

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Bejaia

Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Alimentaires
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Sciences alimentaires
Option : Industrie laitière



Réf :

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

***Enrichissement d'une boisson lactée par
l'extrait de l'écorce du melon jaune***

Présenté par :

BENMEZIANE Siham & SOUALMI Hamida

Soutenu le : **22 Juin 2017**

Devant le jury composé de :

M ^{me} CHOUGUI N.	MCA	Présidente
M ^{me} BOULEKBACHE L.	MCA	Encadreur
M ^{me} GUEMGHAR H.	MCA	Examineur
M ^{elle} BENMEZIANE A.	Doctorante	Invitée

Année universitaire : 2016 / 2017

REMERCIEMENT

Avant tout, nous remercions notre créateur Allah, le tout puissant pour la santé et le courage qu'il nous a donné pour mener ce travail jusqu'à son bout.

Nous tenons à remercier vivement notre promotrice M^{me} BOULEKBACHE qui a accepté de nous encadrer et qui nous a guidé dans la réalisation de ce travail et d'avoir consacré autant d'heures pour les corrections de ce manuscrit.

Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance et nos vifs remerciements à notre co-promotrice M^{elle} BENMEZIANE qui nous a guidé dans la réalisation de ce travail et pour sa patience et ses conseils.

Nous remercions M^{me} CHOUGUI et M^{me} GUEMGHAR d'avoir accepté de faire part de jury de ce mémoire.

Nous tenons à remercier également Mr DJADA et M^{me} MAHLOUL Responsable de laboratoire qualité de Soummam, et M^{me} Drifa et M^{me} Soraya responsables de laboratoire Prévotab d'El-kseur.

Nos vifs remerciements s'adressent également à toute l'équipe de laboratoire BBBS de l'université de Bejaia.

Que tous ceux qui nous ont aidés, de près ou de loin, à mener à bout ce travail, trouvent ici l'expression de notre reconnaissance et notre profonde gratitude.

Merci.

DEDICACES

*Je tien sincèrement à dédier ce modeste travail à
mes très chers parents, qui m'ont formé et
encouragé pendant ma formation et que dieu les
protèges et les gardent en bonne santé,*

*A mes chère sœurs Malika et Djazia ainsi qu'à leur
maris,*

A mon frère Abid et sa femme et leurs enfants,

A mes frères Yanis, Mouad, Mourad et Walid,

*A ceux que j'ai partagé les meilleurs moments de ma
vie surtout: Siham 2, Hayat, Assia 1 et 2, Souhila,
Farida, Lynda, Nassima, Wissem, Nadira, Alia,
Akila, Tata et Ouazna. Je les souhaite tout le
bonheur du monde et que dieu les protèges et les
gardent en Bonne santé,*

Sans oublier Lamine (ta Tante t'aime beaucoup),

A Tous ceux qui me connaissent et je connais,

Ma binôme Siham ainsi que toute sa famille.

Et Toute la promotion IL, CG, et Biotec 2016/2017.

Hamida

DÉDICACES

Je dédie ce modeste travail:

Aux deux êtres qui me sont les plus chères dans ma vie pour leurs bontés, leurs générosités, leurs compréhensions, leurs soutiens et leurs patiences face aux moments difficiles : Mama et Papa que le dieu vous garde Inchallah,

A mes chères sœurs : Akila et Linda qui ont été toujours à mes côtés et qui m'ont guidé,

A mes beaux-frères : Taher et Amer qui m'ont aidé que le dieu les garde en bonne santé,

A mes grands-parents, oncles, tantes, cousins et cousines paternels et maternels,

A ceux que j'ai partagés les meilleurs moments de ma vie: Siham3, Ouazna, Linda, Linda Aghemoun, Hanan, Hamida 2, Djidji.....,

A toutes mes amis surtout (Khokha, Kenza), qui m'ont aidé que le dieu les garde en bonne santé .

A celle qui a partagé avec moi ce travail : Hamida que dieu la garde en bonne santé ,

A tout la promotion Industrie Laitiere 2016/2017.

Siham

Liste des figures

Figure 1: Photographies montrant les différentes parties du melon (fleurs, tige, feuille, et fruit).....	04
Figure 2: Photographie montrant certaines espèces qui appartient à la famille des Cucubitacées.....	05
Figure 3: Photographies montrant différentes gammes du jus lactés produits en Algérie.....	08
Figure 4: Structure de la vitamine C.....	11
Figure 5: Structure de la beta-caroténe.....	11
Figure 6: Structure de base des composés phénoliques.....	12
Figure 7: Structure de base des flavonoides.....	12
Figure 8: Etapes suivies pour la mesure de l'acidité titrable du jus lacté.....	16
Figure 9: Protocole de la mesure du ° Brix du jus de lacté.....	17
Figure 10: Protocole de dosage des protéines par la méthode de Bradford 1976.....	17
Figure 11: Etapes d'extraction des composés phénoliques.....	18
Figure 12: Protocole de dosage des composés phénoliques totaux.....	18
Figure 13: Protocole de dosage des flavonoïdes.....	19
Figure 14: Etapes d'extraction des caroténoïdes.....	19
Figure 15: Protocole de dosage de l'acide ascorbique.....	20
Figure 16: Protocole de mesure de pouvoir anti-radicalaire (DPPH).....	21
Figure 17: Etapes de mesure du pouvoir réducteur.....	22
Figure 18: Etapes suivies pour la recherche et le dénombrement des coliformes totaux.....	23
Figure 19: Etapes suivies pour la recherche et le dénombrement des C.S.R.....	24
Figure 20: Etapes suivies pour la recherche et le dénombrement de levures et moisissures.....	25

Liste des figures

Figure 21: Etapes suivies pour la réalisation de l'activité antibactérienne.....	26
Figure 22: Variations des teneurs en polyphénols totaux ; flavonoïdes et caroténoïdes sous l'effet de l'amplitude durant l'étude préliminaire. a>b>c>d représentent la différence significative.....	28
Figure 23: Variations des teneurs en polyphénols totaux ; flavonoïdes et caroténoïdes sous l'effet du temps durant l'étude préliminaire. a>b>c>d représentent la différence significative.....	29
Figure 24: Variations des valeurs observées par rapport aux valeurs prévues du plan d'expériences pour les polyphénols totaux, les flavonoïdes, et caroténoïdes.....	31
Figure 25: Parcelles de surface représentant l'effet d'interaction entre le temps et l'amplitude sur le rendement en polyphénols totaux, flavonoïdes et caroténoïdes dans le jus lacté	33
Figure 26: Conditions optimales de l'enrichissement du jus lacté et les rendements prévues en polyphénols totaux flavonoïdes, caroténoïdes	34
Figure 27: Résultats de la perception de l'odeur, de gout, de la couleur et de la texture des jus lactés : JLE (jus Lacté Enrichi), JLNE (Jus Lacté Non Enrichi) par les sujets	40
Figure 28: Résultats de la préférence des sujets pour les deux jus lactés: JLE (Jus Lacté Enrichi), JLNE (Jus Lacté Enrichi) et leur préférence selon l'âge	41

Liste des tableaux

Tableau I: Classification du melon.....	4
Tableau II: Principaux composés de l'écorce de melon.....	6
Tableau III: Procédure expérimentale de l'étude préliminaire de l'enrichissement du jus lacté par la poudre de l'écorce du cantaloup.....	14
Tableau IV: Variables indépendantes et les niveaux de facteurs influençant sur l'enrichissement du jus lacté.....	30
Tableau V: Conception composite centrale (CCD) avec les réponses observée et les valeurs prédites de la teneur totale en polyphénols totaux, flavonoïdes et caroténoïdes.....	30
Tableau VI: Résultats de la comparaison de l'analyse physico-chimique des deux jus lactés.....	35
Tableau VII: Résultats de comparaison des teneurs en antioxydants des deux jus lactés étudiés.....	36
Tableau VIII: Résultats de la comparaison des activités antioxydantes des deux jus lactés étudiés.....	38
Tableau IX: Résultats des analyses microbiologiques (qualité hygiénique) du jus lacté enrichi.....	39
Tableau X: Résultats de la comparaison de l'activité antibactérienne des deux jus lactés (le diamètre de la zone d'inhibition est exprimé en mm).....	40

Liste des abréviations

ANOVA: Analyses de la variance.

AFNOR: Association Française de la normalisation.

cm: centimètre.

CCD: Central Composite Design.

°C: degré Celsius.

°D: degré Dornic.

Eq: Equation.

g: gramme.

ISO: Organisation internationale de la normalisation.

JMP: John's Machintosh Project.

JORA: journal officiel de la république algérienne.

Kg: kilogramme.

mL: millilitre.

mm: millimètre.

min: minute.

µg: microgramme.

µL: microgramme.

µm: micromètre.

NaOH: Hydroxyde de Sodium.

nm: nanomètre.

OGA: Gélose à l'Oxytetracycline.

PCA: Plant Count Agar.

pH: Potentiel d'hydrogène.

%: Pourcentage.

RMSE: Root Mean Squared Error.

Tr/min: Tour par minute.

VRBL: Milieu lactosé Biliée au cristal Violet et au Rouge neutre.

Sommaire

Liste des figures.

Liste des tableaux.

Liste des abréviations.

Introduction.....01

Etude bibliographique

Chapitre I : Le melon

I.1. Généralités03

I.2. Historique 03

I.3. Description botanique.....03

I.4. Classification.....04

I.5. Composition physico-chimique.....05

I.6. Intérêt thérapeutique.....06

Chapitre II : Jus lacté

II.1. Définition.....08

II.2. Ingrédients utilisés pour la fabrication du jus lacté.....08

II.3. Technologie de fabrication.....09

II.4. Valeur nutritionnelle..... 10

Etude expérimentale

Chapitre III : Matériel et méthodes

III.1. Matériels utilisés.....13

III.1.1. Matériel végétal.....13

III.1.2. Jus lacté.....13

III.2. Optimisation des conditions d'enrichissement du jus lacté par la poudre de l'écorce de cantaloup.....13

III.2.1. Etude préliminaire.....13

III.2.2. Plan d'expériences par la méthodologie de surfaces de réponse.....	14
III.2.3. Conditions optimales et validation du modèle.....	14
III.2.4. Etude statistique.....	14
III.3. Evaluation de la qualité des jus lacté enrichi et non enrichi (Etude comparative).....	15
III.3.1. Analyses physicochimiques.....	15
III.3.2. Analyses microbiologiques.....	22
III.3.3. Evaluation sensorielle.....	25

Chapitre IV : Résultats et discussions

IV.1. Optimisation des conditions d'enrichissement du jus lacté par la poudre de l'écorce du cantaloup.....	27
IV.1.1. Etude préliminaire.....	27
IV.1.2. Plan d'expériences par la méthodologie des surfaces de réponse.....	30
IV.1.3. Conditions optimales et validation du modèle.....	33
IV.2. Evaluation de la qualité des jus lacté enrichi et non enrichi (Etude comparative).....	34
IV.2.1. Analyses physicochimiques.....	34
IV.2.2. Analyses microbiologiques.....	39
IV.2.3. Analyses sensorielle.....	40
Conclusion	43

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

INTRODUCTION

Introduction

Actuellement, les boissons à base de fruits et de produits laitiers bénéficient d'une attention très considérable lié à leurs potentiel croissant sur le marché ainsi qu'aux multiples avantages qu'elles présentent ; elles sont délicieuses, très nutritives et elles peuvent être particulièrement utiles dans les endroits où la nutrition est insuffisante, ce qui pourrait réduire le risque des maladies de carence nutritionnelle (**Arnao et al., 1998**).

L'augmentation de la consommation de ce type de boissons a été associée à une réduction de la consommation de fruits et de légumes frais (**Zulueta, 2007**). Par conséquent, il est important d'obtenir une qualité élevée dans ces boissons et de déterminer leur valeur nutritive (**Arnao et al., 1998**).

L'un des paramètres qui peut être utilisé pour la caractérisation de la matière première des jus et son évolution par rapport aux conditions de traitement ou de stockage est la détermination du pouvoir antioxydant (**Arnao et al., 1998**). En effet, les traitements thermiques sont généralement considérés comme la principale cause de l'épuisement des antioxydants naturels (**Anese et al., 1999**).

Les fruits et les légumes contiennent divers composés bioactifs avec des activités antioxydantes, telles que les vitamines A, C et E (**Hassimoto et al., 2005 ; Sánchez-Moreno, et al., 2006**) et les composés phénoliques, dont les études récentes ont montré de bonnes contributions à la capacité antioxydante totale des aliments qui les contiennent (**Zulueta, 2007**).

L'étude des composés connus sous l'appellation de « composés bioactifs » contenus dans les déchets de fruits ; constituent un sujet de recherche très actuel. De nombreuses études explorent aujourd'hui la possibilité de leur transformation en ingrédients incorporables dans différents produits alimentaires, cosmétiques ou pharmaceutiques (**Grigoras, 2012**).

Parmi les fruits ; le melon dont le nom scientifique est *Cucumis melo* L. C'est une récolte économiquement importante de la famille des cucurbitacées. Il est développé dans des climats tempérés et tropicaux du monde entier, et il est très consommé en Algérie. C'est une plante potagère peu énergétique, très riche en vitamine C, minéraux polyphénols. Elle est très recommandée dans les traitements des maladies cardiovasculaires, comme agent diurétique, stomachique antitussive et vermifuge (**Milind et kulwant, 2011**). Son écorce présente une forte activité antioxydante liée essentiellement à sa richesse en divers composés phénoliques et en fibres diététiques, elle est utilisée comme ingrédients dans la préparation des gâteaux (**AL-Sayed et al., 2013**).

La présente étude s'inscrit dans le cadre de la valorisation de l'écorce de melon par l'enrichissement d'un jus lacté et elle est scindée en deux parties importantes ;

Introduction

La première est une synthèse bibliographique mettant l'accent sur le melon (*Cucumis melo* L.) et le jus lacté, la deuxième est une étude expérimentale qui a pour objectif : l'optimisation des conditions de l'enrichissement d'un jus lacté par la poudre de l'écorce du melon, ce dernier et a titre comparatif a un jus témoin, il a fait l'objet de l'évaluation des qualités physicochimique (le taux d'humidité, pH, l'acidité titrable, les composés bioactifs et les activités antioxydantes) ; microbiologique (la détermination de la qualité hygiénique et la recherche de l'activité antibactérienne) et enfin la qualité sensorielle.

ETUDE
BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I

LE MELON

I.1. Généralités

Le terme « melon » vient du latin *melo, melonis* (**Futura-science, 2001**) dérivant d'une racine grecque qui désigne la pomme. Le nom scientifique du melon est *Cucumis melo* L. (**Milind et Kulwant, 2011**).

Cucumis melo L. est l'une des plus importantes cucurbitacées cultivées principalement pour leurs fruits. Cette plante exige beaucoup de chaleur et de lumière (**Larousse, 2001**).

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

Le melon est une culture horticole commercialement importante à travers le monde (**Tiago Bianchi et al., 2016**), dont la superficie cultivée occupe le deuxième rang après la pomme de terre (**Abrouche, 2007**). Généralement, sa popularité due à sa chair rafraîchissante et savoureuse et son arôme agréable. Il a été consommé principalement dans la période estivale comme un apéritif, dans des soupes froides ou des salades, et comme un dessert (**Tiago Bianchi et al, 2016**).

I.2. Historique

L'Afrique et l'Asie ont été suggérées comme sites d'origine possibles. Néanmoins, **Kerje et Grum (2000)** ont rapporté, sur la base d'études génétiques, des tentatives de croisement avec d'autres espèces de *Cucumis* et la répartition mondiale des variétés de melon, que l'origine du melon semble être l'Afrique. Le processus de domestication du melon a commencé en Egypte il y a plus de 3000 ans. Dans ce domaine, le melon s'est dispersé dans tout le Moyen-Orient et en Asie, où un développement secondaire de la domestication et de la diversification peut avoir eu lieu (**Tiago Bianchi et al, 2016**).

Ce fruit est actuellement présent dans les différents continents grâce à son adaptation, qui permet notamment de résister aux rigueurs des climats arides (**Emmanuelle, 2010**).

I.3. Description botanique

Le melon ou *Cucumis melo* est une plante annuelle, herbacée (**Milind et Kulwant, 2011**). C'est une espèce polymorphe (**Monique, 2015**) à tiges rampantes ou grimpantes, munies de vrilles, portant des feuilles lobées, tachetées (**François Couplan, 2011**) toujours

pétiolées, se développent au niveau des nœuds (**Monique, 2015**). Cette plante possède des fleurs jaunes, unisexuées (femelle ou male), comme elle peut être monoïque (fleurs mâles et fleurs femelles sur le même pied). Ces petites fleurs jaunes donnent de gros fruits de forme ovale ou ronde, qui ont une peau plus ou moins lisse, ou bosselée, côtelée, brodée ou galeuse de couleurs variées (vert, jaune et blanc). La pulpe qui est de couleur variée (selon la variété) est très savoureuse et sucrée surtout lorsque le fruit est mur (**Milind et Kulwant, 2011**).



Figure 1: Photographies montrant les différentes parties du melon (fleurs, tige, feuille et fruit) (**Anonyme 1**).

I.4. Classification

Le polymorphisme élevé des fruits dans les melons cultivés a conduit les botanistes à proposer différentes classifications interspécifiques. Une étude excellente, mise à jour et complète sur le genre *Cucumis* a été effectuée par le Dr Joseph H. Kirkbride (1993). Son livre intitulé «Monographie biochimique du genre *Cucumis* (Cucurbitaceae)» est une pierre angulaire de la classification du melon.

Tableau I: Classification du melon (**Tiago Bianchi et al, 2016**).

Règne	<i>Plantae-Plante</i>
Sous Règne	<i>Tacheobionta -Plantes vasculaires</i>
Super-division	<i>Spermatophyta-Plante à graines</i>
Division	<i>Magnoliophyta-Plante à fleurs</i>
Classe	<i>Dicotyledoneae</i>
Sous classe	<i>Dilleniidae</i>
Ordre	<i>Cucurbitales</i>
Famille	<i>Cucurbitaceae</i>
Genre	<i>Cucumis</i>
Espèce	<i>Cucumis melo</i>

L'espèce de *Cucumis melo* inclut plusieurs variétés dont le melon inodore caractérisé par une peau lisse et inodore ; le melo Galia caractérisé par une forme ronde, peau brun orangé, et chair émeraude et le melon cantaloupe avec chair orangée, forme ronde, écorce lisse (**Tiago Bianchi et al., 2016**).

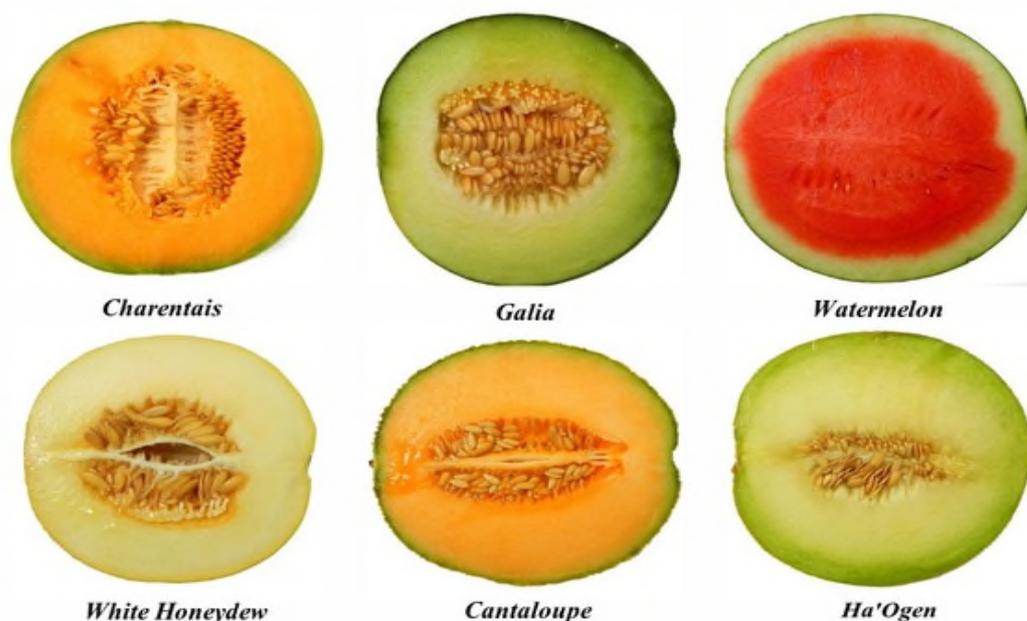


Figure 2: Photographie montrant certaines espèces qui appartient à la famille de Cucurbitacées. (Anonyme 2).

I.5. Composition phyto-chimique

Le melon présente un intérêt nutritionnel intéressant, sa teneur en pulpe est de 71%, le reste du fruit est constitué de la peau (20%) et des graines (9%) (**Ciqual, 2013**).

Ce fruit contient des minéraux tels que le potassium, le calcium et le fer. Il est également qualifié comme une très bonne source de vitamine C, de vitamine E (tocophérols), de polyphénols et de caroténoïdes (α -carotène, β -carotène (provitamine A), β -cryptoxanthine, lutéine, et zéaxanthine) qui ont été suggérées comme des antioxydants naturelles (**Laur et Tian, 2011 ; Kolayli et al., 2010 ; Ismail et al., 2010**). Les flavonoïdes et les acides phénoliques du ce fruit représentent la plus importante partie de ses antioxydants tels que les flavonols, les anthocyanines, les hydroxybenzoïques et les hydroxycinnamique (**Rodriguez-Pérez et al, 2013**). Il contient aussi de grandes quantités de graines qui sont une source importante en huile et en protéines, dont on constate qu'elles possèdent des propriétés médicinales. La peau de fruit

de melon, par conséquent, est une bonne source de caroténoïdes (jaune et orange) (**Rodriguez-Amaya, 1997**).

La consommation de 100 g de fruit peut apporter jusqu'à 1g de protéines ; 0,7 g de lipides ; 0.8 g de fibres ; 0,5 g de minéraux et 6.49 g de glucides (**CIQUAL, 2013**).

Tableau II: Principaux composés de l'écorce du melon (**Vouldoukis et al., 2004 ; Aflaki, 2012 ; Al-Sayed et al., 2013**).

Constituant	Teneur
Lipides	1,58 %
Glucides	48,67 %
Protéines	9,07 %
Fibres	29,59 %
Vitamines	E, A et C
Minéraux	11,09 %
Caroténoïdes	0,49 ± 0,08 mg/g
Composés phénoliques	2,81 ± 0,10 mg/g

I.6. Intérêt thérapeutique

Le melon est un fruit particulièrement rafraichissant, de fait de sa forte teneur en eau (plus de 95%) (**Mallick et Masui, 1986**). Il fonctionne comme un excellent diurétique, en éliminant les toxines à travers l'urine (**Lacombe, 2015**).

En comparaison avec neuf fruits frais largement consommés, le melon occupe le premier rang pour son contenu en β -carotène (provitamine A). Il est classé parmi les trois premiers fruits frais pour sa richesse en potassium (K), et les quatre premiers fruits frais pour sa teneur en acide folique (vitamine B₉). Ces composés alimentaires sont particulièrement bénéfiques dans la promotion du bien-être de l'organisme (**Lester, 2006**).

Le β -carotène (provitamine A) est essentielle à la croissance et au développement des cellules et à la vision (protège la rétine et améliore la vision nocturne) (**Hordé, 2014**). Il est particulièrement utile pour le système immunitaire comme un antioxydant puissant contre les cancers, les maladies cardiovasculaires et le syndrome de fatigue chronique (**Lester, 2006**).

Le potassium est un électrolyte essentiel à la sécrétion de l'insuline, ce qui réduit l'hypertension artérielle et les maladies coronariennes (**Lester et Crosby, 2002**). Un apport important de cet élément a un effet diurétique. Un bon équilibre sodium/potassium favorise en

effet les échanges hydriques et empêche les gonflements liés à la rétention d'eau dans les tissus (**Carillon et al., 2012**).

L'acide folique dirige les acides aminés dans la création de la chaîne peptidique, réduisant l'homocystéine qui est un composé impliqué dans les maladies cardiovasculaires, la division cellulaire, la régulation du système nerveux central, l'humeur, le sommeil et l'appétit. Il est lié aussi à la prévention du *spina bifida* chez les nouveaux nés (**Lester, 2006**).

Le melon contient de l'acide ascorbique (vitamine C) qui a été lié au maintien d'un système immunitaire sain, il réduit la gravité des rhumes, il est un antioxydant puissant, et aide à la prévention des maladies cardiovasculaires (**Lester, 2006**). Cet antioxydant est nécessaire à la production de collagène et à la cicatrisation, en plus de son effet hypocholestérolémiant (**Vouldoukis et al., 2004 ; Mis Solval et al., 2011**).

Ce fruit est aussi riche en vitamine E, l'un des meilleurs antioxydants naturels. Elle protège et soigne la peau, les cheveux, les ongles et aide à combattre la production de radicaux libres responsables du vieillissement des cellules et des maladies neurodégénératives (**Lacombe, 2012**).

Les fibres que contient le melon sont efficaces pour accélérer le transit intestinal en combattant les problèmes de constipation (**Crillon et al., 2012 ; Lacombe, 2012**).

Chapitre II

JUS LACTÉS

II.1. Définition

Le jus lacté est une boisson à base du concentré de fruits auquel on ajoute du lait écrémé en poudre, additionné de sucre et de stabilisants (acide citrique). Outre la valeur nutritionnelle qu'il apporte (protéines du lait et vitamines du jus) (**Codex STAN 247-2005**).



Figure 3: Photographies montrant différentes gammes du jus lactés produits en Algérie (Anonyme).

II.2. Les ingrédients utilisés pour la fabrication du jus lacté

➤ Lait écrémé

Le lait en poudre est un lait dont on a éliminé l'eau en grande partie, et dont la teneur en matière grasse ne doit pas excéder 1,5 % en cas du lait écrémé. Il présente les avantages suivants :

- Substitution totale du lait.
- Protéines stabilisées permettant une pasteurisation.
- Pectine fonctionnalisée, plus besoin d'homogénéisation (**Benchabane et al., 2012**).

➤ Concentré du jus de fruits

Le concentré de jus de fruits est le produit qui correspond à la définition de jus de fruit, après élimination physique de l'eau en quantité suffisante pour porter la valeur de Brix à un niveau supérieur de 50% (**Benchabane et al., 2012**). Les concentrés du jus de fruits peuvent contenir des substances aromatiques, des composés volatils et de la pulpe, qui doivent tous provenir des mêmes types de fruits et obtenus par des moyens physiques (**Commission du Codex Alimentarius, 2002**).

➤ Eau

L'eau est l'une des matières premières de tous les produits laitiers reconstitués et recombinaison. Elle doit être potable et de bonne qualité microbiologique, c'est-à-dire ne pas

contenir de germes pathogènes. Sur un plan physico-chimique, elle ne doit contenir ni trace de pesticides ou de nitrates, avoir une dureté totale comprise entre 0 et 15 et un pH voisin de la neutralité (**Gosta, 1995**). Il intervient comme agent dispersant dans un milieu réactionnel (grand nombre de réactions chimiques) au cours de la conservation et de la transformation des aliments (**Alais et al., 2008**).

➤ **Sucre**

Le saccharose est le sucre utilisé dans la fabrication d'un jus lacté, il relève la saveur et masque les goûts désagréables ou (**Benchabane et al., 2012**).

➤ **Additifs alimentaires**

Selon **AFNOR (1999)**, un additif alimentaire est toute substance habituellement non consommé comme aliment en soi, non utilisé comme ingrédient caractéristique dans l'alimentation, possédant ou non une valeur nutritive. Son adjonction intentionnelle aux produits alimentaires, dans un but technologique, au stade de leur fabrication, transformation, préparation, traitement, conditionnement, transport ou entreposage, a pour effet de devenir elle-même ou ses dérivés un composant de ces denrées.

II.3. Technologie de fabrication

➤ **Mélange des ingrédients**

La préparation de la boisson est entamée par le chauffage (30°C) de l'eau traitée, sous agitation, afin d'assurer une bonne homogénéisation ainsi qu'une bonne dissolution des ingrédients à savoir le sucre, la poudre de lait, les additifs alimentaires et le concentré de jus de fruits (**Benchabane et al., 2012**).

➤ **Pasteurisation**

Le produit subit une pasteurisation de 90 à 95 °C sous pression afin d'améliorer la texture et la stabilité physique et hygiénique du produit (**Gostoa, 1995**).

➤ **Refroidissement**

Le produit obtenu est refroidi à une température de 10 °C. Le refroidissement a pour but de freiner la prolifération microbienne (**Benchabane et al., 2012**).

➤ **Conditionnement**

Le conditionnement des aliments peut être le premier contact entre le consommateur et le produit. Il protège la nourriture, il permet une plus longue durée de conservation, et il peut attirer l'attention de consommateur et encourager l'achat. Le conditionnement se fait à l'aide d'une conditionneuse aseptique pour éviter toute contamination du produit (**Gosta, 1995**).

Les récipients utilisés sont généralement opaques, imperméables aux gaz, à l'eau et à la lumière, sans saveur ni odeur et d'utilisation facile. Le produit fini est entreposé dans un endroit frais (6°C) à l'abri de la lumière (**Benchabane et al., 2012**).

II.4. valeur nutritionnelle

Cette boisson propose un mélange aussi original qu'agréable du lait et du jus de fruits. L'intérêt de ce mélange « lait et jus » est d'apporter au même temps, tous les bienfaits du lait associé à la vitalité et celles du jus de fruits. Le lait est considéré comme un aliment presque complet (protéines, lipides, sels minéraux et vitamines) mais il contient en revanche peu de fer et peu d'acide ascorbique. Ce déficit surtout en antioxydants est compensé par l'addition du jus de fruits (**Souci et al., 1994**).

- **Les antioxydants du jus de fruits**

Un antioxydant est une substance qui inhibe ou retarde significativement l'oxydation d'un substrat, alors qu'elle présente une concentration très faible (**Berger, 2006**) comparée à celle du substrat oxydable (**Djemoui, 2012**). Parmi ces antioxydants on trouve :

- **Acide ascorbique (vitamine C)**

Acide ascorbique ou vitamine C (figure 4) est le plus important antioxydant hydrosoluble (**Pastre, 2005**), il est présent dans les fluides intra et extracellulaires (**Favier, 2003**). La vitamine C est souvent utilisée comme additif dans la transformation des aliments (**Pelli et Lyly, 2003**). Il peut directement réagir avec des espèces réactives de l'oxygène comme l'anion superoxyde et le radical hydroxyle et il peut recycler l'alpha-tocophérol pour aider à prévenir l'oxydation des lipides (**Hamadi, 2010**).

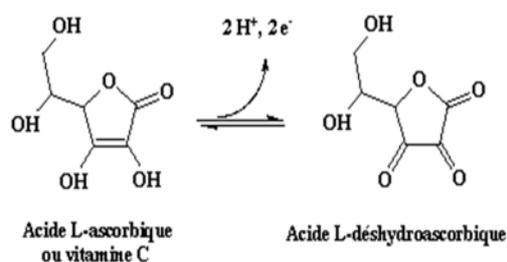


Figure 4: Structure de la vitamine C (Reiss, 1993).

- Caroténoïdes

Les caroténoïdes sont une classe de composés terpéniques très importante (figure 5) trouvées dans les légumes, les fruits et également dans le lait (Mohammedi, 2006). Ce sont des pigments liposolubles, de couleur jaune à rouge, leur squelette de base comprend 40 atomes de carbone, ils contiennent une chaîne centrale hautement polyinsaturée (Richter, 1993). Selon leur composition chimique, les caroténoïdes sont classés en deux groupes: les carotènes et les xanthophylles (Delia et Rodriguez-Amaya, 2001). La bêta-carotène, le lycopène et la lutéine sont des exemples des caroténoïdes (Pelli et Lyly, 2003).

La structure polyène des caroténoïdes leurs permet d'absorber la lumière et de neutraliser l'oxygène singulier, comme ils jouent un rôle important dans la protection contre les radicaux pyroxyles et les anions superoxydes (Mohammedi, 2006).

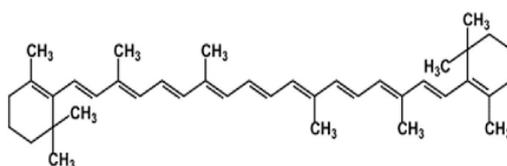


Figure 5: Structure de la bêta-carotène (Rao et Rao ,2007).

- Composés phénoliques

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires (Naczka et Shahidib, 2004) caractérisés par la présence d'au moins un noyau benzénique auquel est directement lié au moins un groupe hydroxyle, libre ou engagé (Bruneton, 2009). Ils sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs (racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, graines et bois) (Boizot et Charpentier, 2006). Ceux-ci incluent les flavonoïdes, les acides phénoliques et les tannins (Amarowicz et al., 2004).

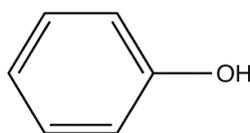


Figure 6: Structure de base des composés phénoliques (Bellow, 2012).

Les composés phénoliques sont considérés comme de puissants antioxydants, cette propriété dépend de plusieurs facteurs tels que la structure, le nombre et la position des groupements hydroxyles présents dans la molécule (Balasundram *et al.*, 2006). Ces composés phénoliques (AH) sont capables de donner un atome d'hydrogène au radical libre et le convertir en un composé stable non radicalaire (Kanoun, 2011).

- Flavonoïdes

Les flavonoïdes constituent la classe poly phénolique la plus importante, avec plus de 5000 composés déjà décrits (Athamena, 2010). Ils possèdent une structure de base de quinze atomes de carbones (figure 7) (Ross *et al.*, 2002). Les flavonoïdes sont des pigments universels des végétaux, responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. Ces pigments assurent la protection des tissus contre les effets nocifs du rayonnement ultraviolet (Winkel-Shirley, 2001).

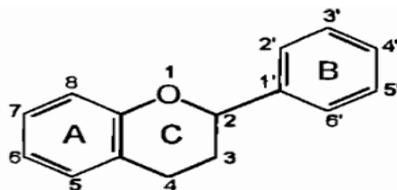


Figure 7: Structure de base des flavonoïdes (Marfak, 2003).

Les flavonoïdes sont capables de piéger les radicaux libres en formant des radicaux flavoxyles moins réactifs, cette capacité peut être expliquée par leurs propriétés de donation d'un atome d'hydrogène à partir de leur groupement hydroxyle selon la réaction suivante :



Cette réaction de piégeage donne une molécule stable (RH) et un radical flavoxyle (FLO) qui va subir un changement de structure pour donner des molécules de faible réactivité que R; en outre les radicaux flavoxyles peuvent interagir entre eux pour former des composés non réactifs (Marfak, 2003).

ETUDE
EXPERIMENTALE

Chapitre I

MATÉRIELS

ET

MÉTHODES

III.1. Matériels utilisés

III.1.1. Matériel végétal

Le matériel utilisé au cours de notre travail est le cantaloup (*Cucumis melo* L.) dont l'étude a été réalisée sur l'écorce séchée de ce fruit. Ce dernier nous a été fourni en stade de maturité par un agriculteur de la région de Biskra en mois de Novembre.

- Traitement de l'échantillon

Après lavage et épluchage du cantaloup, les écorces sont récupérées, découpées en petits morceaux de 1 cm² et séchées dans une étuve (Ecocell) à 40°C pendant 5 jours. Une fois bien séchées (stabilisation de poids), elles ont été broyées et tamisée jusqu'à l'obtention d'une poudre fine ($\leq 250 \mu\text{m}$). Cette dernière est conservée dans des bocaux en verre, fermés hermétiquement, et stockée à l'abri de la lumière pour des utilisations ultérieures.

III.1.2. Jus lacté

Le jus lacté utilisé pendant cette étude, est le jus Olé du Soummam à base de concentré du jus d'orange et de la mangue. Le choix de ce produit se justifie par sa disponibilité sur le marché et son originalité.

III.2. Optimisation des conditions d'enrichissement du jus lacté par la poudre de l'écorce de cantaloup

L'enrichissement a été réalisé, en introduisant à chaque fois 2g de la poudre de l'écorce du cantaloup dans 50g du jus lacté. Ce dernier (mélange) a fait l'objet d'une optimisation par la méthode ultrasonique afin de désigner les conditions optimales de l'enrichissement en choisissant deux paramètres appelés également variables ; l'amplitude et le temps et trois paramètres ; le rendement en polyphénols totaux, en flavonoïdes et en caroténoïdes comme réponses.

Cette optimisation a été réalisée en suivant 3 principales étapes : une étude préliminaire, réalisation d'un plan d'expériences et enfin la validation de ce plan.

III.2.1. Etude préliminaire

Dans cette étape, l'influence des deux variables ; amplitude et temps ont été d'abord étudiées séparément pour minimiser le nombre d'expériences. Lorsqu'une variable n'a pas été étudiée, elle a été maintenue constante (**Dahmoune et al., 2013**) (comme illustré dans le tableau III):

Tableau III: Procédure expérimentale de l'étude préliminaire de l'enrichissement du jus lacté par la poudre de l'écorce du cantaloup.

Paramètres à optimiser	Paramètres variables	
	Amplitude (20,40, 60, 80%)	Temps (5, 10, 15,20, 25 min)
Optimisation de l'amplitude	Variable	Fixé à 10 min
Optimisation du temps	Fixée à 40 %	Variable

III.2.2. Plan d'expériences par la méthodologie de surfaces de réponse

Sur la base des résultats de l'étude préliminaire, les trois niveaux bas, médium et haut de chaque variable (amplitude et temps) ont été choisis et codés -1, 0 et +1. Ces niveaux, sont utilisés dans le plan d'expériences par la méthodologie des surfaces de réponses en choisissant l'approche du CCD (Central Composite Design). Ce dernier requiert au total 10 combinaisons de des deux facteurs, dont 2 essais au niveau du point central.

Les données obtenues ont été modélisés avec une équation polynomiale de second ordre:

$$Y = B_0 + \sum_{i=1}^k B_i X_i + \sum_{i=1}^k B_{ii} X_i^2 + \sum_{ij}^k B_{ij} X_i X_j + E \quad \text{Eq. (1)}$$

Où Y représente la fonction de réponse, dans notre cas on a trois réponses dont: Y_1 représente le rendement en polyphénols totaux ; Y_2 représente le rendement en flavonoïdes et Y_3 représente la teneur des caroténoïdes. B_0 est un coefficient constant ; B_i , B_{ii} et B_{ij} sont les coefficients de termes linéaire, quadratique et interactif, respectivement. X_i et X_j représentent les variables indépendantes (X_i : l'amplitude et X_j : le temps dans notre cas) (Dahmoune et al., 2013).

Les interactions entre le temps et l'amplitude ont été représentés sous forme des parcelles de surfaces de réponse.

III.2.3. Conditions optimales et validation du modèle

Pour vérifier l'adéquation du modèle, des expériences supplémentaires ont été réalisées sur les conditions optimales prévues par le plan d'expériences et les résultats des rendements expérimentaux obtenus ont été comparés aux rendements prévus (Dahmoune et al., 2013).

III.2.4. Etude statistique

Toutes les expériences ont été effectuées en triple et les résultats présentés sous forme des moyens \pm l'écart-type. L'analyse de la variance (ANOVA) avec le test post hoc de Tukey a été utilisée pour évaluer l'influence de chaque facteur sur le rendement des polyphénols totaux, des flavonoïdes et des caroténoïdes à un niveau de confiance de 95%. Afin de tester la signification et la pertinence du modèle, les données obtenues à partir du CCD ont été analysées statistiquement en utilisant ANOVA. Pour construire le CCD et pour analyser tous les résultats, le logiciel JMP (Version 10.0, SAS, USA) a été utilisé.

III.3. Evaluation de la qualité des jus lacté enrichi et non enrichi (Etude comparative)

Afin d'évaluer la qualité du jus lacté enrichi (obtenu sous les conditions optimales trouvées et validées dans la section précédente) et de pouvoir le comparer au jus lactée non enrichi (témoin), différentes analyses ont été effectuées, à savoir les analyses physicochimiques, microbiologiques et sensorielles.

III.3.1. Analyses physicochimiques

➤ Détermination de la teneur en eau

La teneur en eau est déterminée sur une prise d'essai de 3g du jus lactée, puis séché dans une étuve «ECOCELL» jusqu'au poids constant à une température de $103 \pm 2^\circ\text{C}$ (Lako et al., 2007). La teneur en eau est déterminée selon la formule suivante:

$$H\% = \frac{M_1 - M_2}{P} \times 100$$

Où:

H%: Pourcentage d'humidité.

M₁: Masse de la capsule + l'échantillon avant étuvage.

M₂: Masse de la capsule + l'échantillon après étuvage.

P: Masse de la prise d'essai.

➤ Détermination du pH

Le pH se définit comme le logarithme négatif de l'activité de l'ion hydrogène $\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+]$ (C.E.A.E.Q., 2014). Il est directement mesuré à l'aide d'un pH mètre préalablement étalonné à l'aide de deux solutions tampons. La détermination de pH est basée sur une réaction mettant en jeu les ions H^+ libres d'une solution (Amiot et al., 2002).

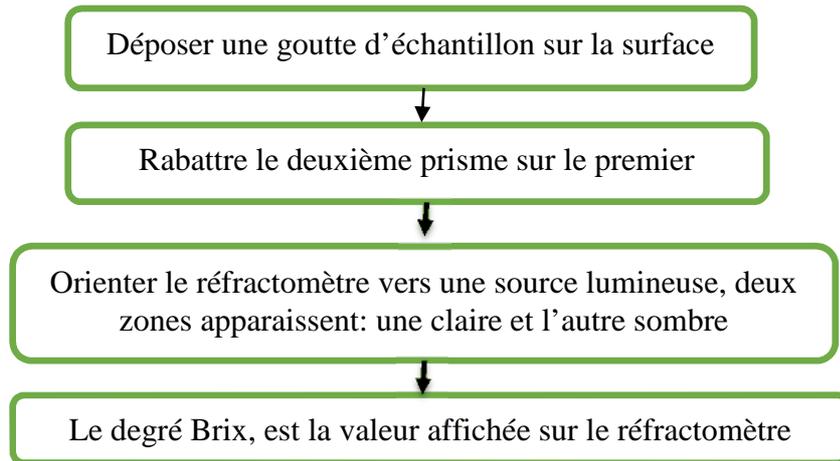


Figure 9: Protocole de la mesure du °Brix de jus de lacté (AFNOR, 1986).

Le résultat est exprimés en °Brix dont:

$$1^{\circ}\text{Brix} = 1\text{g du sucre dans } 100\text{ g de la solution.}$$

➤ **Dosage des protéines**

- **Principe**

Les protéines solubles sont dosées par la méthode colorimétrique de « Bradford ». C'est un dosage basé sur l'absorption du colorant « bleu de coomassie ». Ce réactif rouge/brun à l'état libre est convertie en forme bleue caractéristique du complexe formé entre les groupements NH_3^+ des protéines et ceux de réactif (Bradford, 1976).

La teneur en protéines, a été déterminée en suivant les étapes décrites dans la figure qui suit:

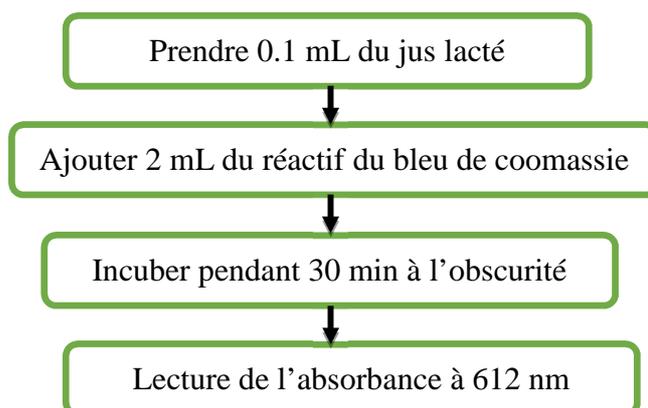


Figure 10: Protocole de dosage des protéines par la méthode de Bradford (1976).

La densité optique obtenue a été ensuite convertie en g équivalent de la Sérum Albumine Bovine (SAB)/ litre du jus lacté (g ESAB/100g) grâce à une droite d'étalonnage préparée dans les mêmes conditions (Annexe I).

- **Teneur en composés phénoliques totaux**
- ✓ **Extraction des composés phénoliques totaux**

La méthode utilisée pour l'extraction des composés phénoliques totaux (Figure 11) est celle proposé par **Georgé et al., (2005)**.

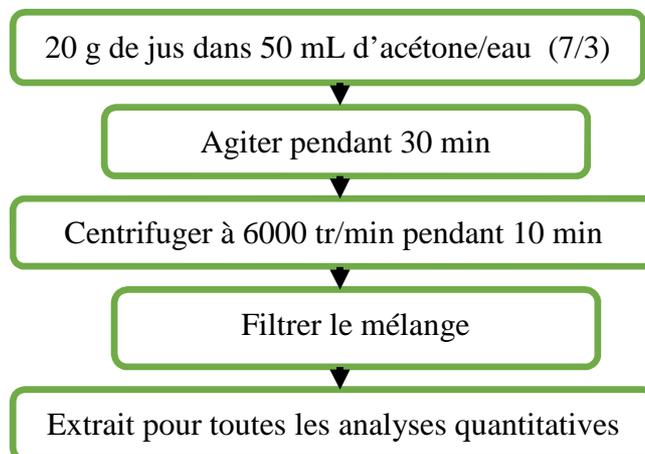


Figure 11: Etapes d'extraction des composés phénoliques (**Georgé et al., 2005**).

- ✓ **Dosage des composés phénoliques totaux**

- **Principe**

Ce dosage repose sur le réactif de Folin-Ciocalteu qui est constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3Mo_{12}O_{40}P$). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols en mélange d'oxydes de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_{23}). La coloration bleue produite est proportionnelle à la teneur en composés phénoliques totaux présents dans l'échantillon (**Lapornik et al., 2005 ; Boizot et Charpentier, 2006**).

Le dosage des polyphénols totaux de l'extrait repose sur la méthode décrite par **Georgé et al. (2005)** selon la figure ci-après:

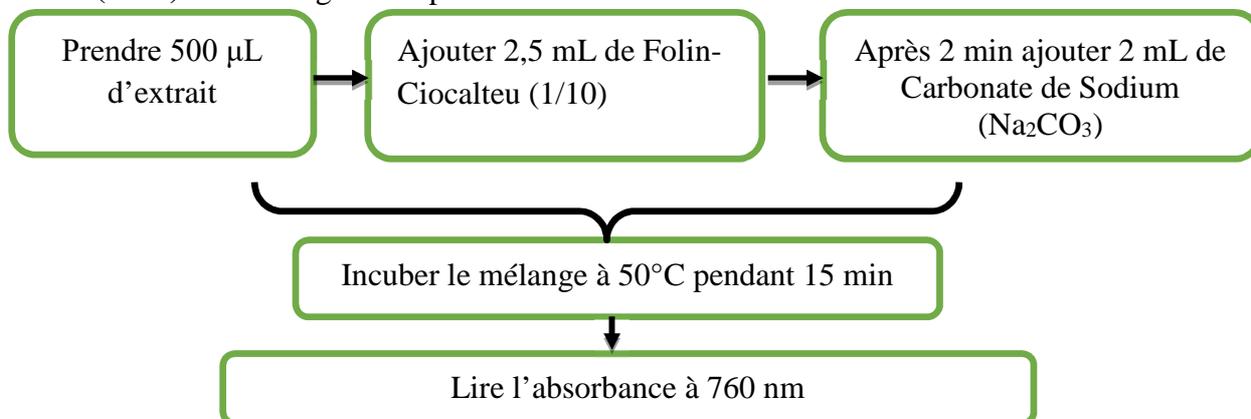


Figure 12: Protocole de dosage des composés phénoliques totaux (**Georgé et al., 2005**).

La concentration des composés phénoliques contenus dans l'extrait, est exprimée en mg équivalent d'acide gallique par 100g du jus lacté (mg EAG/100g), en se référant à la courbe d'étalonnage décrite dans l'annexe I.

✓ **Dosage des flavonoïdes**

- **Principe**

Le chlorure d'aluminium (AlCl_3) forme un complexe très stable avec les groupements hydroxydes OH des phénols. Ce complexe jaune absorbe la lumière visible à une longueur d'onde de 430 nm (**Ribéreau-Gayon, 1968**).

Le dosage des flavonoïdes est réalisé selon le protocole ci-dessous proposé par **Fadlinizal et al. (2010)**:

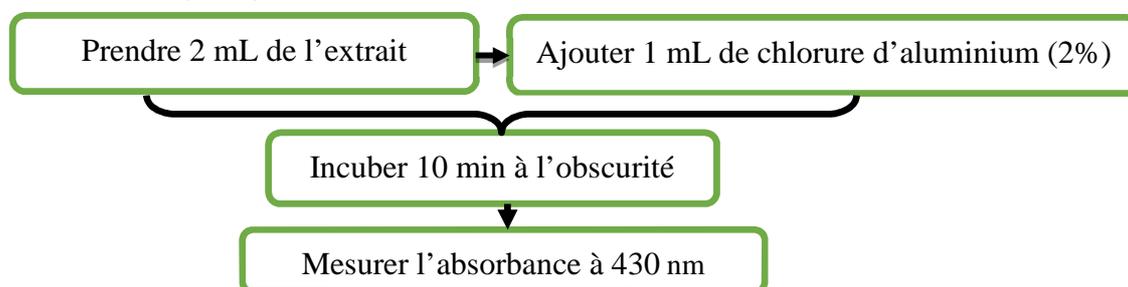


Figure 13: Protocole de dosage des flavonoïdes (**Fadlinizal et al, 2010**).

La teneur en flavonoïdes est exprimée en mg équivalent de la quercétine par 100g du jus lacté (mg EQ/100g), en se référant à la courbe d'étalonnage décrite dans l'annexe I.

➤ **Teneur en caroténoïdes**

✓ **Extraction des caroténoïdes**

La méthode utilisée pour l'extraction des caroténoïdes est celle décrite par **Meléndez-Martínez et al. (2007)**. (Voir la figure ci-dessous).

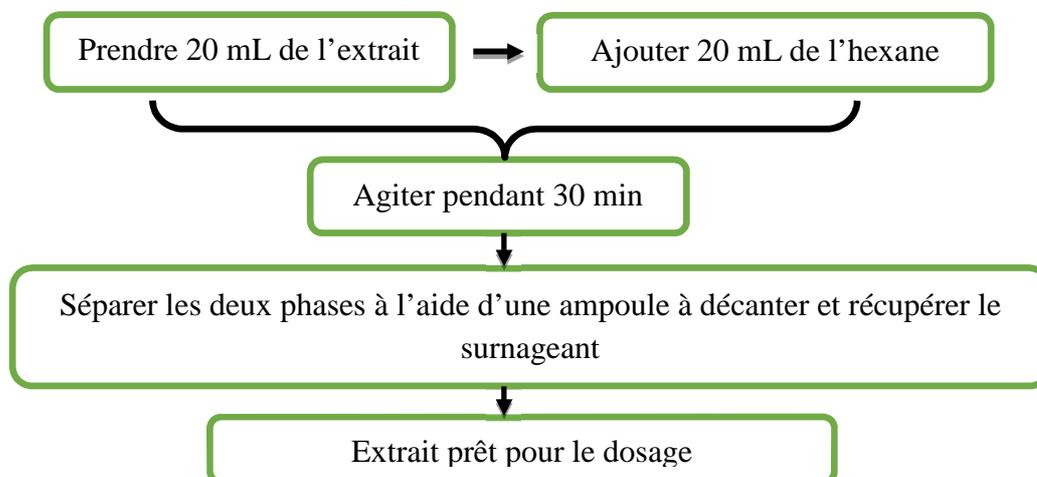


Figure 14: Etapes d'extraction des caroténoïdes (**Meléndez-Martínez et al., 2007**).

✓ **Dosage des caroténoïdes**

- **Principe**

La détermination de la teneur en caroténoïdes totaux concerne tous les caroténoïdes à l'exception du lycopène qui absorbe à 470 nm **Péroumal, A. (2014)**.

L'absorbance de l'extrait est mesurée directement à 450 nm et la teneur en caroténoïdes est exprimée en μg équivalent de β -carotène par 100g du jus lacté ($\mu\text{g E}\beta\text{-C}/100\text{g}$), en se référant à la courbe d'étalonnage décrite dans l'annexe I.

➤ **Dosage de l'acide ascorbique ou vitamine C**

- **Principe**

Le dosage de la vitamine C est basé sur l'oxydation de l'acide ascorbique en acide déhydroascorbique en milieu acide par la solution de 2,6-dichloroindophénol (DCIP). Il est coloré sous sa forme oxydée (en bleu en milieu basique ; en rouge en milieu acide) et incolore sous sa forme réduite. Cette décoloration est proportionnelle au taux d'acide ascorbique présent dans le milieu réactionnel (**Reiss, 1993**).

Le taux d'acide ascorbique est estimé selon la méthode de **Mau et al. (2005)** décrite ci-dessous :

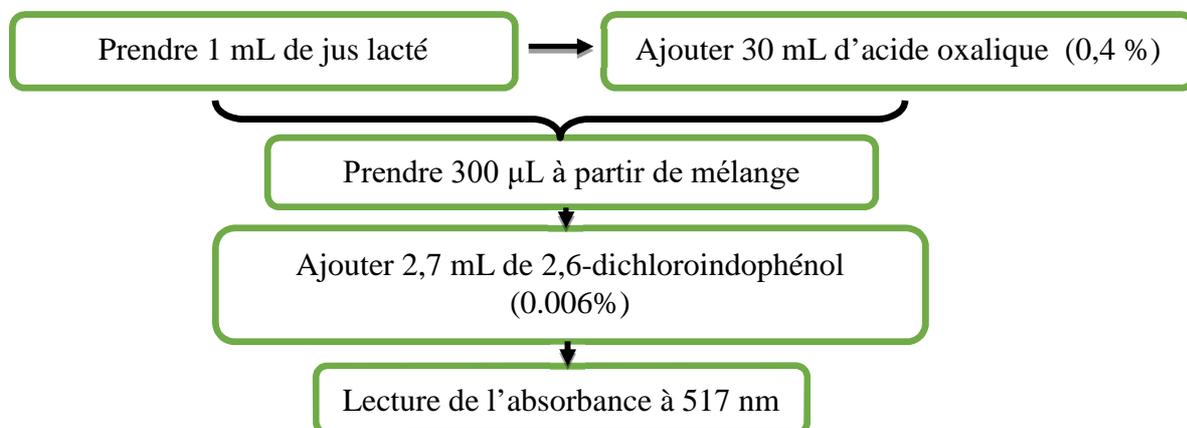


Figure 15: Protocole de dosage de l'acide ascorbique (**Mau et al., 2005**).

La teneur en vitamine C est exprimée en mg par 100 mL du jus lacté, en se référant à la courbe d'étalonnage présenté dans l'annexe I.

➤ **Détermination de l'activité antioxydante**

✓ **Pouvoir anti radicalaire du DPPH**

Le DPPH fut l'un des premiers radicaux libres, utilisés pour étudier la relation structure-activité antioxydante des composés phénoliques (Nenadis et Tsimidou, 2002).

- **Principe**

L'activité anti-radicalaire de l'échantillon est déterminée par une méthode basée sur la réduction de radical diphénylpicryl-hydrazyl (DPPH), suite à un transfert d'hydrogène qui provient des différents antioxydants qui se trouve dans le milieu réactionnel. La réaction de réduction de DPPH provoque la diminution de l'intensité de la couleur violette qui est mesurée par un spectrophotomètre (Nenadis et Tsimidou, 2002).

La capacité des extraits à fixer les radicaux libres est mesurée selon la méthode de Jakobek *et al.* (2007) décrite ci-après:

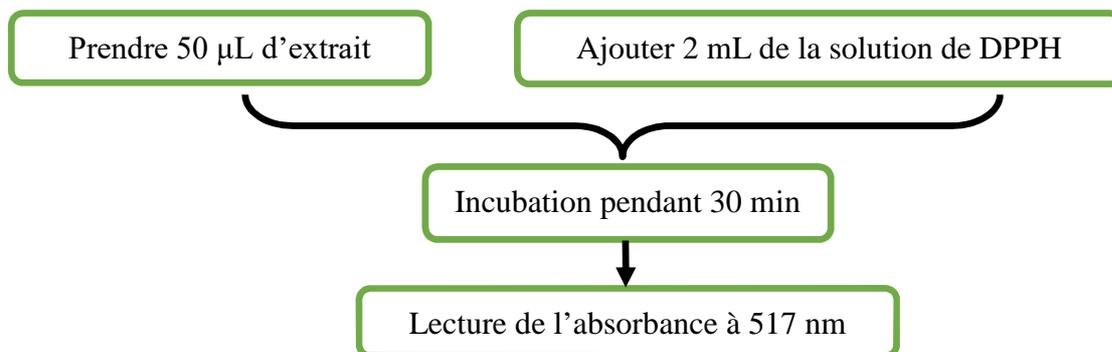


Figure 16: Protocole de la mesure de pouvoir anti-radicalaire (DPPH) (Jakobek *et al.*, 2007).

Les absorbances trouvées ont été converties en pourcentage d'inhibition du DPPH selon l'équation ci-après :

$$\% \text{ d'inhibition du DPPH} = (AC - AE / AC) \times 100$$

Où :

AC: Abs du contrôle

AE: Abs de l'échantillon.

✓ **Pouvoir réducteur**

- **Principe**

Le pouvoir réducteur est l'aptitude des antioxydants, présents dans les extraits, à réduire le fer ferrique (Fe_3^+) du complexe ferricyanure en fer ferreux (Fe_2^+). La forme réduite de ce

complexe donne une couleur verte où l'absorbance accrue du mélange indique une augmentation de la capacité réductrice (**Buyukokuroglu et al., 2001**).

Le pouvoir réducteur de l'extrait du jus lacté est évalué selon la méthode de **Rohman et al. (2010)** résumée dans la figure ci-dessous :

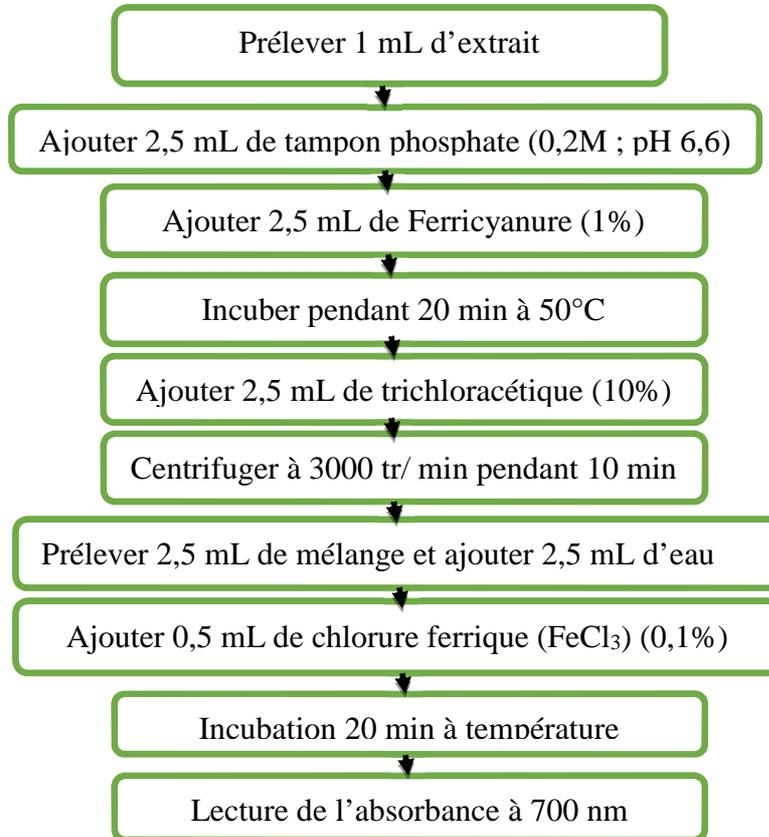


Figure 17: Etapes de mesure du pouvoir réducteur (**Rohman et al., 2010**).

III.3.2. Analyses microbiologiques

III.3.2.1. Détermination de la qualité hygiénique

➤ Recherche et dénombrement des coliformes totaux

Les coliformes sont des bacilles à Gram négatif, non sporulés, aérobies ou anaérobies facultatifs, leur recherche nous informe sur les conditions d'hygiène, de fabrication et témoignent d'une contamination fécale (**J.O.R.A., 1998**).

-Principe

Le milieu de culture contient un indicateur coloré dont sa couleur varie selon l'acidité. Les coliformes totaux produisent des substances acides et rentre en interaction avec l'indicateur coloré ce qui donne la coloration rose des colonies.

Il s'agit d'une culture en profondeur (Ensemencement en double couche sur gélose VRBL).

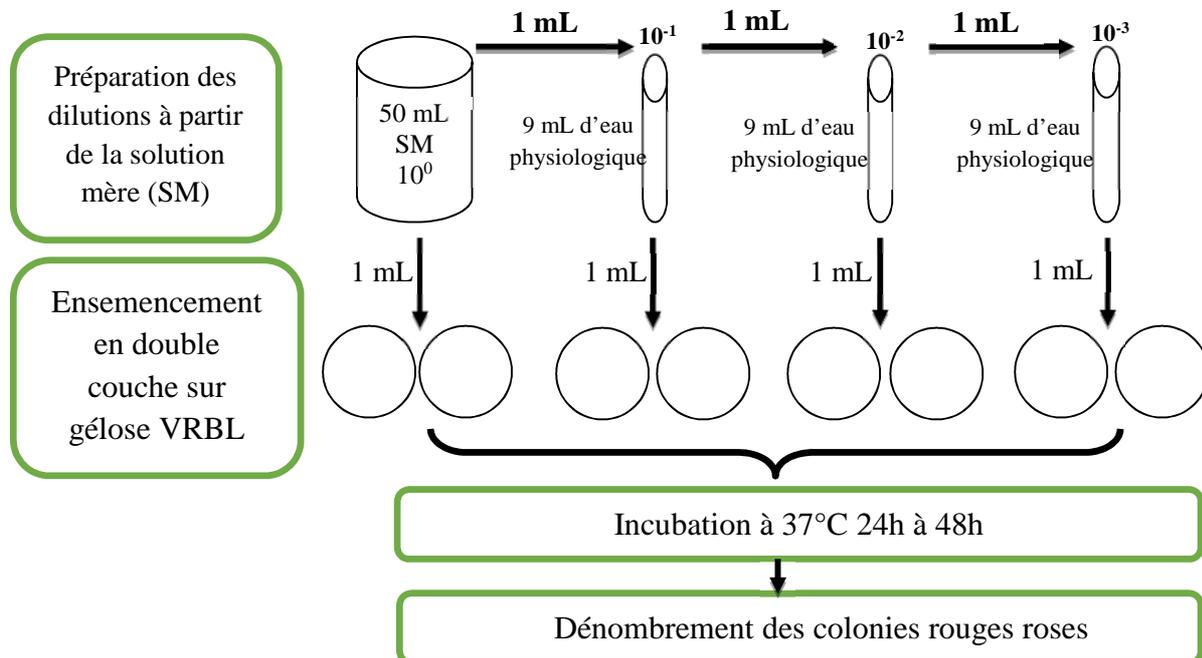


Figure 18: Etapes suivies pour la recherche et le dénombrement des coliformes totaux (ISO 4832 :2006).

➤ Recherche et dénombrement des *Clostridium* sulfito-réducteurs (C.S.R)

Les *Clostridium* sulfito-réducteurs sont des bacilles Gram positif, anaérobies strictes, sporulants. Ce sont des germes témoins d'une contamination peut être fécale et à l'origine d'accidents technologiques. La recherche vise à confirmer la présence de spores après destruction des formes végétatives par chauffage de la suspension mère dans un bain marie à 80°C/10min. Ces espèces sont responsables de toxi-infections alimentaires (J.O.R.A., 1998).

- Principe

Les clostridium sulfito-réducteurs ont la capacité de réduire les sulfites en sulfures par une réaction d'oxydoréduction.

Leur dénombrement se fait sur milieu viande foie (VF).

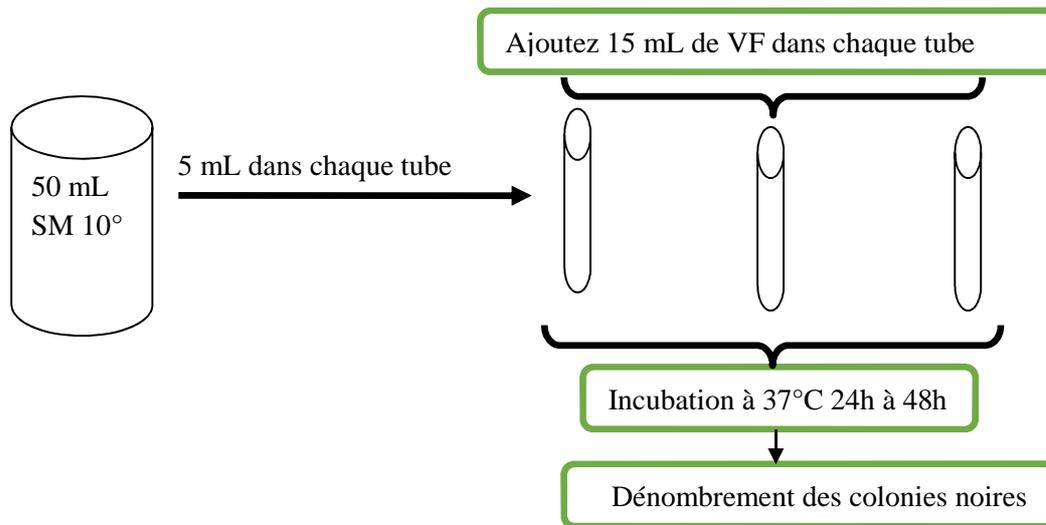


Figure 19: Etapes suivies pour la recherche et le dénombrement des C.S.R. (ISO 7937:1997).

➤ **Recherche et dénombrement des levures et des moisissures**

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

- **Principe**

Le dénombrement de la flore fongique a été effectué en masse sur gélose OGA, dans les conditions appropriées de développement de cette flore (25°C), qui se manifeste à la surface de milieu en formant des colonies (ISO 7954 :1987).

Les boîtes sont incubées à 25°C pendant 05 jours (voir la figure ci-après).

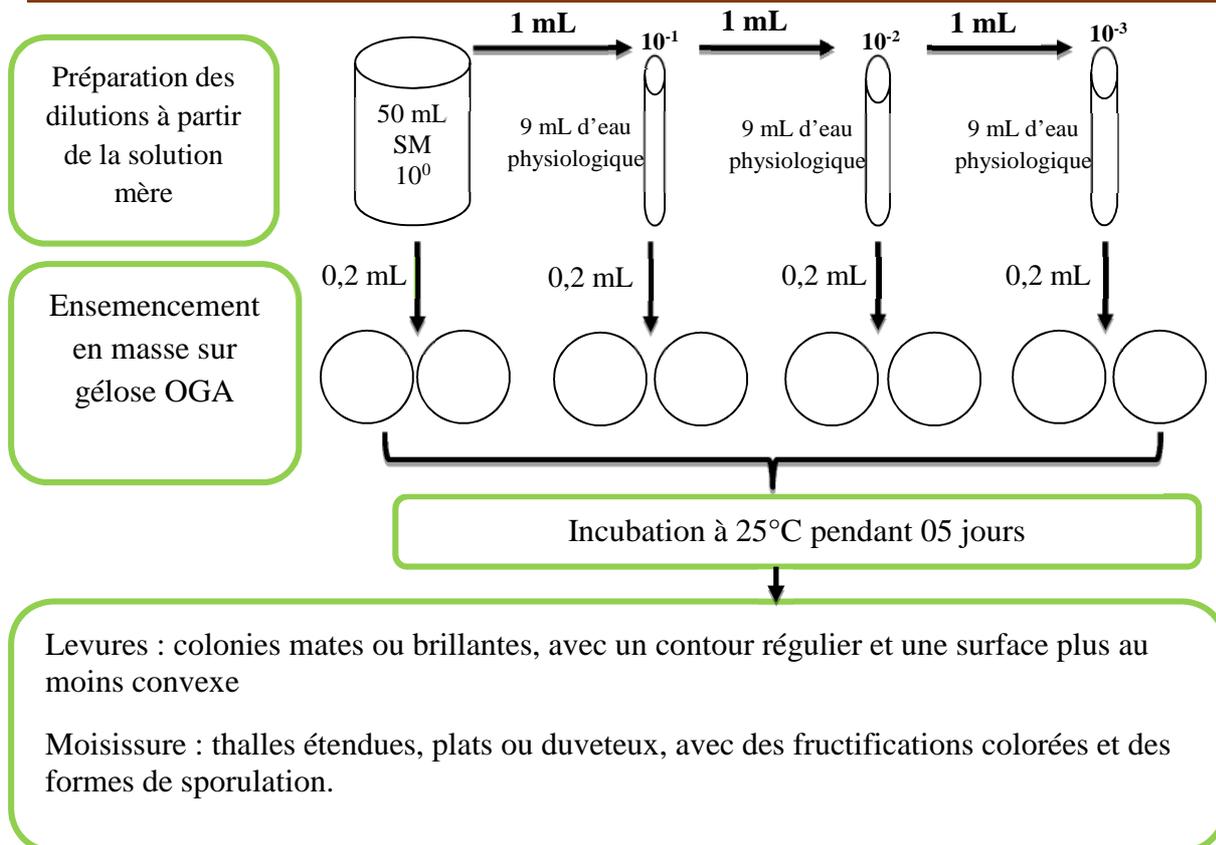


Figure 20: Etapes suivies pour la recherche et le dénombrement de levures et moisissures (ISO 7954 :1987).

III.3.2.2. Détermination de l'activité antibactérienne des jus lactés (enrichi et témoin)

Dans le but d'évaluer l'activité antimicrobienne des deux jus lactés (enrichi et témoin), La méthode de diffusion à partir des puits sur gélose a été utilisé au niveau de laboratoire Prévolaab de l'Elkseur (Bejaïa). A cet effet, cinq souches bactériennes ont été ramenées du laboratoire de microbiologie appliqué de l'université Abderrahmane Mira de Bejaïa à savoir: 1- *Staphylococcus aureus*, 2-*Klebsiella*, 3-*Escherichia coli*, 4-*Listeria*, 5-*Bacillus cereus*. L'activité antibactérienne des extraits a été déterminée à l'aide d'une règle mesurant le diamètre de la zone d'inhibition.

Pour cette analyse on a effectué les étapes suivantes :

- 1- Préparer des suspensions bactériennes dans le bouillon nutritif (BN) ;
- 2- Couler la gélose PCA et laisser refroidir ;
- 3- Crier des puits avec une pipette pasteur environ 4 puits pour chaque boîte ;
- 4- Ensemencer les boites solidifiées avec les souches bactériennes ;

- 5- Remplir trois puits avec le produit à tester et le quatrième avec un témoin antibiotique (Oxytétracycline) ;
- 6- Incuber à 37°C pendant 24H ;
- 7- Le résultat positif se présente par l'apparition des zones d'inhibition de plus de 1 cm de diamètre autour des disques.

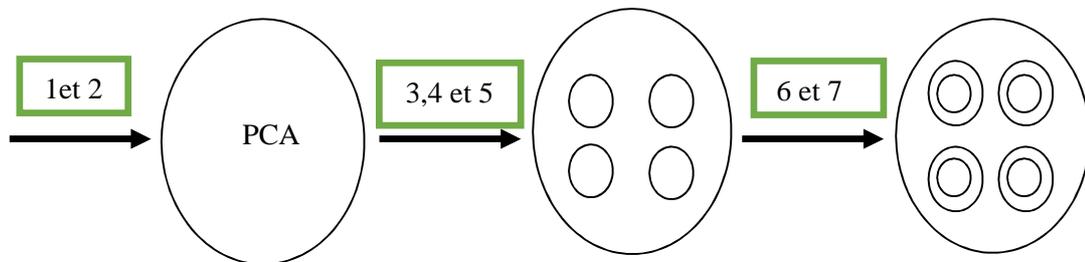


Figure 21: Etapes suivies pour la réalisation de l'activité antibactérienne.

III.3.3. Evaluation sensorielle

L'expression «évaluation sensorielle» doit être comprise comme l'examen d'un échantillon au moyen des sens et la réponse étant transmise sous forme d'un message déjà interprété par le sujet. Cette évaluation regroupe l'analyse sensorielle et l'analyse hédonique. Dans ce présent travail nous nous sommes intéressés à l'analyse hédonique, car notre but est de déterminer quelles sont les préférences des consommateurs naïfs aux deux jus lacté, qui leurs sont présentés lors de la dégustation.

L'évaluation hédonique de ces deux jus lacté (enrichi et témoin) est réalisée au laboratoire 3BS de l'université de Bejaïa, dans une salle propre et calme, avec un jury composé de 20 sujets. Deux échantillons codés A et B sont présentés. Il est demandé aux dégustateurs de les examiner et de les goûter successivement, puis répondre aux questions qui sont mentionnées dans le formulaire (Annexe II).

Chapitre II

RÉSULTATS ET DISCUSSION

IV.1. Optimisation des conditions d'enrichissement du jus lacté par la poudre de l'écorce du cantaloup

IV.1.1. Etude préliminaire

Les résultats de l'étude préliminaire, effets de l'amplitude et effet du temps sur les rendements en polyphénols totaux, flavonoïdes et caroténoïdes, sont présentés dans les figures 23 et 24 respectivement.

D'après les figures on constate que les rendements en polyphénols totaux, en flavonoïdes et en caroténoïdes augmentent avec l'augmentation de l'amplitude ou du temps. Après certaines valeurs (amplitude ou temps hautement élevée) leurs rendements commencent à se diminuer.

D'une part, l'augmentation des rendements de ces composés est dû à l'effet ultrasonore qui provoque la formation des microbulles de cavitations, dont leur nombre s'agrandit au cours du temps ou avec l'augmentation de l'amplitude. Ce phénomène facilite la rupture des parois cellulaires de l'écorce du cantaloup et accélère la diffusion de ces molécules dans le jus (**Tsiaka et al., 2015**). De l'autre part, la diminution des rendements, s'explique par l'augmentation excessive de la taille des bulles de cavitations (amplitude ou temps hautement grand) qui entraînent la réduction de l'effet des cavitations et de la diffusion possible des ondes ultrasoniques (**Xu et Pan, 2013**).

Nos résultats s'accordent bien avec celles trouvées par **Dahmoune et al. (2013)** dont il a signalé que l'augmentation de l'extraction des polyphénols totaux du citron par l'ultrason, augmente avec l'augmentation de l'amplitude ou du temps.

Ordenez-Santos et al. (2015) a également signalé que l'augmentation de l'extraction des caroténoïdes est influencée par l'augmentation de l'intensité ultrasonique pour les différents fruits.

Le meilleur rendement en polyphénols totaux, en flavonoïdes et en caroténoïdes est trouvé par des amplitudes de 60%, (40% - 80%), (40% - 60%) respectivement. 40% est donc fixé pour l'étape qui suit (effet du temps) et l'intervalle de (20- 40-60) est choisi pour le plan d'expériences. Concernant le temps, 20 min, 20 min et (10min - 15min) ont donné une meilleure libération en polyphénols totaux, en flavonoïdes et en caroténoïdes respectivement, cela nous a mené à choisir l'intervalle (15-20-25) pour le plan d'expériences.

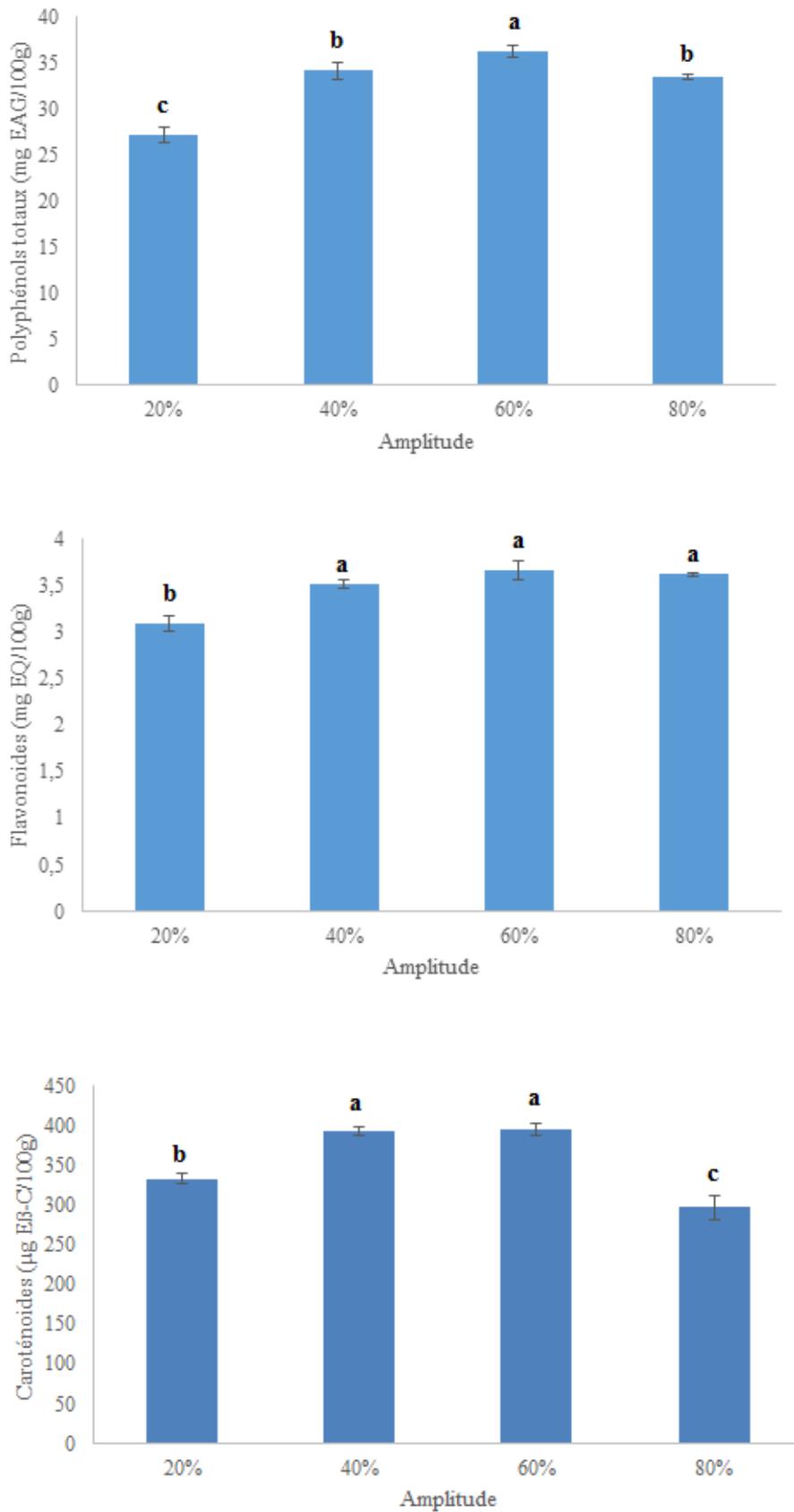


Figure 22: Variations des teneurs en polyphénols totaux; flavonoïdes et caroténoïdes sous l'effet de l'amplitude durant l'étude préliminaire. a>b> c> d, représentent la différence significative.

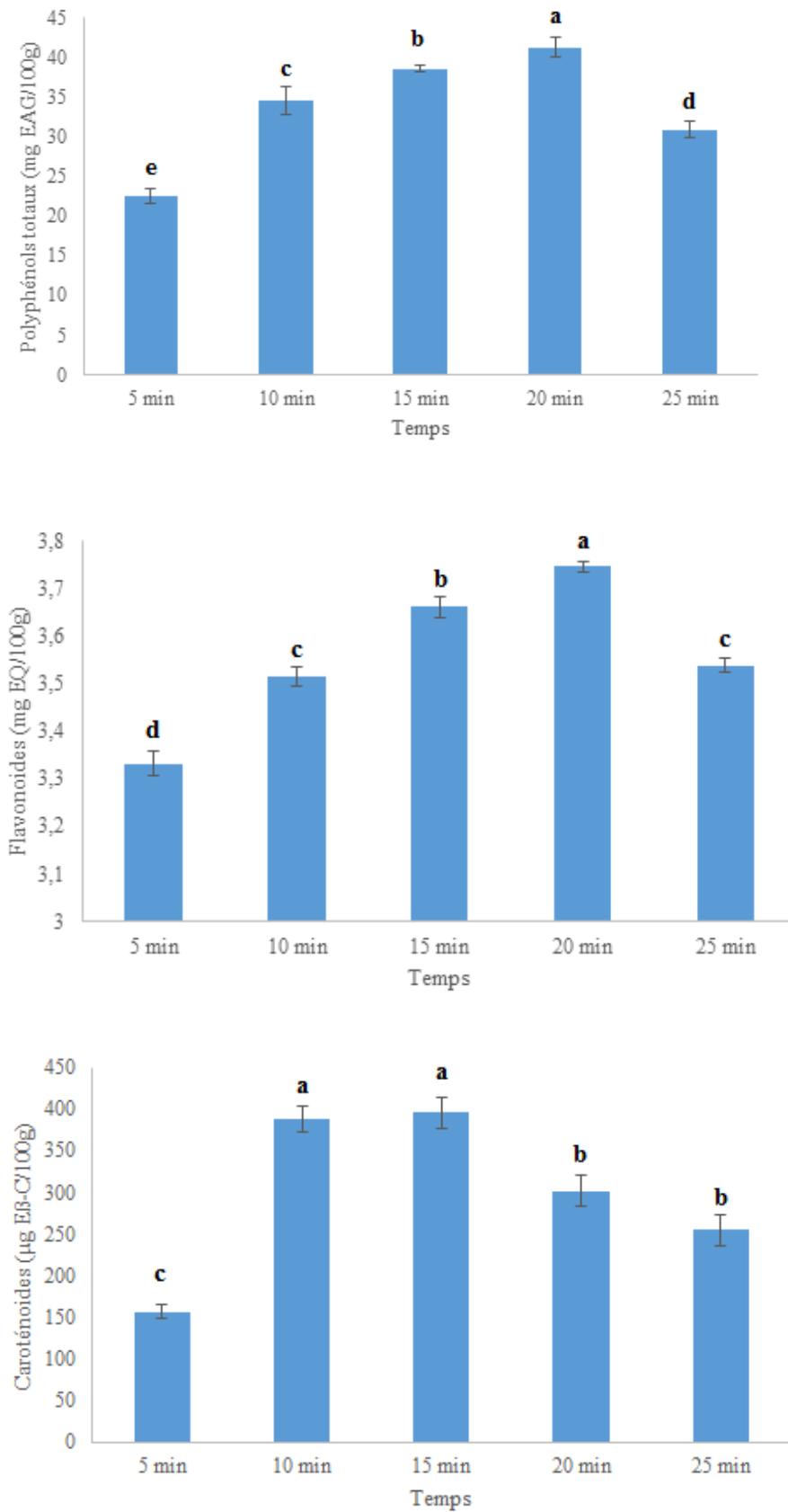


Figure 23: Variations des teneurs en polyphénols totaux; flavonoïdes et caroténoïdes sous l'effet du temps durant l'étude préliminaire. a>b> c> d, représentent la différence significative.

IV.1.2. Plan d'expériences par la méthodologie des surfaces de réponse

D'après les résultats de l'étude préliminaire, on a choisi les niveaux -1 0 et +1 selon le tableau ci-dessous:

Tableau IV: Variables indépendantes et les niveaux de facteurs influençant sur l'enrichissement du jus lacté.

Les variables indépendants	Niveaux des facteurs		
	-1	0	+1
Amplitude	20	40	60
Temps	15	20	25

Le tableau ci-après représente les rendements expérimental et prévues par le logiciel JMP de plan d'expérience qui contient 10 manipes avec deux répétition au point centre:

Tableau V: L'approche du CCD avec les réponses observées et les valeurs prédites de la teneur totale en polyphénols totaux, flavonoïdes et caroténoïdes.

Rang	X_1 - Amplitude (%)	X_2 - Temps d'extraction (min)	Rendement exprimé en mg EAG, mg EQ et μg E β -C/100g du jus lacté pour polyphénols totaux, flavonoïdes et caroténoïdes respectivement					
			Expérimental			Prédite		
			Polyphénol totaux	Flavonoïdes	Caroténoïdes	Polyphénols totaux	Flavonoïde s	Caroténoïdes
1	40	25	32,64±0,52	4,01 ± 0,01	424,60 ± 6,20	32,62	3,87	438,48
2	60	25	34,80±1,48	3,84±0,005	532,69 ±60.76	35,15	3,92	531,23
3	40	15	36,39 ± 1,8	3,83 ± 0,07	452,91 ± 16,12	35,77	3,84	417,41
4	40	20	31,12 ±0,46	3,80 ± 0,29	436,44 ± 28,52	31,52	3,83	430,27
5	40	20	31,28 ± 0,44	3,73 ± 0,23	402,47 ± 23,56	31,52	3,83	430,27
6	20	15	31,11 ± 1,08	3,28 ± 0,06	293,36 ± 16,74	32,08	3,26	305,63
7	20	25	35,19 ± 1,36	3,31 ± 0,03	381,82 ± 17,36	34,85	3,36	369,39
8	20	20	30,44 ± 2,08	3,31±0,001	339,68 ± 27,90	30,79	3,28	339,84
9	60	20	38,00 ± 2,54	3,99 ± 0,02	566,14 ± 65,10	37,00	3,91	544,36
10	60	15	43,56 ± 1,68	3,96 ± 0,06	529,60 ± 6,20	44,21	3,96	552,84

D'après la figure ci-après, on peut conclure qu'au niveau de confiance de 95%, le modèle proposé à montrer une bonne adéquation pour l'enrichissement du jus lacté par les polyphénols totaux, flavonoïdes et caroténoïdes de l'écorce du cantaloup, car la valeur du coefficient de détermination (R^2) est de 0,98, 0,94 et 0,95 pour ces composés respectivement, ce qui indique un accord important entre les valeurs observés et les valeurs prédites du modèle. Le coefficient de détermination ajusté (R^2 adj), qui montre le pourcentage de variation de réponse expliqué par les variables indépendantes qui affectent réellement la variable dépendante, a aussi vérifié l'adéquation du modèle, sa valeur étant de 0,96, 0,87 et 0,88 pour les polyphénols totaux, flavonoïdes et caroténoïdes respectivement. En outre, la signification du modèle a été confirmée

par une valeur $p < 0,05$ ($p = 0,0012$, $p = 0,0143$ et $p = 0,0112$ pour les polyphénols totaux, flavonoïdes et caroténoïdes, respectivement). Le non signifiante de manque de l'ajustement est aussi important dans l'adéquation du modèle un $p > 0,05$ a été constaté pour tous les composés étudiés (Dahmoune et al., 2013).

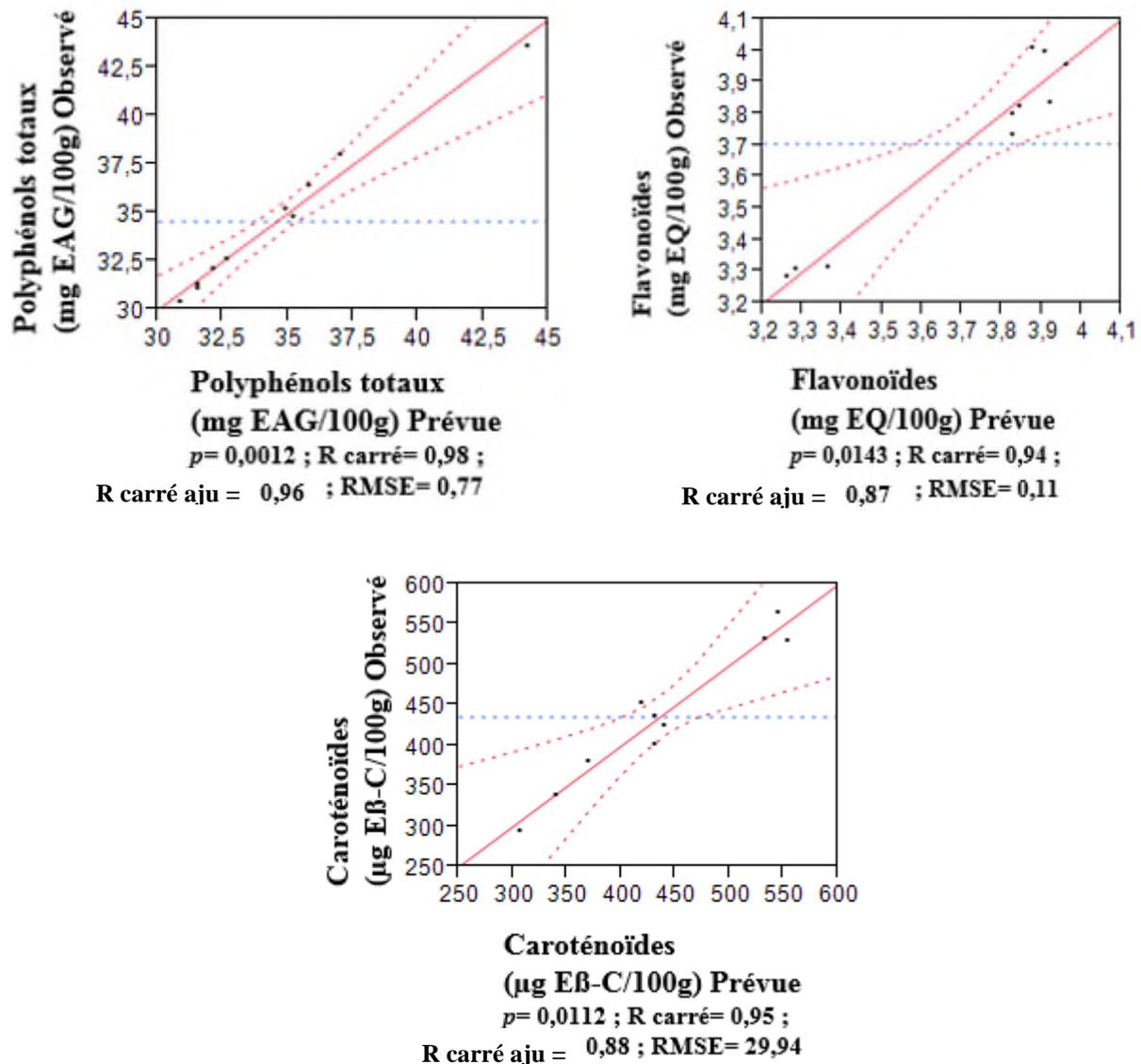


Figure 24: Variations des valeurs observées par rapport aux valeurs prévues du plan d'expériences pour les polyphénols totaux, les flavonoïdes, et les caroténoïdes.

➤ **Les facteurs influençant l'enrichissement du jus lacté par l'addition de la poudre de l'écorce de cantaloup**

Les données expérimentales ont été ajustées à une régression polynomiale et les modèles prédits adressés aux données pouvant être exprimées en termes de valeurs codées, en négligeant

les termes non significatifs ($p > 0,05$) (**Dahmoune et al., 2013**), dans l'équation. (2) (3) et (4) pour les polyphénols totaux, les flavonoïdes et les caroténoïdes.

$$Y_P = 31,52 + 3,10X_1 - 1,57X_2 - 2,96X_1X_2 + 2,38X_1^2 + 2,68X_2^2 \quad \text{Eq.2}$$

$$Y_F = 3,83 + 0,32X_1 - 0,23X_1^2 \quad \text{Eq.3}$$

$$Y_C = 430,27 + 102,26X_1 \quad \text{Eq.4}$$

Les équations (2) (3) et (4) décrivent la relation entre la réponse et les variables testées pour les composés phénoliques, les flavonoïdes et les caroténoïdes, respectivement. L'analyse de régression a montré que certains facteurs linéaires, facteurs d'interaction et les facteurs quadratiques ont un effet sur l'enrichissement de jus lacté. Les coefficients positifs et négatifs des facteurs montrent comment la réponse change à l'égard de ces variables (effet positif signifie que lorsque la valeur de facteur s'élève le rendement augmente et l'effet négatif signifie que lorsque la valeur de facteur augmente le rendement diminue). Sur la base des coefficients de régression, on peut voir dans l'équation (2) que tous les facteurs (temps, amplitude et leurs interactions) influencent sur le rendement en polyphénols totaux et que contrairement à l'effet linéaire de l'amplitude qui est positif et semble être le plus important (+3,10), l'effet linéaire du temps reste peu prononcé et négatif (-1,57). Tandis que dans l'équation (3) et (4) on remarque que seule l'amplitude qui affecte le rendement des flavonoïdes et des caroténoïdes respectivement, le temps et ses interactions n'ont aucun effet significatif, Sauf pour son effet quadratique sur le rendement en flavonoïdes qui est négatif et très peu prononcé.

En outre, les parcelles de surface de réponse peuvent être utilisées pour la visualisation 3D de l'effet d'interaction des deux facteurs sur la réponse (**Dahmoune et al., 2013**) (Voir la figure 26). Aussi ces surfaces confirment la signification des équations précédentes. Elle montrent que, contrairement à l'amplitude qui influence le rendement de tous les composés, dont il y a une augmentation dans le rendement qui est traduit par la variation de la couleur de bleu au rouge en passant par le vert sur l'axe de l'amplitude, le temps n'a pas aucun effet sur le rendement en flavonoïdes et en caroténoïdes (le rendement reste minimum et stable (couleur bleu) tout au long de l'axe du temps) tandis que son effet est peu prononcé pour les polyphénols (couleur vert sur l'axe du temps). La figure aussi indique que le meilleur rendement en polyphénols totaux (couleur rouge) est obtenu avec l'amplitude maximale et le temps minimal. Tandis que celle de des flavonoïdes et caroténoïdes ils sont obtenus avec l'amplitude maximale quel que soit la valeur du temps (elle n'a pas d'effet).

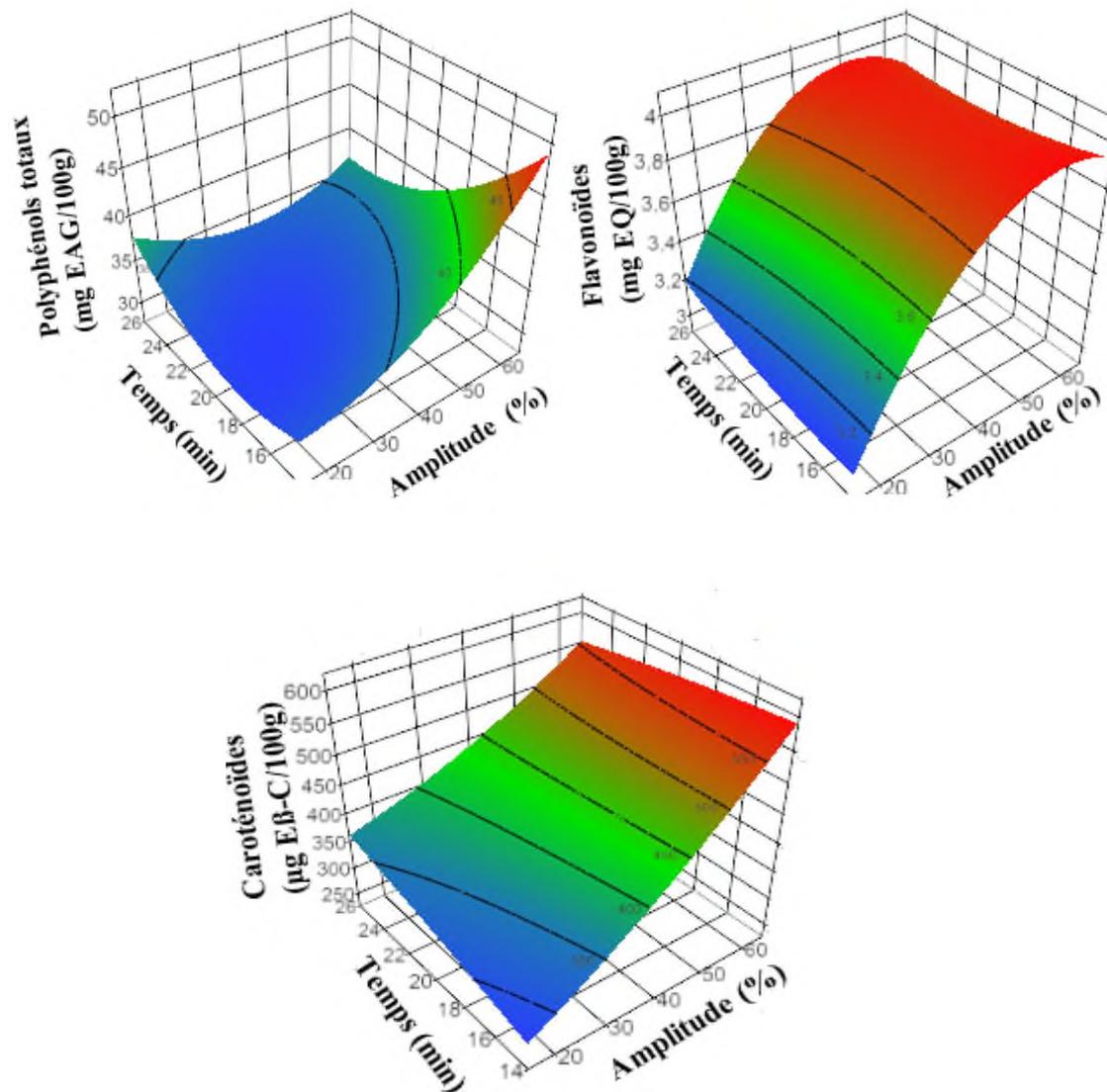


Figure 25: Parcelles de surface représentant l'effet d'interaction entre le temps et l'amplitude sur le rendement en polyphénols totaux, flavonoïdes et caroténoïdes dans le jus lacté.

IV.1.3. Conditions optimales et validation du modèle

La figure 27 montre les conditions optimales de l'enrichissement du jus lacté, par l'addition de la poudre de l'écorce du cantaloup et les valeurs prévues des rendements en polyphénols totaux, flavonoïdes et caroténoïdes. La précision et l'adéquation des équations du modèle pour la procédure de l'enrichissement peuvent être validées par la comparaison de ces derniers (valeur prévues) avec les valeurs expérimentales des différents rendements. Le modèle a montré que l'amplitude de 60% et le temps de 15 min sont les conditions optimales d'enrichissement pour tous les composés étudiés. Dans ces conditions, les rendements prévus en polyphénols totaux, flavonoïdes et caroténoïdes sont de $44,2 \pm 1,92$ mg EAG/100g, $3,96 \pm$

0,27 mg EQ/100g et $552,83 \pm 74,23 \mu\text{g E}\beta\text{-C}/100\text{g}$, respectivement. Tandis que les rendements expérimentaux obtenus ont été de $43,56 \pm 1,61 \text{ mg EAG}/100\text{g}$, $3,95 \pm 0,06 \text{ mg EQ}/100\text{g}$ et $529,48 \pm 20,4 \mu\text{g E}\beta\text{-C}/100\text{g}$, respectivement. Aucune différence significative n'a été observée entre les réponses théoriques et expérimentales. Les résultats obtenus par l'optimisation ont vérifié que le modèle est valide et adéquats pour l'enrichissement de jus lactés en polyphénols totaux, flavonoïdes et caroténoïdes.

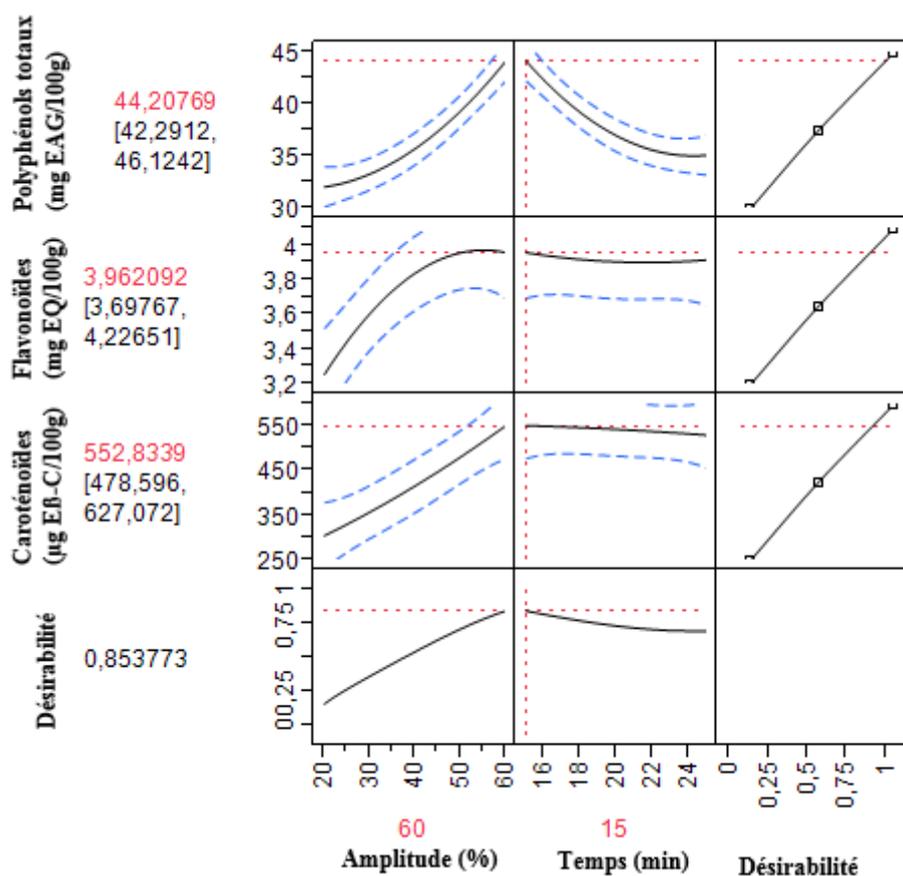


Figure 26: Conditions optimales de l'enrichissement du jus lacté et les rendements prévus en polyphénols totaux, flavonoïdes, et caroténoïdes.

IV.2. Evaluation de la qualité des jus lacté enrichi et non enrichi (Etude comparative)

IV.2.1. Analyses physicochimiques

Les résultats de l'analyse physicochimique des deux jus lactés (enrichi et témoin) sont présentés dans le tableau ci-après:

Tableau VI: Résultats de la comparaison de l'analyse physico-chimique des deux jus lactés

Paramètres physico-chimiques	Jus lacté non enrichi	Jus lacté enrichi
Taux d'humidité (%)	85,66 ± 0,58 ^a	83,66 ± 0,58 ^b
pH	4,44 ± 0,01 ^b	4,73 ± 0,01 ^a
Acidité (g/100 mL)	39,88 ± 0,74 ^a	34,88 ± 0,45 ^b
Degré Brix (°D)	13,27 ± 0,06 ^b	15,9 ± 0,00 ^a
Protéines (g/l)	3,09 ± 0,57 ^a	4,11 ± 0,80 ^a

a>b, représente la différence significative

➤ Teneur en eau

La teneur en eau du jus lacté témoin (85,66 ± 0,58 %) est conforme aux normes internes de l'entreprise de Soummam. Ainsi, elle s'accorde avec celle de **Ciquel (2013)** en ce qui concernant les jus de fruits (85,4 à 96,4 %). Tandis que le jus lacté enrichi, sa teneur en eau (83,66 ± 0,58%) est inférieure à celle du jus témoin. Cette diminution de la teneur en eau est expliquée par la capacité d'absorption de la poudre de l'écorce du cantaloup séchée qui est du à la présence des fibres (**Al-Sayed et al., 2013**).

➤ pH

Le pH du jus lacté non enrichi (4,44 ± 0,01) est conforme aux normes internes de l'entreprise de Soummam, s'accorde avec les résultats obtenus par **Nishiyama (1978)** concernant le jus lactés à base de pomme (3,6 - 4,5) et il est inférieur aux résultats obtenus par **Zulueta (2007)** sur les différentes jus lactés (2,96 - 4,11), ceci peut être dû à la différence entre le procédé de fabrication et la composition des jus.

Le pH du jus lactée enrichi (4,73 ± 0,01) est plus important à celui du jus témoin, ceci peut être expliqué par l'addition de la poudre de l'écorce du cantaloup qui est un aliment alcalin (pH=6,5) selon **Ukuku and Fett (2004)** et (5,55 – 5,76) selon **Artés et al. (1992)**.

➤ Acidité titrable.

L'acidité titrable pour le jus lacté non enrichi (0,39 ± 0,01 g/100 mL) est conforme à la norme interne recommandée par l'entreprise du Soummam. Ainsi, elle rentre dans l'intervalle trouvé par (**Cruz et al., 2009**) sur le jus lacté à base d'acérola (0,36 à 0,44 g/100 mL), tandis que celle

du jus lacté enrichi qui est de $0,34 \pm 0,01$ g/100 mL est moins importante. Cette différence peut être dû à l'ajout de la poudre de l'écorce de cantaloup qui a une acidité faible ($0,054 - 0,14$ g/100 mL) selon **Artés et al., (1992)** et à l'augmentation de °Brix (voir la section prochaine) qui a adouci le milieu.

➤ **Degré Brix ou l'extrait sec soluble**

L'extrait sec soluble du jus lacté non enrichi ($13,27 \pm 0,06$ °D) est conforme aux normes internes de Soummam et il est en accord avec les résultats obtenus par **Zulueta (2007)** sur les jus lactés ($12,67 - 14,43$ °D). Le °Brix de jus lacté enrichi ($15,9 \pm 0$ °D) est supérieur à celle de jus témoin, ce qui est dû à la libération des glucides (saccharoses) du cantaloup ($29,3$ °D) dans le jus (**Corzo et Gomez, 2004**).

➤ **Teneur en protéines**

Les teneurs en protéines du jus lacté non enrichi ($3,09 \pm 0,57$ g/l) et enrichi ($4,11 \pm 0,80$ g/l) sont conformes aux normes internes de l'entreprise du Soummam et elles s'accordent bien aux résultats trouvés par **Sass et Rimmler (2002)** pour les jus lactées ($0,1$ à 10 g/l) ainsi qu'aux résultats trouvés par **Cruz et al. (2009)** concernant les jus lactés à base d'acérola ($3,4 - 5,2$ g/l). La légère augmentation en protéines observée pour le jus lacté enrichi est due à la libération des protéines qui se trouvent dans la poudre de l'écorce de cantaloup ($9,07$ %) (**Vouldoukis et al., 2004 ; Al-Sayed et al., 2013**).

➤ **Teneur en antioxydants**

Les résultats des teneurs en polyphénols totaux, flavonoïdes, caroténoïdes et en acide ascorbique des deux jus lactés sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau VII: Résultats de comparaison des teneurs en antioxydants des deux jus lactés étudiés

Antioxydants	Jus lacté non enrichi	Jus lacté enrichi
Polyphénol totaux (mg/100g)	$12,19 \pm 0,39^b$	$43,56 \pm 1,61^a$
Flavonoïdes (mg/100g)	$0,37 \pm 0,05^b$	$3,95 \pm 0,06^a$
Caroténoïdes (μ g/100g)	$122,14 \pm 13,56^b$	$529,48 \pm 20,4^a$
Vitamine C (mg/100 mL)	$5,02 \pm 0,1^b$	$6,19 \pm 0,22^a$

a>b, représente la différence significative

- Polyphénols totaux

La teneur en polyphénols totaux contenus dans le jus lacté non enrichi ($12,18 \pm 0,39$ mg EAG/100 g de jus) est inférieure à celle obtenue par **Zulueta (2007)** pour les jus lactés ($26,5-99,8$ mg EAG/100 mL) ainsi, qu'à celle trouvée par **Barba et al. (2012)** qui est de $68,59-90,50$ mg EAG/100g concernant le jus lacté d'orange. Cette différence est probablement due aux variations de la composition des jus, de procédé de fabrication ainsi que des méthodes d'extraction et des dosages.

Concernant le jus lacté enrichi, sa teneur en polyphénols ($43,56 \pm 1,61$ mg EAG/100 g de jus) est environ trois fois plus la teneur en polyphénols du jus lacté témoin. Cette teneur s'accorde bien avec le résultat de **Zulueta (2007)** cité précédemment et elle s'explique par la libération dans le jus lacté sous l'effet des ultrasons, des composés phénoliques de l'écorce de cantaloup ($4,70 \pm 0,23$ mg EAG/g d'extrait de l'écorce de cantaloup) **Ismail et al. (2010)**.

- Flavonoïdes

La teneur en flavonoïdes présentés dans le jus lacté non enrichi ($0,37 \pm 0,05$ mg EQ/100g) rentre dans l'intervalle obtenu par **Hertog et al. (1993)** qui est de $0,34$ à $1,3$ mg /100g pour les différents jus de fruits. Le jus lacté enrichi, sa teneur en flavonoïdes ($3,95 \pm 0,06$ mg/100g) est plus importante que celle du jus témoin, ceci est dû à la libération dans le jus sous l'effet de l'ultrason, des flavonoïdes de l'écorce du cantaloup: 9 à 11 $\mu\text{g/g}$ de l'écorce de melon (**Tadmor et al., 2010**), $95,46$ mg/100g de l'extrait de l'écorce du melon (**Mallek-Ayadi et al., 2017**) et $69,7 \pm 3,37$ $\mu\text{g/g}$ de l'extrait de *Cucumis melo* L. (**Ismail et al., 2010**).

- Caroténoïdes

La teneur en caroténoïdes contenue dans le jus lacté non enrichi ($122,14 \pm 13,56$ $\mu\text{g EB-C/100}$ g de jus) est supérieure à celle obtenue par **Barbara et al. (2012)** pour les jus lactés à base d'orange ($42-98$ $\mu\text{g/100g}$) et elle est inférieure aux résultats trouvés par **Rodríguez-Roque et al. (2014)** pour les jus lactés (421 ± 12 $\mu\text{g/100g}$) et par **Zulueta (2007)** concernant le jus lacté à base d'orange et de mangue ($214,78 \pm 50,48$ $\mu\text{g/100g}$). Cette différence est probablement dû à aux variations de la composition des jus, de procédé de fabrication ainsi que des méthodes d'extraction et de dosage. Concernant le jus lacté enrichi, sa teneur en caroténoïdes ($529,48 \pm 20,4$ $\mu\text{g EB-C/100}$ g de jus) est presque quatre fois plus grande que la teneur des caroténoïdes du témoin. Cette augmentation s'explique par la libération dans le jus lacté sous l'effet de l'ultrason,

des caroténoïdes de l'écorce de cantaloup. **Aflaki (2002)** a trouvé une teneur en caroténoïdes importante pour la poudre de l'écorce de cantaloup (0,33 mg /g).

- Vitamine C ou acide ascorbiques

La teneur en vitamine C contenue dans le jus lacté non enrichi ($5,02 \pm 0,1$ mg/100 mL) est inférieure à celle obtenue par **Zulueta (2007)** qui est de 9,32 à 41,6 mg/100 mL pour les jus lactés. Cette différence est peut-être due aux variations de la composition des jus, de procédé de fabrication, des méthodes d'extraction et des dosages. Pour le jus lacté enrichi, sa teneur en vitamine C ($6,19 \pm 0,22$ mg /100mL) est plus importante que celle du jus témoin, ceci est dû à la libération dans le jus sous l'effet de l'ultrason, de contenus ascorbique de la poudre du cantaloup environ 47 mg /100 mL (**Silveira et al., 2015**) et 50 ± 52 mg/100 mL (**Vouldoukis et al., 2004**).

➤ Activités antioxydantes

Les résultats des activités antioxydantes (DPPH et pouvoir réducteur) sont présentés dans le tableau qui suit:

Tableau VIII: Résultats de la comparaison des activités antioxydantes des deux jus lactés étudiés

Activité antioxydante	Jus lacté non enrichi	Jus lacté enrichi
DPPH (%)	$33,25 \pm 1,54^b$	$51,97 \pm 2,99^a$
Pouvoir réducteur (Abs)	$0,37 \pm 0,03^b$	$0,61 \pm 0,02^a$

a>b, représente la différence significative

- Pouvoir anti-radicalaire du DPPH

L'activité anti-radicalaire (DPPH) du jus lacté non enrichi qui est estimée de $33,25 \pm 1,54\%$ s'accorde bien avec le résultat obtenu par **Floegel et al. (2011)** sur les déférents jus de fruits ($16,7 \pm 0,1$ à $67,2 \pm 1,7\%$) mais elle est inférieure au résultat trouvé par **Rodríguez-Roque et al. (2014)** sur les jus lactés ($69,5 \pm 2,1\%$) et elle est inférieure à celle du jus lacté enrichi ($51,97 \pm 2,99\%$). Cette dernière s'explique par le pouvoir anti-radicalaire du cantaloup ($46,1 \pm 5,1\%$) qui est ajouté pour le jus (**Floegel et al., 2011**).

- Pouvoir réducteur

L'absorbance du jus lacté enrichi ($0,61 \pm 0,02$) est supérieure à celle du jus lacté non enrichi ($0,37 \pm 0,03$) ceci signifie que le jus lacté enrichi possède un pouvoir réducteur plus important

que celui du jus témoin. Ceci s'explique par la capacité de *Cucumis melo* à réduire le fer ferrique en fer ferreux, selon **Aklima et al. (2014)** le pouvoir réducteur de *Cucumis melo* est estimé en termes d'absorbance de $0,698 \pm 0,01$ à une concentration de 0,4 mg/mL.

IV.2.2. Analyse microbiologique

IV.2.2.1. Détermination de la qualité hygiénique

Les résultats obtenus dans l'analyse de la détermination de la qualité hygiénique du jus lacté enrichi sont illustrés dans le tableau IX.

Tableau IX: Résultats des analyses microbiologiques (qualité hygiénique) du jus lacté enrichi

Les germes recherchés	Jus lacté enrichi	Normes J.O.R.A. (1998)
Coliformes totaux	Absence	Absence
<i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs	Absence	Absence
Levures	10	<20
Moisissures	Absence	10

Ces résultats se réfèrent aux normes du journal officiel de la république Algérienne du 27/05/1998.

Les résultats concernant les coliformes totaux, les *Clostridium* sulfito-réducteurs, les levures et les moisissures montrent clairement leur parfaite conformité aux normes du journal officiel de la république algérienne du 27/05/1998.

IV.2.2.2. Détermination de l'activité antibactérienne des jus lactés (enrichi et témoin)

Les résultats de l'activité antibactérienne des jus lactés (enrichi et témoin) sont illustrés dans le tableau X. D'après ce dernier on a trouvé que les deux jus lactés ne présentent aucune activité antimicrobienne avec les souches: *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella*, *Escherichia coli* et *Listeria* (absence de zones d'inhibition). Par contre, une activité antibactérienne a été constatée pour la souche *Bacillus cereus*, dont cette activité est attribuée pour le jus témoin (même diamètre pour les deux zones d'inhibition pour les deux jus lactés ($19 \pm 0,1$ mm)). Ce Résultat, est en accord avec le résultat de l'étude de **Kuete et al. (2004)** qui a constaté une activité antibactérienne pour le jus de Cédratier contre *Bacillus cereus* dont la zone d'inhibition trouvée est de 16 mm. Cette activité peut être à l'origine de la grande sensibilité de *Bacillus cereus* pour les composés phénoliques présents dans le jus témoin. En effet ces derniers tels que, les acides phénoliques et les flavonoïdes sont connus pour leur capacité de cibler les enveloppes des microorganismes, grâce à leur groupement hydroxyle libres et permettent une bonne solubilisation de leur contenu dans le milieu (**Kuete et al., 2004**).

Tableau X: Résultat de la comparaison de l'activité antibactérienne des deux jus lactés (le diamètre de la zone d'inhibition est exprimé en mm).

Les germes utilisés	Jus lacté non enrichi	Jus lacté enrichi
<i>Staphylococcus aureus</i>		
<i>Klebsiella</i>		
<i>Escherichia coli</i>	Absence	Absence
<i>Listeria</i>		
<i>Bacillus cereus</i>	19 ± 0,1	

IV.2.3. Analyses sensorielle

Les résultats du test de dégustation pour l'analyse hédonique des deux jus lactés (enrichi et jus témoin) pour les différents caractères ; odeur, goût, couleur et texture sont représentés dans la figures ci-dessous:

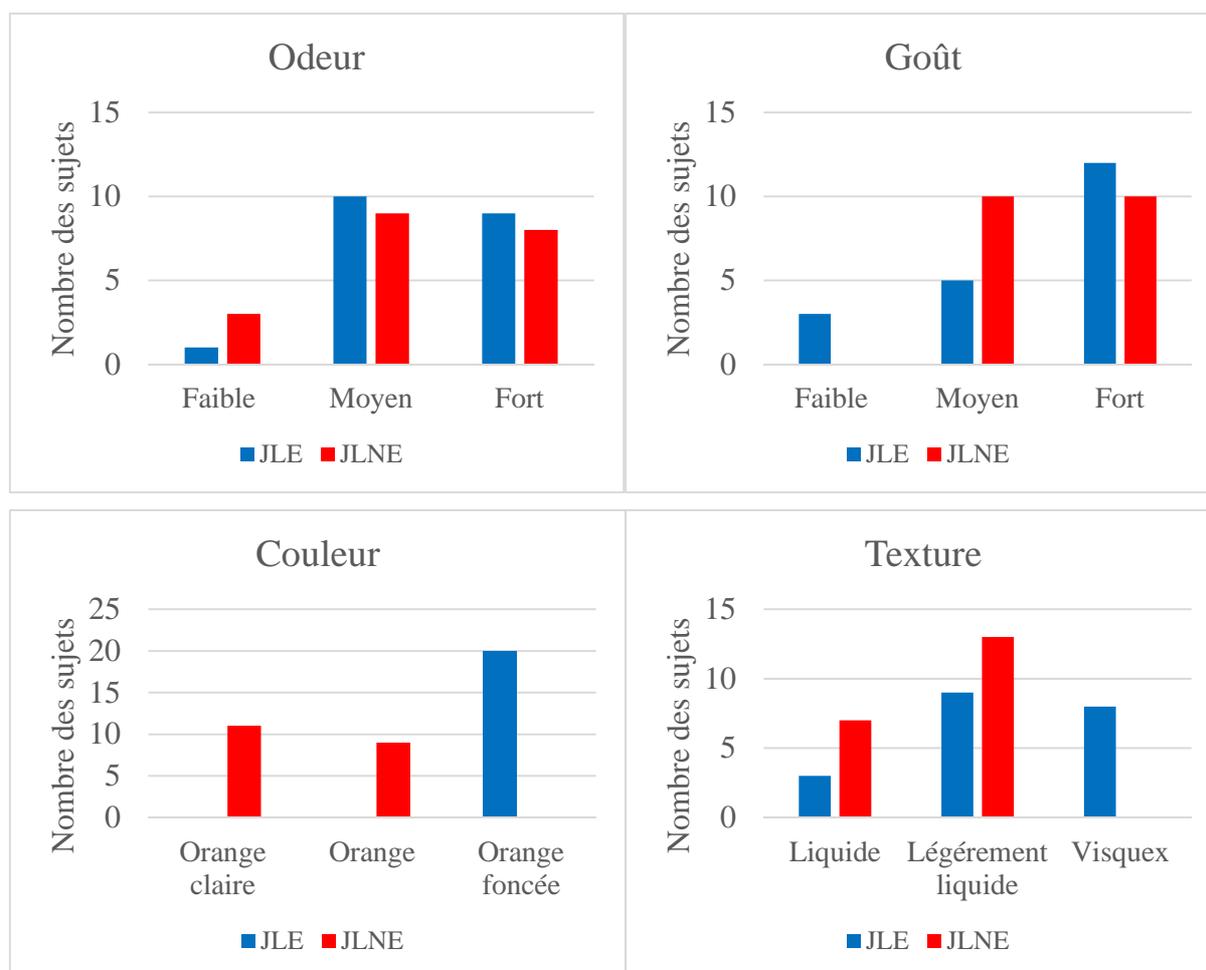


Figure 27: Résultats de la perception de l'odeur, du goût, de la couleur et de la texture des deux jus lactés : JLE (Jus Lacté Enrichi), JLNE (Jus Lacté Non Enrichi) par les sujets.

- L'odeur des deux jus lactés est sentie comme étant moyenne pour les deux jus mais un peu plus ressentie pour le jus lacté enrichi.
- L'intensité du goût pour le jus lacté non enrichi est estimée dans des proportions égales entre moyenne et forte (10 – 10 sujets). Par contre, celle du jus lacté enrichi est perçue comme étant plus forte (12 sujets).
- La couleur notée est orange foncé pour le jus lacté enrichi et elle s'est divisée entre orange claire (11 sujets) et orange (9 sujets) pour le jus lacté non enrichi.
- La texture des deux jus lactés est perçue comme étant légèrement liquide mais un peu plus estimé pour le jus lacté non enrichi.

Les résultats de l'analyse hédonique montrent que à part la couleur qui est jugée plus foncé (peut être dû à la libération des caroténoïdes (jaune-rouge) et/ou des flavonoïdes (jaune) de la poudre du cantaloup dans le jus) pour le jus enrichi par rapport au jus non enrichi, l'estimation de tous les autres caractères semble être la même pour les deux jus lactés.

Dans l'analyse des données de la préférence, deux histogrammes ont été tracés pour caractériser la préférence des sujets et leur préférence selon l'âge (Voir la figure 29).

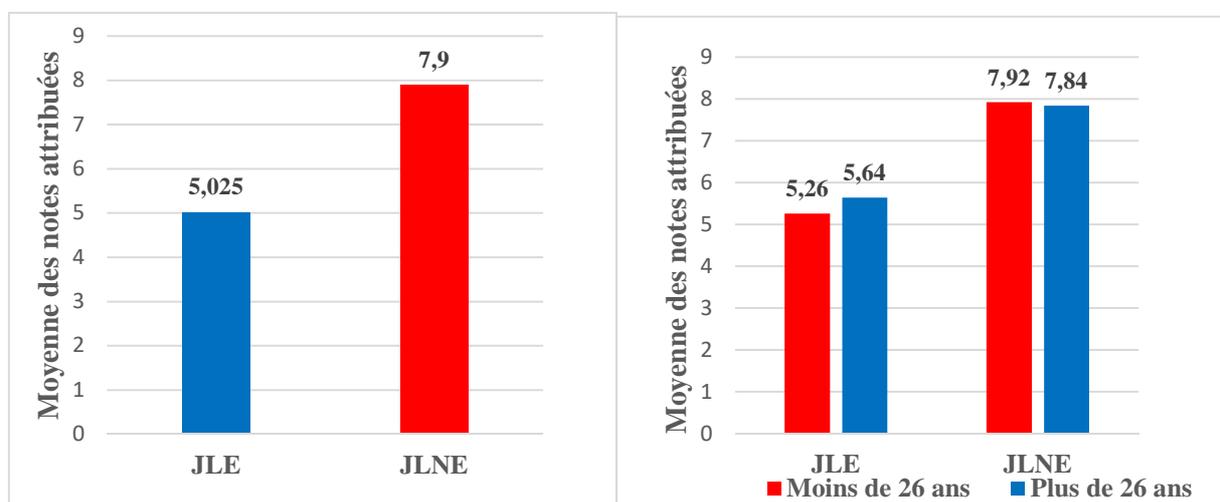


Figure 28: Résultats de la préférence des sujets pour les deux jus lactés : JLE (Jus Lacté Enrichi), JLNE (Jus Lacté Non Enrichi) et leur préférence selon l'âge.

L'analyse de la figure a fait ressortir que la moyenne générale donnée par les sujets (7,9/9 et 5,025/9 pour le jus lacté non enrichi et le jus lacté enrichi respectivement) sont au-dessus de la moyenne mais qui est un peu plus élevée pour le jus lacté non enrichi.

En ce qui concerne les notes attribuées, des notes plus élevées ont été observées avec les sujets âgés de plus de 26 ans aussi bien pour le jus enrichi et le jus non enrichi qui sont de l'ordre de 5.64 et 7.84 respectivement. Ce résultat s'explique par la différence de perception qui est influencée par l'âge.

CONCLUSION

Conclusion

À la lumière des résultats de l'étude précédant sur l'optimisation des conditions d'enrichissement du jus lacté par la poudre de l'écorce de cantaloup on peut conclure qu'un meilleur enrichissement est obtenu avec une amplitude de 60 % et un temps de 15 min. Sous ces conditions, les rendements en polyphénols totaux, flavonoïdes et caroténoïdes sont de $(43,56 \pm 1,61 \text{ mg EAG}/100\text{g})$, $(3,95 \pm 0,06 \text{ mg EQ}/100 \text{ g})$ et $(529,48 \pm 20,4 \mu\text{g E}\beta\text{-C}/100\text{g})$, respectivement.

Le modèle basé sur le CCD est significatif ($p < 0,05$), et les valeurs réelles sont proches de celles prédites avec, R^2 et R^2 ajusté proche de 1, ainsi que le manque d'ajustement est non significatif, pour tous les composés. Ces paramètres suggèrent que le modèle pourrait bien fonctionner pour cet enrichissement.

Le facteur qui influence le plus sur l'enrichissement de jus lacté étudié est l'amplitude dont il influence sur l'extraction de tous les composés tandis que le temps et ses interactions semblent n'ont aucun effet.

La comparaison entre le jus lacté enrichi obtenu sous les conditions optimales et le jus lacté non enrichi ou témoin à savoir, les analyses physico-chimiques, microbiologique et sensorielle ont révélé la dominance de jus lacté enrichi.

Ce qui concerne les analyses physico-chimiques le jus lacté enrichi indique par rapport au jus témoin, un taux d'humidité faible ($83,66 \pm 0,58\%$), une augmentation du pH ($4,73 \pm 0,01$) et par conséquent une diminution de l'acidité titrable jusqu'à $0,34 \pm 0,05 \text{ g}/100 \text{ mL}$. Le jus lacté est aussi enrichi en matière sec soluble ($15,9 \text{ }^\circ\text{D}$) et en protéine ($4,11 \pm 0,8 \text{ g}/\text{l}$). Le profile en antioxydants naturelles dans ce jus lacté enrichi est aussi augmenté de l'ordre de 3 à 4 fois plus important, tel que les composés phénoliques ($43,56 \pm 1,61 \text{ mg EAG}/100\text{g}$), les flavonoïdes ($3,95 \pm 0,06 \text{ mg EQ}/100 \text{ g}$) et les caroténoïdes ($529,48 \pm 20,4 \mu\text{g E}\beta\text{-C}/100\text{g}$) ainsi l'acide ascorbique ($6,19 \pm 0,22 \text{ mg}/100 \text{ mL}$). L'évaluation de l'activité antioxydante a révélé la capacité du ce jus lacté à piéger le radical du DPPH ($51,97 \pm 2,99 \%$) et à réduire le fer.

Les résultats de l'analyse microbiologique en ce qui concerne la qualité hygiénique montrent clairement la parfaite conformité du jus lacté enrichi aux normes, ce qui offre à ce jus une meilleure stabilité et une bonne qualité hygiénique. Aucune activité antibactérienne n'a été constatée pour le jus lacté enrichi.

Le test de l'analyse hédonique réalisé en vue de déceler les propriétés organoleptiques des deux jus lactés a montré l'appréciation des dégustateurs dont la moyenne des notes donnée est en dessus de la moyenne.

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques



Aflaki N. (2012). Optimization of carotenoid extraction in peel and flesh of cantaloupe (*Cucumis melo* L.), with ethanol solvent. Université Laval (Québec), pp:152.

Aklima J., Mojumder S. et Sikdar D. (2014). Total phenolic content, reducing power, antioxidative and anti-amylase activities of five Bangladeshi fruits. *International Food Research Journal*. 21, pp: 119-124.

Alais C., Linden G. et Micolo L. (2008). Biochimie alimentaire. 6^{ème} Ed. Dunod, Paris, pp: 107-172.

AL-Sayed A. et Abdelrahman R.A. (2013). Utilization of watermelon rinds and sharlyn melon peels as a natural source of dietary fiber and antioxidants in cake. *Annals of Agricultural Science*. 58, pp: 83-95.

Amarowicz R., Pegg R.B., Rahimi-Moghaddam P., Barl B. et Weil J.A. (2004). Free radical scavenging capacity and antioxidant activity of selected plant species from the Canadian prairies. *Food Chemistry*. 84, pp : 551–562.

Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P. et Simpson R. (2002). Composition, propriétés physico-chimiques, valeur nutritive, qualité technologique et technique d'analyse du lait .In Science et Technologie du lait .Transformation du lait. Ed. Ecole polytechnique de Montréal, pp : 1-6.

Anese M., Manzocco L., Nicoli M.C. et Lericci C.R. (1999). Antioxidant properties of tomato juice as affected by heating. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 79, pp: 750-754.

Anonyme1https://www.google.com/search?site=&tbm=isch&source=hp&biw=1366&bih=662&q=les+fleurs+du+melon+&oq=les+fleurs+du+melon+&gs_l=img.12...3533.20558.0.22260.31.26.5.0.0.302.2569.8j13j1j1.23.0...0...1.1.64.img..3.26.2299...0j0i24k1.99bw1Ak2fT4

Anonyme2https://www.google.com/search?site=&tbm=isch&source=hp&biw=1366&bih=662&q=variet%C3%A9+du+melon+&oq=variet%C3%A9+du+melon+&gs_l=img.12...3241.36420.0.37872.33.31.2.0.0.0.679.5482.7j8j4j6j0j1.26.0...0...1.1.64.img..6.16.3637...0j0i30k1j0i10i24k1j0i10k1j0i10i30k1j0i8i7i30k1j0i7i30k1j0i5i30k1j0i24k1.Rvwqu3IkusY#imgcr=Gdyuh2TbLc__TM:

Références bibliographiques

Anonyme3. https://www.google.com/search?site=&tbm=isch&source=hp&biw=1366&bih=662&q=Jus+lact%C3%A9+soummam&oq=Jus+lact%C3%A9+soummam&gs_l=img.12...20774.54297.0.55753.51.25.26.0.0.0.377.3630.11j4j3j4.22.0...0...1.1.64.img..3.27.1906...0j0i30k1j0i5i30k1j0i24k1.hCWrr5m9nElw#imgrc=YF6i3t-290frcM:

Arbouche F. et Arbouche H. (2007). Valorisation des résidus de la récolte du melon “jaune canari” pour l’alimentation du bétail: Influence de la zone de culture. Centre Universitaire d’El Tarf Algérie.

Arnao M.B., Cano A. et Acosta M. (1998). Estimacio de la actividad antioxidante total de cítricos y su relación con el contenido de vitamina C. *Fruticultura*. 93, pp : 48–54.

Artès F., Escriche A.J., Martínez J.A. et Marin J.G. (1992). Quality factors in four varieties of melon (*Cucumis melo*, L.). *Journal of food quality*. 16, pp : 91-100.

Association Française de la Normalisation AFNOR. (1986). Jus de fruits et de légumes: spécification et méthodes d’analyse. 2ème Ed. Tour Europe, Paris, pp : 155.

Athamena S., Chalghem I., Kassah-Laouar A., Laroui S. et Khebri S. (2010). Activité antioxydante et antimicrobienne d’extraction de *Cuminum Cyminum* L. *Lebanese Science Journal*, pp : 11.

B

Balasundram N., Sundram K. et Sammam S. (2006). Phenolic compounds in plants and agricultural by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food chemistry*. 99, pp: 191-203.

Barba F. J., Cortés C., Esteve M.J. et Frígola A. (2012). Study of antioxidant capacity and quality parameters in an orange juice–milk beverage after high-pressure processing treatment. *Food and Bioprocess Technology*. 5, pp: 2222-2232.

Bellow S. (2012). Etude des composés phénoliques impliqués dans la réponse des feuilles de vigne au mildiou. Thèse pour obtenir le grade de docteur en sciences de l’université Paris Sud (Biologie), pp : 2-120.

Références bibliographiques

Benchabane A., Kechida F., Belaloui D., Aoudjit R., Ould EL Hadj M. D. (2012). Valorisation de la datte par la formulation d'une boisson à base de lait et de jus d'orange. *Algerian journal of arid environment*.2, pp:25-35.

Berger M. M. (2006). Nutritional manipulation of oxydative stress: review of the evidence. *Nutrition clinique and métabolisme*.20, pp: 48–53.

Boizot N. et Charpentier J. P. (2006). Méthodes et outils pour l'observation et l'évaluation des milieux forestiers, partiels et aquatiques: Méthodes rapides d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Le Cahier des Techniques de l'Inra, pp: 79-82.

Bradford M. M. (1976). A Rapid and Sensitive Method for the quantitation of Microgram of utilizing the principal of Protein-Dye Binding. *Analytical Biochemistry*. 72, pp: 248-254.

Bruneton J. (2009). Composés phénoliques, shikimates, acétates. In: « Pharmacognosie Phytochimie Plantes médicinales ».4^{ème}Ed. Tec et Doc. Lavoisier. Paris, pp: 259-448.

Buyukokuroglu M. E., Gulçin I., Oktay M. et Kufrevioglu O. (2001). *In vitro* antioxidant properties of dantrolene sodium. *Pharmacological research*. 44, pp: 491.

C

Carillon J., Del Rio P. L., Teissédre D., Cristol JP., Lacan D. et Rouanet J. M. (2012). Antioxidant capacity and angiotensin I converting enzyme inhibitory activity of a melon concentrate rich in superoxide dismutase. *Food chemistry*. 135, pp: 1298-1302.

Centre d'Expertisée et Analyse Environnementale du Québec (C.E.A.E.Q). (2014). Détermination du pH : méthode électro métrique, MA. 100 – pH 1.1, Rév. 3, *Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec*, pp: 11.

Ciqual. (2013). Composition nutritionnelle - Melon, frais, pulpe. Table de composition nutritionnelle des aliments, <http://www.lesfruitsetlegumesfrais.com/fruitslegumes/legumes-fruits/melon/nutritions-et-bienfaits> (Consulter29.04.2015).

CODEX STAN 247. (2005). Normes générale codex pour les jus et les nectars de fruits, pp : 1-19.

Références bibliographiques

Corzo O., Gomez E. R. (2004). Optimization of osmotic dehydration of cantaloupe using desired function methodology. *Journal of Food Engineering*. 64, pp: 213–219.

Cruz A. S., Adriano G. Sant’Ana M. M., Macchione Â. M. T. et Flávio L. S. (2009). Milk drink using whey Butter Cheese and Acerola Juice as a potential source of vitamin C. *Food and Bioprocess Technology*. 2, pp: 368-373.

D

Delia B. et Rodriguez-Amaya P. D. (2001). A guide to carotenoid analysis in foods. Printed in the United States of America. ISBN 1-57881-072-8.

Djemoui D. (2012). Contribution à l’étude de l’activité antioxydante et antibactérienne de quelques coumarines synthétisées. Mémoire de master académique en Sciences et de la Technologie et Sciences de la Matière. Université Kasdi Merbah Ouargla.

Dahmoune F., Boulekbache L., Moussi K., Aoun O., Spigno G. et Madani K. (2013). Valorization of *Citrus limon* residues for the recovery of antioxidants: Evaluation and optimization of microwave and ultrasound application to solvent extraction. *Industrial Crops and by-Product* .50, pp: 77-87.

E

Emmanuelle Lami. (2010). Petite histoire du melon <http://www.LaNutrition.fr> (Consulter 29.04.2015).

F

Fadlinizal A. M. K., Nagendra P., Weng K. K. et Ismail A. (2010). Flavonoid, hesperidine, total phenolic contents and antioxidant activities from Citrus species, *African Journal of Biotechnology*.9, pp: 326-330.

Fatura Science. (2001). Melon <http://www.futurasciences.commagazines/nature/infos/dico/d/botanique-melo> (Consulter 27.04.2015).

Favier A. (2003). Le stress oxydant, Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L’actualité chimique*, pp:108-115.

Références bibliographiques

Floegel A., Dae-Ok K., Sang-Jin C., Sung I. K. et Ock C. (2011). Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. *Journal of Food Composition and Analysis*.24, pp: 1043–1048.

Friedrich J. E. (2001). Titratable Activity of Acid Tastants. In *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. Ed John Wiley& Sons, Inc, pp: 1-6.

Franscois C. (2011). Guide nutritionnel des plantes sauvages et cultivées. Delachaux et Niestlé SA. Ed Paris, pp: 128-249.

G

Georgé S., Brat P., Alter P. et Amiot M. J. (2005). Rapid Determination of Polyphenols and Vitamin C in Plant-Derived Products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.53, pp: 1370-1373.

Gosta B. (1995). Le lait en poudre. In manuel de transformation du lait. Ed. Titra packs processing sustensa.b. Sweden, pp : 361-373.

Grigoras C. G. (2012). Valorisation des fruits et sous-produits de l'industrie de transformation des fruits par extraction des composés bioactifs. Thèse de Doctorat : Université d'Ornéans, pp: 143.

Guirand et Galzy (1980). L'analyse microbiologique dans l'industrie alimentaire. Edition, l'usine Nouvelle-Paris, pp: 234.

H

Hamadi N. (2010). Effet du resveratrol sur les défenses antioxydantes chez les rates rendus diabétiques par l'injection de la streptozotocine. *Magistère en biologique cellulaire et moléculaire*, pp : 2-58.

Hassimoto N. M. A., Genovese M. I., et Lajolo F. M. (2005). Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.53, pp : 2928–2935.

Hordé P. (2014). « Melon – bienfaits pour la santé du melon » issu de Sante-Medecine (santemedecine.Commentcamarache.net).

Références bibliographiques

Hertog M. G. L., Hollman P. C. H. et Putte B. (1993). Content of Potentially Anticarcinogenic Flavonoids of Tea Infusions, Wines, and Fruit Juices. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 41, pp: 1242-1246.

I

Ismail H. I., Chan K. W., Mariod A. A. et Ismail M. (2010). Phenolic content and antioxidant activity of cantaloupe (*Cucumis melo*) methanolic extracts. *Food Chemistry*. 119, pp: 643-647.

ISO 4832 :2006. Microbiology of food and animal feeding stuffs-Horizontal method for the enumeration of coliforms-colony-count technique.

ISO 7937:1997. Microbiologie des aliments-Méthode horizontale pour le dénombrement de *Clostridium perfringens*- Technique par comptage des colonies.

ISO7954 :1987. Directives générales pour le dénombrement des levures et moisissures. Techniques par comptage des colonies à 25°C.

J

Jakobek L., Seruga M., Medvidovic-Kosanovic M. et Novak I. (2007). Antioxidant Activity and Polyphénols of Aronia in Comparaison to other Berry Species. *Agricultura Conspectus Scientificus*. 72, pp: 301-306.

K

Kanoun K. (2011). Contribution à l'étude phytochimique et activité antioxydante des extraits de *Myrtus communis* L. (Rayhane) de la région de Tlemcen (Honaine). Diplome de magistère en biologie. Université Aboubekr Belkaid Tlemcen, pp : 2-79.

Kerje T. et Grum M. (2000). The origin of melon, *Cucumis melo*: a review of the literature. In: *The 7th EUCARPIA Meeting on Cucurbit Genetics and Breeding*, pp: 37-44.

Kolayli S., Kara M., Tezcan F., Erim F.B., Sahin H., Ulusoy E. et Aliyazicioglu R. (2010). Comparative study of chemical and biochemical properties of different melon cultivars: standard, hybrid, and grafted melons. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 58, pp: 9764-9769.

Références bibliographiques

Kuete V., Penlap-Beng V., Etoa F. X., Modjo S.L., Bogne, P., Assob J.c. et Lontsi D. (2004). Activites antimicrobiennes de l'extrait total et des fractions de jus de fruit de citrus medica lin. (rutaceae). *Pharm. Méd. Trad. Afr.* 13, pp: 91-101.

L

Lacombe D. (2012). Quels sont les bienfaits du melon, <http://sante.toutcomment.com/article/quels-sont-les-bienfaits-du-melon-522.html> (Consulter 29.04.2015).

Lako J., Trenerry V. C., Wahlqvist M., Wattanapenpaiboon N., Sotheeswaran S. et Premier R. (2005). Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a Wide selection of Fijian fruit, vegetables and readily available. *Food Chemistry.* 101, pp: 1727-1741.

Lapornik B, Prosek M et Wondra A. G. (2005). Comparison of extracts prepared from plant by products using different solvent and extraction time. *Journal of Food Engineering.* 71, pp: 214-222.

Larousse (2001). Encyclopédie des plantes médicinales- *Identification, préparations, Soins.* Larousse. Paris, pp : 335.

Laur L. M. et Tian L. (2011) . Provitamin A and vitamin C contents in selected california-grown cantaloupe and honeydew melons and imported melons. *Journal of Food Composition and Analysis.* 24, pp: 194-201.

Lester G. E. (2006). Environmental regulation of human health nutrients (ascorbic acid, carotene, and folic acid) in fruits and vegetables. *HortScience.* 41, pp: 3-7.

Lester G. E. et Crosby K. (2002). Ascorbic acid, folic acid, and potassium content in postharvest green-flesh hone y dew muskmelons: influence of cultivar, fruit size, soil type, and year. *HortScience.* 127, pp: 843-847.

M

Majdi (2008). Rapport de stage d'été dans la société lait et Dérives SLD Bled Mémoire online. Institut national agronomique de Tunisie, pp : 10.

Références bibliographiques

Mallek-Ayadi S., Bahloul N. et Kechaou N. (2017). Characterization, phenolic compounds and functional properties of Cucumis melo L. peels. *Food Chemistry*.221, pp: 1691-1697.

Mallick M. F. R. et Masui M. (1986). Origin, distribution and taxonomy of melons. *ScientiaHorticulturae*. 28, pp: 251-267.

Marfak A. (2003). Radiolyse gamma des flavonoïdes. Etude de leur réactive avec les radicaux issus des alcools : formation de diapsides. Thèse pour obtenir le grade de docteur de l'université de Limoges. Spécialité : biophysique, pp: 5-187.

Mau J. L., Tsai S. Y., Tseng Y. H. et Huang S. J. (2005). Antioxidant properties of methanolic extracts from *Ganoderma tsugae*. *Food Chemistry*. 93, pp: 641- 649.

Meléndez-Martínez A. J., Britton G., Vicario I. et Heredia F. J. (2007). Relationship between the colour and the chemical structure of carotenoid pigments. *Food Chemistry*. 101, pp: 1145-1150.

Milind P. et Kulwant S. (2011). Musk melon is eat-must melon. *IRGP*. 2, pp: 52-57.

Mis Solval K., Sundararajan S., Alfaro L. et Sathivel S. (2012). Development of cantaloupe (*Cucumis melo*) juice powders using spray drying technology. *LWT - Food Science and Technologie*. 46, pp: 287-293.

Monique K. A. (2015). «CUCURBITACÉES», Encyclopædia Universalis<http://www.universalis.fr/encyclopedie/cucurbitacees> (Consulter 29.04.2015).

Mouhammedi Z. (2006). Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen. Laboratoires produits naturels.

N

Naczka M. et Shahidib F. (2004). Extraction and analysis of phenolic in food. *Journal of Chromatography A*. 1054, pp: 95–111.

Nenadis N. et Tsimidou M. (2002). Observation on Estimation of Scavenging Activity of Phenolic Compounds Using Rapid 1, 1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH•) Tests. *Journal of the American Oil and Chemistry*.79, pp: 1191-1194.

Nishiyama K. (1978). Apple juice compositions and milk-apple juice drink containing such compositions, Google Patents.

Références bibliographiques

Nunez-Palenius H. G., Gomez-Lim M., Ochoa-Alejo N., Grumet R., Lester G. et Cantliffe D. J. (2008). Melon fruits: genetic diversity, physiology, and biotechnology features. *Critical reviews in biotechnology*. 28, pp: 13-55.

P

Pastre C. (2005). Intérêt de la supplémentation en antioxydants dans l'alimentation des carnivores domestique. Thèse de doctorat vétérinaire. Université Paul-Sabatier de Toulouse.

Pelli K. et Lyly M. (2003). Les antioxydants dans l'alimentation Institut National de la Recherche Agronomique. Ed Paris. ISBN: 2-7380-1069-5.

Péroumal, A. (2014). Caractérisation des fruits et de la pulpe de six accessions de *Mammea americana*: Aptitude à la transformation des fruits et caractérisation des composés phénoliques de la pulpe, Université des Antilles-et de la Guyane, pp :83.

R

Rao A. V., Rao L. (2007). Carotenoids and human health. *Pharmacological Reserch*. 55, pp: 207-424.

Reid D. S. (2003). Traditional Indirect Methods for Estimation of Water Content: Measurement of °Brix. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, University of California at Davis Davis, California, pp: 141-145.

Reiss C. (1993). Measuring the Amount of Ascorbic Acid in Cabbage. *Association for Biology Laboratories Education (ABLE)*, pp:86-96.

Ribereau-Gayon P. (1968). Les composés phénoliques des végétaux. Ed : Dunod. Paris, pp : 1-201.

Richter G. (1993). Métabolisme des végétaux, physiologie et biochimie. Ed: Paris. ISBN: 2-88074-231-5.

Rodriguez-Amaya D. B. (1997). Carotenoids and food preparation: the retention of provitamin A carotenoids in prepared, processed, and stored foods. John Snow Inc.

Références bibliographiques

Rodriguer-pérez C., Quirantes-piné R., Fernandez-Gutiérrez A. et Segura-Carretero A. (2013). Comparative characterization of phenolic and other polar compounds in Spanish melon cultivars by using high-performance liquid chromatography coupled to electrospray ionization quadrupole-time of flight mass spectrometry. *Food Research International*.54, pp: 1519-1527.

Rodríguez-Roque M., Rojas-Graü M., Elez-Martínez P. et Martín-Belloso M. (2014). In vitro bio-accessibility of health-related compounds as affected by the formulation of fruit juice- and milk-based beverages. *Food Research International*.62, pp: 771–778.

Rohman A., Riyanto S., Yuniarti N., Saputra W.R., Utami R. et Mulatsih W. (2010). Antioxidant activity, total phenolic, and total flavonoid of extracts and fractions of red fruit (*Pandanus conoideus* L.).*International Food Research Journal*.17, pp: 97-106.

Ross J. A. et Kasum C. M. (2002). Dietary flavonoids: bioavailability, metabolic effects, and safety. *Annu Rev Nutr*. 22, pp: 19-34.

S

Sánchez-Moreno C., Plaza L., de Ancos B., et Cano P. (2006). Nutritional characterization of commercial traditional pasteurized tomato juices: carotenoids, vitamin C and radical-scavenging capacity. *Food Chemistry*.98, pp : 749–756.

Sass M. et Rimmler S. (2002). Acidic drink, Google Patents.

Silveira A. C., Moreira G. C., Artés F. et Aguayo E. (2015). Vanillin and cinnamic acid in aqueous solutions or in active modified packaging preserve the quality of fresh-cut Cantaloupe melon. *Scientia Horticulturae*. 192, pp: 271-278.

Souci Fachman et Kraut (1994). Jus de fruits et de baies et de lait . In : la composition des aliments et la valeur nutritive. 5^{ème}Ed. Revue et complétée, medh pharm scientifique publishers, pp :959-980.

T

Tadmor Y., Burger J., Yaakov I., Feder A., Libhaber S.E., Portnoy V., Meir A., Tzuri G., Sa'ar U., Rogachev I., Aharoni A., Abeliovich H., Schaffer A. A., Lewinsohn E. et

Références bibliographiques

Katzir N. (2010). Genetics of Flavonoid, Carotenoid, and Chlorophyll Pigments in Melon Fruit Rinds. *J. Agric. Food Chemistry*. 58, pp: 10722–10728.

Tiago B., Guerrero L., Gracos-Cubarsi M., Claret A., Argyns J., Grcia-Mas J. et Hortos M. (2016). Textural properties of different melon (*Cucumis melo L.*) fruit types: Sensory and physical-chemical evaluation. *Scientia Horticulturae*. 201, pp:46-56.

Tsiaka T., Zoumpoulakis P., Sinanoglou V. J., Makris C., Heropoulos G. A. et Calokerinos A.C. (2015). Response surface methodology toward the optimization of high-energy carotenoid extraction from *Aristeus antennatus* shrimp. *Anal. Chim. Acta*. 877, pp: 100-110.

U

Ukuku D. O. et Fett W. F. (2004). Effect of nisin in combination with EDTA, sodium lactate, and potassium sorbate for reducing *Salmonella* on whole and fresh-cut cantaloupe. *Journal of food protection*. 67, pp: 2143-2150.

V

Vouldoukis I., Lacan D., Kamate C., Coste P., Calenda A., Mazier D., Conti M. et Dugas B. (2004). Antioxidant and anti-inflammatory properties of a *Cucumis melo L. C.* Extract rich in superoxide dismutase activity. *Journal of Ethno pharmacology*. 94, pp: 67-75.

W

Winkel-Shirley B. (2001). Flavonoid Biosynthesis. A Colorful Model for Genetics, Biochemistry, Cell Biology, and Biotechnology. *Plant Physiology*. 126, pp: 485-493.

X

Xu Y, Pan S. (2013). Effects of various factors of ultrasonic treatment on the extraction yield of all-trans-lycopene from red grapefruit (*Citrus paradise Mac*). *Ultrason. Sonochem*. 20, pp: 26-32.

Z

Références bibliographiques

Zulueta A., Esteve M.J., Frasquet I. et Frígola A. (2007). Vitamin C, vitamin A, phenolic compounds and total antioxidant capacity of new fruit juice and skim milk mixture beverages marketed in Spain. *Food Chemistry*.103, pp: 1365-1374.

ANNEXES

Annexe I: Courbes d'étalonnages

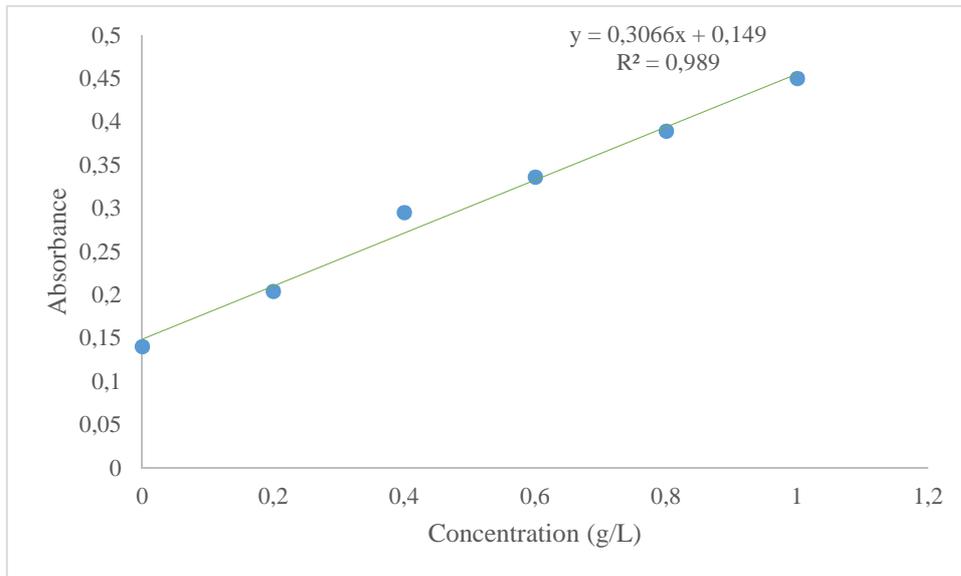


Figure 1: Courbe d'étalonnage des protéines (Sérum albumine bovine).

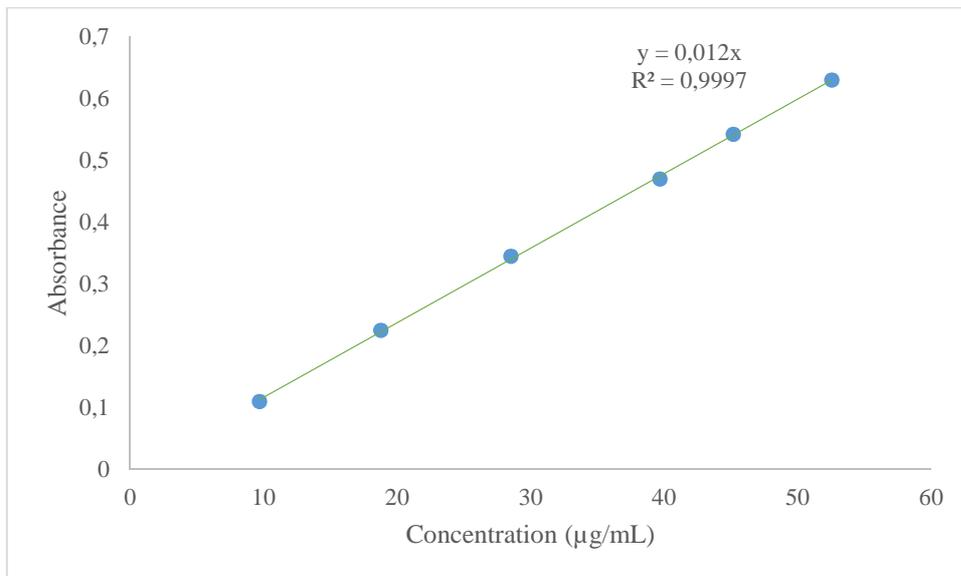


Figure II: Courbe d'étalonnage des polyphénols (Acide gallique).

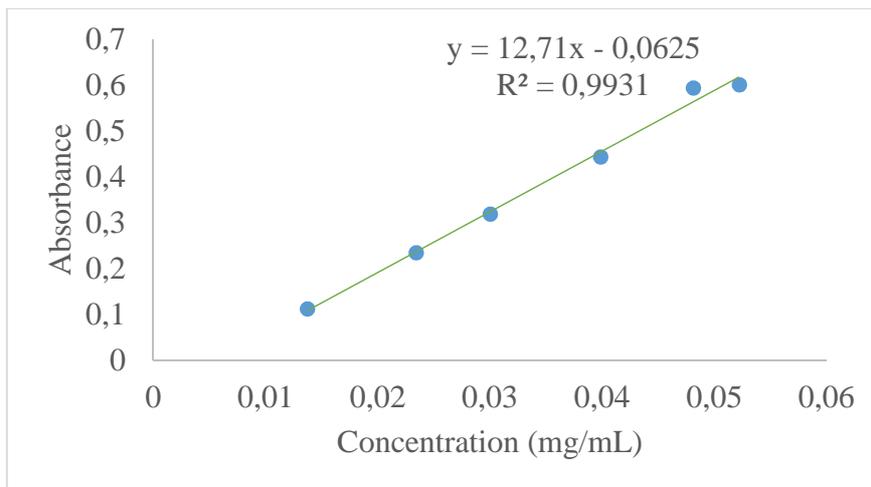


Figure III: Courbe d'étalonnage des flavonoïdes (Quercétine).

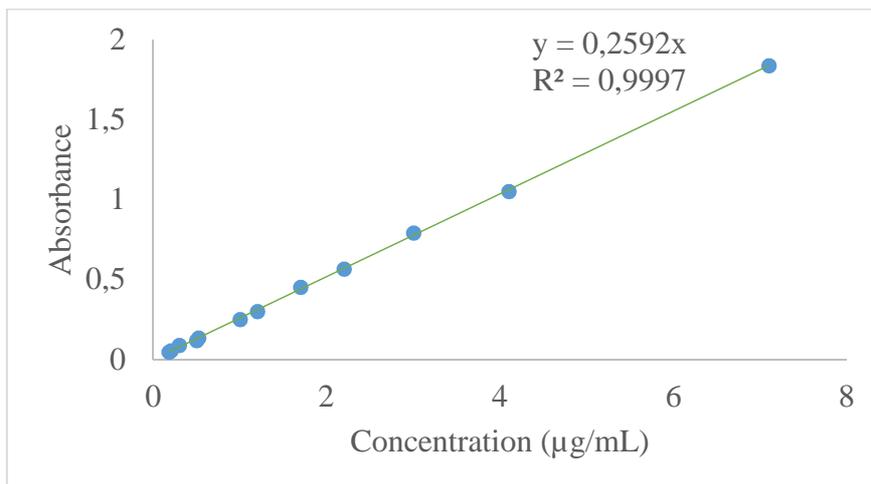


Figure IV : Courbe d'étalonnage des caroténoïdes (β-carotène).

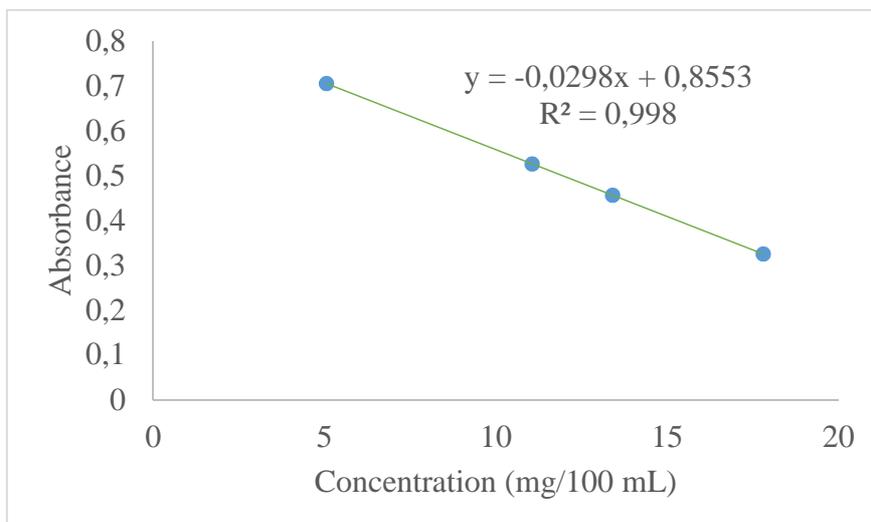


Figure V : Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique

Annexe II : Questionnaire sur l'analyse hédonique

Questionnaire

Sexe : Féminin

Masculin

Age.....

Deux échantillons de jus lacté codés **A** et **B** vous sont présentés, il vous est demandé de cocher la case correspondante aux descripteurs appropriés.

N.B : Veuillez rincer votre bouche avant chaque dégustation d'un échantillon.

1. Odeur

	Faible		Moyenne		Fort	
	Agréable	Désagréable	Agréable	Désagréable	Agréable	Désagréable
Echantillon A						
Echantillon B						

2. Couleur

	Orange clair	Orange	Orange foncé
Echantillon A			
Echantillon B			

3. Texture

	Liquide	Légèrement liquide	Visqueux
Echantillon A			
Echantillon B			

4. Gout

	Faible		Moyen		Fort	
	Agréable	Désagréable	Agréable	Désagréable	Agréable	Désagréable
Echantillon A						
Echantillon B						

5. Préférence

Donner une note allant de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence.

Echantillon A	
Echantillon B	

** Merci Pour Votre Coopération**

Résumé

Résumé

A la lueur de l'intitulé (Enrichissement d'une boisson lacté par l'écorce de melon), ce modeste travail constitue à la fois une valorisation d'un déchet d'une variété locale de melon (cantaloup), mais aussi une amélioration de la qualité nutritionnelle du jus lacté en lui apportant plus, d'antioxydants naturels, du sucre et de la couleur. Pour le faire, deux grandes procédures sont suivies, l'optimisation des conditions d'enrichissement d'un jus lacté 100% algérienne (Olé de Soummam) par la poudre de l'écorce du cantaloup par la méthodologie de surfaces de réponse et l'évaluation de la qualité des deux jus (enrichi sous les conditions optimales et témoin) en basant sur les différentes analyses à savoir: les analyses physico-chimiques, les analyses microbiologiques et l'analyse sensorielle.

Mots clés: Jus lacté, Cantaloup, Enrichissement, Optimisation, Antioxydants, Qualité nutritionnelle, Qualité hygiénique.

Abstract

By the light of the title (Enrichment of a milk drink by melon bark), this modest work constitutes both a valorization of a waste of a local variety of melon (cantaloupe), but also an improvement of the nutritional quality of milk juice by bringing it more, natural antioxidants, sugar and color. In order to do this, two main procedures are followed, optimization of the conditions of enrichment of a 100% Algerian milk juice (Olé of Soummam) by the powder of the cantaloupe peel using the responses surface methodology and the evaluation of the quality of the two juices (enriched under optimum conditions and control) based on the various analyzes namely: physico-chemical analyzes, microbiological analyzes and sensory analysis.

Key words: Milk-juice, Cantaloupe, Enrichment, Optimization, Antioxidants, Nutritional quality, Hygienic quality.