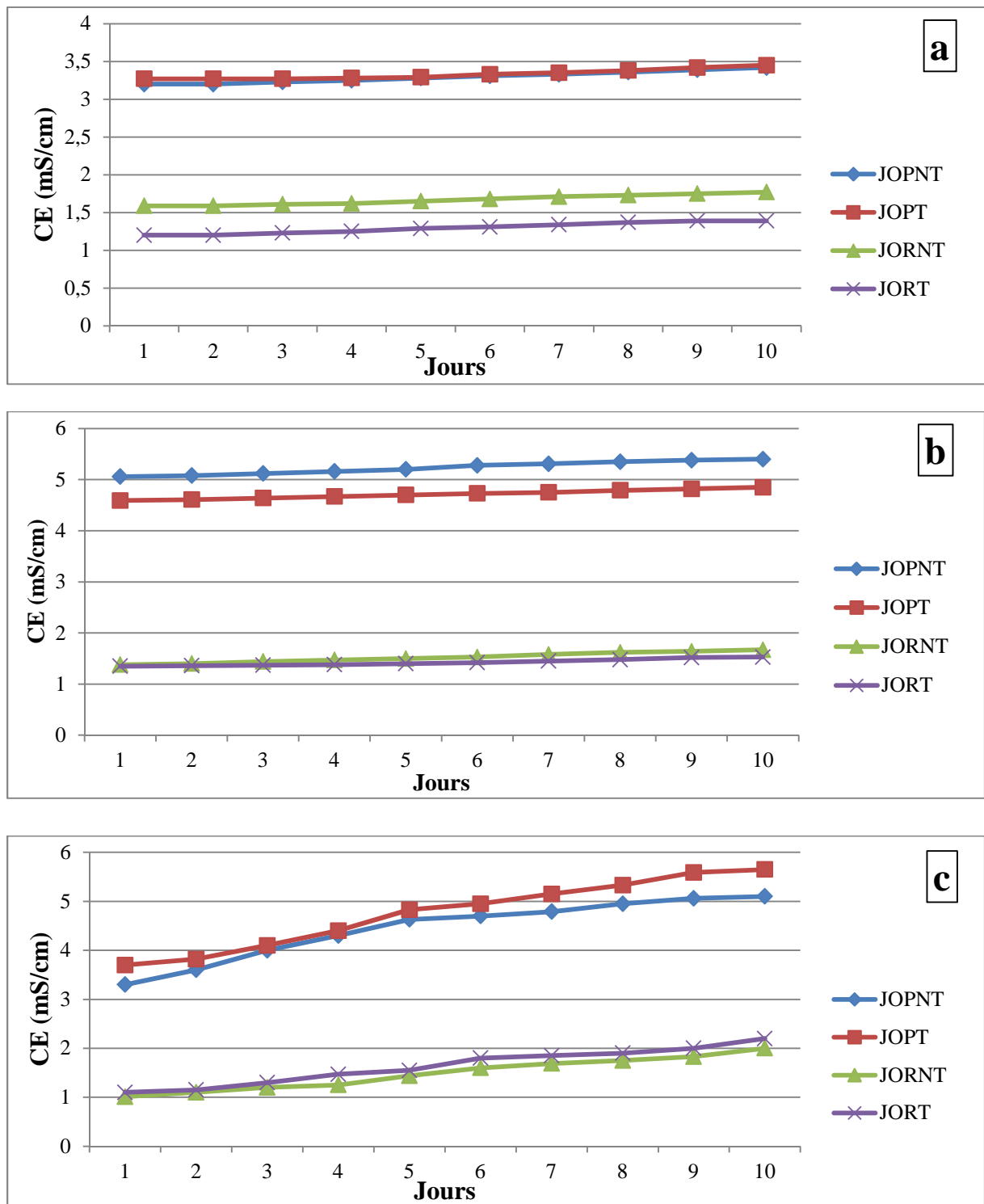


Figure 5 : cinétique de la conductivité électrique des jus d'orange étudiés au cours du temps

a : à 4°C, b : à 25°C, c : à 40°C

On remarque que la CE présente une faible augmentation pour les quatre JO à 4°C ; à 25 et 40°C, nous constatons une élévation remarquable de la CE mesurées au cours du temps par rapport à celle notée après le chauffage par MO.

À 4°C, le pur jus d'orange traité par MO a maintenu ses valeurs de la CE par rapport au pur jus d'orange non traité.

La CE de jus d'orange augmente beaucoup lorsque la température s'accroît (**Gupta, 1992**), ce phénomène s'explique par le fait que la mobilité des ions augmente à cause de la diminution de la viscosité du milieu.

II.2.1.4. Acidité titrable

La figure 6 montre l'évolution de l'AT des jus d'orange étudiés

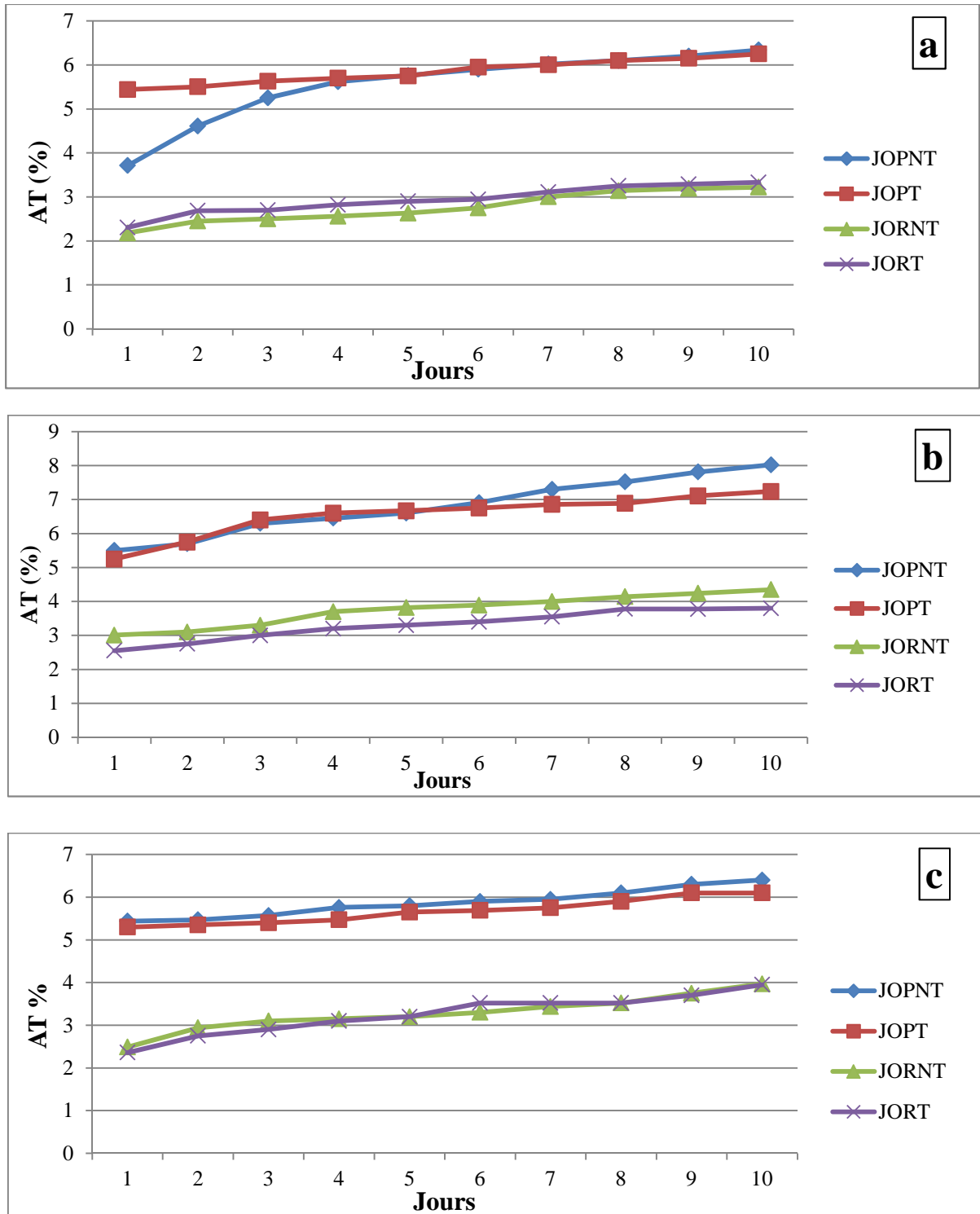


Figure 6 : cinétique de l'évolution de l'acidité titrable des jus d'orange étudiés au cours du temps

a : à 4°C, b : à 25°C, c : à 40°C

Nous remarquons que le traitement par MO des d'orange étudiés (JOP et JOR) a stabilisé largement l'acidité titrable au cours du temps pour les trois températures du stockage (4, 25 et 40°C).

II.2.1.5. °Brix

La figure 7 montre l'évolution de °Brix des jus d'orange étudiés

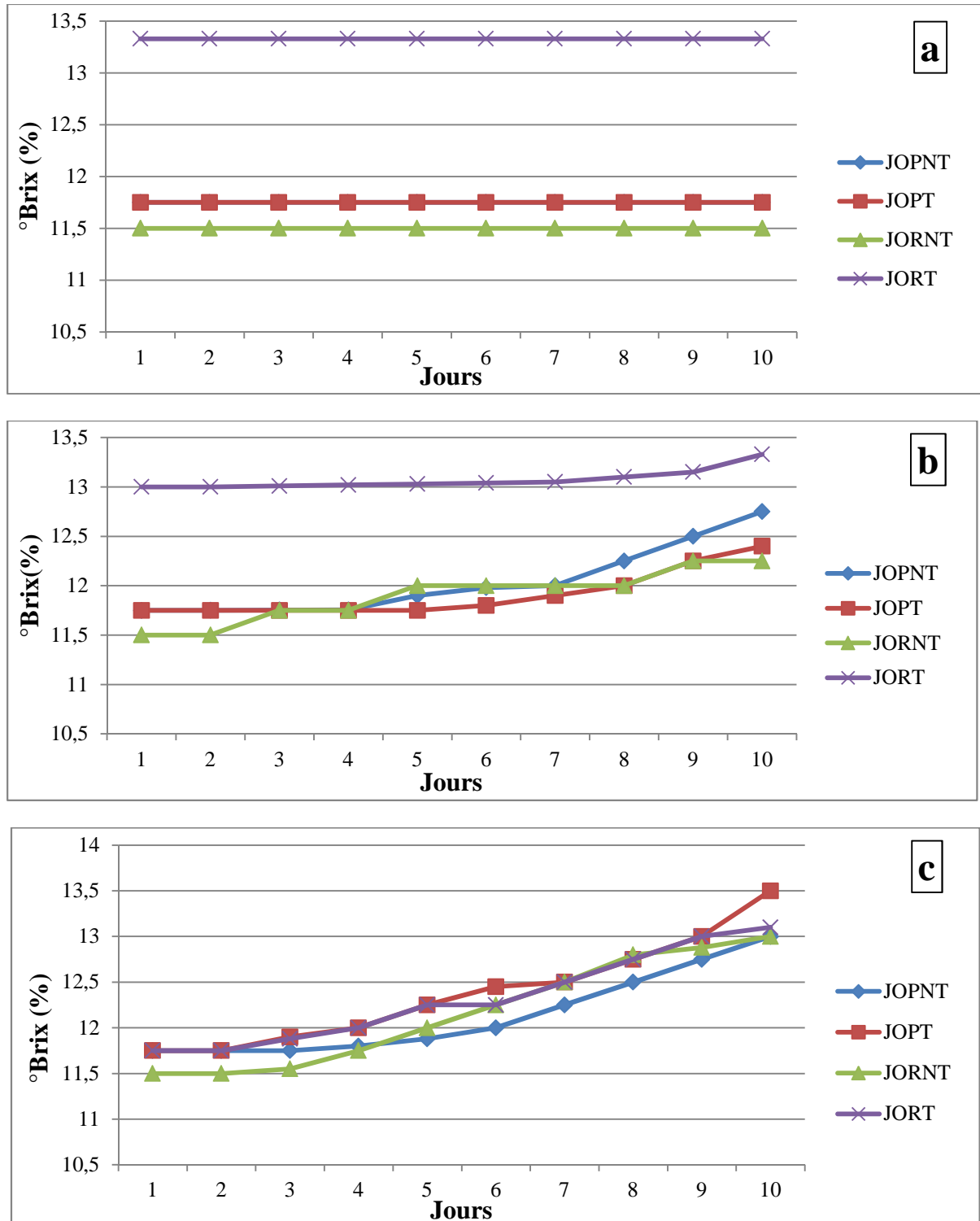


Figure 7 : cinétique de °Brix des jus d'orange étudiés au cours du temps

a : à 4°C, b : à 25°C, c : à 40°C

Les résultats ont montrés que la conservation à 4°C des jus d'orange étudiés (JOP et JOR) traités et non traités par MO a un effet positif et stabilisant de leurs valeurs de °Brix au cours du temps.

En revanche, la conservation à 25 et 40°C des jus d'orange a favorisé l'augmentation des valeurs de °Brix au cours du temps.

II.2.1.6. Indice de réfraction

L'évolution de l'indice de réfraction des jus d'orange étudiés est donnée par la figure 8

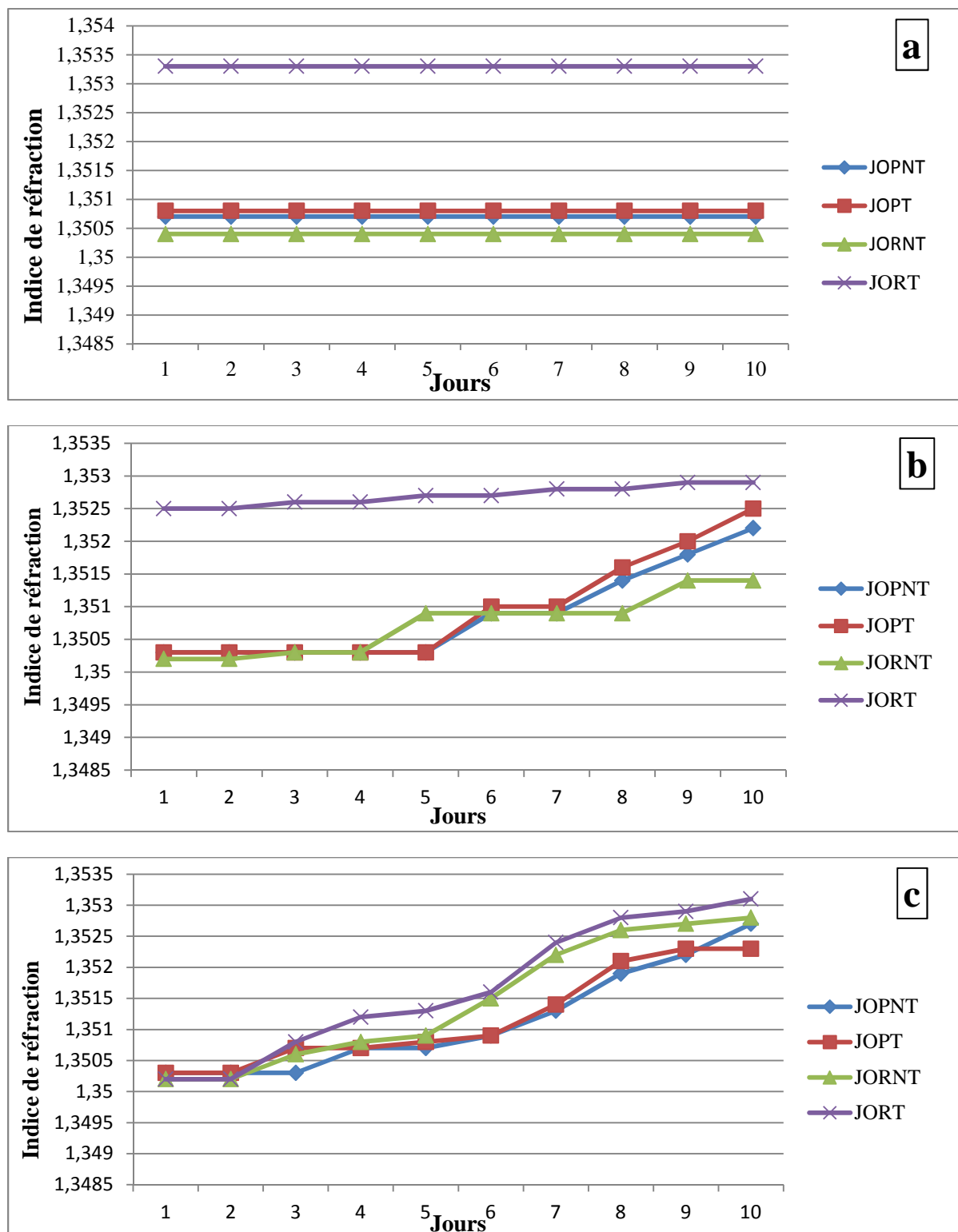


Figure 8 : cinétique de l'indice de réfraction des jus d'orange étudiés au cours du temps

a : à 4°C, b : à 25°C, c : à 40°C

L'indice de réfraction dépend proportionnellement avec le °Brix. Même constat a été noté pour l'évolution de l'indice de réfraction au cours du temps.

II.2.2. Stabilité microbiologique

Tableau 7 : résultats des analyses microbiologiques de JOP non traité et JOP traité

JOP non traité				
Temps	Germes	4°C	25°C	40°C
t ₅	Germes totaux	2.9×10 ³	8.9×10 ³	Nappe
	Coliformes totaux	3.3×10 ⁴	1.05×10 ⁵	5.2×10 ²
	Coliformes fécaux	Absence	4.7×10 ³	Absence
	Levures et moisissures	4×10 ³	Nappe	Nappe
t ₁₀	Germes totaux	3.5×10 ⁴	Nappe	Nappe
	Coliformes totaux	2.318×10 ²	6.2×10 ⁴	4.7×10 ²
	Coliformes fécaux	Absence	Absence	Absence
	Levures et moisissures	Absence	Nappe	Nappe
JOP traité				
t ₅	Germes totaux	Absence	Absence	Absence
	Coliformes totaux	Absence	2.745×10 ²	Absence
	Coliformes fécaux	Absence	Absence	Absence
	Levures et moisissures	Absence	5.8×10 ³	Nappe
t ₁₀	Germes totaux	Absence	5×10 ⁴	Absence
	Coliformes totaux	Absence	1.909×10 ²	Absence
	Coliformes fécaux	Absence	Absence	Absence
	Levures et moisissures	Absence	1×10 ⁵	Nappe

Tableau 8 : résultats des analyses microbiologiques de JOR non traité et JOR traité

JOR non traité				
Temps	Germes	4°C	25°C	40°C
t ₅	Germes totaux	Absence	Nappe	2.1×10 ³
	Coliformes totaux	Absence	Absence	Absence
	Coliformes fécaux	Absence	Absence	Absence
	Levures et moisissures	Absence	Nappe	5.7×10 ³
t ₁₀	Germes totaux	125.4×10 ²	Nappe	Absence
	Coliformes totaux	Absence	Absence	Absence
	Coliformes fécaux	Absence	Absence	Absence
	Levures et moisissures	1.1×10 ³	Nappe	Nappe
JOR traité				
t ₅	Germes totaux	Absence	8.5×10 ²	4.9×10 ²
	Coliformes totaux	Absence	absence	Absence
	Coliformes fécaux	Absence	Absence	Absence
	Levures et moisissures	Absence	2.4×10 ⁴	1×10 ³
t ₁₀	Germes totaux	Absence	Nappe	Absence
	Coliformes totaux	Absence	Absence	Absence
	Coliformes fécaux	Absence	Absence	Absence
	Levures et moisissures	Absence	1×10 ⁴	Nappe

Le traitement par MO des jus d'orange étudiés (JOP et JOR) et leur conservation à 4°C ont amélioré leur stabilité microbiologique après 5 et 10 jours du stockage comparativement à 25 et 40°C.

Les traitements à température peu élevées (de l'ordre 80 à 100°C) suffisent à détruire des microorganismes sous leur forme végétative, le produit peut néanmoins contenir encore des microorganismes sous forme sporulée, susceptible de donner de nouveau des formes végétatives (**Stumbo, 1973**).

II.2.3. Stabilité organoleptique

Pour le contrôle de la qualité organoleptique de nos jus, on a choisi les caractéristiques principales suivantes :

- L'apparence (couleur), relevant de la vision ;
- La flaveur (saveur), relevant de l'odorat ;
- Homogénéité et la salubrité (l'apparition des champignons à la surface).

Le traitement micro-ondes est un traitement relativement rapide, ce qui nous permet de dire que la qualité du produit traité n'est pas largement affectée, grâce au temps du chauffage qui est court, les caractéristiques des produits chauffés et refroidis à 4°C se rapprochent de celles d'un produit frais : couleur, saveur, homogénéité...etc.

Alors le traitement micro-ondes ne modifie pas plus la qualité organoleptique que les autres modes de chauffage.

Conclusion

Notre étude a porté sur l'évaluation de l'effet des micro-ondes sur les propriétés physico-chimiques et sanitaires du jus d'orange.

En effet, les résultats que nous avons trouvés dans ce travail, ont permis de constater que le traitement technologique de conservation étudié affecte légèrement les propriétés physico-chimiques et organoleptiques ce qui nous permet de conclure que les jus traités à une température de 67°C restent conformes et consommables.

Pour le pur jus d'orange traité par micro-ondes (67°C/30s), les paramètres qui ont subi une variation sont : pH, cendres, acidité titrable et la viscosité ; la densité, la conductivité électrique, indice de réfraction et le °Brix ont restés stables.

Pour le jus d'orange reconstitué traité par micro-ondes (67°C/45s), la variation est marquée pour le pH, l'acidité titrable, la conductivité électrique, cendres et la viscosité ; par contre la densité, l'indice de réfraction et le °Brix ont restés stables.

Pour les différentes températures de conservation, il semble clairement l'effet du refroidissement (à 4°C) après traitement sur la stabilité des paramètres physico-chimiques et organoleptiques des jus d'orange durant les 10 jours et on a obtenu à la fin du test de stabilité des jus d'orange de bonne qualité hygiénique.

À 25 et 40°C, nous avons constaté que la conservation à ces deux températures affecte la plus part des paramètres physico-chimiques et la qualité organoleptique des jus d'orange, comme nous avons aussi observé l'apparition et la prolifération des germes non souhaitables et qui peuvent altérer la qualité des jus.

Ce travail nous a également permis de proposer une alternative pour le traitement classique (pasteurisation) des jus d'orange qui a des avantages sur la décontamination du jus d'orange tout en préservant au mieux ses propriétés physico-chimiques et sensorielles.

En perspective, nous proposons une étude sur l'effet des micro-ondes sur les propriétés nutritionnelles du jus d'orange.

1. **Adrian. J, Pdis. J France. R, 1995** : La science alimentaire de A à Z, 2^{ième} édition, tec et doc, Lavoisier, Paris, P447.
2. **AFNOR NF V 08 010, Mars 1996.**
3. **AFNOR, 1984** : méthode d'analyse des corps gras graines oléagineuses, produits dérivés collections. AFNOR, France, P455.
4. **B.K. Dadsie et .J.E Orchard ,1998** : Evaluation post-récolte des hybrides des fruits : critères et méthodes, France, P13.
5. **Boubezari E, 2010** : Contribution à l'évaluation des pratiques frauduleuses dans le lait à Charb ChardabniHsen, Lot 230 N°6 MAGHRIB ARABI, Kenitra, P64.
6. **Cendres A 2011** : Procédé novateur d'extraction de jus de fruits par micro-onde : viabilité de fabrication et qualité nutritionnelle des jus, Thèse doctorat, Spécialité : biochimie, université d'avignon et des pays de Vaucluse, P137.
7. **Cheftel C, 1979**, Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments, vol I, 4^{ème} triage. Ed Tec et Doc. Paris. P2- 367.
8. **Chftel .J. C, 1976**, Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments, vol 1 et 2
9. **Christaine Joffin, Jean-Noel Joffin, 1999** : Microbiologique alimentaire, 5^{ème} édition, P 124-109-110.
10. **Etienne Espiard, 2002** : introduction à la transformation industrielle des fruits 2^{ième} édition Paris P2-7.
11. **Gorlier P, Germain G, 1998** : La viscosité et sa mesure, « LA MESURE », P15.
12. **Gundavarapu S.1995**, Evaluation of microbiological safety of shrimp cooked in a microwave oven. Journal of food protection 58 (7), P 742.
13. **Gupta, Vincet, 1992**: Experimental determination of electrical conductivity of selected fruit juice, Asion Inst. Of technology, Bangkok (THAILAND).
14. **ISO 4832. 2006** : Microbiologie des aliments - Méthode horizontale pour le dénombrement des coliformes - Méthode par comptage des colonies.
15. **Jacques Mesplède, Jérôme Randon, 2004** : 100 manipulations de chimie générale et analytique, Edition Bréal, P 113/249.
16. **Jacques Mesplède, Jérôme Randon, 2004**: 100 manipulation de chimie générale et analytique, Editions Bréal, P249.
17. **Kuo- Ching Hsu, 2008**: Evaluation of processing qualities of tomato juice induced by thermal and precessing. *LWT*, 41: 450-459.

18. **Le journal officiel algérien N°35, 27 mai 1998**, page 18.
19. **M. Boumendjel, M. Houhamdi, M. F. Samar, H. sabeg, A. Boutebba, M. Soltane, 2012**: effet des traitements thermiques d'appertisation sur la qualité biochimique, nutritionnelle et technologique du simple, double et triple concentré de tomate, centre universitaire d'El-Tarf, algérie, P55.
20. **MA. 115-cond.1.1, 08-05-2015** : Méthode d'analyse : Détermination de la conductivité, Québec, P5.
21. **Nagy S; Shaw, P.E., 1990**, Factors affecting the flavor of citrus fruit, In: Morton, I. D; Macleod, A.J (Eds) 1990. Food Flavours. Part C: the flavor of fruits. Elsevier. P 93-124.
22. **NF EN 1131, Décembre 1994** : Jus de fruits et de légumes – Détermination de la densité.
23. **NF EN 1135 Décembre 1994** : Jus de fruits et de légumes – Détermination des cendres.
24. **NF EN ISO 4833-1, Octobre 2013** : Microbiologie des aliments - Méthode horizontale pour le dénombrement des micro-organismes, Partie 1 : comptage des colonies à 30 °C par la technique d'ensemencement en profondeur.
25. **NF V08-059, Novembre 2002** : Microbiologie des aliments - Dénombrement des levures et moisissures par comptage des colonies à 25° C - Méthode de routine.
26. **Norme AFNOR V 76-005, janvier 1995** : pour le jus d'orange.
27. **Norme algérienne, 1986** : Jus d'orange spécification, CTN :48 , Indice :NA701, Source : NF V 76-005.1986.
28. **Rangana S, Govindarajan V J, Ramana K V R, 1983**, Citrus fruits varieties. Chemistry, Technology, and Quality Evaluation. Part II: Chemistry, Technology and Quality Evaluation. A: Chemistry. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 18 (4): 313-368.
29. **Rienhard Manns, Avril 2007** : Guide de la mesure de conductivité, Fulda.
30. **Romain J., Thomas C., Pierre S., Gérard B., 2007**. Sciences des aliments. Technologie des produits alimentaires, volume 2, Paris, New York, p215.
31. **Salem Benamara, Ali Agougou, 2003** : production des jus alimentaires, Ben Aknoun (Alger), P2-26-132.
32. **Teloise, 2012** : service de production.

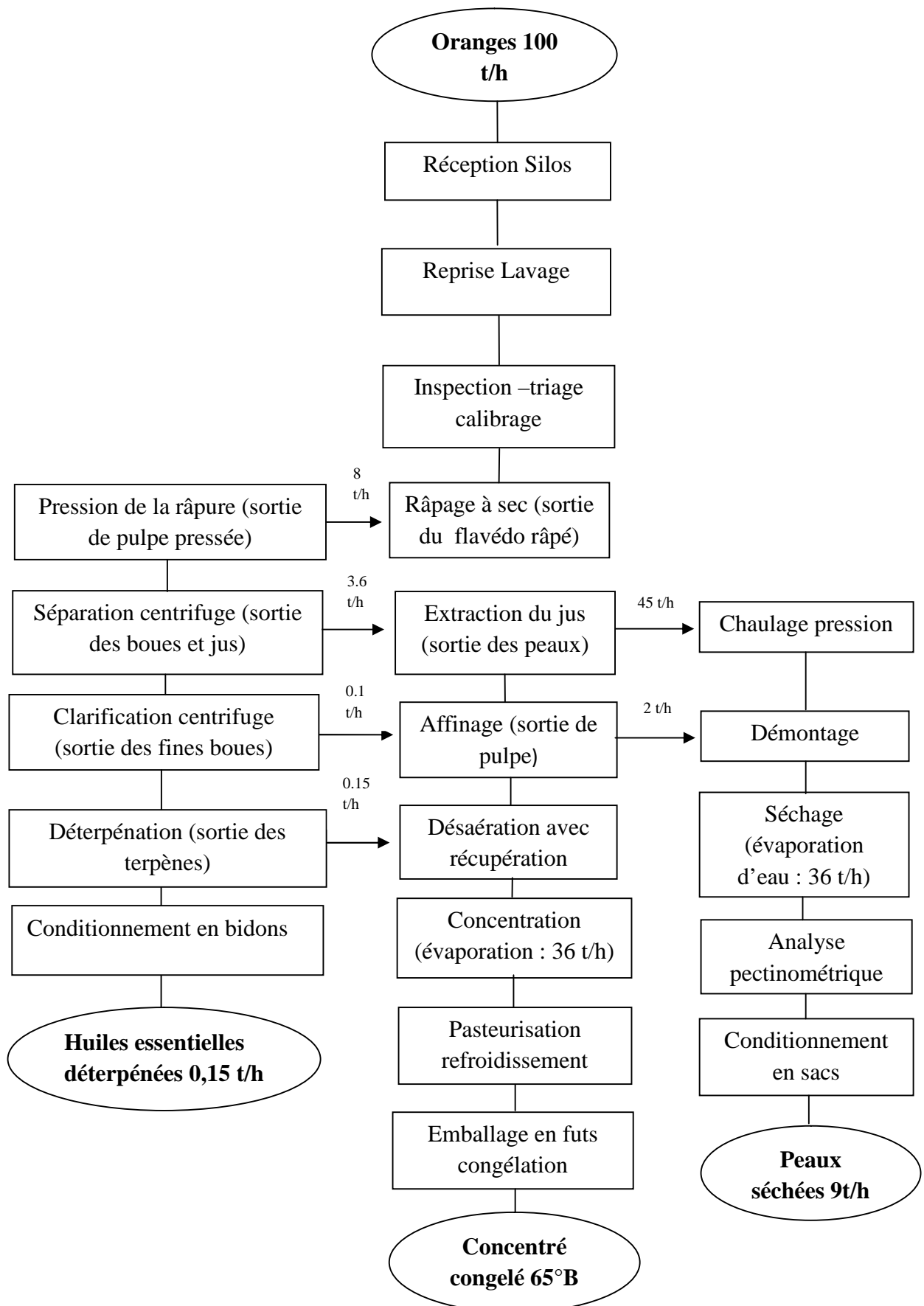
Annexe 1 : Les différentes variétés des oranges

Maturité	Variété	Groupe de variétés
Variétés hâtives	<i>Thomson navel</i> <i>Washington navel</i> -Hameline -Cadenera	} Navel } Blondes sans pépins
Variétés de saison	-Maltaise -Jaffa -Portugaise -Double fine <i>Washington sanguine</i>	} Blondes sans pépins } Sanguine sans pépins
Variétés tardives	<i>Valencia late</i> -Vernia	Tardives sans pépins
Diverses époques de maturité	-Autres variétés sans sanguines -Autres sanguines	-Blondes communes -Sanguines communes

Annexe 2 : Composition chimique du jus d'orange

Constituant	Unité	Quantité par 100g de jus	Moyenne
Eau	g	87-92	88.3
Glucides	g	10-12	10.6
Protéines	g	0.58-1.29	0.91
Lipides	g	0-0.56	0.20
Cendres	g	0.25-0.48	0.35
Composés volatiles	mg	30-45	37.0
Flavonoïdes	mg	80-118	99
Acide ascorbique	mg	44.5-68.8	55.5
Niacines	mg	0.13-0.46	0.26
β -carotène	mg	0.04-0.37	0.13
Acide pantothénique	mg	0.06-0.30	0.13
Thiamine (B1)	mg	0.64-0.96	0.76
Riboflavines	mg	0.01-0.06	0.02
Pyridoxines (B6)	mg	0.02-0.09	0.04

Annexe 3 : Le schéma de fabrication (ou bloc-diagramme), concerne les trois produits les plus classiques de l'orange



Annexe 4 : Fruit de l'orange utilisé et extraction manuelle du jus pur



Fruit de l'orange utilisé pour l'extraction du pur jus d'orange



Pesage du fruit de l'orange avant pressage



Pressage manuelle du fruit

Annexe 5 : Jus d'orange concentré « N'GAOUS» utilisé.



Annexe 6 : Four de cuisine aux micro-ondes utilisé.

Fabricant: Samsung

Modèle: ME73A

Caractéristiques

Type: Micro - ondes

Capacité [l]: 20

micro - ondes Puissance [W]: 800 W

Source de chaleur : solo

Étapes Puissance: 6

Type de commande: électronique

Type d'affichage : LED

Timer: Oui

La durée maximale de cuisson : 99 min. 90 sec

Fonction: décongélation

Informations générales

Grill: Non

Dimensions [HxLxP cm] : 489 x 275 x

320 noms similaires à micro - ondes

Samsung ME73A ME 73A, 73A ME, ME73 A

Poids : 10,5 kg



Annexe 7 : Critères microbiologiques du jus d'orange selon le journal officiel algérien N°35 (27 mai 1998).

Produits	n	c	m	M
Jus de fruits et de légumes et eaux fruitées :				
- Coliformes	5	2	Absence	P
-Levures osmophiles/1 litre	5	2	< 20	< 200
-Moisissures/100 ml	5	2	10	100
- <i>Loconostoc citrovorum</i> / ml ^(*)	5	0	Absence	P
- <i>Clostridium butyrique</i> / 100 ml	5	1	Absence	P

^(*) Uniquement pour les jus d'agrumes.

m : seuil au-dessous duquel le produit est considéré comme étant de qualité satisfaisante. Tous les résultats égaux ou inférieures à ce critère sont considéré comme satisfaisants ;

M : seuil limite d'acceptabilité au-delà duquel les résultats ne sont plus considérés comme satisfaisants, sans pour autant que le produit soit considéré comme toxique ;

M = 10m lors du dénombrement effectué en milieu solide.

M = 30m lors du dénombrement effectué en milieu liquide.

n = nombre d'unité composant l'échantillon ;

c : nombre d'unité de l'échantillon donnant des valeurs situées entre « m » et « M ».

Annexe 8 : Norme Algérienne (Jus d'orange : spécification, 1986).

Caractéristiques	Limite
Densité	≥ 1.040
Résidu sec total	≥ 10.5 g/100 g
Acidité totale titrable	100-250 mg/l
Extrait sec réfractométrique	≥ 10.2 %
Cendres	2.8-5.5 g/l
Pulpes	≤ 15 %
Acide ascorbique et acide déshydroascorbique	≥ 200 mg/l
Sucres totaux	90-195 g/l
Microorganismes	Aucun microorganisme n'est susceptible de se développer dans les conditions de stockage du jus.

Annexe 9 : Préparation des milieux➤ **Milieu PCA (Plate count Agar)****FORMULE**

Ingrédients en grammes pour un litre d'eau distillée ou déminéralisée.

Peptone de caséine.....	5,00
Extrait de levure.....	2,50
Glucose.....	1,00
Agar	15,00

pH final à 25°C : 7,0 ± 0,2

CONSERVATION

Le milieu en tubes ou flacons se conserve entre 2 et 25°C. Le milieu en boîtes se conserve entre 2 et 8°C.

➤ **Milieu VRBL (Violet Red Bile Lactose Agar)****FORMULE**

Ingrédients en grammes pour 1 litre d'eau distillée ou déminéralisée.

Peptone	7,00
Chlorure de sodium.....	5,00
Extrait de levure	3,00
Rouge neutre	0,03
Sels biliaries N°3.....	1,50
Cristal violet	0,002
Lactose	10,00
Agar	15,00

pH final à 25°C : 7,4 ± 0,2

CONSERVATION

Boîtes et flacons: 2 - 8°C à l'obscurité

Milieu déshydraté : 2 - 30°C

La date d'expiration est indiquée sur l'emballage.

➤ **Milieu OGA (Oxytetracycline-Glucose-Yeast Extract Agar)**

FORMULE Ingrédients en grammes pour un litre d'eau distillée ou déminéralisée.

Milieu de base

Extrait de levure.....	5,00
Glucose	20,00
Agar	12,00

Le milieu prêt à l'emploi en boîtes de Pétri contient en plus du milieu de base

Oxytétracycline	0,10
-----------------------	------

pH final à 25°C : 7,0 ± 0,2

CONSERVATION

Le milieu en flacons se conserve entre 15 et 25°C jusqu'à la date d'expiration indiquée sur l'emballage.

Le milieu en boîtes se conserve entre 2 et 8°C jusqu'à la date d'expiration indiquée sur l'emballage.

Annexe 10 : Juré de dégustation



Annexe 11 : test de stabilité physico-chimique de JOPNT

A 4°C										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Densité	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
pH	4.09	4.09	4.09	4.07	4.07	4	3.98	3.96	3.93	3.88
CE (mS/cm)	3.20	3.20	3.23	3.25	3.28	3.31	3.33	3.36	3.39	3.42
AT (%)	3.712	4.61	5.25	5.62	5.76	5.90	6.02	6.10	6.20	6.34
°Brix (%)	11.75	11.75	11.75	11.75	11.75	11.75	11.75	11.75	11.75	11.75
Indice de réfraction	1.3507	1.3507	1.3507	1.3507	1.3507	1.3507	1.3507	1.3507	1.3507	1.3507
A 25°C										
Densité	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.02	1.02	1.01	1.01
pH	4.75	4.75	4.73	4.73	4.71	4.70	4.68	4.64	4.62	4.55
CE (mS/cm)	5.06	5.08	5.12	5.16	5.20	5.28	5.31	5.35	5.38	5.40
AT (%)	5.50	5.70	6.30	6.45	6.60	6.91	7.30	7.52	7.81	8.02
°Brix (%)	11.75	11.751	11.753	11.755	11.90	11.98	12	12.25	12.50	12.75
Indice de réfraction	1.3503	1.3503	1.3503	1.3503	1.3503	1.3509	1.3509	1.3514	1.3518	1.3522
A 40°C										
Densité	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.04	1.04
pH	4.08	4.08	4.07	4.06	4.04	4.01	3.95	3.95	3.80	3.82
CE (mS/cm)	3.30	3.36	4	4.30	4.63	4.70	4.79	4.94	5.06	5.10
AT (%)	5.44	5.47	5.57	5.76	5.80	5.90	5.95	6.10	6.30	6.40
°Brix (%)	11.75	11.75	11.75	11.80	11.88	12	12.25	12.50	12.75	13
Indice de réfraction	1.3503	1.3503	1.3503	1.3507	1.3507	1.3509	1.3513	1.3519	1.3522	1.3527

Annexe 12 : test de stabilité physico-chimique de JOPT

A 4°C										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Densité	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
pH	4.01	4.01	4.09	4.09	4.09	4.06	4.04	4	4	3.97
CE (mS/cm)	3.27	3.27	3.27	3.28	3.29	3.33	3.35	3.38	3.42	3.45
AT (%)	3.70	3.82	4.10	4.40	4.83	4.95	5.15	5.33	5.59	5.65
°Brix (%)	11.75	11.75	11.75	11.75	11.75	11.75	11.75	11.75	11.75	11.75
Indice de réfraction	1.3508	1.3508	1.3508	1.3508	1.3508	1.3508	1.3508	1.3508	1.3508	1.3508
A 25°C										
Densité	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.04	1.04	1.04	1.04
pH	4.45	4.45	4.43	4.40	4.38	4.34	4.30	4.24	4.20	4.17
CE (mS/cm)	5.25	5.75	6.40	6.60	6.67	6.75	6.86	6.89	7.11	7.24
AT (%)	5.44	5.504	5.632	5.70	5.75	5.952	6	6.1	6.15	6.25
°Brix (%)	11.75	11.75	11.75	11.75	11.75	11.80	11.90	12	12.25	12.40
Indice de réfraction	1.3503	1.3503	1.3503	1.3503	1.3503	1.351	1.351	1.3516	1.352	1.3525
A 40°C										
Densité	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
pH	3.97	3.97	3.97	3.96	3.95	3.95	3.94	3.92	3.87	3.87
CE (mS/cm)	3.70	3.82	4.10	4.40	4.83	4.95	5.15	5.33	5.59	5.65
AT (%)	5.30	5.35	5.40	5.47	5.65	5.69	5.75	5.90	6.10	6.10
°Brix (%)	11.75	11.75	11.90	12	12.25	12.45	12.50	12.75	13	13.50
Indice de réfraction	1.3503	1.3503	1.3507	1.3507	1.3508	1.3509	1.3514	1.3521	1.3523	1.3523

Annexe 13 : test de stabilité physico-chimique de JORNT

A 4°C										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Densité	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
pH	3.65	3.65	3.63	3.62	3.61	3.45	3.36	3.36	3.34	3.30
CE (mS/cm)	1.59	1.59	1.61	1.62	1.65	1.68	1.71	1.73	1.75	1.77
AT (%)	2.18	2.45	2.50	2.56	2.63	2.75	3	3.14	3.19	3.22
°Brix (%)	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
Indice de réfraction	1.3504	1.3504	1.3504	1.3504	1.3504	1.3504	1.3504	1.3504	1.3504	1.3504
A 25°C										
Densité	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
pH	3.88	3.88	3.86	3.84	3.84	3.70	3.65	3.63	3.60	3.50
CE (mS/cm)	4.59	4.61	4.64	4.67	4.70	4.73	4.75	4.79	4.82	4.85
AT (%)	3.008	3.10	3.30	3.72	3.82	3.89	4	4.14	4.24	4.35
°Brix (%)	11.50	11.50	11.75	11.75	12	12	12	12	12.25	12.25
Indice de réfraction	1.3502	1.3502	1.3503	1.3503	1.3509	1.3509	1.3509	1.3509	1.3514	1.3514
A 40°C										
Densité	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
pH	3.58	3.57	3.56	3.56	3.55	3.47	3.37	3.30	3.27	3.24
CE (mS/cm)	1.01	1.10	1.20	1.25	1.4	1.60	1.69	1.75	1.83	2
AT (%)	2.49	2.94	3.10	3.15	3.20	3.30	3.44	3.52	3.75	3.97
°Brix (%)	11.50	11.50	11.55	11.75	12	12.25	12.50	12.80	12.88	13
Indice de réfraction	1.3502	1.3502	1.3506	1.3508	1.3509	1.3515	1.3522	1.3526	1.3527	1.3528

Annexe 14 : test de stabilité physico-chimique de JORT

A 4°C										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Densité	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
pH	3.61	3.61	3.61	3.62	3.43	3.35	3.35	3.33	3.32	3.30
CE (mS/cm)	1.2	1.2	1.23	1.25	1.29	1.31	1.34	1.37	1.39	1.39
AT (%)	2.034	2.688	2.70	2.82	2.90	2.944	3.11	3.25	3.29	3.33
°Brix (%)	13.33	13.33	13.33	13.33	13.33	13.33	13.33	13.33	13.33	13.33
Indice de réfraction	1.3533	1.3533	1.3533	1.3533	1.3533	1.3533	1.3533	1.3533	1.3533	1.3533
A 25°C										
Densité	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
pH	3.88	3.88	3.87	3.86	3.77	3.65	3.60	3.60	3.60	3.50
CE (mS/cm)	1.35	1.36	1.37	1.38	1.40	1.42	1.45	1.48	1.52	1.53
AT (%)	2.55	2.75	3	3.20	3.30	3.40	3.55	3.78	3.776	3.80
°Brix (%)	13	13	13.01	13.02	13.02	13.04	13.05	13.10	13.15	13.33
Indice de réfraction	1.3525	1.3525	1.3526	1.3526	1.3527	1.3527	1.3528	1.3528	1.3529	1.3529
A 40°C										
Densité	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.04	1.04
pH	3.50	3.49	3.47	3.46	3.46	3.40	3.30	3.28	3.26	3.26
CE (mS/cm)	1.10	1.15	1.30	1.47	1.55	1.80	1.85	1.90	2	2.20
AT (%)	2.36	2.75	2.90	3.10	3.20	3.52	3.52	3.52	3.70	3.90
°Brix (%)	11.75	11.75	11.88	12	12.25	12.25	12.50	12.75	13	13.10
Indice de réfraction	1.3502	1.3502	1.3508	1.3512	1.3513	1.3516	1.3524	1.3528	1.3529	1.3531

Résumé

L'objectif de l'étude est d'analyser les paramètres physico-chimiques, sensoriels et microbiologiques des jus d'orange (JOP et JOR) traités par micro-onde.

Après un chauffage par micro-onde les résultats ont montré que d'une part une stabilité des paramètres (densité, indice de réfraction, degré de brix et viscosité) et d'autre part une variation des valeurs concernant (Ph, cendres, acidité titrable et conductivité électrique).

Nos résultats de test de stabilité indiquent que les jus étudiés qui sont chauffés et refroidis restent sains et de bonne qualité physico-chimique, sensorielle et hygiénique au cours du temps dans la température de conservation 4°C.

Les mots clés: pur jus d'orange, jus d'orange à base de jus concentré, micro-onde, paramètres physico-chimique, paramètres sensorielles, paramètre microbiologique.

ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تحليل العوامل الفيزيوكيميائية، الحسية و البكتيولوجية لعصائر البرتقال (عصير البرتقال النقي و عصير البرتقال ثلاثي مركز) المعالجة بالموجات القصيرة.

بعد التسخين بالموجات القصيرة، أظهرت النتائج من جهة ثبات فيما يخص التحاليل التالية (مؤشر الانكسار، الكثافة، درجة بريكس و اللزوجة) و من جهة اخرى لاحظنا تغير في التحاليل المتبقية: pH، الحموضة، الرماد و الناقلية الكهربائية.

نتائج اختبار الثباتية أظهرت ان العصائر المسخنة ثم المبردة في درجة حفظ 4 درجات مئوية، بقية سليمة و ذات نوعية فيزيوكيميائية، حسية و جودة لصحية جيدة مع مرور الوقت.

الكلمات المفتاحية : عصير البرتقال النقي، عصير البرتقال ثلاثي مركز، الموجات القصيرة العوالم الفيزيوكيميائية، العوالم الحسية، ، العوالم البكتيولوجية.