

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la recherche Scientifique
Université Abderrahmane Mira de Béjaïa
Faculté des Sciences de la Nature et de Vie
Département de Biologie Physico-chimique



Mémoire de Master

Filière : Sciences Biologiques

Option : Biochimie Appliquée

Thème

**Evolution de la qualité, les teneurs en composés
phénoliques et l'activité antioxydante de la
confiture d'abricot au cours de la chaîne de
fabrication et de la conservation**

Présenté par : BENNACER Siham et RAHIM Lydia

Devant le jury composé de :

M ^r N. BELKACEM	MAA	Président
M ^{me} S. ALIOUI-ZEMOURI	MAA	Promotrice
M ^{me} H. AOUDIA	MAA	Examinatrice

Année Universitaire : **2015/2016**

Remerciements

C'est avec un réel plaisir que nous réservent ces lignes en signe de gratitude et de profonde reconnaissance à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation et à l'aboutissement de ce travail. et toutes les personnes qui sont présent autour de nous à ce moment.

Avant tout, nous remercions Dieu tout puissant, maître des cieux et de la terre, qui nous a permis de mener à bien ce travail.

Nous tenons à présenter tout d'abord notre profonde gratitude :

À M^{me} ALIOUI-ZEMOURI notre promotrice enseignante au département des BPC de la faculté des sciences de la Nature et de la Vie à l'université de Bejaïa pour ses précieux conseils de tout ordre, sa disponibilité, sa patience, son attention qu'elle a apporté et sa gentillesse tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Nous exprimons notre estime et notre remerciements aux honorables membres de jury M^r BELKACEM et M^{me} AOUDIA pour avoir accepté d'examiner et de juger notre travail et d'être présent ici aujourd'hui, nous sommes convaincus que votre savoir nous permettraient d'avancer encore plus loin dans ce sujet qui nous a passionné pendant très longtemps.

Nous remercions Monsieur MANSER M de CEVITAL d'El-Kseur ainsi qu'aux membres de laboratoire physico-chimique pour nous avoir accueillies dans leurs laboratoires, qui ont permis à ce travail d'avoir lieu et pour la confiance qu'ils nous accordé.

À vrai dire, nous ne savant pas comment vous remercier M^{elle} TABTI N nous n'oublions pas votre soutien moral qui nous a souvent aidé à remonter la pente dans les moments difficiles, vous étiez toujours à notre côté et vous aviez toujours apporté la joie, Pour cela, on vous remercie chaleureusement

Nous tenant à remercier l'ensemble du personnel du laboratoire BPC pour les bons moments passés qui ne pourront que rester inoubliables pour nous.

Dédicaces

Je ne trouve aucun mot ou expression, qui vont exprimer mes vifs sentiments de gratitude et remerciements

Je dédie ce travail :

A mon chère père qui nous a quitté, tu es si vivant dans nos cœur et nos esprit, que Dieu vous accueille dans son paradis

A ma très chère mère pour sa tendresse, sa disponibilité et ses sacrifices durant toutes mes années d'étude et pour m'avoir donné la volonté la patience et le courage nécessaire pour mener ce modeste travail à bout. J'espère avoir répondu aux espoirs que vous avez fondés en moi et réalisé aujourd'hui l'un de vos rêves, je te remercie infiniment.

Je t'aime maman

A tous les membres de ma famille en particulier mes grands frères qui m'ont tous soutenu et encouragé dans mes études, J'implore Dieu qu'il vous apporte bonheur, et vous aide à réaliser tous vos vœux

A Tous Mes enseignants tout au long de mes études. Avec tout mon estime, affection et respect, je vous souhaite santé, bonheur et prospérité

A tous mes proches amis qui m'ont toujours soutenu et encouragé même dans les périodes les plus difficiles, Qu'ils trouvent ici, le témoignage de tout mon amour et toute ma reconnaissance pour leur inlassable soutien

A tous mes amies Nedjet, Hakima, Ouardia, Dihia, Kahina. Vous êtes mes bonnes amies, inoubliables

A ma chère binôme Siham et sa famille

Enfin, à tous ceux ou celle que j'aurais oublié de citer mais qui me sont chers et qu'existent au fond de mon cœur et de ma pensée

Lydia

Dédicaces

Je ne trouve aucun mot ou expression, qui vont exprimer mes vifs sentiments de gratitude et remerciements

Je dédie ce travail :

Spécialement à mon père en témoignage de profond amour, de grande reconnaissance et pour tous les sacrifices qu'il a consentis pour mon éducation et mon bonheur

A ma très chère mère pour sa tendresse, sa disponibilité et ses sacrifices durant toutes mes années d'étude et pour m'avoir donné la volonté la patience et le courage nécessaire pour mener ce modeste travail à bout. J'espère avoir répondu aux espoirs que vous avez fondés en moi et réalisé aujourd'hui l'un de vos rêves, je te remercie infiniment.

Je t'aime maman

A tous les membres de ma famille en particulier mes frères mes sœur qui m'ont tous soutenu et encouragé dans mes études, J'implore Dieu qu'il vous apporte bonheur, et vous aide à réaliser tous vos vœux

A Tous Mes enseignants tout au long de mes études. Avec tout mon estime, affection et respect, je vous souhaite santé, bonheur et prospérité

A tous mes proches amis qui m'ont toujours soutenu et encouragé même dans les périodes les plus difficiles, Qu'ils trouvent ici, le témoignage de tout mon amour et toute ma reconnaissance pour leur inlassable soutien

A tous mes amies Saloua, Naima, Katie, Hakima, Nabila, Nawal, Souhila, Warda, Silia, Ilham, Kahina, Warda, Naima Vous êtes mes bonnes amies, inoubliables

A ma chéré binôme Lydia et sa famille

Enfin, à tous ceux ou celle que j'aurais oublié de citer mais qui me sont chers et qu'existent au fond de mon cœur et de ma pensée

Síham

Sommaire

Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	1
<u>Chapitre I : Revue bibliographique</u>	
I.1. Espèces réactives de l'oxygène (ERO)	3
I.1.1- Principaux ERO et leurs origines	4
I.1.1.1- Origines des ERO	4
I.1.1.2- Principaux ERO	4
I.1.2.- Stress oxydatif	5
I.1.3- Dommages oxydatifs des ERO	5
I.1.4- Antioxydants	8
I.1.4.1- Antioxydants endogènes	8
I.1.4.2- Antioxydants exogènes	9
I.1.4.3- Composés phénoliques ou polyphénols	9
I.1.4.3.1- Flavonoïdes	12
I.1.4.4- Caroténoïdes	12
I.1.4.5- Acide ascorbique	13
I.2. Présentation de l'abricot « <i>Prunus Armeniaca</i> »	14
I.2.1- Historique	14
I.2.2- Description	15
I.2.3- Taxonomie	15
I.2.4- Production d'abricot	16
I.2.5- Composition et valeur nutritionnel de l'abricot	16
I.3. La confiture	17
I.3.1- Historique	17
I.3.2- Définition	17
I.3.3- Composition biochimique et valeur nutritionnelle de la confiture	18

I.3.4- Ingrédients de base de la confiture	19
I.3.5- Principales altérations des confitures	20
I.3.5.1- Altérations microbiologiques	20
I.3.5.2- Altérations biochimiques	21
I.3.6.1- Description de l'organisme d'accueil CEVITAL S.P.A.....	22
I.3.6.2- Technologie de fabrication d'une confiture.....	22
I.3.7- Conservation de la confiture	24
I.3.7.1- Conservation par la chaleur	25
I.3.7.2- Conservation par le froid	25
I.3.7.3- Conservation par extrait de plant.....	26

Chapitre II : Matériel et Méthodes

II.2. Échantillonnage	27
II.2.1- Échantillon de la chaîne de fabrication	27
II.2.2- Échantillon de la conservation	27
II.2.3- Extraction	28
II.3. Paramètre physico-chimique	29
II.3.1- Humidité.....	29
II.3.2- pH.....	29
II.3.3- Acidité	29
II.3.4- Brix.....	30
II.3.5- Protéine.....	30
II.4. Activités antioxydantes.....	31
II.4.1- Dosage des polyphénols totaux	31
II.4.2- Dosage des flavonoïdes	31
II.4.3- Dosage des caroténoïdes	32
II.4.4- Dosage d'acide ascorbique.....	32
II.5. Activités antioxydantes.....	33
II.5.1- Activité antiradicalaire	33
II.5.2- Pouvoir réducteur	33
II.6. Analyse statistique	34

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1. Chaîne de fabrication	35
------------------------------------	----

III.1.1- Paramètre physico-chimique.....	35
III.1.1.1- Humidité	35
III.1.1.2- pH.....	35
III.1.1.3- Acidité.....	36
III.1.1.4- Brix	37
III.1.1.5- Protéine	38
III.1.2- Antioxydants	39
III.1.2.1- Polyphenols totaux.....	39
III.1.2.2- Flavonoïdes	41
III.1.2.3- Caroténoïdes	42
III.1.2.4- Acide ascorbique.....	43
III.1.3- Activité antioxydante	43
III.1.3.1- Activité antiradicalaires	43
III.1.3.2- Pouvoir réducteur.....	44
III.2. Conservation.....	45
III.2.1- Paramètre physico-chimique.....	45
III.2.1.1- Humidité	45
III.2.1.2- pH.....	46
III.2.1.3- Acidité.....	47
III.2.1.4- Brix	48
III.2.1.5- Protéine	49
III.2.2- Antioxydants	50
III.2.2.1- Polyphenols totaux.....	50
III.2.2.2- Flavonoïdes	51
III.2.2.3- Caroténoïdes	52
III.2.3- Activité antioxydante	53
III.2.3.1- Activité antiradicalaires	53
III.2.3.2- Pouvoir réducteur.....	54
Conclusion.....	56
Référence bibliographique.....	58

Annexe

Liste des abréviations

AGPI : Acide gras polyinsature

DCPIP : Dichloro-2, 6-phénolindophénol

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl

EAA :Equivalent acide ascorbique

EAC : Equivalent acide citrique

EAG : Equivalent acide gallique

EβC : Equivalent β-carotène

EBSA : Equivalent Bovin Serum Albumin

EQ : Equivalent quercétine

ERO : espèces réactives d'oxygène

ROO : Radical peroxyde

SOS : Superoxyde dismutas

Liste des Figures

Figure	Titre	Page
01	Sources des espèces réactives de l'oxygène	04
02	Origine des différents radicaux libres oxygénés et espèces réactives de l'oxygène impliquées en biologie	05
03	Réactions en chaîne de la peroxydation lipidique et ses produits terminaux	06
04	Nature de quelques modifications des chaînes latérales d'acides aminés des protéines après attaque radicalaire	07
05	Illustration d'un mode d'action des radicaux hydroxyles (addition sur les doubles liaisons) avec une base de l'ADN, la guanine. Deux radicaux libres sont formés : R1 (centré sur l'atome de carbone 5) et R2 (centré sur l'atome d'azote 7). Ce dernier (R2) donne naissance à la 8-oxoguanine, un des principaux marqueurs du stress oxydant dans l'ADN	08
06	Schéma représentant les principaux ERO et les systèmes de détoxification de la cellule	09
07	Structure de base des polyphénols	10
08	Structure générale des flavonoïdes	12
09	Structure chimiques de quelques caroténoïdes	13
10	Mécanisme d'oxydation de l'acide ascorbique	14
11	(A) coupe longitudinales d'abricot (B) photographie de l'arbre de l'abricotier	15
12	les étapes du brunissement enzymatique	22
13	(A) photographie des feuilles de <i>Ziziphus jujuba</i> . (B) photographie des feuilles broyées de <i>Ziziphus jujuba</i>	27
14	(A) Confiture sans extrait de la plante. (B) Confiture avec l'extrait de la plante	28
15	Réaction de réduction du 2,6- DCPIP	32
16	Forme libre et réduite du DPPH	33

17	Evolution de l'humidité des échantillons analysés au cours de la chaîne de fabrication	35
18	Evolution du pH des échantillons au cours de la chaîne de fabrication	36
19	Evolution de l'acidité titrable des échantillons analysés au cours de la chaîne de fabrication	37
20	Evolution de Brix des échantillons au cours de la chaîne de fabrication	38
21	Evolution des Protéines des échantillons au cours de la chaîne de fabrication	39
22	Evolution des teneurs en polyphénols totaux des échantillons analysés au cours de la chaîne de fabrication	41
23	Evolution des teneurs en flavonoïdes échantillons analysés au cours de la chaîne de fabrication	42
24	Evolution des caroténoïdes des échantillons analysés au cours de la chaîne de fabrication	43
25	Evolution de l'activité antiradicalaire des échantillons analysés au cours de la chaîne de fabrication	44
26	Evolution du pouvoir réducteur des échantillons analysés au cours de la chaîne de fabrication	45
27	Evolution de l'humidité des confitures analysées au cours de la conservation	46
28	Evolution du pH des confitures analysée au cours de la conservation	47
29	Evolution de l'acidité titrable des confitures analysées au cours de la conservation	48
30	Evolution de Brix des confitures analysées au cours de la conservation	49
31	L'évolution de la teneur en protéine des confitures analysées au cours de la conservation	50
32	Evolution de la teneur en composés phénoliques des confitures analysées au cours de la conservation	51

33	Evolution des teneurs en flavonoïdes des confitures analysés au cours de la conservation.	52
34	Evolution de la teneur en caroténoïdes des confitures analysées au cours de la conservation.	53
35	Evolution de l'activité antiradicalaire des confitures analysées au cours de la conservation	54
36	Evolution du pouvoir réducteur des confitures analysées au cours de la conservation	55

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
I	Espèces réactives de l'oxygène radicalaires et non radicalaires	03
II	Classification des composés phénoliques	11
III	Production d'abricot en 2010	16
IV	Composition et valeurs moyenne de l'abricot (pour 100 g de la matière fraîche)	17
V	valeurs nutritionnelles de la confiture d'abricot (composition moyenne pour 100 g)	18

Introduction

INTRODUCTION

De nombreux processus physiologiques et biochimiques, dans le corps humain, peuvent produire des radicaux libres et d'autres espèces réactives de l'oxygène comme sous-produits.

La surproduction de ces espèces réactives d'oxygènes due à un déséquilibre dans la balance oxydants /antioxydants provoque le stress oxydatif, situation impliquée dans la plus part des maladies humaines telles que le vieillissement, les maladies cardiovasculaires et athérosclérose, qui résultent de l'action de ces radicaux libres sur les molécules biologiques (protéines, ADN et lipides) (**Kirkham et Rahman, 2006**).

Tous les êtres vivants, sont dépendants de la nature pour leur alimentation. En effet, des études épidémiologiques ont démontré une relation inversée entre la consommation des fruits et la mortalité due à ces maladies. L'effet préventif de ces aliments résulte de la présence d'un éventail de molécules antioxydants qui s'opposent à l'action néfaste de ces radicaux libres (**Pincemail et al., 2007**).

Parmi les fruits, les abricots *Prunus armeniaca* L. sont riches en composés bioactifs en particulier les polyphénols, les caroténoïdes, les minéraux et les vitamines qui contribuent à leur goût, à leur couleur et à leur valeur nutritive. Les abricots sont consommés dans le monde entier notamment dans les pays méditerranéens en raison leur arôme agréable et délicieux, ces derniers prêtent à la transformation industrielle servant à la fabrication de nombreux produits dont les plus importants sont les confitures (**Hui et al., 2006**).

Les denrées alimentaires sont en général périssables, pour leur assurer une durée de vie plus longue, pour conserver leur qualité sanitaire mais aussi leurs propriétés nutritives et gustatives faisant appel à différentes méthodes, telles que la chaleur, le froid. Cependant, ces procédés modifient parfois défavorablement les propriétés fonctionnelles et/ou organoleptiques des confitures (**Moinet et al., 2010**).

La tendance actuelle des consommateurs à chercher une alimentation plus naturelle a incité la recherche, le développement et l'application de nouveaux produits naturels ayant des activités antimicrobiennes et antioxydantes dans le but de les utiliser comme alternatives aux conservateurs synthétiques dans le domaine des industries agroalimentaires. Les plantes ont été traditionnellement employées pour l'assaisonnement et la prolongation de la durée de conservation des confitures (**Pereira et al., 2012**).

C'est dans ce contexte, que s'inscrit ce travail de recherche qui présente deux parties :

- La première partie, étude bibliographique mettant l'accent sur espèce réactive de l'oxygène et le système antioxydant, généralité sur l'abricot, ainsi que la confiture et les procédés de la conservation.

- La deuxième partie est l'étude expérimentale qui vise les objectifs suivants:
L'évaluation de la composition en antioxydants (polyphénols totaux, flavonoïdes, les caroténoïdes et vitamine C), activité antioxydante (pouvoir réducteur et l'activité antiradicalaire), ainsi que les paramètres physico-chimique (Humidité, pH, Acidité, Brix et protéine) sur trois échantillons au cours de la chaîne de fabrication de la confiture d'abricot au niveau de l'usine CEVITAL d'El Kseur et l'effet de l'ajout des extraits de *Ziziphus jujuba* L. au cours de la conservation à 35° C.

REVUE
BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. ESPECES REACTIVES DE L'OXYGENE (ERO)

L'oxygène est un gaz indispensable à la vie. Il est nécessaire à tous les animaux, plantes et bactéries pour produire de l'énergie. Cependant, en raison de sa conformation chimique, la molécule d'oxygène peut, dans certaines circonstances, s'avérer toxique. Cette toxicité est induite par des éléments réactifs instables et pro-oxydants : les espèces oxygénées actives.

Les ERO comprennent des radicaux libres qui sont des entités chimiques possédant un électron non apparié « célibataire » sur la couche périphérique du squelette moléculaire. Cet électron célibataire a naissance suite à un apport d'énergie susceptible et suffisant pour entraîner la rupture des liaisons entre les électrons. Lorsque un radical libre interagit avec une autre molécule, un nouveau radical libre est créé.

Ces espèces incluent non seulement des radicaux libres dérivés de l'oxygène, mais aussi d'autres espèces non radicalaires dérivées de l'oxygène. Par ailleurs, tous les radicaux libres ne sont pas dérivés de l'oxygène (par exemple, le monoxyde d'azote [NO°] est un radical libre dérivé d'azote) (Beaudeau *et al.*, 2006). (Tableau I)

Tableau I : Espèces réactives de l'oxygène radicalaires et non radicalaires (Hallowell et Whiteman, 2004).

Espèces réactives oxygénées (ERO)			
Radicalaires		Non radicalaires	
OH·	Radical hydroxyle	H₂O₂	Peroxyde d'hydrogène
RO·	Radical alkoxyle	ROOH	Peroxyde organique
ROO·	Radical peroxyde	HOCl	Acide hypochlorique
O₂⁻	Anion superoxyde	¹O₂	Oxygène singulet
NO·	Radical oxynitrique	ONOO⁻	Peroxynitrite

Il existe deux sources différentes des ERO : sources endogènes et exogènes (Kirkham et Rahman, 2006).

I.1.1- PRINCIPAUX ERO ET LEURS ORIGINES

I.1.1.1- ORIGINES DES ERO

- **Sources endogènes** : les réactions enzymatiques, dont plusieurs d'entre elles sont considérées comme source principale des ERO (NADPH oxydase, lipoxygénase, xanthine oxydase)
- **Source exogènes** : les ERO sont également générées sous l'effet de stress environnementaux comme la pollution, la consommation d'alcool ou médicaments, l'exposition prolongée au soleil, l'effort intense et prolongé ainsi que le tabagisme (Figure 01) (Favier, 2003).

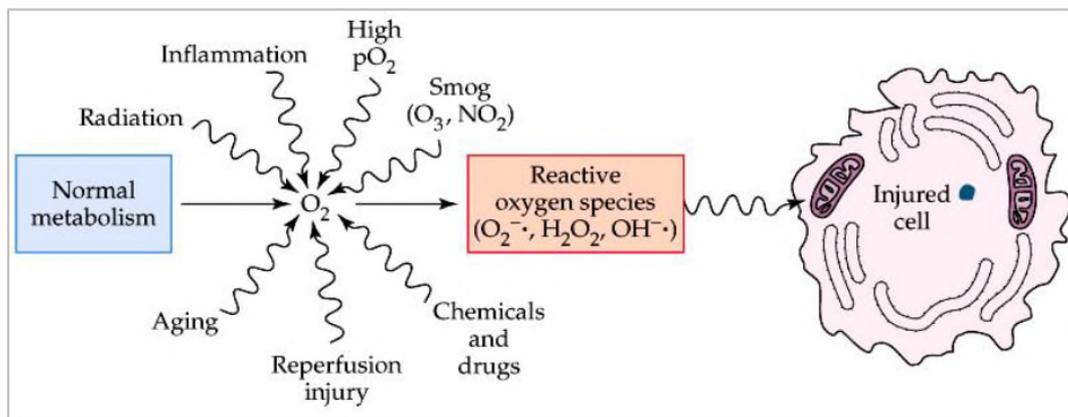


Figure 01 : Sources des espèces réactives de l'oxygène (Kirkham et Rahman, 2006).

I.1.1.2- PRINCIPAUX ERO

L'oxygène moléculaire constitue le premier élément de plusieurs réactions chimiques qui conduisent à la génération des molécules oxydantes (Figure 02), qui sont générés continuellement au niveau de la chaîne respiratoire mitochondriale lorsque l'oxygène échappe à la réduction complète en H₂O. Au niveau de certains organites cellulaires tels que les peroxysomes, par diverses oxydases cellulaires, au cours de la phagocytose. Cet élément O₂ moléculaire est oxydé en anion superoxyde O₂⁻ qui donne naissance au peroxyde d'hydrogène H₂O₂ en présence de superoxyde dismutase. Ce dernier a deux devenir différents selon le milieu et ses composants, il peut donner naissance à d'autres éléments oxydés, ou à la formation des éléments neutres en présence des enzymes antioxydantes (Gardés-Albert *et al.*, 2003).

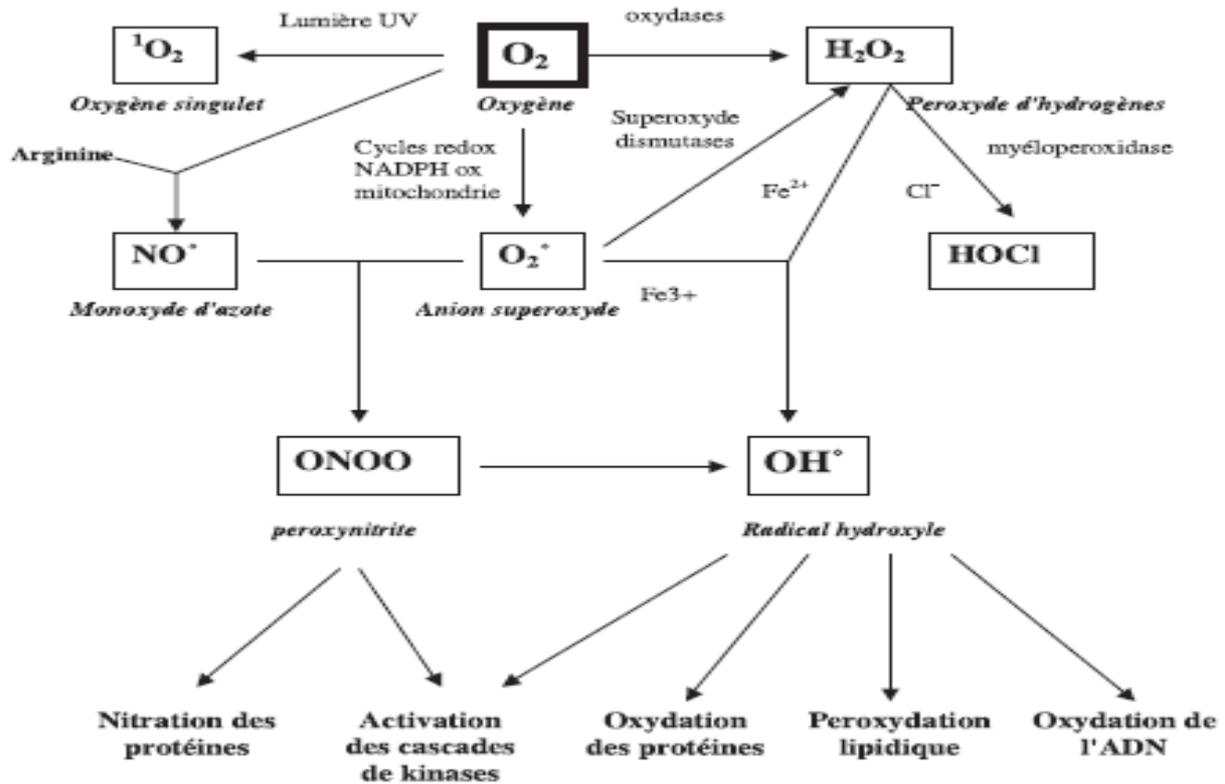


Figure 02 : Origine des différents radicaux libres oxygénés et espèces réactives de l'oxygène impliquées en biologie (Favier, 2003).

I.1.2- STRESS OXYDATIF

Dans l'organisme, la production des radicaux libres est contrôlée par les systèmes de défenses. En conditions normales, on assiste à un équilibre de la balance antioxydants/oxydant. Une fois cet équilibre est affecté par une augmentation de la production d'oxydants ou par une altération dans la défense antioxydante, on assiste à ce qu'on appelle « stress oxydatif » (Koechlin-Ramonatxo, 2006).

I.1.3- DOMMAGES OXYDATIFS DES ERO

Les espèces réactives de l'oxygène peuvent avoir des effets néfastes, en fonction de leur lieu de formation et des quantités produites sur les molécules biologiques : l'ADN, des protéines, des lipides et des glucides (Koechlin-Ramonatxo, 2006).

peroxydation génère des aldéhydes mutagènes, formant des adduits sur les bases de l'ADN de type MDA-guanine ou éthénodérivés (Figure 05) (Gardés-Albert *et al.*, 2003).

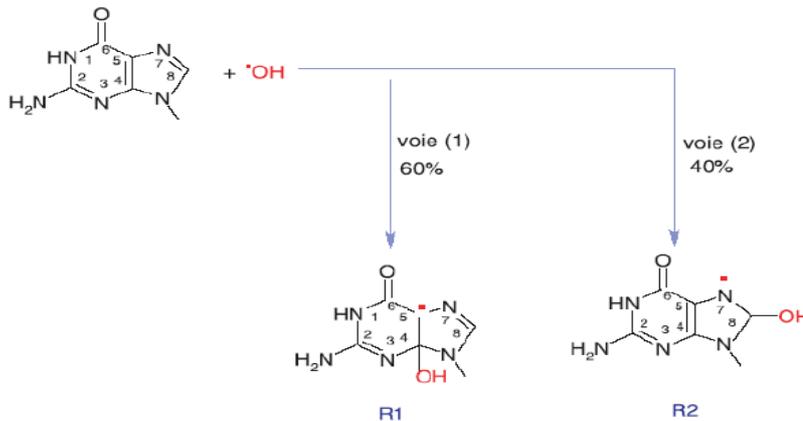


Figure 05 : Illustration d'un mode d'action des radicaux hydroxyles (addition sur les doubles liaisons) avec une base de l'ADN, la guanine. Deux radicaux libres sont formés : R1 (centré sur l'atome de carbone 5) et R2 (centré sur l'atome d'azote 7). Ce dernière (R2) donne naissance à la 8-oxoguanine, un des principaux parqueurs du stress oxydant dans l'ADN (Gardés-Albert *et al.*, 2003).

I.1.4- ANTIOXYDANTS

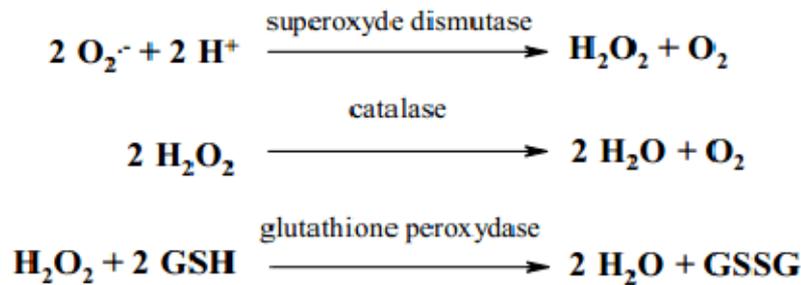
Ce Sont toutes molécules endogènes ou exogènes présentent en faible concentration par rapport a un substrat, qui sont capables de neutraliser ou de réduire les dommages causés par ERO dans l'organisme et permettent de maintenir au niveau de la cellule des concentrations non cytotoxiques. Bien que le corps soit capable de produire ses propres antioxydants (Paster et Priymenko, 2007).

Il existe deux types d'antioxydants :

I.1.4.1- ANTIOXYDANTS ENDOGENES

➤ Système enzymatique

La cellule est pourvue d'enzymes anti-oxydantes qui sont des systèmes de défense très efficaces. Cette ligne de défense est constituée de superoxyde dismutas (SOD), de catalase et de peroxydase (glutathion et ascorbate). Ces enzymes anti-oxydantes permettent l'élimination des radicaux libres primaires, selon les réactions suivantes :



De ce fait elles préviennent la formation des radicaux libres organiques à partir des lipides membranaires notamment et contribuent donc à la protection des membranes de la peroxydation lipidique (Figure 06) (Sorg, 2004).

➤ Système non enzymatique

Ces systèmes antioxydants comportent des composés synthétisés *In vivo*, tels que la bilirubine, les hormones sexuelles (œstrogène), la mélatonine, l'acide lipoïque, la coenzyme Q, l'acide urique, les mélanines (Vamecq *et al.*, 2004).

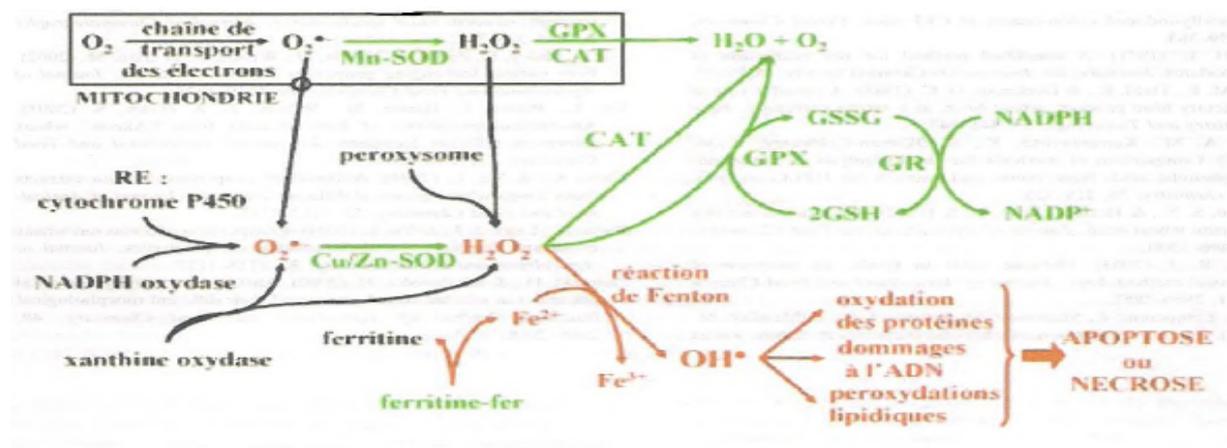


Figure 06: Schéma représentant les principaux ERO et les systèmes de détoxification de la cellule. (Sorge, 2004)

I.1.4.2- ANTIOXYDANTS EXOGENES

Ce sont des composés apportés par l'alimentation, comme l'acide ascorbique, la vitamine E, les caroténoïdes et les composés phénoliques (Paster et Priymenko, 2007).

I.1.4.3- COMPOSES PHENOLIQUES OU POLYPHENOLS

➤ Définition

En 1980, le terme polyphénol a été introduit en remplacement au terme ancien de tanin. Les composés phénoliques également dénommés les polyphénols sont une vaste classe

de substances organiques cycliques très variées (Tableau II), d'origines secondaires qui dérivent du phénol (C_6H_5OH) (Figure 07) et qui sont présents chez toutes les plantes vasculaires, ils peuvent être définis comme des molécules indirectement essentielles à la vie des plantes (d'où la dénomination de métabolites secondaires) (Beta *et al.*, 2005).

Ils constituent un des groupes les plus abondants dans le royaume végétal (présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs : racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, grains et bois) avec plus de 8000 résultant biogénitiquement de deux voies de synthèses principales : la voie de shikimate et acétate (Martin et Andriantsitohaina, 2002).

➤ Structure et classification

Les polyphénols présentent une structure très variée. Il existe des molécules de structure simple, de forme phénolique avec un cycle benzénique sur lequel sont fixés des groupements hydroxyyles .Il existe également des composés plus complexes qui sont les flavonoïdes et les anthocyanes, leur structure est toujours constituée de cycles benzéniques plus ou moins substitués par des groupements OH. Les composés phénoliques peuvent être regroupés en de nombreuses classes qui se différencient par : (Macheix *et al.*, 2005)

- ✓ les voies de la biosynthèse ;
- ✓ la complexité du squelette de base (de simple C_6 à des formes polymérisées) ;
- ✓ les degrés de modification de ce squelette (degré d'oxydation, d'hydroxylation, de méthylation...);
- ✓ liaison possible de ses molécules de base avec d'autres molécules (glucides, lipides, protéines et d'autres métabolites secondaires qui peuvent être des composés phénoliques).

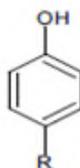
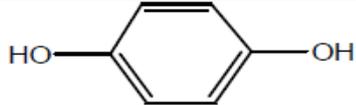
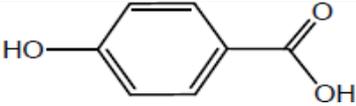
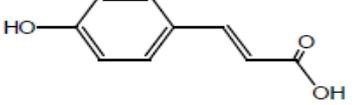
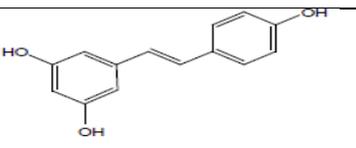
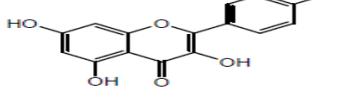
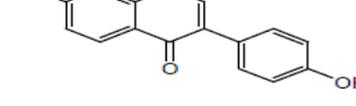
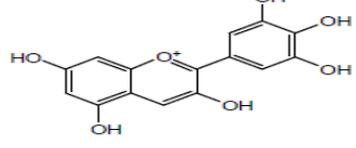
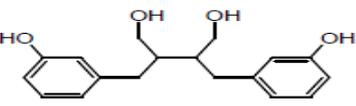
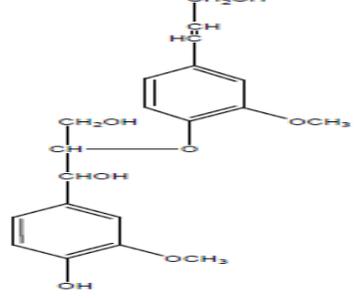


Figure 07 : Structure de base des polyphénols (Branger *et al.*, 2007)

Tableau II : Classification des composés phénoliques (Manach *et al.*, 2004; Macheix *et al.*, 2005)

Squelette carboné	Classe	Exemple	Formule
C6	Phénols simples	Hydroquinone	
C6-C1	Acides phénoliques	Acides p-hydroxybenzoïque	
C6-C3	Acides hydroxycinamiques	Acide p-coumarique	
C6-C4	Napthoquinones	Juglone	
C6-C2-C3	Stilbénoïdes	Trans-Resvératrol	
C6-C3-C6	Flavonoïdes	Kaempférol	
	Isoflavonoïdes	Daidzéine	
	Anthocyanes	Delphinidol	
(C6-C3) ²	Lignanes	Entérodiol	
(C6-C3) n	Lignines	Ether Bconiférylique du gaïacylglycérol	

I.I.4.3.1- FLAVONOÏDES

Le nom Flavonoïde est dérivé du mot « Flavus » en latin, qui signifie jaune. En 1938, Albert szent-Györgyi a révélé la présence dans le zeste de citron les flavonoïdes (Citroflavonoïdes) (**Hennebelle et al., 2004**). Ces dernières ont été désignés sous le nom de vitamine P, en raison de leur efficacité à normaliser la perméabilité des vaisseaux sanguins, cette dénomination fut abandonnée quand ces substances ne correspondaient pas à la définition officielle des vitamines (**Heim et al., 2002**).

Les flavonoïdes représentent les polyphénols les plus distribués dans la nature, leur structure moléculaire est caractérisée par un squelette carboné de type diphenyl 1,3-propane qui comprend 15 atomes de carbone répartis en deux cycles benzéniques notés A et B, reliés par une chaîne en C₃ en formant ainsi l'hétérocycle oxygéné qui désigne la lettre (C) (Figure 08) (**Derbel et Ghedira, 2005**).

Plusieurs sous-groupes existent selon leur degré d'insaturation et d'oxydation de l'hétérocycle : flavones (apigénine, lutéoline) , flavonols (quercétine, myricétine, rutine, kaempférol), flavanones (eriodictyol, naringine, naringénine) , flavanonols, isoflavones (génistéine, daidzéine), chalcones, aurones et anthocyanes (alpha tocophérol, malvidine) qui sont présents dans une grande variété d'aliments (fruits et légumes, céréales, jus de fruits ...).

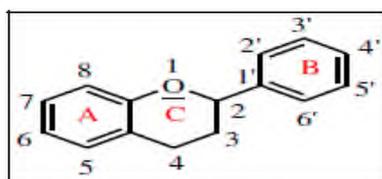


Figure 08: Structure générale des flavonoïdes (**Derbel et Ghedira, 2005**).

I.1.4.4- CAROTENOÏDES

Caroténoïde ou le tetraterpène appartient à la famille chimique de terpénoïdes et regroupe plus de 600 molécules, dont le point commun est une longue chaîne polyénique à 40 atomes de carbone comportant en moyenne 11 doubles liaisons conjuguées. Il regroupe deux classes de composés : les carotènes (β -carotène, phytoène, lycopène) et les xanthophylles (lutéine, zéaxanthine, capsanthine) (Figure 09) (**Derbel et Ghedira, 2005; Gill et Tuteja, 2010**).

Les caroténoïdes constituent une source d'antioxydants majeurs grâce à leur chaîne polyinsaturée. Des études ont montré que le lycopène ayant une structure proche du β -

carotène est le piègeur le plus efficace de l'oxygène singulet, ses dernières sont souvent responsables des couleurs vives de certains fruits et légumes. L'abricot contient principalement du β -carotène, un caroténoïde contribuant largement à sa couleur orangée, ainsi qu'une quantité de lycopène. Certains caroténoïdes sont utilisés comme colorants par l'industrie alimentaire (El-Agamey *et al.*, 2004).

CAROTENES :

β -Carotène



Phytoène



Lycopène



XANTHOPHYLLES :

Lutéine



Zéaxanthine



Capsanthine

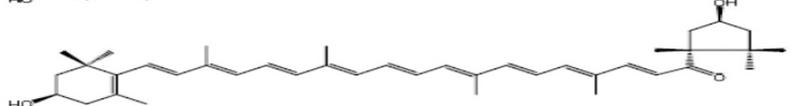


Figure 09: Structure chimiques de quelques caroténoïdes (Hui *et al.*, 2006).

I.1.4.5- ACIDE ASCORBIQUE

De nombreux aliments contiennent de la vitamine C, à des teneurs variables. Les fruits et les légumes représentent la source principale de cette vitamine. La vitamine C ou acide L-déshydro ascorbique est une vitamine hydrosoluble de formule brute $C_6H_8O_6$ (Gill et Tuteja, 2010), le nom ascorbique vient du préfixe grec a « privatif » et scorbut « maladie », signifiant anti-scorbut. L'acide ascorbique est stable à l'état solide, à l'abri de la lumière et de l'humidité. En revanche, en solution aqueuse il s'altère très rapidement au contact de l'oxygène. La chaleur, la présence d'ions métalliques ou un milieu basique accélèrent significativement ce phénomène d'oxydation. Elle est caractérisée essentiellement par l'existence de trois degrés d'oxydation différents : la forme réduite ou ascorbates, la forme semi-réduite ou mono-oxydée (monodéhydro-ascorbique) et la forme oxydée ou acide déhydro-ascorbique (Figure 10) (Garrett et Grisham, 2000).

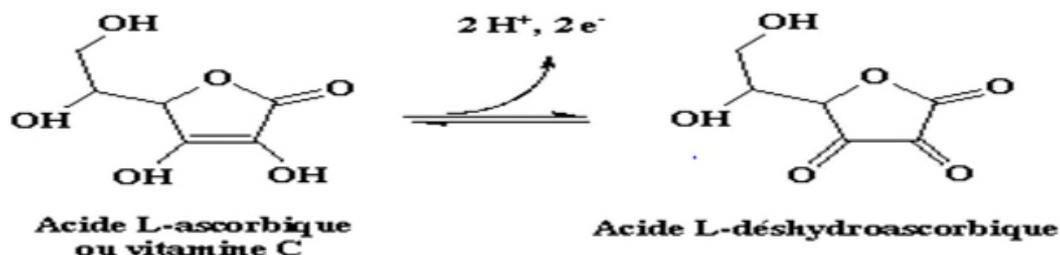


Figure 10: Mécanisme d'oxydation de l'acide ascorbique (Kall, 2003).

L'acide ascorbique est un donneur de protons et utilisé dans deux grands types de réactions, il intervient dans les réactions d'hydroxylation en participant à la synthèse de collagène grâce à l'hydroxylation de la proline et de la lysine, il favorise l'absorption du fer dans les aliments. De manière indirecte, la vitamine C inhibe l'oxydation lipidique membranaire par la régénération de la vitamine E (Garrett et Grisham, 2000).

I.2. PRÉSENTATION DE L'ABRICOT « *PRUNUS ARMENIACA* »

I.2.1- HISTORIQUE

L'histoire connue de l'abricotier commence à pousser en Chine à l'état sauvage il y a 5000 ans avec une première référence à son fruit par l'empereur Yu (2205-2198 av J.C.). L'arbre a subi une amélioration en Perse avant de parvenir en Europe via l'Arménie qui a longtemps été considéré comme le pays d'origine de l'abricotier d'où son nom « *Prunus Armeniaca* ».

En 1951, le botaniste Russe Vavilov a déterminé trois principales zones d'origine : la Chine centrale (Chine et le Tibet), l'Asie centrale (du Tien-Shan au Cachemire) et le centre du Proche-Orient : Iran, Caucase, Turquie se sont les déplacements lors des guerres perso-romaines et/ou les échanges commerciaux avec l'Asie (via la célèbre route de la soie) qui semblent expliquer l'introduction des abricotiers en Europe et l'Afrique du nord (Janick, 2005).

Le mot abricot provient du nom espagnol albaricoque, lui-même issu de l'arbre al-barqûq signifiant « précoce », tout comme le mot latin praecoquum (Tonelli et Gallouin, 2013).

I.2.2- DESCRIPTION

L'abricotier est un petit arbre de 3 à 6 m de hauteur non épineux avec des rameaux étalés ou redressés qui lui font une large cime, les feuilles alternes sont simple et caduque de forme losangée ou en cœur avec les bords dentelés et un apex en pointe. Les fleurs apparaissent avant les feuilles qui sont blanches ou rosés, avec 5 sépales, 5 pétales réguliers et plusieurs étamines.

L'abricot est le fruit de l'abricotier caractérisé par une peau veloutée (l'épicarpe), une chair charnue (mésocarpe), peu juteuse, sucrée, parfumée, de couleur jaune orangée (Figure 11). La peau et la chair sont les parties comestibles de l'abricot, le noyau dans la majorité des variétés est libre adhérent ou non à la chair et de forme ovale, comprimé, possède des faces lisses l'une des structures est carénée et l'autre arrondie de plus il contient une graine exalbuminée c'est l'amande qui est amère ou douce selon les variétés (Tonelli et Gallouin, 2013).

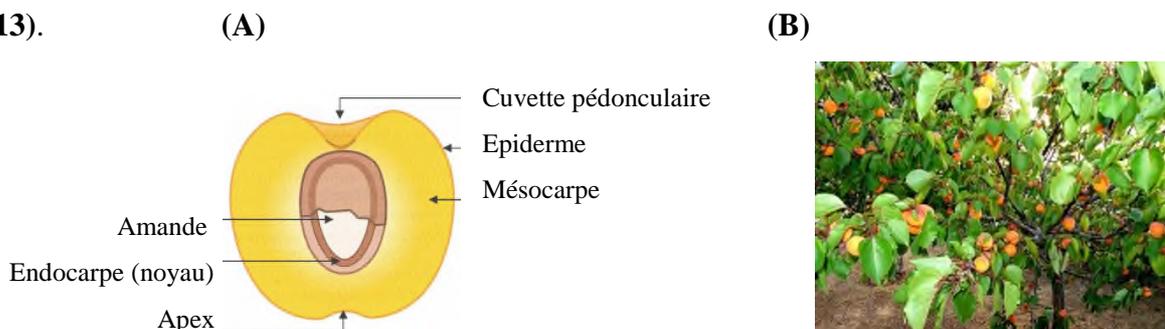


Figure 11 : (A) coupe longitudinales d'abricot (B) photographie de l'arbre d'abricotier (Chaumeton, 2007)

I.2.3- TAXONOMIE

Règne : Végétal

Embranchement : Phanerogames

Classe : Dicotylédones

Famille : Rosacées

Genre: Prunus

Sous genre: :Prunophora focke (Yilmaz *et al.*, 2012).

Espèce : *Prunus armeniaca*

I.2.4- PRODUCTION D'ABRICOT

➤ Dans le monde

La production mondiale d'abricots s'est développée autour du bassin méditerranéen et en Asie Centrale avec la prédominance de la Turquie qui est considérée comme le principal producteur d'abricots et plus particulièrement dans la région de Malatya. L'Abricot est le 16^{ème} fruit cultivé dans le monde, selon les chiffres données de l'année 2010 il domine ainsi la production mondiale avec environ 695364 tonnes suivie de l'Iran avec 397749 tonnes (Tableau III) (Abbas et Trari, 2015).

➤ En Algérie

En Algérie en raison de la superficie qu'il occupe l'abricotier possède une place importante dans le marché national, sa production nationale vient en 2^{ème} place après les pommes, la wilaya de Batna est l'une des principale région productrice elle occupe la plus grande superficie a l'échelle nationale suivie de la wilaya de Msila (Bahlouli *et al.*, 2008).

Tableau III : Production d'abricot en 2010 (Abbas et Trari, 2015).

Pays	Quantité de production (1000 tonnes)
Turquie	695,364
Iran	397,749
Ouzbékistan	290,000
Italie	233,600
Algérie	202,806
Pakistan	193,936
France	190,382
Maroc	122,798

I.2.5- COMPOSITION ET VALEUR NUTRITIONNEL DE L'ABRICOT

L'abricot peut être consommé frais, séché ou sous forme de jus, de marmelade et de confiture, son contenu en fibres, en antioxydants et en plusieurs autres nutriments fait de l'abricot un fruit particulièrement intéressant pour la santé. L'abricot est considéré comme une source riche en sucre, en fibre et en minéraux et se caractérise par sa teneur très élevée en vitamine A, il est aussi riche en potassium. Le fruit d'abricot est connu pour contenir des quantités élevée de caroténoïdes (principalement β -carotène) (Tableau IV) (Touati *et al.*, 2014).

Tableau IV : Composition et valeurs moyenne de l'abricot (pour 100 g de la matière fraîche) (Hui *et al.*, 2006).

Abricot	L'eau (g)	Energie (Kcal)	Protéine (g)	Lipide (g)	Sucre (g)	Fibre (g)	Caroténoïde (mg)
	86,35	48	1,40	0,39	9,24	2	1,8
	Vitamine C (mg)	Vitamine E (mg)	Vitamine A (UI)	Calcium (mg)	Phosphore (mg)	Potassium (mg)	Fer (mg)
	10	0,89	13	13	23	259	0,39
	Magnésium (mg)	Zinc (mg)	Cuivre (mg)	Glucose (g)	Fructose (g)	Sucrose (g)	Carbohydrate (g)
	10	0,20	0,078	1,9	0,4	4,4	11,12

I.3. LA CONFITURE

I.3.1- HISTORIQUE

La confiture a été introduite tardivement en Europe par l'intermédiaire du monde arabe. Au Moyen Age, l'appellation confiture désigne toutes les confiseries réalisées à partir d'aliments cuits dans du sucre ou du miel : bonbons, fruits, confits...etc. Cette appellation ne devient denrée courante qu'avec la vulgarisation du sucre, au début XIX^e siècle avec l'apparition de betterave à sucre (**Diligent, 2000**). Confire les fruits était avant l'invention de la réfrigération et l'utilisation de l'avion pour le transport des denrées alimentaires fraîches, la seule méthode pour les conserver et les déguster au-delà de leur courte période de production.

La confiture est servie aussi pour prévenir les effets non désirés de certains aliments et concéder comme un remède à la table des grands seigneurs et des rois (**Diligent, 2000**).

La confiture était donc le rayon de soleil venant réchauffer la table en hiver.

I.3.2- DEFINITION

La confiture est l'art de conserver par le sucre, fruits, légumes, tige, racine, feuilles ou fleurs.

Le mot « confiture » désigne généralement les produits obtenus en cuisant des fruits par le sucre, mais les divers modes de fabrication correspondent à des appellations différentes :

- **Une confiture** : préparation de fruits entiers ou en morceaux, cuits dans un sirop de sucre. Le produit final doit contenir au moins 30% de fruits et 45% Brix (le degré Brix est le poids en gramme de matière sèche contenue dans 100 grammes d'une solution dans l'eau distillées).
- **Une gelée** : est une préparation obtenue uniquement avec le jus ou extraits aqueux des fruits, sans trace de pulpes.
- **Une marmelade** : est une préparation de fruits réduits en pulpe, purée, jus, extrait aqueux, écorces, par la cuisson avec le sucre. (**Codex alimentaire, 2009**)

I.3.3- COMPOSITION BIOCHIMIQUE ET La VALEUR NUTRITIONNELLE DE LA CONFITURE D'ABRICOT

La valeur nutritionnelle des confitures est due essentiellement à leur teneur en sucre 60 à 65% (700 à 800g pour 1Kg de confiture) et leur teneur vitaminique dépend de la variété du fruit et de sa maturité (Tableau V) (**Menou, 2005**).

Tableau V: valeurs nutritionnelles de la confiture d'abricot (composition moyenne pour 100 g) (**Mohd Naeem et al., 2015**).

Confiture	Energie (Kcal)	Sucre totaux (g)	Protéine (g)	Fibre (g)	Vitamine C (mg)	Vitamine E (mg)	Calcium (mg)
	272,49± 9,52	53,65± 1,96	0,43± 0,04	0,54± 0,26	5,67± 2,78	0,44 ±0,17	7,633± 1,207
	Magnésium (mg)	Zinc (mg)	Fer (mg)	Cuivre (mg)	Sucrose (g)	Glucose (g)	Fructose (g)
4,250± 0,316	0,11± 0,01	0,200± 0,063	0,023± 0,002	8,47± 4,60	23,33± 1,78	19,85± 1,94	

I.3.4- INGREDIENTS DE BASE DE LA CONFITURE

➤ **Le fruit**

Les confituriers utilisent comme matière première les fruits, congelés, en conserve, ou encore la pulpe de fruit conservée. Seuls les fruits bien murs, de couleur, de saveur et de texture caractéristiques doivent entrer dans les confitures. Tous les fruits et certaines se prêtent à la confiture, qu'on utilise leur chaire (pêche, l'abricot, poire) leur jus (pomme, groseille) ou leur écorce comme les agrumes (pamplemousse, citron, orange) (Menou, 2005).

➤ **Agents édulcorants (sucre)**

Les principaux agents édulcorants (adouçissants) utilisés en confiturerie sont les sucres de canne et de betterave (sucrose), le sucre de maïs (dextrose), le sirop de maïs (glucose) et le miel. Ils diffèrent en solubilité et agissent différemment sur la couleur et la saveur de la confiture. Le sucrose et le sucre inverti constituent généralement la meilleure combinaison d'agents édulcorants.

Les teneurs élevées de confitures en saccharose leur confèrent une excellente stabilité microbiologique (Reiser, 2015).

➤ **La pectine**

En 1825 le chimiste français Braconnot donna le nom de pectine (du grec pektos signifiant « prise en gelée, rigide » aux substances extraites de fruits et qui gélifient en milieu sucré et acide. Tous les fruits contiennent de la pectine en quantité et de qualité variables selon l'espèce de fruit, l'état de maturité et le milieu de culture. Les pectines pour ses propriétés gélifiantes, épaississantes et stabilisantes sont largement utilisées dans les industries agro-alimentaires.

La gélification naturelle des confitures dépend : de la teneur en pectines ; de la teneur en sucre ; du pH (Hui *et al.*, 2006).

➤ **L'acide citrique**

Est un triacide carboxylique $C_6H_8O_7$ présent naturellement dans tous les êtres végétaux. L'acide citrique est considéré comme un additif alimentaire, conservateur, organoleptique (l'acide citrique confère à la confiture une bonne saveur), neutralisant et acidifiant (Moys *et al.*, 2012).

➤ **Conservateur**

L'industrie alimentaire dispose d'une vaste gamme de procédés chimiques de conservation. Il s'agit en principe, de substances capables de retarder ou d'arrêter la fermentation, l'acidification des aliments en inhibant la prolifération de micro-

organismes (conservateurs proprement dites) ou d'empêcher des réactions chimiques dues à la présence d'oxygène (antioxydants) (Reiser, 2015).

I.3.5- PRINCIPALES ALTERATIONS DES CONFITURES

I.3.5.1- ALTERATIONS MICROBIOLOGIQUES

Les germes présents dans les confitures proviennent en grande partie de la matière première. D'autres peuvent être apportés par le sucre ou les sirops, des additifs alimentaires (pectine, acide citrique), et de la matière utilisée pour la fabrication.

Les conditions particulières qu'ils rencontrent dans ces produits font qu'une grande partie d'entre eux est incapable de se développer. Le pH bas et la pression osmotique, due à la présence de sucre, font que les seuls germes acidophiles et osmophiles pourront se multiplier.

➤ Les agents d'altérations

- **Les levures** : les plus couramment rencontrées appartiennent au genre : *Saccharomyces* (*S. cerisiae*, *S. carlbengensis*)
- **Les moisissures** : sont des micro-organismes filamenteux aérobies, elles se retrouvent partout dans la nature et elles ont deux facettes l'une bénéfiques et l'autre nuisible c.-à-d. réduction quantitative et qualitative de la valeur alimentaire qui se traduit souvent par l'apparition d'arrière goût moisi.
- **Les bactéries** : parmi les bactéries, le principal agent d'altération est de genre lactique *Leuconostoc* qui comme levure, supporte bien, les conditions sélectives. Le genre *Lactobacillus* peut également y causer diverses altérations, parmi les autres bactéries pouvant être rencontrées se trouvent des bactéries acétiques qui causent l'apparition d'un goût aigre (Nursten, 2005).

I.3.5.2- ALTERATION BIOCHIMIQUES

➤ Brunissement non enzymatique (BNE)

Est l'ensemble de réaction très complexes aboutissant dans divers aliment à la formation des pigment noirs ou bruns, a des modifications, favorable ou indésirables, de l'odeur et de la saveur et à la perte de la valeur nutritionnelle. la réaction a été décrite par Louis Maillard en 1912.

Il survient lors du processus technologique (pasteurisation, opération de cuisson..) et l'entreposage.

Les substrats de ces réactions sont des composés carbonyles et en premier lieu des sucres réducteur. D'autres composés porteurs de fonction carbonyle interviennent également, par exemple l'acide ascorbique. Les acides aminés et les protéines participent à cette réaction, et les catalysent, par l'intermédiaire des groupements aminés libres

Le mécanisme des réactions de la BNE est sous l'effet des facteurs suivants : l'activité de l'eau, PH, la température et la nature des sucres réducteurs

Parmi les conséquences nutritionnelles de la réaction de Maillard on à :

-la diminution de la digestibilité des protéines impliquées dans la réaction de Maillard à cause de la modification des résidus d'acides aminés reconnus par les protéases comme site d'hydrolyse.

- l'indisponibilité biologique de la lysine impliquée dans la réaction de Maillard (**Brénaud et al., 2006**).

➤ Brunissement enzymatique

Il s'agit d'une réaction d'oxydation catalysée par une enzyme : la polyphénol oxydase (ppo).

Cette PPO est en fait un complexe enzymatique qui regroupe 2 activités (Figure 12)

- La première appelée crésolase permet de transformer les phénols, qui ne sont pas des substrats de l'enzyme, en orthodiphénols toujours incolores mais qui sont les substrats de l'oxydation ;
- La seconde appelée catécholase correspond à l'activité oxydase à proprement parlé

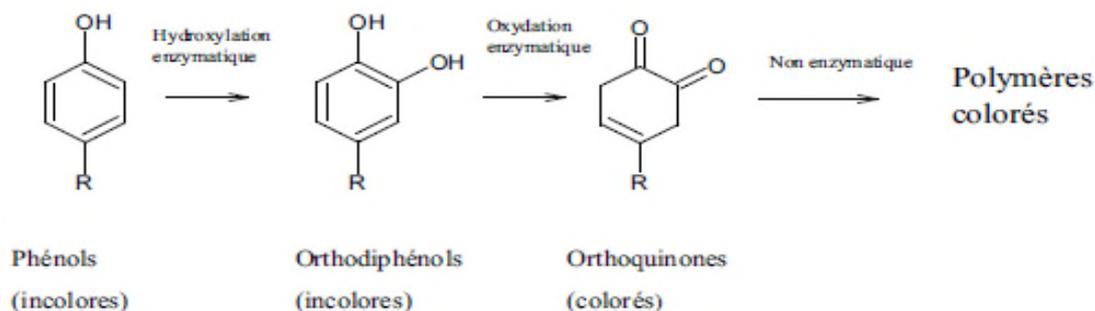


Figure 12 : les étapes du brunissement enzymatique (Branger *et al.*, 2007).

I.3.6.FABRICATION INDUSTRIELLE DE LA CONFITUE

I.3.6.1. DESCRIPTION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL CEVITAL S.P.A.

➤ Situation géographique

CEVITAL S.P.A. d'unité COJEK est située dans la commune d'EL-Kseur, dans la zone d'activité, à 25Km du chef-lieu de Bejaia, elle est implantée dans une région à vocation agricole à droite à 200 m de la route nationale N°26 liant Alger-Bejaia. Tous ces caractères lui confèrent un emplacement stratégique favorable facilitant les opérations d'approvisionnement et de distribution des produits.

➤ Activités de l'unité

Elle est chargée de la :

- Fabrication et la commercialisation de plusieurs produits : les conserves des fruits (confiture) et des boissons (Tchina)
- Production des pulpes (orange, mandarine et abricot) qui sont les matières premières qui servent à fabriquer les boissons

I.3.6.2-TECHNOLOGIE DE FABRICATION D'UNE CONFITURE

La fabrication de l'eau fruitée ou de la confiture se fait à base de la pulpe ; qu'est produite à partir de la matière première qui peut être : abricot, mandarine, orange.

L'obtention de cette pulpe passe par plusieurs étapes. On distingue trois opérations principales dans le processus de fabrication de la confiture : préparation des fruits, la cuisson et le conditionnement (Furet, 2000 ; Menou, 2005 ; Kamiloglu *et al.*, 2014).

➤ Préparation des fruits

Les fruits doivent être utilisés rapidement après la cueillette, ou stockés dans un endroit frais et aéré.

- **Réception** : elle s'effectue par une commission d'agréeage, composée d'un responsable de laboratoire, un responsable de la production et du chargé des approvisionnements afin de déterminer le poids net, l'état de maturité, ainsi que la variété du produit.
- **Agréage** : c'est un contrôle visuel pour vérifier la grosseur, la couleur et la maturité du fruit, ce dernier doit être dépourvu de toutes salissures et moisissures.
- **Pesage** : le camion plein passe par un pont bascule pour être pesé. Une fois déchargé, repasse sur le pont bascule pour déterminer sa tare à vide, la différence des deux poids donnera le poids net des fruits.
- **Lavage et triage** : Réalisé dans un bac d'eau dont le but d'éliminer les plus gros déchets (pierre, débris végétaux, plaque de plastique), les fruits passent ensuite dans un tapis roulant pour l'élimination des feuilles, tige, et fruits mal sains.
- **Broyage et désaération** : Il est effectué afin de découper les fruits en petits morceaux, et dans le but d'éliminer tous les gaz existants on réalise une désaération.
- **Blanchiment** : le blanchiment a pour but d'assouplir par une légère cuisson le tissu de fruits et de le rendre ainsi plus apte à se confire. Il représente une brève pré-cuisson à l'eau ou à la vapeur. Cette opération s'effectue dans une blancheur constituée d'un cylindre à double enveloppes comprenant une vis sans fin alimentée par vapeur d'eau de 1 à 2 bars.
- **Tamissage** : les fruits blanchis passent ensuite au tamiseur. Ce dernier est constitué d'un tamis perforé de trous de 2 mm. Le tamiseur est muni de battes qui en tournant écrasent les fruits, séparent les noyaux et la pulpe passe ainsi à travers les perforations

➤ **La cuisson**

Elle doit permettre d'ôter l'eau en excès, de cuire les fruits avec une mise en solution des pectines, de pasteuriser le mélange et de permettre la dissolution du sucre et son version partielle. Cette opération s'effectue à une température 65° C pendant 20 minutes afin d'obtenir un Brix final de 65-66°.

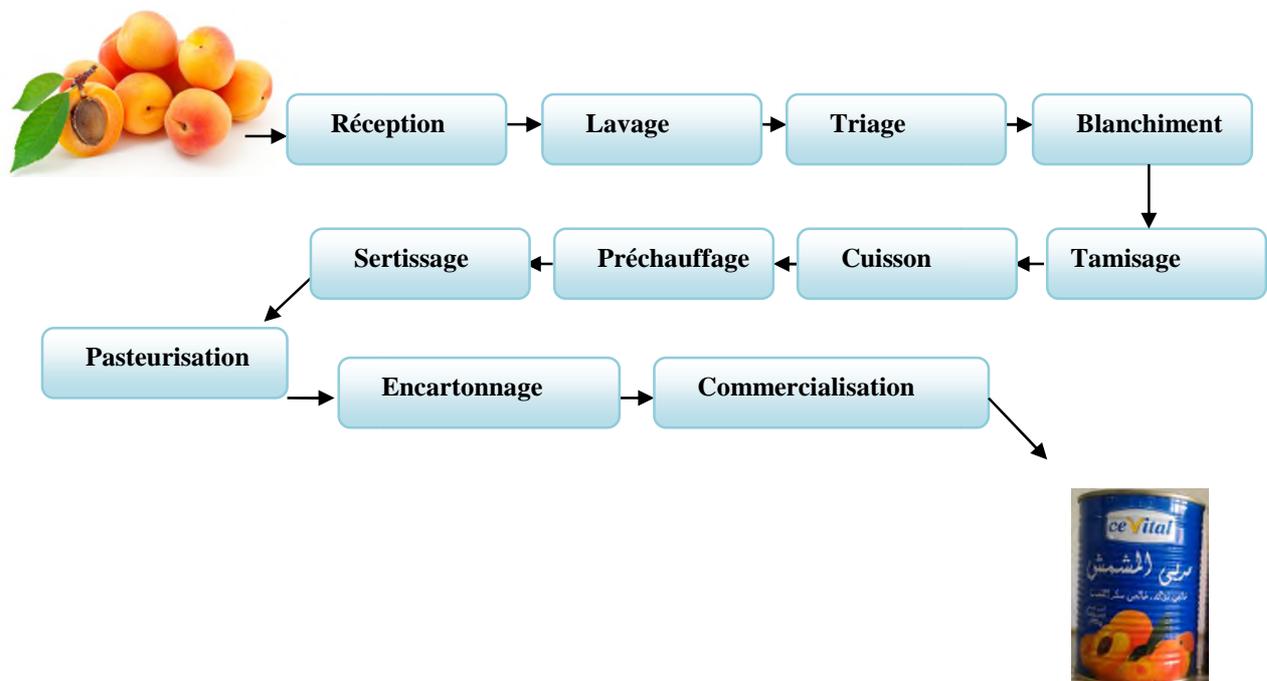
➤ **Conditionnement**

- **Remplissage** : aussitôt que la cuisson interrompt. La confiture est mise en opération doit être faite à chaud pour éviter le bombage des boîtes.
- **Sertissage** : c'est une opération qui exige beaucoup de soins, car d'un bon ou d'un mauvais sertissage, dépend de la bonne ou la mauvaise conservation des produits mis

en boîtes de telles sorte que le récipient doit être hermétiquement fermé à la fin de cette opération

- **Pasteurisation en tunnel** : c'est un traitement thermique qui a pour but d'assurer une très longue durée de stabilité de la confiture, par la destruction des microorganismes et les spores. La pasteurisation en tunnel s'effectue à température de 90-100° C et subi des injections de vapeur à 4 phases :
 - **Préchauffage** : 70-80° C/ 10min ;
 - **Chauffage** : 90-98° C/20min ;
 - **Pré refroidissement** : 45-50° C/15min ;
 - **Refroidissement** : 30-35° C/10min.
- **Séchage** : les boîtes sont ensuite séchées par ventilation d'air frais.

L'organigramme ci-dessous résume les principales étapes de la production de la confiture :



I.3.7- LA CONSERVATION DE LA CONFITURE

La conservation des aliments est un combat constant contre les microorganismes d'altération ou les pathogènes de l'homme. Depuis longtemps le coût des produits, leur qualité, mais surtout la sécurité sanitaire des aliments ont été les principaux centres d'intérêt des industriels. A l'heure actuelle la chaîne alimentaire est devenue plus complexe, multipliant les possibilités de contamination et de développement des agents pathogènes (**Codex Alimentaires, 2009**).

Il ya plusieurs techniques de conservation des aliments parmi ces technique :

I.3.7.1- CONSERVATION PAR LA CHALEUR

Le traitement des aliments par la chaleur a pour objectif de détruire ou d'inhiber totalement les enzymes ainsi que les microorganismes et leurs toxines. On distingue plusieurs techniques de conservation des aliments par la chaleur (**Brémaud et al., 2006; Moinet, 2010**) :

➤ **La stérilisation (appertisation)**

La stérilisation est une technique visant à éliminer toute forme microbienne vivante, y compris les spores, et bloquée l'activité enzymatique grâce à des températures supérieure à 100°C pendant une durée suffisante ce qui favorise la perte des propriétés organoleptiques du produit avec le temps (**Moinet, 2010**).

➤ **La stérilisation UHT**

Le traitement à UHT « ultra haute température » est une méthode de conservation consistant à chauffer instantanément le produit à une température très élevée (supérieure à + 140°C) pendant quelque secondes puis à le refroidir. Ce procédé, permet la destruction de tous les micro-organismes. En effet La courte durée du traitement conserve mieux les propriétés sensorielles et nutritionnelles des aliments (**Pierre et al., 2012**).

➤ **La pasteurisation**

Cette technique consiste à chauffer le produit à des températures inférieures à 100°C dans quelque secondes à quelque minutes, dont le but de détruire les microorganismes pathogènes et d'altération, éliminer les risques de contamination alimentaire et permettent d'obtenir des aliments stables. La chaleur importante détruit une grande partie des bactéries. Il en reste cependant quelques-unes ayant résisté sous forme de spores, Ce traitement thermique doivent être suivi d'un brusque refroidissement (+4 °C) afin d'éviter la multiplication des bactéries qui n'auraient pas été détruites (**Dupin et al., 1992**).

I.3.7.2- CONSERVATION PAR LE FROID

Le froid est une technique de conservation des aliments qui arrête ou ralentit l'activité cellulaire, les réactions enzymatiques et le développement des micro-organismes. Il prolonge ainsi la durée de vie des denrées alimentaires en limitant leur altération. Néanmoins, les micro-organismes éventuellement présents ne sont pas détruits et peuvent reprendre leur activité dès le retour à une température favorable (**Brémaud et al., 2006; Moinet, 2010**).

➤ **La congélation**

La congélation consiste à abaisser la température (entre 0 et -20) d'un aliment, Ce procédé provoque la cristallisation en glace de l'eau contenue dans les aliments ce qui inhibe l'activité enzymatique et l'activité métabolique des microorganismes. La congélation permet donc la conservation des aliments à plus long terme cette durée est en fonction de la température et de la nature des aliments .Les viandes, par exemple, peuvent alors se conserver plusieurs mois.

➤ **La réfrigération**

La réfrigération est le fait d'abaisser la température entre 0°C et 8°C qui permet la conservation des aliments pendant quelque jours, l'activité enzymatique et les métabolisme cellulaires sont alors ralentis, cette technique doit s'appliquer à des aliments initialement sains et être continue tout au long de la filière de distribution.

➤ **La surgélation**

La surgélation est un procédé physique qui consiste à abaisser très rapidement la température d'une denrée à une température très basse en dessous de -18°C, les produits ainsi traités conservent toute leur texture, leur saveur et peuvent être conservés plus longtemps.

I.3.7.3- CONSERVATION PAR EXTRAIT DE PLANTE

Beaucoup d'études ont porté sur la toxicité élevée des antioxydants synthétiques dans l'industrie alimentaire (**Marongiu et al., 2004**) le besoin de réduire leur utilisation (maintenant limitée dans plusieurs pays en raison de leurs possibles effets indésirables sur la santé humaine) impose d'orienter le marché vers des antioxydants d'origine naturelle. Le développement de méthodes de production de ces substances naturelles spécialement à partir de plantes est un domaine prometteur et en pleine croissance (**Yepez et al., 2002; Pereira et al., 2012**).

l'introduction de différents extraits de plantes dans la préparation d'aliments pour une meilleure préservation et leur lutte contre les ravageurs a fait l'objet de nombreux études en effet, l'utilisation des extraits des poudres d'*Eucalyptus citriodora*, de *Cupressus lucitanica* et de *Tagetas minitiflora* sur les grains de maïs et de haricot ont été efficaces pour assurer la conservation de ces produits (**Kaloma et al., 2008**).

*Matériel et
méthodes*

II.1. ECHANTILLONNAGE

II.1.1-ECHANTILLONS DE LA CHAÎNE DE FABRICATION

Les échantillons de la confiture d'abricot utilisés dans la présente étude sont directement apportés de l'usine de leur production "CEVITAL de EL-Kseur" aux cours de la chaîne de fabrication (pulpe, avant et après pasteurisation), ces derniers sont mis dans des flacons préalablement stérilisés, conservés, ont été transportés au laboratoire de biophysique de l'université de Bejaïa où ils sont analysés.

II.1.2-ECHANTILLON DE LA CONSERVATION

➤ Préparation de l'extrait de *Ziziphus jujuba*

Les feuilles de *Ziziphus jujuba* étudiées proviennent de la région de kherrata située dans la wilaya de Béjaïa, la récolte a été effectuée par la promotrice en septembre 2015, les feuilles sont séchées à l'air libre à l'abri de la lumière pendant 15 à 20 jours puis sont mises à l'étuve à 37°C pendant 48h, Une fois séchées, elles subissent un broyage à l'aide d'un broyeur électrique jusqu'à l'obtention d'une poudre fine Cette dernière a été tamisée. Les poudres ainsi obtenues sont conservées dans des boîtes et stockées à l'abri de la lumière (congélateur) pour des analyses ultérieures (Figure 13).

(A)



(B)



Figure 13: (A) photographie des feuilles de *Ziziphus jujuba*. (B) photographie des feuilles broyées de *Ziziphus jujuba*.

Une quantité de 15g de matériel végétale (feuille de jujube) est macérée dans 200 ml de solvant d'éthanol absolu sous agitation magnétique pendant 1h30. Le surnageant a été récupéré et le culot a ensuite ré-extrait avec 200 ml du solvant suivant les mêmes étapes. Le

surnagent de la première et deuxième extraction ont été mélangés puis centrifugés à 3000 tours / min pendant 5 min ; l'extrait est ensuite filtré. Les filtrats ont été évaporés à sec au moyen d'un évaporateur rotatif 54-60° C. Les résidus secs ont été pesés puis conservés dans le congélateur.

Les confitures préparées sont mises dans des pots en plastique stériles et fermés soigneusement les échantillons ont été répartis en deux lots et en suite sont conservés à 35°C (Figure 14).

Lots 01 : (boîtes de confitures sans ajout d'extrait) : conservée à 35°C.

Lots 02 : (boîtes de confiture avec ajout d'extrait) : conservée à 35°C.

Les paramètres testés sont déterminés après 20 et 40 jours de conservation.

(A)



(B)



Figure 14 : (A) Confiture sans extrait de la plante. (B) Confiture avec l'extrait de la plante.

II.2.EXTRACTION

➤ Chaîne de fabrication

Une quantité de 1g de confiture de chaque échantillon (pulpe, confiture avant et après pasteurisation) est ajoutée à 20ml de solvant (acétone 80%, acétone 50%, éthanol 80%, éthanol 50%). Le mélange subit une sonication pendant 10min, puis ce mélange est centrifugé à 5000 tours /10min. l'extrait est récupéré après filtration à l'aide d'un papier filtre.

➤ Conservation

Une extraction est effectuée avec 20ml du éthanol 50% pour la confiture avec et sans ajout d'extrait de *Ziziphus jujuba*. Après sonication pendant 10min, le mélange est centrifugé à 5000 tours pendant 10 min, le surnageant récupérés et filtrés constitue l'extrait.

II.3. PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

II.3.1- HUMIDITE

Le test d'humidité (la teneur en eau) a été déterminé par dessiccation d'un échantillon de 2g dans une étuve à 105° C. Après 24h les échantillons ont été récupérées pour mesure le poids perdu au cours de séchage. La teneur en eau est calculée selon l'équation suivante : (Chougui *et al.*, 2015)

$$\text{Taux d'humidité (\%)} = (P_1 - P_2) * 100 / (P_1 - P_3)$$

P₁ : Poids initial de l'échantillon et de creuset avant le séchage (en gramme)

P₂ : Poids final de l'échantillon et de creuset après séchage (en gramme)

P₃ : poids du creuset vide

II.3.2-pH

Le pH est déterminé par la technique électro métrique ou potentiométrique en utilisant un appareil qui mesure la différence de potentiel entre deux électrodes (Rada-Mendoza *et al.*, 2004).

L'électrode du pH mètre (préalablement étalonné à l'aide de deux solution tampon de pH 4 et 7) est rincée avec de l'eau distillée, puis plongée dans un bécher contient 1g de l'échantillon et 20 ml d'eau distillée (le mélange est agité pendant 10 min par un agitateur magnétique, pour permettre une meilleure homogénéisation). Après stabilisation de l'afficheur de l'appareil, le pH est obtenu directement par simple lecture sur le cadran du pH-mètre.

II.3.3- ACIDITE TITRABLE

L'acidité titrable correspond à la somme des minéraux et organique présents dans un produit, elle est exprimée en fonction de l'acide citrique.

Le principe de cette méthode consiste à un titrage avec une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) 0,1N.

1g échantillon est ajusté à 20 ml avec l'eau distillée. Après la mesure du pH la solution est titrée à la soude (NaOH 0,1N) jusqu'au pH = 8,1. Les résultats de l'acidité titrable sont exprimés en gramme d'acide citrique pour 100g d'échantillon (**Touati et al., 2014**).

$$A_{\text{acide citrique}} = V_{\text{NaOH}} * 0,64 / \text{Prise d'essai} ; \text{exprimé en g EAC/Kg}$$

V_{NaOH} : le volume en ml de NaOH de la chute lue

Prise d'essai : Poids de l'échantillon utilisé pour le test

0,64: coefficient correspond à l'acide citrique

II.3.4- BRIX

Le degré Brix ou l'indice réfractométrique est déterminé à l'aide d'un réfractomètre de paillasse. Il représente la matière sèche soluble présente dans l'échantillon et est corrélé à la teneur en sucres.

Cette technique consiste à déposer une goutte d'échantillon sur la surface du prisme du réfractomètre puis baisser le deuxième sur la première. La limite de séparation entre la zone claire et la zone obscure indique la grandeur de réfraction de la lumière, qui dépend du taux de la matière sèche soluble contenue dans l'échantillon. Le résultat obtenu est exprimé en degré Brix (**Roussos et al., 2011**).

II.3.5- PROTEINE

La teneur en protéine est déterminée selon la méthode de **Bradford et al. (1976)**. Un volume de 10 ml d'éthanol 80% est ajouté à 1g d'échantillon, le mélange est incubé à l'obscurité et à la température ambiante pendant 24 heures. Après centrifugation à 5000 tour pendant 15 min, le surnageant est récupéré. 2,5ml du réactif de Bradford sont ajoutés à 200µl d'extrait puis incubé 5min à température ambiante. L'absorbance est mesurée à 595nm.

Les résultats sont exprimés en mg de sérum albumine bovine par 100g d'échantillon en se référant à une courbe d'étalonnage (Figure 1, annexe I).

II.4. DOSAGE DES ANTIOXYDANTS

II.4.1-DOSAGE DES POLYPHENOLS TOTAUX

Le dosage des composés phénoliques totaux à été effectué par une méthode adaptée avec le réactif de folin-Ciocalteu (**Singleton *et al.*, 1999**).

En milieu basique, la fonction OH des composés phénoliques réduisent le réactif de Folin-Ciocalteu qui est formé d'acide phosphotungstique $H_3PW_{12}O_{40}$ et d'acide phosphomolybdique $H_3PM_{12}O_4$ en un mélange bleu d'oxyde de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_{23}). L'intensité de la coloration bleu est proportionnelle aux taux des composés phénoliques oxydés.

Cette méthode consiste à mélanger 200 μ l d'extrait de la confiture avec 1ml de réactif Folin-Ciocalteu (1/10). Après 3 minutes, 800 μ l de carbonate de sodium ($Na_2 CO_3$) à 7,5 % a été ajouté, le mélange est incubé à l'obscurité et à la température ambiante pendant 90 minutes. Les absorbances sont mesurées à 704 nm (**Masur *et al.*, 2014**).

La teneur en composés phénoliques est déterminée à partir d'une courbe d'étalonnage obtenue en utilisant de l'acide gallique à différentes concentrations. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique (EAG)/ 100g MS (Figure 2, annexe I).

II.4.2- DOSAGE DES FLAVONOÏDES

La quantification des flavonoïdes est réalisée par le dosage spectrophotométrique selon la méthode décrite par **Kim *et al.* (2003)**

Le principe de dosage des flavonoïdes est basé sur la formation de complexes suite à la chélation des ions Al^{3+} , utilisés sous forme de chlorure d'aluminium ($AlCl_3$), par les groupements hydroxyles (OH) libre des flavonoïdes, en formant une coloration jaune dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de flavonoïdes présents dans l'extrait.

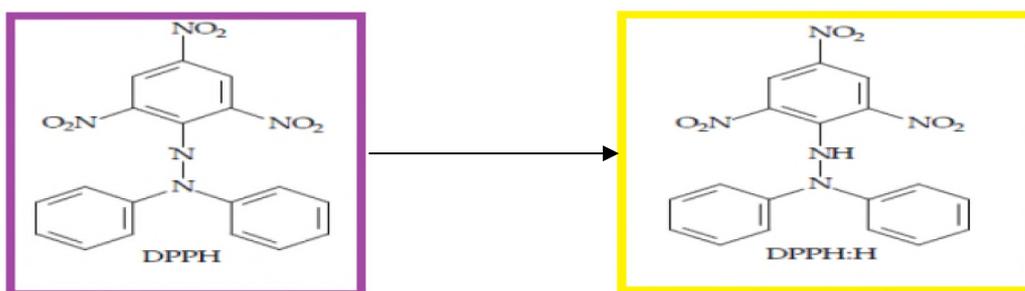
La concentration en flavonoïdes est déterminée selon la méthode rapportée par **Vongsak *et al.* (2013)**, qui consiste à mélanger un volume de 750 μ l d'extrait avec même volume de chlorure d'aluminium (2%). Après l'incubation à température ambiante pendant 30 minutes à l'obscurité, l'absorbance est mesuré à 420 nm contre le blanc. La teneur en flavonoïdes des extraits est exprimée en milligramme (mg) équivalents de quercitine par 100g MS (Figure 3, Annexel).

II.5. ACTIVITES ANTIOXYDANTES

II.5.1-ACTIVITE ANTIRADICALAIRE

Le DPPH est un radical libre possède un électron non apparié sur un atome du pont d'azote. Du fait de cette délocalisation, les molécules de radical ne forment pas des dimères à cause de l'encombrement stérique autour de l'atome d'azote et qui provoque aussi la couleur violette foncée qui devient jaune quand il est réduit par un donneur de proton H^+ (un composé anti radicalaire) (Figure 16)

Le degré de changement de la couleur est proportionnel à la concentration et à la puissance des antioxydants. L'activité antioxydante est ensuite mesurée par la diminution de l'absorbance. (Povovici *et al.*, 2009)



1,1-diphényl 2-picrylhydrazyl (violet)

1,1- diphényl 2- picrylhydrazine (jaune)

Figure 16 : Forme libre et réduite du DPPH (Molyneux, 2004).

La mise en évidence du pouvoir antioxydant des extraits via le DPPH est effectuée par la méthode décrit par **Kamiloglu *et al.* (2015)**. Un volume de 1,5 ml de solution de DPPH est ajouté à 200 μ l d'extrait puis le mélange est laissé à température ambiante et à l'obscurité pendant 30 minutes avant de lire l'absorbance à 517 nm. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide ascorbique par 100g de la confiture, en se référant à une courbe d'étalonnage en utilisant l'acide L-ascorbique (EAA) et les résultats sont exprimés en mg EAA/100g (Figure 6, Annexe II).

II.5.2- POUVOIR REDUCTEUR

Le pouvoir réducteur d'un composé est lié à son activité antioxydante qui est présente dans les extraits et qui permet de réduire le chlorure ferrique ($FeCl_3$) du complexe

ferricyanure-Fe³⁺ en chlorure ferreux (FeCl₂). La forme réduite donne une couleur verte dont l'intensité est proportionnelle au pouvoir réducteur.

L'étude du pouvoir réducteur est réalisée selon la méthode décrit par **Viuda-Mortos *et al.* (2011)**. 200 µl de l'extrait sont mélangé avec 500 µl de tampon phosphate (0,2M ; PH 6,6) et 500 µl de ferricyanure de potassium (1%). L'ensemble est incubé au bain marie à 50°C pendant 20 min. Après refroidissent 500 µl de TCA (10%), 500 µl de l'eau distillé suivie de 100 µl de FeCl₃ (0.1%) sont ajoutée. L'absorbance des solutions obtenues est mesurée à 700 nm après 10 min d'incubation. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique par 100g MS, en se référent à une courbe d'étalonnage réalisée dans les mêmes conditions (Figure 7, annexe III).

II.6. ANALYSES STATISTIQUE

Les données représentent la moyenne de trois essais. La comparaison des résultats est réalisée par l'analyse de la variance, ANOVA (STATISTICA 5,5) et le degré de signification des données est pris à la probabilité $P < 0,05$.

*Résultats et
discussion*

III.1. CHAÎNE DE FABRICATION

III.1.1- PARAMÈTRE PHYSICO-CHIMIQUES

III.1.1.1- HUMIDITÉ

D'après les résultats présentés dans la figure 17, l'humidité de la pulpe d'abricot (87,83%) diminue significativement ($p \leq 0,05$) après sa transformation en confiture avant et après pasteurisation 38,23% à 34,78% respectivement.

Les taux d'humidité enregistrés pour les pulpes d'abricots sont conformes avec ceux rapportés par **Wani et al. (2015)** qui ont enregistré une humidité de $88,00 \pm 1,2$ % pour la pulpe d'abricot.

Avant pasteurisation, une diminution de l'humidité a été observée. Cette réduction est justifiée par l'ajout du sucre et aussi due à l'évaporation de l'eau provoquée par les traitements thermiques.

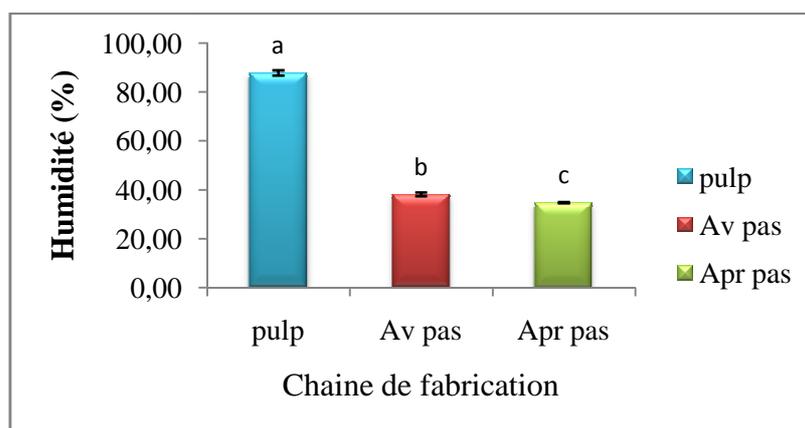


Figure 17 : Evolution de l'humidité des échantillons analysés au cours de la chaîne de fabrication.

Les barres verticales représentent les écarts type ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p \leq 0,05$), les lettres minuscules sont attribuées pour la comparaison statistique des échantillons au cours de la chaîne de fabrication.

III.1.1.2- pH

D'après les résultats illustrés dans la figure 18, les valeurs du pH de la pulpe d'abricot est de 3,47 et 3,26 pour la confiture avant pasteurisation suivi d'une augmentation significative ($p \leq 0,05$) pour la confiture après pasteurisation (3,37). Ces valeurs restent

légèrement inférieures à celles citées par **Touati et al. (2014)** (3,54) pour la confiture d'abricot.

Selon **Hui et al. (2006)**, un pH bas est essentiel pour empêcher la détérioration de la confiture, en défavorisant la prolifération des bactéries, des levures et des moisissures. De même, la formation de gel se produit seulement dans une certaine plage de concentration en ions hydrogène. La plage de pH optimale pour une bonne gélification de la confiture est autour de 3,0. La force de gel diminue rapidement avec l'accroissement de la valeur du pH. Au-delà de la valeur 4, aucune formation de gel ne se produit.

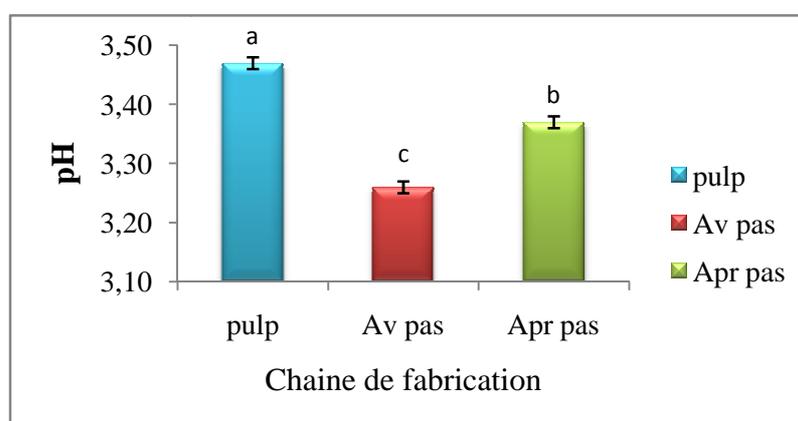


Figure 18 : Evolution du pH des échantillons au cours de la chaîne de fabrication

Les barres verticales représentent les écarts type ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p \leq 0,05$), les lettres minuscules sont attribuées pour la comparaison statistique des échantillons au cours de la chaîne de fabrication.

III.1.1.3- ACIDITE TITRABLE

L'acidité titrable correspond à la somme des acides organiques présents dans le produit et aussi est un paramètre important, pour deux raisons principales ; elle indique l'état de maturité du fruit car elle décroît pendant la maturation et le rapport des sucres et de l'acidité détermine le caractère doux, équilibré ou acidulé du fruit. L'acidité titrable est aussi l'un des paramètres qui affectent la qualité, la stabilité et la durée de vie du produit et qui protège contre le développement des microorganismes, elle est liée à la présence des acides organique dans les fruits et ceux qui sont formés au cour de la conservation.

Le suivi de l'évolution de l'acidité titrable au cours de la chaîne de fabrication (Figure 19) a révélé une diminution significative ($p \leq 0,05$) d'acidité de la pulpe (1,16 g

EAC/100gMS) par rapport à la confiture avant et après pasteurisation de 0,74 à 0,86 g EAC/100gMS respectivement.

Dans l'ensemble, ces résultats sont en accord avec l'acidité de la confiture d'abricots rapportée par **Haq et Darakshan, 2016** (1,15%) pour la confiture d'abricot.

Avant pasteurisation, une diminution significative ($p \leq 0,05$) de l'acidité titrable. Cette réduction pourrait être due en partie à une copolymérisation d'acides organiques avec des produits des réactions de brunissement. De même, les acides organiques peuvent réagir avec les sucres réducteurs pour produire des pigments bruns.

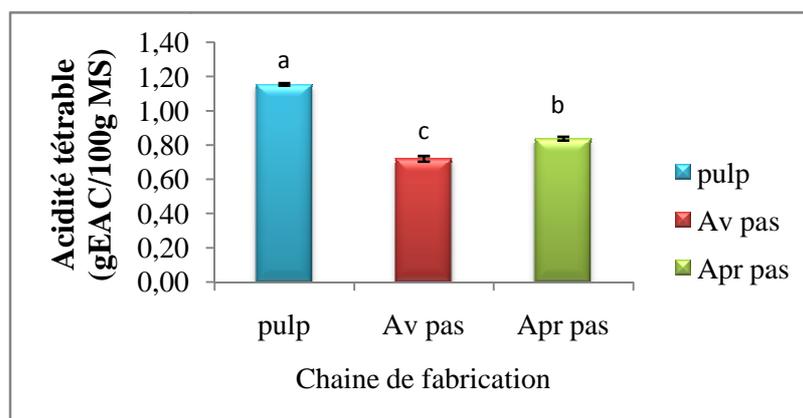


Figure 19 : Evolution de l'acidité titrable des échantillons analysés au cours de la chaîne de fabrication

Les barres verticales représentent les écarts type ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p \leq 0,05$), les lettres minuscules sont attribuées pour la comparaison statistique des échantillons au cours de la chaîne de fabrication.

III.1.1.4-BRIX

L'analyse statistique montre une augmentation significative ($p \leq 0,05$) du Brix des échantillons au cours de la chaîne de fabrication, il est de 13% pour la pulpe d'abricot, 61,15% pour la confiture avant pasteurisation et de 63,15% dans le cas de la confiture après pasteurisation (Figure 20).

Les valeurs enregistrées pour les confitures après pasteurisation sont comparables avec celles rapportées par **Hussain et Shakir, (2010)** ont rapporté un taux de Brix de 64% pour la confiture d'abricots.

Cet accroissement est dû principalement à l'ajout du sucre (50%) avant la cuisson. Les résultats obtenus sont conformes aux normes, qui exigent que la teneur en matières sèches solubles de la confiture, doit être dans tous les cas comprise entre 60 à 65% ou plus (**Codex Alimentaire, 2009**).

Dans la fabrication la concentration de la matière sèche soluble doit être maintenue à un niveau qui empêche la croissance des levures et des moisissures (**Hui et al., 2006**).

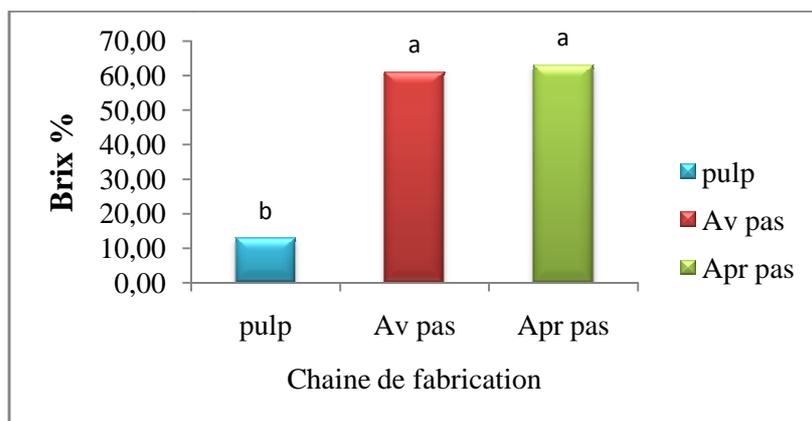


Figure 20 : Evolution de Brix des échantillons au cours de la chaine de fabrication

Les barres verticales représentent les écarts type ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p \leq 0,05$), les lettres minuscules sont attribuées pour la comparaison statistique des échantillons au cours de la chaine de fabrication.

III.1.1.5- PROTEINE

Les protéines représentent des fonctions nutritionnelles par l'apport d'acides aminés et de peptides nécessaires à l'activité biologiques ; et des fonctions organoleptiques par leur contribution à la couleur des aliments, à la texture et saveur.

D'après les résultats obtenus (Figure 21), les protéines de la pulpe d'abricot (1103,83 mg EBSA/100g MS) diminue significativement ($p \leq 0,05$) après sa transformation en confitures avant pasteurisation (186,97mg EBSA/100g MS) suivi d'une augmentation pour la confiture après pasteurisation (232,34 mg EBAS/100g MS). Des études similaires sont effectuées par **Pavlova et al. (2013)** qui ont rapportés une diminution de la teneur en protéine de la pulpe en confiture de framboise et de pêche (de 1,76 à 0,48% et de 1,82 à 0,27% respectivement).

La diminution des teneurs en protéines des confitures peut être due à leur contribution à la réaction de Maillard, ou à leur utilisation par les micro-organismes présents dans la confiture comme source d'azote.

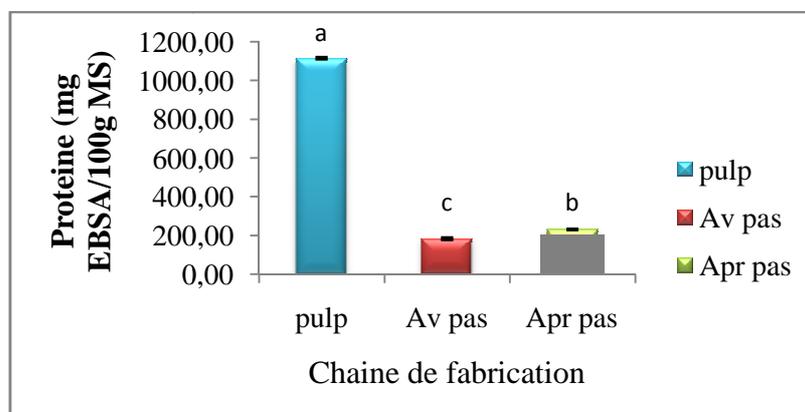


Figure 21 : Evolution de Protéine des échantillons au cours de la chaine de fabrication

Les barres verticales représentent les écarts type ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p \leq 0,05$), les lettres minuscules sont attribuées pour la comparaison statistique des échantillons au cours de la chaine de fabrication.

III.1.2- ANTIOXYDANTS

La méthode d'extraction utilisée pour ce travail est l'extraction assistée aux ultrasons, en raison de sa simplicité d'exécution : un gain de temps, une température ambiante ainsi que des quantités plus faibles de solvant utilisé et une grande reproductibilité. En effet les ultrasons provoquent la rupture des parois cellulaires facilitant ainsi la libération de leur contenu. La destruction des parois cellulaires favorise l'extraction des composés d'intérêts vers le solvant, ainsi l'application des ultrasons accélère l'extraction à partir de source végétales et dans certain cas permet aussi d'augmenter les rendements (**Vinatoru et al., 2001; Biesaga, 2011**)

III.1.2.1- POLYPHENOLS TOTAUX

D'après les résultats obtenus dans la Figure 22, l'analyse statistique montre une diminution significative ($P \leq 0,05$) de la teneur en polyphénols de la pulpe, quelque soit le solvant utilisé, au cours de la chaine de fabrication par rapport a la confiture avant pasteurisation et suivi d'une légère augmentation pour la confiture après pasteurisation.

L'extrait acétonique (AOH 80%) des trois échantillons (pulpe, confiture avant et après pasteurisation) présente la meilleure teneur en polyphénols totaux (151,98 ; 66,25 et 128,23 mg EAG/100g MS respectivement), suivi de l'acétone 50 % (87,27 ; 59,70 et 111,39 mg EAG/100g MS), éthanol 80% (107,84 ; 56,61 et 116,03 mg EAG/100g MS) et éthanol 50% (106,48 ; 53,42 et 109,21 mg EAG/100g MS)

Les valeurs obtenues dans la présente étude lors de la transformation de la pulpe d'abricot à la confiture après pasteurisation sont inférieures à celles signalées par **Rababah et al. (2011)** de $185,968 \pm 1,07$ à $51,486 \pm 5,12$ mg EAG/100g MS respectivement.

Plusieurs auteurs ont signalé l'effet négatif des traitements thermiques prolongés sur la composition phénolique :

Poiana et al. (2012) ont noté qu'un stress thermique à des températures supérieures à 80°C pendant environ une heure peut entraîner une dégradation importante de ces composés. Ces mêmes auteurs expliquent la perte des procyanidines (tanins) par une dépolymérisation ou par leur interaction avec les polysaccharides. La même déclaration a été aussi évoquée par **Le Bourvellec et al. (2009)**, ils ajoutent la large capacité des polyphénols à former des liaisons avec les saccharides simples tels que le glucose, le fructose et le saccharose. De plus, il y a la possibilité d'une interaction entre les Procyanidines et les pectines.

Madrau et al. (2009) ont rapporté que le séchage des abricots pendant une longue durée en présence d'oxygène favorise la dégradation des polyphénols par le biais de la polyphénoloxydase (PPO). Cette enzyme est responsable de l'oxydation des composés phénoliques, et de la polymérisation de ces derniers en polymères bruns sombres appelées mélanines.

Une légère augmentation pour la confiture après pasteurisation peut s'expliquer par une augmentation de la matière sèche au cours du traitement thermique, mais également par une libération des composés phénoliques des cellules vers le milieu, en raison de la « rupture » des constituants cellulaires.

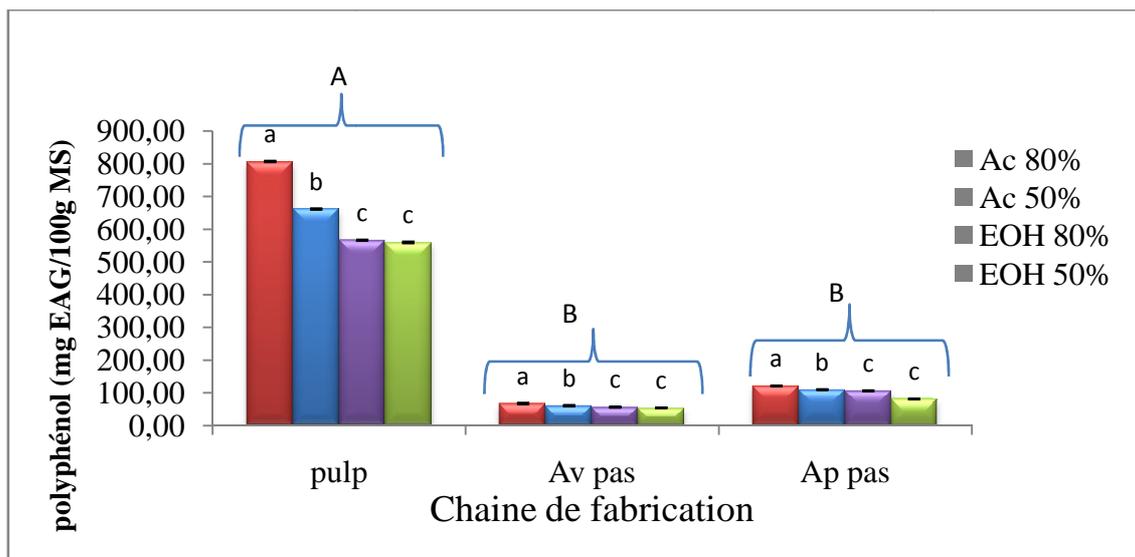


Figure 22 : Evolution des teneurs en polyphénols totaux des échantillons analysés au cours de la chaîne de fabrication

Les barres verticales représentent les écarts type ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p \leq 0,05$), les lettres minuscules, minuscules sont attribuées pour la comparaison statistique des échantillons au cours de la chaîne de fabrication.

III.1.2.2- FLAVONOÏDES

D'après l'histogramme de la Figure 23, le contenu en flavonoïdes est différent en fonction de la nature de l'échantillon et du solvant d'extraction au cours de chaîne de fabrication, les résultats indiquent que les teneurs en flavonoïdes des extraits acetonique (AOH 80%) sont élevés par rapport aux autres solvants pour la pulpe, la confiture avant et après pasteurisation (296,77; 33,63 et 27,65 mg EQ/100g MS respectivement), suivi d'éthanol 50% qui est de (276,51; 23,58 et 30,80 mg EQ/100g MS). L'éthanol 80% est le troisième solvant pour les trois échantillons (pulpe, avant et après pasteurisation) qui est d'ordre 161,04; 16,93 ; 16,11 mg EQ/100g MS. La teneur la plus faible est enregistrée pour l'extrait acetonique (Ac 50%) dont l'ordre est (81,92; 9,42 et 6,07 mg EQ/100g MS).

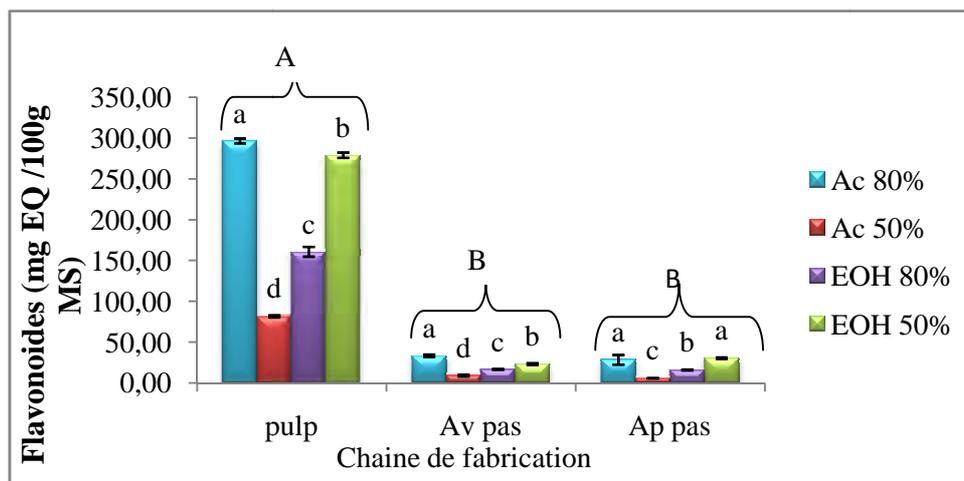


Figure 23 : Evolution des teneurs en flavonoïdes échantillons analysés au cours de la chaîne de fabrication

Les barres verticales représentent les écarts type ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p \leq 0,05$), les lettres majuscules, minuscules sont attribuées pour la comparaison statistique des échantillons au cours de la chaîne de fabrication.

III.1.2.3- CAROTENOÏDES

L'analyse de variance a révélé la présence d'une différence significative ($p \leq 0,05$) entre les trois échantillons au cours de la chaîne de fabrication (Figure 24). La pulpe d'abricot est la plus riche en caroténoïdes avec une concentration de 17,15 mg E β C/100g MS comparée aux confitures avant et après pasteurisation (1,12 et 0,44 mg E β C/100g MS respectivement) Par comparaison à la bibliographie, ces valeurs sont inférieures à celles signalées par **Igual et al. (2013)** pour la confiture de pamplemousse qui est de $2,05 \pm 0,02$ mg E β C/100g MS.

Les abricots sont considérés comme une bonne source de caroténoïdes. La couleur de la confiture est l'un des principaux facteurs associés à leur acceptabilité, cette couleur est principalement due à la présence de caroténoïde exactement la β -carotène et le lycopène.

La disparition du lycopène s'accroîtrait avec une augmentation de la température et un allongement de la durée du traitement, des conditions auxquelles sont soumis les produits lors de transformation. (**Igual et al. 2013**)

La teneur en β -carotène décroît progressivement lors de la préparation de la confiture d'abricot.

Le pourcentage des isomères (de la forme trans des caroténoïdes à la forme cis) augmente avec le temps de pasteurisation, l'isomérisation change la couleur des caroténoïdes du rouge orangé au jaune. Ce qui conduit à une modification du spectre d'absorption suite à cette isomérisation (Britton et Khachik, 2009).

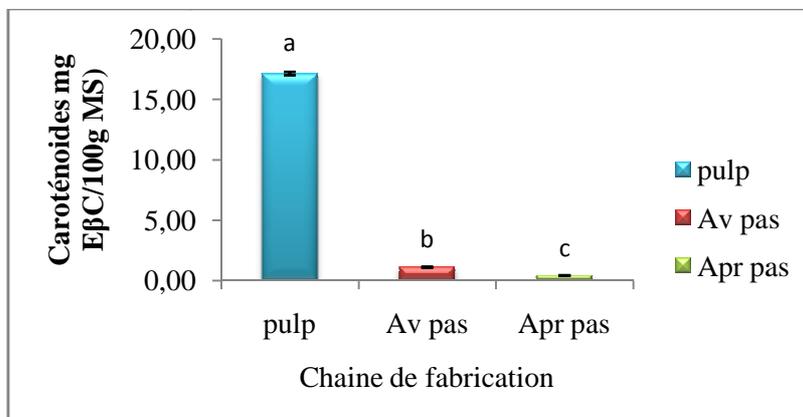


Figure 24 : Evolution des caroténoïdes des échantillons analysés au cours de la chaîne de fabrication

Les barres verticales représentent les écarts type ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p \leq 0,05$), les lettres minuscules sont attribuées pour la comparaison statistique des échantillons au cours de la chaîne de fabrication.

III.1.2.4- ACIDE ASCORBIQUE

Les résultats obtenus pour l'acide ascorbique sont très faibles, on peut conclure que l'échantillon analysé ne contient pas de vitamine C, cela pourrait être due aux conditions de stockage et de traitement des échantillons.

La température, le pH et la durée du traitement sont les principaux paramètres influençant la dégradation de ce composé. Par l'intermédiaire de réactions d'oxydation, l'acide ascorbique donne de l'acide déhydroascorbique, qui est à son tour hydrolysé en produits n'ayant pas d'activité vitaminique. **Poina et al. (2012)** ont rapporté que 78% de teneurs en vitamines C sont dégradé pour la confiture de fraise.

III.1.3- ACTIVITE ANTIOXYDANTE

III.1.3.1- ACTIVITE ANTIRADICALAIRE

D'après la figure 25, l'activité antioxydante exprimée en mg EAA /100g MS pour l'éthanol 50% de la pulpe d'abricot, la confiture avant et après pasteurisation est d'ordre

779,93 ; 99,78 et 126,92 mg EAA/100g MS suivi de éthanol 80% (685,22; 82,48 et 110,30 mg EAA/100g MS) ; acétone 50% (670,79; 72,72 et 109,84 mg EAA/100g MS) et acétone 80% (628,14; 65,43 et 87,72 mg EAA/100g MS)

Ces résultats sont comparables à ceux de **Ścibisz et Mitek. (2009)** qui ont signalé des pertes comprises entre 13 et 19 % pour la confiture de myrtille et aussi pour **Rababah et al. (2010)** de $29,20 \pm 1,7$ à $17,30 \pm 1,9$ mg EAA/100g MS pour la confiture d'abricot.

L'augmentation ou la diminution de l'activité antioxydante après chaque étape est essentiellement attribuée au changement de la composition phénolique.

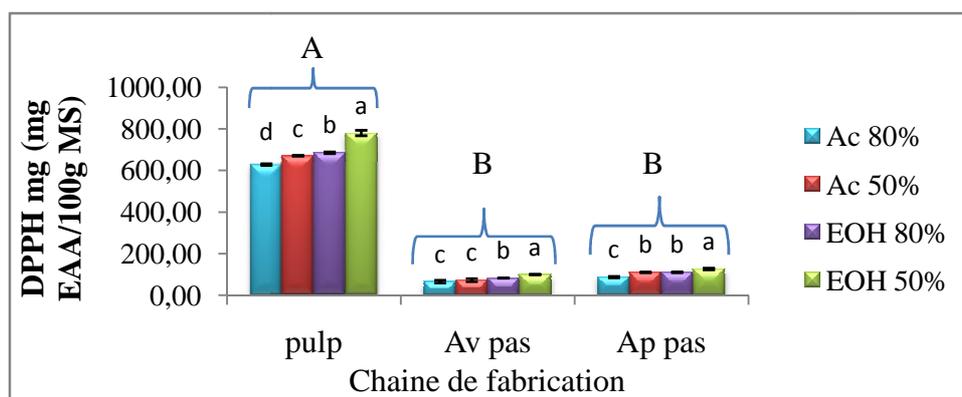


Figure 25 : Evolution des teneurs de l'activité antiradicalaire des échantillons analysés au cours de la chaîne de fabrication

Les barres verticales représentent les écarts type ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p \leq 0,05$), les lettres majuscules, minuscules sont attribuées pour la comparaison statistique des échantillons au cours de la chaîne de fabrication.

III.1.3.2- POUVOIR REDUCTEUR

Les résultats obtenus pour le pouvoir réducteur des échantillons au cours de la chaîne de fabrication sont représentés dans la figure 28.

L'efficacité des solvants utilisés pour indiquer le potentiel antioxydant à partir des différents échantillons (pulpe, avant et après pasteurisation) présente l'ordre décroissant suivant : Ethanol 50% (467,85; 45,11 et 84,72 mg EAA/100g MS) □ Acétone 50% (422,92 ; 37,02 et 68,28 mg EAA/100g MS) □ Acétone 80% (376,26; 34,39 et 64,16 mg EAA/100g MS) □ Ethanol 80% (320,97; 33,11 et 55,54 mg EAA/100g MS).

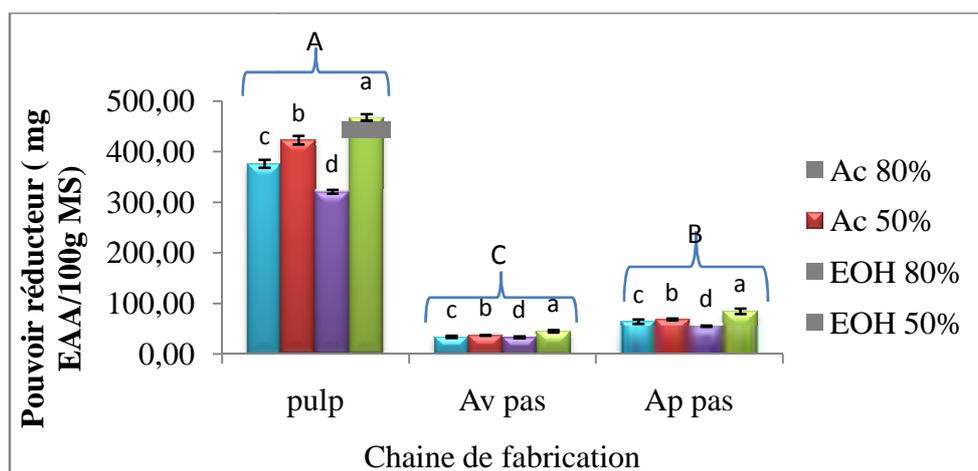


Figure 26 : Evolution de pouvoir réducteur des échantillons analysés au cours de la chaîne de fabrication

Les barres verticales représentent les écarts type ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p \leq 0.05$), les lettres majuscules, minuscules sont attribuées pour la comparaison statistique des échantillons au cours de la chaîne de fabrication.

III.2. LA CONSERVATION

III.2.1- PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

III.2.1.1-HUMIDITE

D'après les résultats obtenus dans la figure 27, l'analyse statistique montre une augmentation significative ($p \leq 0,05$) pour la confiture avec et sans ajout d'extrait à 35° C pendant vingt jours de conservation (de 35,47 à 36,53% et 34,96 à 36,48 respectivement), suivi de diminution à T40 (35,33 et 35,38)

Muhammed et al. (2008) ont signalé une diminution de taux d'humidité de la confiture de pomme durant 90 jours de stockage, d'autre études (**Elbandy et al., 2014**) ont montré que l'addition de gel d'*Aloe Vera* dans le nectar de mangue a augmenté le taux d'humidité durant toute la période de stockage, cette augmentation est peu être due à la conversion de la pectine insoluble en une phase soluble.

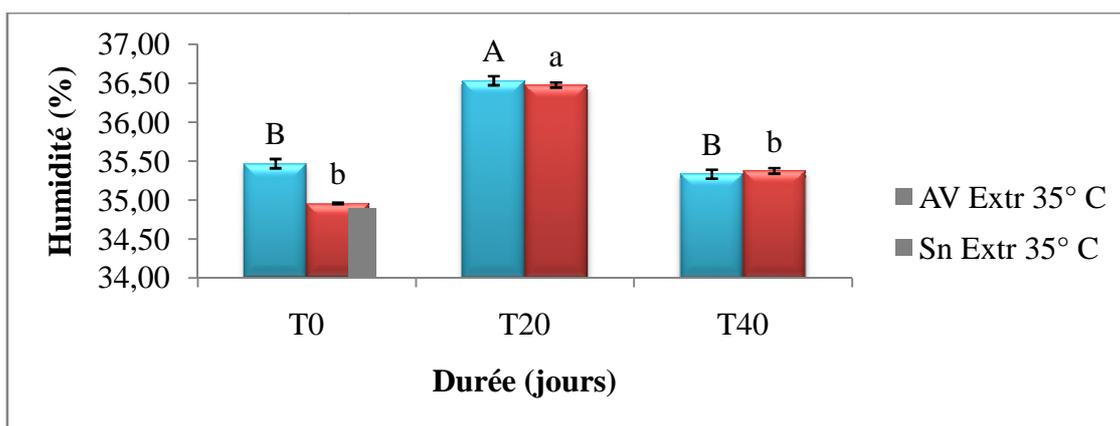


Figure 27 : Evolution de l'humidité des confitures analysées au cours de la conservation.

Les barres verticales représentent les écarts type ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p \leq 0,05$), les lettres majuscules, minuscules sont attribuées pour la comparaison statistique des échantillons à 35° C pendant T0, T20, T40 de stockage.

III.2.1.2- pH

Le pH est un paramètre déterminant l'aptitude à la conservation des aliments. Il constitue l'un des principaux obstacles que la flore microbienne doit franchir pour assurer sa Prolifération.

Les résultats de la mesure du pH des deux confitures (avec et sans ajout de l'extrait) analysées et leur évolution au cours de la conservation sont représentés dans la figure 28.

Pour la confiture avec extrait à 35°C, le pH reste stable de T0 à T20 qui est d'ordre 3,24 à 3,25 respectivement, puis une diminution significativement ($p \leq 0,05$) à la fin de la conservation qui est de 2,86. Alors que pour la confiture sans aucun ajout le pH est de 3,21 à T0, puis une légère augmentation est observée à T20 (3,24), suivie d'une diminution à la fin de stockage (2,84).

Ces résultats sont similaires avec ceux obtenus par **Sidumathi et al. (2014)** pour la confiture de noix de coco (pH=2,86). D'autres études ont été faites par **Muhammed et al (2008)**, ont constaté une baisse du pH de la confiture de pomme pendant 90 jours de stockage (4,35 à 3,01). Cette diminution de pH peut être due à l'hydrolyse de la pectine, les acides libres, ou de dégradation de polysaccharides et d'oxydation du sucre réducteur au sucre non réducteur (fructose et glucose) (**Pavlova et al., 2013**).

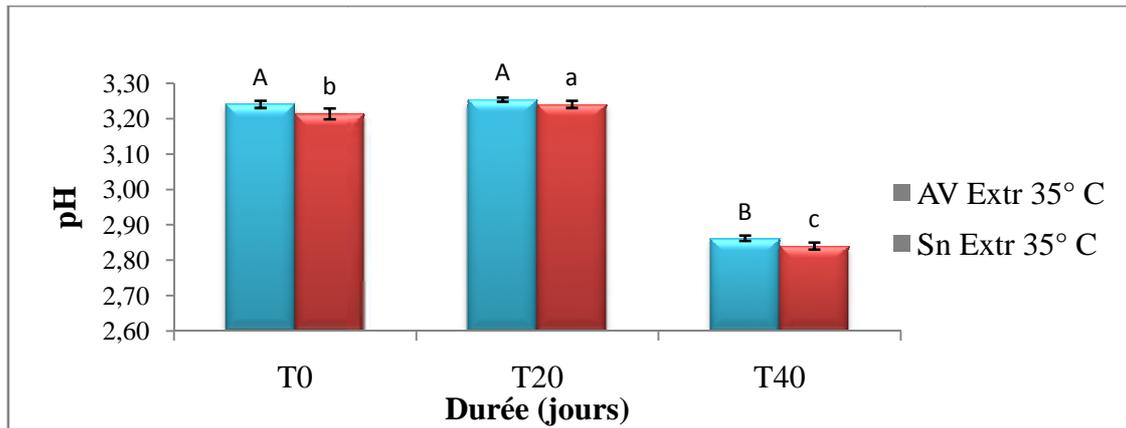


Figure28 : Evolution du pH des confitures analysée au cours de la conservation.

Les barres verticales représentent les écarts type ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p \leq 0.05$), les lettres majuscules, minuscules sont attribuées pour la comparaison statistique des échantillons à 35° C pendant T0, T20, T40 de stockage.

III.2.1.3- ACIDITE TITRABLE

L'évolution de l'acidité des confitures analysées au cours de stockage sont illustrés dans la Figure 29. Pour la confiture avec ajout d'extrait à 35°C, les valeurs de l'acidité enregistrées restent stable durant toute la période de stockage (de T0 à T40) qui est de 0,76 à 0,78 mg EAC/100g MS. Alors que pour la confiture sans aucun ajout l'analyse statistique ($p \leq 0,05$) montre une augmentation progressive de l'acidité titrable pendant toute la durée de la conservation de 0,73 à 0,80 mg EAC/100g. **Touati et al. (2014)** ont constaté que la confiture d'abricot durant le stockage présente une augmentation de 0,98 ; 1,02 et 1,03% à 5°C ,25°C et 35°C respectivement. Cet accroissement d'acidité peut être due à la formation d'acides par la dégradation des polysaccharides, de l'oxydation, la réduction du sucre ou par ventilation de substance pectique et d'acide uronique rapporté ainsi que au développement des microorganismes.

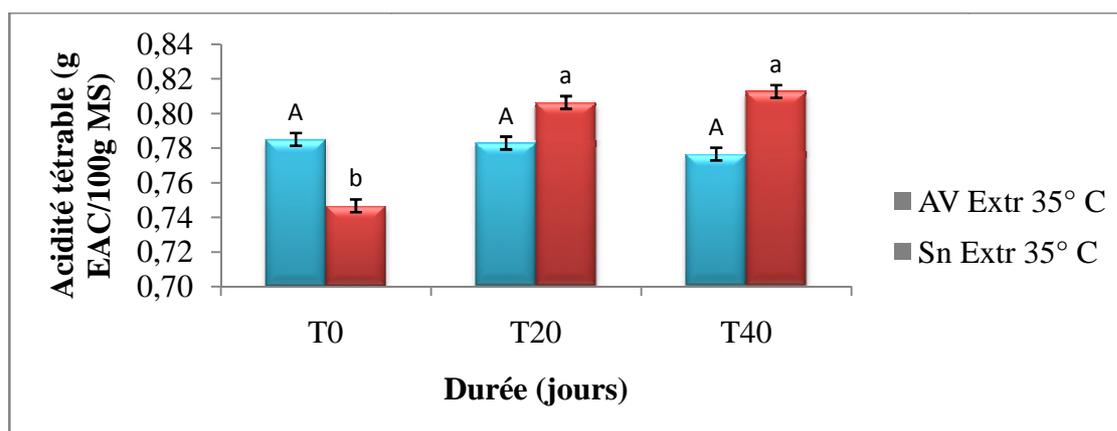


Figure 29: Evolution de l'acidité titrable des confitures analysées au cours de la conservation

Les barres verticales représentent les écarts type ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p \leq 0,05$), les lettres majuscules, minuscules sont attribuées pour la comparaison statistique des échantillons à 35° C pendant T0, T20, T40 de stockage.

III.2.1.4- BRIX

L'évolution de degré Brix des deux confitures au cours de la conservation à 35°C sont illustrés dans la Figure 30.

Le degré Brix obtenue pour la confiture avec et sans ajout de l'extrait à 35°C reste stable avec une valeur de 63,30% durant vingt jours, puis une augmentation significative ($p \leq 0,05$) est observée à la fin de la période de conservation (T40) dont le taux de la matière sèche est de 64%, Ces résultats conviennent avec ceux de **Touati et al. (2014)** qui ont rapporté un taux de Brix de 64, 42 pour la confiture d'abricots.

l'augmentation de l'indice réfractométrique peut être due à la solubilisation des constituant de la confiture ou à la conversion des hydrates de carbone en sucres, des acides organiques et d'autres matières solubles par un processus métabolique au cours du stockage.

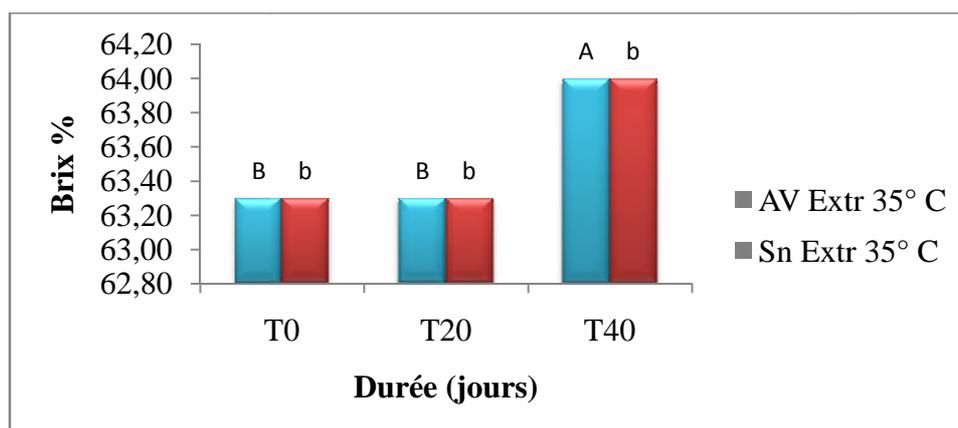


Figure 30 : Evolution de Brix des confitures analysées au cours de la conservation.

Les barres verticales représentent les écarts type ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p \leq 0,05$), les lettres majuscules, minuscules sont attribuées pour la comparaison statistique des échantillons à 35° C pendant T0, T20, T40 de stockage.

III.2.1.5- PROTEINES

L'évolution de la teneur en protéine au cours de la conservation sont illustré dans la figure 31.

Les teneurs initial en protéines obtenues à 35°C dans la confiture avec et sans ajout d'extrait marquent une stabilité avec une teneur de 318,53; 315,28 mg EBSA/100g MS respectivement, puis une augmentation significative ($p < 0,05$) est observée durant toute la période de stockage pour atteindre un taux de 722,92mg EBSA/100g MS à T20 tandis que elle est de 699,45 mg EBSA/100g MS dans la confiture sans extrait, suivie d'une légère augmentation à la fin de stockage (T40) avec des teneurs finales de 825,83; 828,36 mg EBSA/100 MS respectivement. L'étude statistique montre que les extraits de *Ziziphus jujuba* ont un effet significatif sur la libération des protéines.

L'augmentation de la teneur en protéines au cours de la conservation est due probablement à la libération de ces substances durant le stockage.

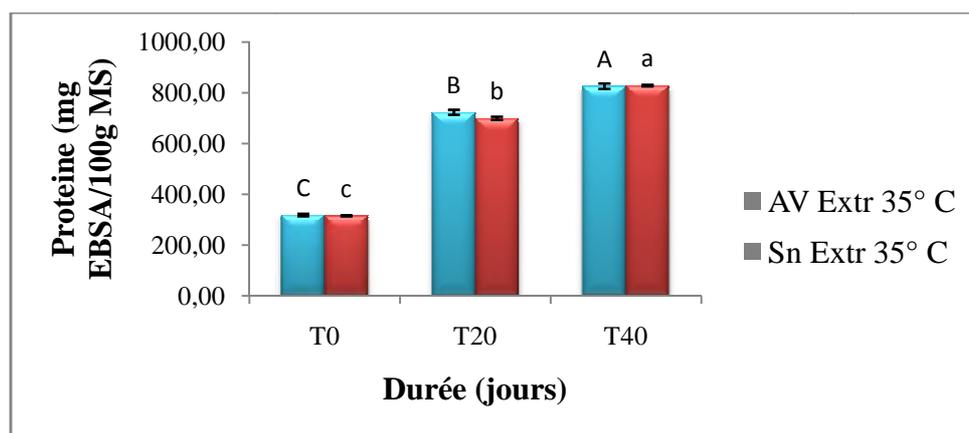


Figure 31 : L'évolution de la teneur en protéine au cours de la conservation

Les barres verticales représentent les écarts type ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p \leq 0,05$), les lettres majuscules, minuscules sont attribuées pour la comparaison statistique des échantillons à 35° C pendant T0, T20, T40 de stockage.

III.2.2- ANTIOXYDANTS

III.2.2.1- POLYPHENOLS TOTAUX

Les teneurs en composés phénolique totaux des confitures analysées au cours de la conservation à 35° C sont représentées dans la Figure 32. L'analyse statistique de la confiture sans ajout de l'extrait montre une diminution significative ($P < 0,05$) durant toute la période de stockage (146,19 ; 141,62 et 130,38 mg EAG/100g MS).

Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par **Scbisz et al. (2009)**, pour la confiture de myrtille avec une perte entre 7 et 17%, une étude menée par **Patras et al. (2011)** pour la confiture de fraise conservée pendant 28 jours rapporte une diminution de 28,6 ; 22,5 ; 34,8 et 17,6% à 15° C après 7 ; 14 ; 21 et 28 jours de conservation respectivement.

Pour la confiture avec ajout d'extrait, les teneurs en polyphenols sont élevés en comparant à la confiture sans ajout de l'ordre 165,88 ; 161,84 et 158,85 mg EAG/100g MS pendant T0, T20, T40 respectivement). Cette augmentation peut être due à la richesse de l'extrait de *Ziziphus jujuba* en composés phénoliques (3729,09 mg EAG/g extrait).

Des études similaires sont effectuées par **Lee (2009)**, qui note que l'extrait éthanolique des feuilles d'olivier était plus concentré, que les autres extraits, en composés phénolique plus puissants, ce qui explique son effet antioxydant plus efficace dans l'huile de conola chauffée. **Korus et al. (2015)** ont constatés que l'addition d'herbe a eu un effet bénéfique sur le taux de

polyphénols, ainsi que la confiture avec menthe ou mélisse contenant une teneur de 15 à 22 % et 18 à 20% de polyphénols respectivement par rapport à la confiture sans herbes ajoutées.

La diminution de la teneur en composés phénoliques pour la confiture sans ajout d'extrait peut être due à l'oxydation des polyphénols ou aux réactions de polymérisation qui réduisent le nombre de groupes hydroxyles libres réagissant avec le réactif de Folin-Ciocalteu. La stabilité des polyphénols de la confiture avec extrait dont la teneur est supérieure à celle obtenue dans la confiture sans extrait peut être expliquée par la richesse de l'extrait de *Ziziphus jujuba* en composés phénolique.

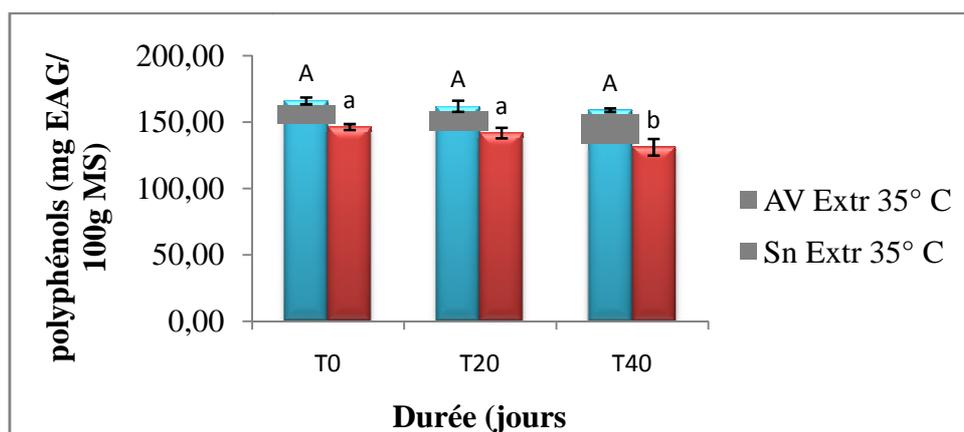


Figure 32 : Evolution de la teneur en composés phénoliques des confitures analysées au cours de la conservation

Les barres verticales représentent les écarts type ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p \leq 0.05$), les lettres majuscules, minuscules sont attribuées pour la comparaison statistique des échantillons à 35° C pendant T0, T20, T40 de stockage.

III.2.2.2- FLAVONOÏDES

Les teneurs en flavonoïdes des échantillons de confiture analysées au cours de la conservation sont représentés dans la Figure 33.

Pour la confiture sans ajout, l'analyse statistique marque une stabilité de la teneur en flavonoïdes pendant les vingt jours de stockage à 35°C (13,19 à 12,74 mg EQ/100g MS respectivement), suivi d'une légère augmentation à la fin de stockage (T40) pour atteindre un taux de 14,76 mg EQ/100g MS par ailleurs, les teneurs élevées en flavonoïdes sont enregistrées pour la confiture avec l'ajout d'extrait, dont la concentration augmente de manière progressive tout au long de la période de conservation (T0 jusqu'au T40) qui est

d'ordre 20,68 ; 24,21 et 26,30 mg EQ/100g MS). L'analyse statistique ($p \leq 0,05$) montre que l'extrait de *Ziziphus jujuba* contient 1102,63738 EQ/g extrait.

Ces résultats sont différentes de ceux obtenue par (Hamedani *et al.*, 2012) sur le jus d'orange qui ont rapporté une diminution de la concentration des flavonoïdes durant 85 jours de conservation à 22°C.

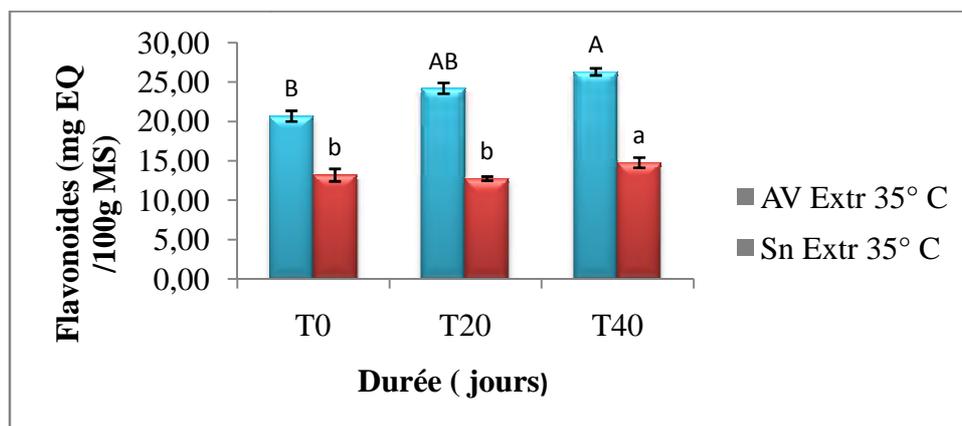


Figure 33 : Evolution des teneurs en flavonoïdes des confitures analysés au cours de la conservation.

Les barres verticales représentent les écarts type ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p \leq 0,05$), les lettres majuscules, minuscules sont attribuées pour la comparaison statistique des échantillons à 35° C pendant T0, T20, T40 de stockage.

III.2.2.3- CAROTENOÏDES

L'évolution des caroténoïdes des échantillons analysés au cours de la conservation sont représentées dans la Figure 34.

Les teneurs en caroténoïdes obtenues pour les confitures avec et sans ajout d'extrait à 35° C sont 1,06 ; 0,79 mg E β C/100g MS à T0 respectivement. L'étude statistique montre une diminution significative ($p \leq 0,05$) avec une concentration de 0,19 mg E β C /100g MS à T20 pour la confiture sans ajout d'extrait qui marque un taux de dégradation plus important de ces substances. Cependant, pour la confiture avec l'ajout d'extrait est de 0,73 mg E β C/100g MS, puis une augmentation est observée à la fin de stockage pour atteindre 1,25 mg E β C /100g MS alors que la confiture sans ajout d'extrait montre une légère augmentation qui est de 0,29 mg E β C /100g MS. La teneur élevée en caroténoïdes des confitures analysées est peut être

due à la dégradation enzymatique, l'affaiblissement des agrégats de protéine-caroténoïde et la concentration de la matière sèche lors de l'évaporation (Van Boekel *et al.*, 2010).

L'ajout des extraits de *Ziziphus jujuba* à la confiture d'abricot est considéré comme étant un additif ou un ajout antioxydant naturel qui aide à réduire et de préserver les caroténoïdes contre la perte et la dégradation au cours de stockage. Ainsi que, La diminution de la teneur en caroténoïdes des confitures analysées est due aux réactions d'isomérisation de β -carotène (de trans en cis) et d'oxydations qui est stimulée par la température, la lumière, des enzymes (Dutta *et al.*, 2005).

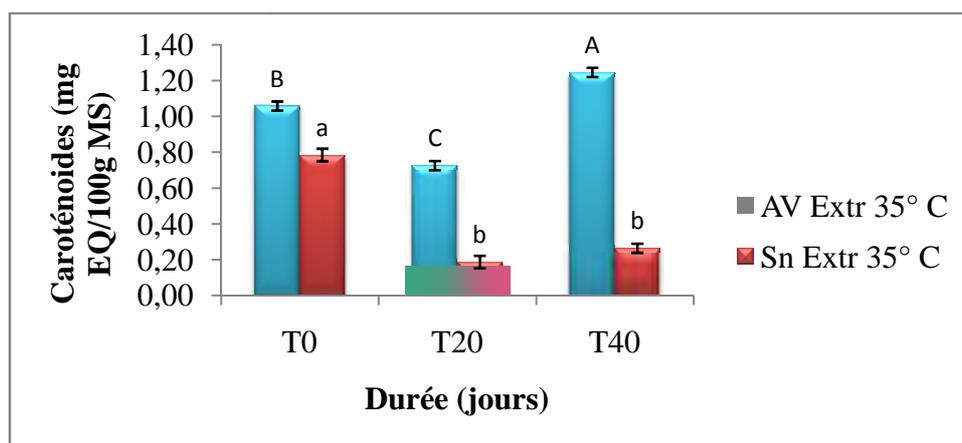


Figure 34: Evolution de la teneur en caroténoïdes des confitures analysées au cours du stockage.

Les barres verticales représentent les écarts type ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p \leq 0.05$), les lettres majuscules, minuscules sont attribuées pour la comparaison statistique des échantillons à 35° C pendant T0, T20, T40 de stockage.

II.3. L'ACTIVITE ANTIOXYDANTE

III.3.1-ACTIVITE ANTIRADICALAIRE

Afin d'évaluer la capacité antioxydante de la confiture d'abricot avec ou sans ajout d'extrait au cours de la conservation à 35°C, l'activité anti-DPPH à été testée. Les résultats sont représentés dans la Figure 35.

Pour la confiture sans ajout et avec ajout d'extrait à 35°C, Les valeurs initial de l'activité antiradicalaire sont 85,73 ; 93,09 mg EAA/100g MS respectivement. Ensuite, l'activité antiradicalaire augmente progressivement au cours de la conservation jusqu'à atteindre 108,67 ; 114,64 mg EAA/100g MS.

Les résultats obtenus montrent que la confiture d'abricot analysée à une capacité antioxydante. **Rababah et al. (2011)** ont enregistrés des activités antiradicalaires de 17,3%, 15,5 % et 27% pour la confiture d'abricot, de figue et d'orange respectivement. L'étude réalisée par **Levaj et al. (2012)** a montré que la capacité à piéger le radical de DPPH° dans la confiture de fraise est influencée par la teneur en composés phénolique.

L'augmentation de l'activité anti-radicalaire peut être expliquée par la formation de nouveaux composés tels que mélanoidines, issue de la réaction de Maillard et qui sont capables de piéger les radicaux libres. (**Zulueta et al. 2012**)

L'extrait de *Ziziphus jujuba* présente une capacité antioxydante considérable en effet l'inhibition du radical DPPH dépend de la concentration des antioxydants, de leur structure ainsi que de différente interaction existant entre eux, L'analyse statistique montre que la température, la durée de stockage ainsi que la présence d'extrait de plante a un effet significatif sur l'évolution de l'activité antioxydante au cours de stockage.

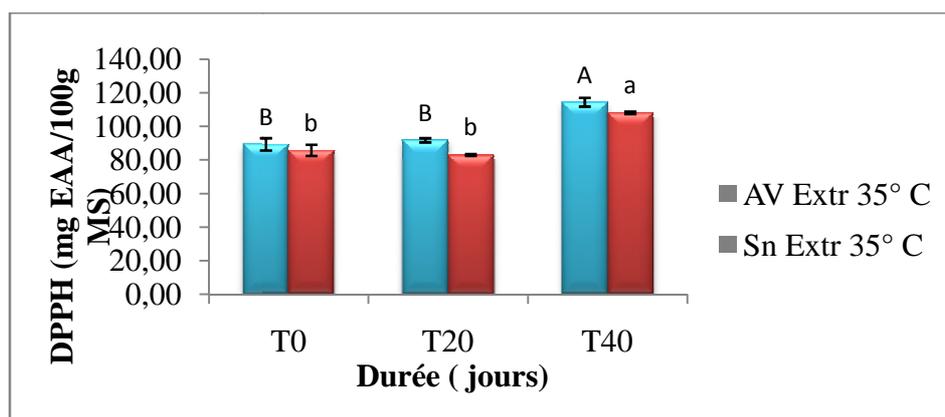


Figure 35 : Evolution de l'activité antiradicalaire des confitures analysées au cours de la conservation.

Les barres verticales représentent les écarts type ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p \leq 0,05$), les lettres majuscules, minuscules sont attribuées pour la comparaison statistique des échantillons à 35° C pendant T0, T20, T40 de stockage.

III.3.1.2- POUVOIR REDUCTEUR

L'évolution du pouvoir réducteur des confitures étudiées au cours de la conservation sont illustrés dans la Figure 36.

Pour la confiture sans ajout d'extrait à 35° C, l'analyse statistique montre une légère diminution du pouvoir réducteur durant les 20^{ème} jours de stockage de 68,36 à 53,21 mg EAA /100g MS, suivi d'une augmentation significative ($p < 0,05$) à la fin de la conservation pour atteindre 396,46 mg EAA/100g MS.

Concernant la confiture avec l'ajout de l'extrait de *Jujuba*, les résultats montrent une légère diminution du pouvoir réducteur pendant 20 jours qui est de 74,97 à 59,75mg EAA/100g MS. Ensuite une augmentation significatives est observée jusqu'à atteindre un taux de 497,47 mg EAA/100g MS à la fin de stockage. Les études effectuées par **Vulic et al. (2015)** ont constaté que l'ajout d'abricot sec au miel présente une activité antioxydante plus élevée comparant au miel sans ajout et qu'il pourrait être expliqué par le fait que les composants bioactifs d'abricots secs ont été transférés au miel.

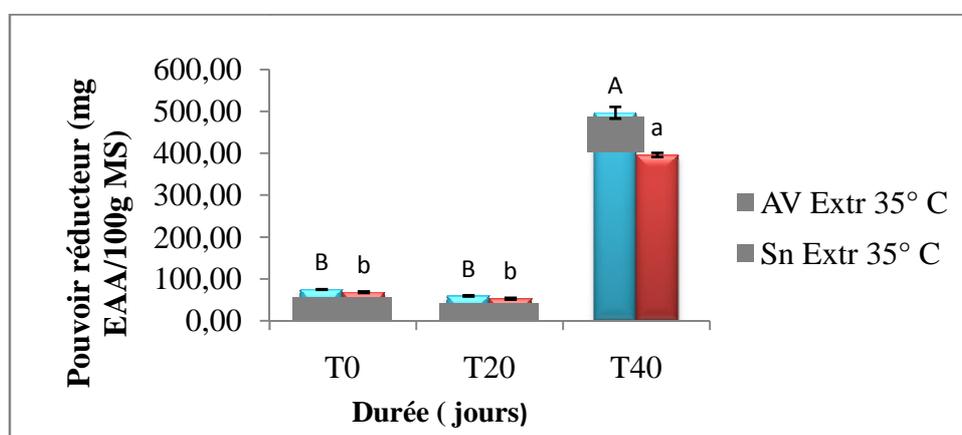


Figure 36 : Evolution du pouvoir réducteur des confitures analysées au cours de la conservation.

Les barres verticales représentent les écarts type ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p \leq 0,05$), les lettres majuscules, minuscules sont attribuées pour la comparaison statistique des échantillons à 35° C pendant T0, T20, T40 de stockage.

Conclusion

CONCLUSION

La présente étude a pour objectif d'évaluer l'effet des traitements thermiques des échantillons au cours de la fabrication de la confiture d'abricot (les prélèvements ont été effectués à trois étapes clés de la chaîne de fabrication), ainsi que l'effet de l'addition des extraits de feuilles de *Ziziphus jujuba* sur la conservation pendant quarante jours à 35° C par le dosage des principaux antioxydants (polyphénols totaux, flavonoïdes, caroténoïdes et acide ascorbique) et l'activité antioxydante (activité antiradicalaire et pouvoir réducteur), ainsi que la détermination des paramètres physico-chimiques (humidité, pH, acidité, Brix, et protéines).

Pour la chaîne de fabrication, Les résultats montrent que la pulpe d'abricot est plus riche en polyphénols, en flavonoïdes et en caroténoïdes par rapport à la confiture avant et après pasteurisation quel que soit le solvant utilisé (acétone 80%, acétone 50%, éthanol 50%, éthanol 80%)

Les résultats obtenus montrent un apport élevé de la pulpe d'abricot que la confiture et la pasteurisation affecte significativement les paramètres physico-chimiques de la confiture d'abricot, une diminution de 53% d'humidité, de 25% de pH, de 2,8% d'acidité titrable et de 79% de protéines (53% ; 25% ; 2,8% et 79%) est accompagné avec une augmentation significative du degré Brix (79%).

Au cours de stockage à 35°C durant 40 jours, l'analyse des résultats obtenus montre que la durée, la température de stockage et l'ajout de l'extrait de plante affectent significativement les paramètres physico-chimiques des confitures analysées, en effet une diminution du pH (11,72%) des échantillons de confiture analysées est accompagnée d'une augmentation de l'acidité titrable (7,40%), de degré Brix (1,56%) et la teneur en protéines (61,42%) marque une évolution considérable durant toute la période de stockage.

Concernant l'évolution des antioxydants de la confiture avec l'ajout d'extrait au cours de stockage révèlent une augmentation en caroténoïdes et en flavonoïdes et en pouvoir réducteur 15,2% ; 21,36% et 84,9%, respectivement.

D'après les résultats obtenus, la présente étude a permis de confirmer l'intérêt de l'ajout des substances naturelles à base de plante pour améliorer la conservation des confitures ainsi, il est très clair que les conditions de stockage affectent la composition en polyphénols de la confiture d'abricot et cela influe sur l'activité antioxydante.

A l'essor de cette étude et compte tenu des résultats obtenus, il serait intéressant :

➤ de mener une étude qualitative et quantitative en se basant sur des techniques plus précises (HPLC) afin d'identifier tous les composés polyphénoliques, les caroténoïdes et leurs produits de dégradation.

➤ d'étudier d'autres composés d'intérêt nutritionnel tel que les fibres et les sucres.

➤ d'élargir la gamme de fruits et légumes (pommes, pêches, fraises, piments, tomate, etc.)

➤ d'étudier d'autres procédés technologiques de transformation (compotes, surgelés, conserves, jus etc.) et d'autres procédés de préservation sur ces composés d'intérêt nutritionnel et technologique.

➤ D'évaluer le type d'emballage et leur effet sur les propriétés biologique et les substances bioactives ainsi que la qualité microbiologique des confitures au cours de la conservation dans le but de prolonger leur durée de vie.

➤ d'effectuée une analyse plus approfondie et plus détaillée (In vivo, étude clinique) afin d'évaluer l'effet bénéfique pour la santé des feuilles de *ziziphus jujuba* (sous forme d'extrait ou de poudre) tout en étant mélangées avec les confitures pour éviter la toxicité des substances synthétiques et les additif alimentaire néfaste.

Références
Bibliographiques

A

- ❖ Aurousseau, B. (2002). Les radicaux libres dans l'organisme des animaux d'élevage : conséquences sur la reproduction, la physiologie et la qualité de leurs produits, INRA. *Productions Animales*, 15 :67-82
- ❖ Abbas, M., Trari, M. (2015). Kinetic, equilibrium and thermodynamic study on the removal of Congo red from aqueous solutions by adsorption onto apricot stone. *Process Safety and Environmental Protection*, 98 : 424–436.

B

- ❖ Bradford, M.M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72: 248-254
- ❖ Beta, T., Nam, S., Dexter, J.E., Sapirstein, H.D. (2005). Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions. *Cereal chemistry*, 82(4): 390-39.
- ❖ Beaudeau, J-L., Delattre, J., Therond, P., Bonnefont-Rousselot, D., Legrand, A., Peynet, J. (2006). Oxidative stress in the atherosclerotic process, *Immuno-analyse and Biologie spécialisée*, 21 :144-150.
- ❖ Brémaud, C., Claisse, J., Leulier, F., Thibault, J. et Ulrich, E. (2006). Alimentation santé, qualité de l'environnement et du cadre de vie en milieu rural. *Ed : Sylvie Bourinet*, 104-170.
- ❖ Branger, A., Richer, M., Roustel S. (2007). Alimentation et processus technologiques, 56-200.
- ❖ Bahlouli, F., Tiaiba, A. et Slamani, A. (2008). Etude des différentes méthodes de séchage d'abricot, point sur les méthodes de séchage traditionnelles dans la région du Hodna, wilaya de M'Sila. *Revue des Energie Renouvelables SMSTS'08 Alger*, 61-66.
- ❖ Britton, G., Khachik F., (2009). Carotenoids in Food. *In: Britton G. et Liaaen-Jensen S. Carotenoids. Nutrition and Health. Birkhäuser Verlag*, (5): 45-65.
- ❖ Biesaga, M. (2011). Influence of extraction methods on stability of flavonoids. *Journal of Chromatography A*, 1218: 2505-2512.

C

- ❖ Choi, M.H., Kima, G.H. et Lee, H.S. (2002). Effects of ascorbic acid retention on juice color and pigment stability in blood orange (*Citrus sinensis*) juice during refrigerated storage. *Food Research International*, 35: 753-759.
- ❖ Chaumeton, H. (2007). La culture des prunes pêches & abricots. *Editions Artémis pour la présent édition*, 71-76.
- ❖ Codex alimentaire. (2009). Norme du codex pour les confitures, gelées et marmelade. Codex Stan 296 :1-10.
- ❖ Chougui, N., Djerroud, N., Naraoui, F., Hadjal, S., Aliane, K., Zeroual, B., Larbat, R. (2015). Physicochemical properties and storage stability of margarine containing *Opuntia Ficus-indica* peel extract as antioxidant. *Food Chemistry* 173: 382-390.

D

- ❖ Dupin, H., Cuq, J-L., Malowlak, M-I., Leynaud-Road, C., Berthier, A-M. (1992). *Alimentation et nutrition humaines. Ed: ESF*, 1206.
- ❖ Diligent, M-B. (2000). Les confitures : de l'art aux techniques. *l'académie Nationale de Metz*, 172-190.
- ❖ Derbel, S., Ghedira, K., (2005). Les phytonutriments et leur impact sur la santé. *Phytothérapie et nutrition*, 28-34.
- ❖ Dutta, D., Chaudhuri, U.R. et Chakraborty, R. (2005). Structure, health benefits, antioxidant property and processing and storage of carotenoids. *African Journal of Biotechnology*, 4(13): 1510-1520.

E

- ❖ El-Agamey, A., Lowe, G.M., McGarvey, D.J., Mortensen, A., Phillip, D.M., Truscott T.G. et Young., A.J. (2004). Carotenoid radical chemistry and antioxidant/pro-oxidant properties. *Archives Biochemistry Biophysics*, 430: 37-48.
- ❖ Elbandy, M.A., Abed, S.M., Gad, S.A. et Abdel-Fadeel, S. (2014). Aloe vera Gel as a Functiona Ingredient and Natural Preservation in Mango Necter. *Food and Dairy Sciences and Technology*, 9 (2): 191-203.

F

- ❖ Furet, A. (2000). La magie des confitures. *Edition Hachette*, 1-184.
- ❖ Favier, A. (2003). Le stress oxydant, Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *Mécanismes biochimiques*, 108-115.

G

- ❖ Garrett, R.H., Grisham, C.M. (2000). Biochimie, De boeck Université, 12-100.
- ❖ Gardés-Albert, M., Bonnefon-Rousselot, D., Abedinzadeh, Z., Jore, D. (2003). Espèce réactives de l'oxygène, Comment l'oxygène peut-il devenir toxique ?. *Mécanismes biochimiques*, 91-95.
- ❖ Gill, S.S., Tuteja, N. (2010). Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 48: 909-930.

H

- ❖ Heim, K.E., Tagliaferro, A.R., Bobilya, D.J. (2002). Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 13: 572-584.
- ❖ Hallowell, B., Whiteman, M. (2004). Measuring reactive species and oxidative damage in vivo and in cell culture: how should you do it and what do the results mean?. *British Journal of pharmacology*, 142: 231-255.
- ❖ Hennebelle, T., Sahpaz, S. et Bailleul, F. (2004). Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothérapie*, 1-3
- ❖ Hui, Y.H., Barta, J., Pilarcano M., Gusek, T.W., Sidhu, J.S., Sinha, N.K. (2006). Handbook of Fruits and Fruit Processing, *Black well publishing, UAS*, 29-289.
- ❖ Hussain, I., Shakeir, I. (2010). Chemical and Organoleptic Characteristics of Jam Prepared From Indigenous Varieties of Apricot and Apple. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 5(1): 73-78.
- ❖ Hamedani, M., Rabiei, V., Moradi, H., Ghanbari, A. et Azimi, M.R. (2012). Determination of storage duration and temperature effects on fruit quality parameters of blood orange (*Citrus sinensis* cv. Tarocco). *Biharean Biologist*, 6 (1) :10-13.
- ❖ Haq, R.U., Darakshan. (2014). Quality and Storage Stability of Developed Dried Apricot-Date Jam. *Journal of Food Product Development And Packaging*, 1: 37-41.

I

- ❖ Igual. M., Garcia-Martinez, E., Camacho, M.M. et Martinez-Navarrete. (2013). Jam processing and Storage effects on β -carotene and Flavonoids content in grapefruit, *Journal of Functional Foods*, 5: 736-744.

J

- ❖ Janik, J. (2005). The Origins of Fruits, Fruit Growing, and Fruit Breeding. *Ed: Plant Breeding*, 25: 255-320.

K

- ❖ Kall, M.A. (2003). Ascorbic Acid/ Properties and determination. *Danish veterinary and Food Administration*, 316-324
- ❖ Kim, D.O., Chum, O.K., Kim, Y.J., Moon, H.Y. et Lee, C.Y. (2003). Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity in fresh plums. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 5: 6509-6515.
- ❖ Kirkham, P., Rahman, I. (2006). Oxidative stress in asthma and COPD: Antioxidants as a Therapeutic strategy. *Pharmacology and Therapeutics*, 5: 1-3
- ❖ Koechlin-Ramonatxo, C. (2006). Oxygen, oxidative stress and anti oxidant supplementation, or an other Way for nutrition in respiratory diseases. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 20:165-177.
- ❖ Kaloma, A., Kitambala, K., Ndjango, N.L., Sinzahera, U. et Paluku, T. (2008). Effet des poudres d'*Eucalyptus citriodora*, de *Cupressus lucitanica* et de *Tagetas minitiflora* dans la conservation du maïs (*Zea mays*) et du haricot (*Phaseolus vulgaris*) dans les conditions de Rethy (République Démocratique du Congo). *TROPICULTURA*, 26 : 24-27.
- ❖ Kamiloglu, S., Pasli, A.A., Ozcelik, B., Camp, J.V. et Capanoglu, E. (2015). Colour retention, anthocyanin stability and antioxidant capacity in black carrot (*Daucus carota*) Jams and marmalades: Effect of processing. storage conditions and *In vitro* gastrointestinal digestion. *Journal of function foods*, 13: 1- 10.
- ❖ Korus, A., Jaworska, G., Bernaś, E. et Juszcak, L. (2015). Characteristics of physico-chemical properties of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) jams with added herbs, *Journal of Food Science Technology*. 52(5): 2815-2823.

L

- ❖ Le Bourvellec, C., Guyot, S. et Renard, C.M. (2009). Interactions between apple (*Malus x domestica* Borkh.) polyphenols and cell walls modulate the extractability of polysaccharides. *Carbohydrate Polymers*, 75: 251–261. Lee, O.H., Lee, B.Y., Lee, J.,
- ❖ Lee, H.B., Son, J.Y., Park, C.S., Shetty, K. et Kim, Y.C. (2009). Assesment of phenolics-enriched extract and fractions of olive leaves and their antioxidant activities. *Bioresource Technology*, 100 (23): 6701-6113.

- ❖ Levaj, B., Kovačević., Bituh, M. et Dragović-Uzelac, V. (2012). Influence of jam processing Upon the contents of phenolics and antioxidant capacity in strawberry fruit (*Fragaria ananassa* Duch.). *Journal of food Technology, Biotechnology and Nutrition*, 7: 18-22.

M

- ❖ Martin, S., Andriantsitohaina, R. (2002). Cellular mechanism of vasculo-protection induced by polyphenols on the endothelium. *Annales de cardiologie et d'angéiologie*, 51: 304-315.
- ❖ Manach; C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C. et Jame'nez, L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 47: 727-747.
- ❖ Marongiu, B., Porcedda, S., Piras, A., Rosa, A., Deiana, M., et Dessì, M A. (2004). Antioxidant Activity of Supercritical Extract of *Melissa officinalis* Subsp. *officinalis* and *Melissa officinalis* Subsp. *Inodora*. *PhytotherAPY Recherche*, 18, 789–792.
- ❖ Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Journal of Science Technolgy*, 26: 211-219.
- ❖ Macheix, J-J., Fleuriet, A. et Jay-Allemand, C. (2005). Les composés phénoliques des végétaux. *Presses polytechniques et Universitaires romandes*, 1-61.
- ❖ Menou. (2005). Les bonnes conserves de mes copines. *Renseignements et information : Edition France Agricole*, 53-58.
- ❖ Muhammad, A., Durrani, Y., Zeb, A., Ayub, M. et Ullah, J. (2008). Developments of diet jam from apple grown in swat (NWFP). *Sahad Journal of Agricultural*.24.3:461-467.
- ❖ Madrau, M. A., Piscopo A., Sanguinetti A. M., Del Caro A., Poiana M., Romeo F. V. et Piga A., (2009). Effect of drying temperature on polyphenolic content and antioxidant activity of apricots. *Europe Food Research Technoogy*, 228: 441–448.
- ❖ Moinet F. (2010). Vente directe & circuit courts, *Ed : France agricole*, 31-34.
- ❖ Moyls, A.W., Strachan, C.C. et Atkinson, F.E. (2012). Fabrication commerciale des confitures. *Agriculture et Agroalimentaire Canada*, 6-7.
- ❖ Mazur, S.P., Nes, A., Wold, A-B., Remberg, S.F., Martinsen, B.K. et Aaby., K. (2014). Effects of ripeness and cultivar on chemical composition of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch) Fruits and their suitability for jam production as a stable product at different storage temperatures. *Food chemistry*, 146: 412-422.

- ❖ Mohd Naeem, M.N., Mohd Fairulnizal, M.N., Norhayati, M.N., Zaiton, A., Norliza, A. H., Wan Syuriahti, W.Z., Mohd Azerulazree, J., Aswir, A.R. et Rusidah, S. (2015). The nutritional composition of fruit jams in the Malaysian market. *Journal of The Saudi Society of Agricultural Sciences*, 1-8.
- ❖ Moo-Huchin V.M., Moo-Huchin, M.I., Estrada-Leon, R.J., Cuevas-Glory, L., Estrada-Mota, I.A., Ortiz-Vazquez, E., Betancur-Ancona, D. et Sauri-Duch, E. (2015). Antioxidant compounds, antioxidant activity and phenolic content in peel from three tropical fruits from Yucatan, Mexico. *Food Chemistry*, 166: 17-22.

N

- ❖ Nursten, H. (2005). The Maillard Reaction Chemistry, Biochemistry and Implications, *The University of Reading, Reading, UK*, 2-103.

P

- ❖ Paster, J. et Priymenko, N. (2007). Intérêt des antioxydants dans l'alimentation des carnivores domestiques, 158 :180-189
- ❖ Pincemail, J., Degrune, F., Voussure, S., Malherbe, C., Paquot, N. et Defraigne, J.O. (2007). Effect of diet rich in fruits and vegetables on the plasmatic antioxidant rates and of the markers of the oxidative damage. *Nutrition clinique et métabolismes*, 21 : 66-75
- ❖ Popovici, C., Saykova, I. et Tylkowski, B. (2009). Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par réactivité avec le radical libre DPPH. *Revue de génie industriel*, 4 :25-39.
- ❖ Patras, A., Brunton, N.P., Tiwari, B.K. et Butler, F. (2011). Stability and degradation kinetics of bioactive compounds and colour in strawberry jam during storage. *Food Bioprocess Technology*, 4:1245-1252.
- ❖ Poiana, M. A., Moigradean, D., Dogaru, D., Mateescu, C., Raba, D. et Gergen, I., (2011). Processing and storage impact on the antioxidant properties and color quality of some low sugar fruit jams. *Romanian Biotechnological Letters*. 16 (5): 6504-6512.
- ❖ Pereira, P., Cebola, M. et Gabriela, M. (2012). Comparison of Antioxidant Activity in Extracts of *Myrtus communis* L. Obtained by SFE vs. Solvent Extraction. *Journal of Environmental Science and Engineering*, 1: 115-120.
- ❖ Pavlova, V., Karakashova, L., Stamatovska, V., Delchev, N., Necinova, L., Nakov, G., Menkinoska, M. et Blazevska, T. (2013). Storage Impact on The Quality of Raspberry and Peach Jams, *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 25-27.

R

- ❖ Rada-Mendozai, M., Sanz, L.M., Olano, A., Villamiel, M. (2004). Formation of hydroxymethyl furfural and furosine during the storage of jams and fruit-based infant foods. *Food chemistry*, 85: 605-609.
- ❖ Roussos, P.A., Sefferou, V., Denaxa, N-K., Tsantili, E., Stathis, V. (2011). Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Fruit quality attributes and phytochemicals under different crop load. *Scientia Horticulturae*, 129: 472-478.
- ❖ Rababah, T.M., Al-Mahasneh, M.A., Kilani, I., Yang, W., Alhamad, M.N., Ereifeja K., Al-u' datt, M. (2011). Effect of Jam Processing and Storage on Total Anthocyanins of Different Fruits. *Journal of Sciences Agriculture*, 91: 1096-1102.
- ❖ Reiser, P. (2015). Avec ou sans sucre ?. *Edition Qu*, France, 1-9

S

- ❖ Singleton, V.L., Orthofer, R. et Lamuela-Raventos, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin Ciocalteu reagent. *Methods Enzymology*, 299:152-178.
- ❖ Sorg, O. (2004). Oxidative stress: a theoretical model or a biological reality?. *Comptes Rendus Biologies*, 327: 649-662.
- ❖ Cibisz, I. et Mitek, M. (2009). Effect of Processing and Storage Conditions on Phenolic Compounds and Antioxidant capacity of Highbush Blueberry Jams. *Polish Journal of Food and nutrition Sciences*, 29:45-52.

T

- ❖ Tonelli, N. et Gallouin, F. (2013). Des fruits et des graines comestibles de monde entier, *Brigitte peyrot*, 32-36.
- ❖ Touati, N., Patricia, M., Diaz, T., Aguayo, E. et Louaileche, H. (2014). Effect of storage time and temperature on the physicochemical and sensory characteristics of commercial apricot jam. *Food chemistry*, 145: 23-27.

V

- ❖ Vinatoru, M. (2001). An overview of the ultrasonically assisted extraction of bioactive principles from herbs. *Ultrasonics Sonochemistry*, 8: 303-313.
- ❖ Vamecq, J., Vallée, L., Storme, L., Gelé, P. et Bordet, R. (2004). Key players in oxidative stress. *la lettre du Pharmacologie*, 18 : 16-23.

- ❖ Van Boekel, M., Fogliano, V., Pellegrini, N., Stanton, C., Scholz, G., Lalljie, S., Somoza, V., Knorr, D., Jasti, P. R., *et al.* (2010). A review on the beneficial aspects of food processing, *Molecule Nutrition Food Research*. 54:1215–1247.
- ❖ Viuda-Martos, M., Ruis-Navajas, Y., Fernandez-Lopes, J., Sendra, E., Sayas-Barbera E. et Perez-Alvarez, J.A. (2011). Antioxidant proprieties of pomegranate (*punicagranatun* L.) bagasses obtained as co-product in the juice extraction. *Food research International*.44: 1217-1223.
- ❖ Vongsak, B., Sithisarn, P. et Gritsanapan, W. (2013). Bioactive contents and free radical scavenging activity of *Moringa oleifera* leaf extract under different storage conditions. *Industrial Crops and Products*, 49: 419-421.
- ❖ Vuli, J., Hanadanovi-Brunet, J., Setkovi, G., Djilas, S. et □aponjac, V.T. (2015). Antioxidant and Sensorial Properties of polyfloral Honey with Dried Apricots after one year of Storage. *Journal of Chymistry*, 1-7.

W

- ❖ Wani, S.M., Riyaz, U., Wani, T.A., Ahmad, M., Gani, A., Masoodi, F.A., Dar, B.N., Nazir. A. et Mir, S.A., (2016). Influence of processing on physicochemical and antioxidant properties of apricot (*Prunus armeniaca* L. variety Narmo), *Food science & technology*, 2: 1-12.

Y

- ❖ Yopez, B., Espinosa, M., López, S. et Bolaños, G. (2002). Producing antioxidant fractions from herbaceous matrices by supercritical fluid extraction. *Fluid Phase Equilibria*, 879-197.
- ❖ Yilmaz, K.U., Kargi, S.P. et Kafkas, S. (2012). Morphological diversity of the Turkish apricot (*Prunus armeniaca* L.) germplasm in the Irano-Caucasian ecogeographical group. *Turk Journal of Agriculture*, 36 : 688-694.

Z

- ❖ Zulueta A., Barba F.J., Esteve M.J. et Frígola A. (2013). Changes in Quality and Nutritional Parameters During Refrigerated Storage of an Orange Juice–Milk Beverage Treated by Equivalent Thermal and Non-thermal Processes for Mild Pasteurization. *Food Bioprocess Technol*, 6:2018–2030.

Annexe

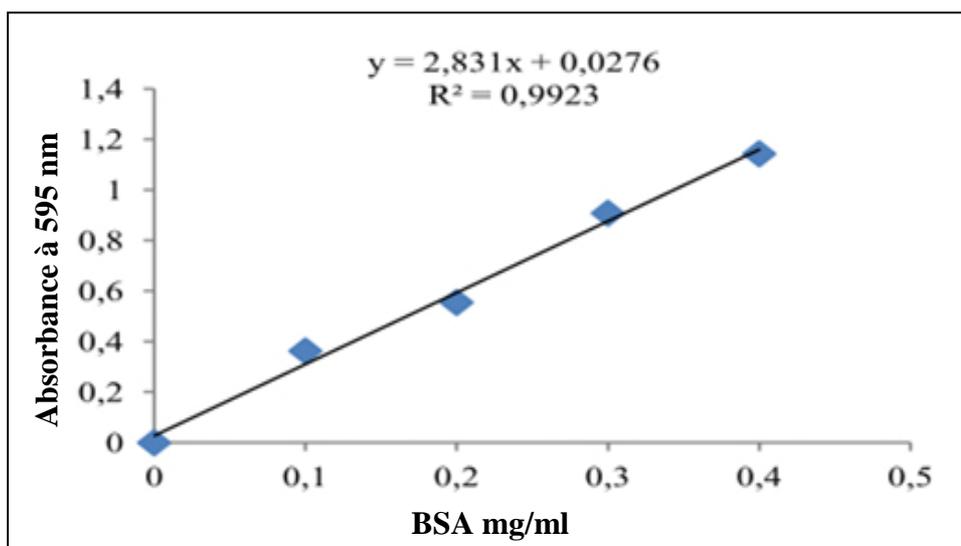


Figure 01: Courbe d'étalonnage des protéines

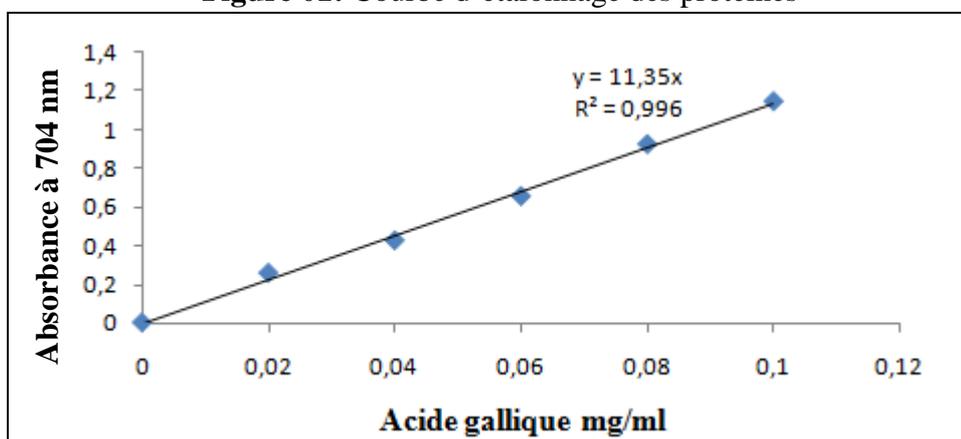


Figure 02 : Courbe d'étalonnage des Polyphénols totaux

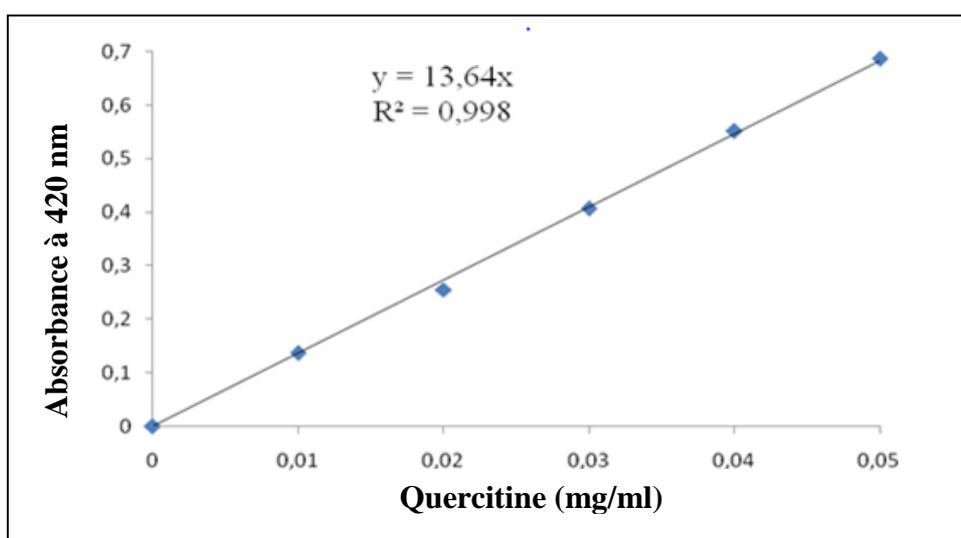


Figure 03 : Courbe d'étalonnage des flavonoïdes

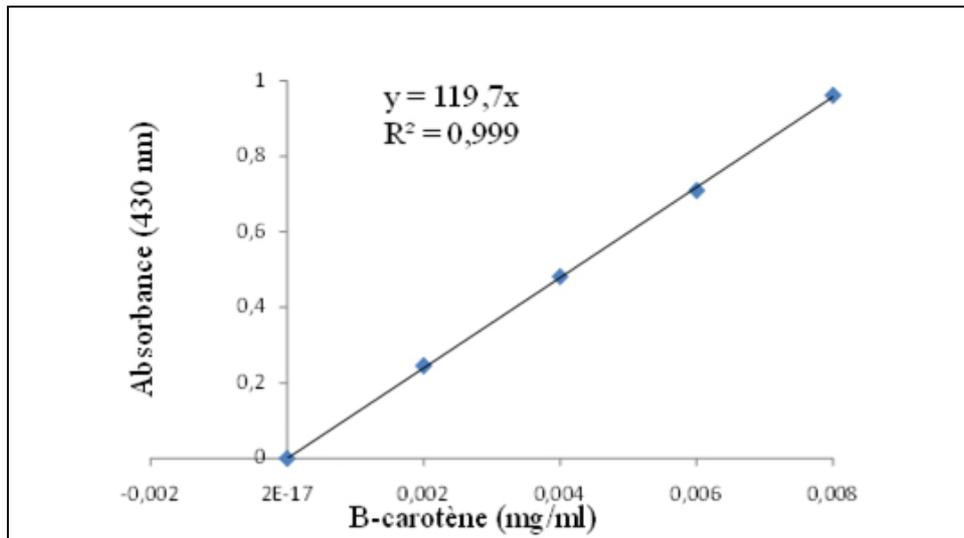


Figure 03 : Courbe d'étalonnage caroténoïde

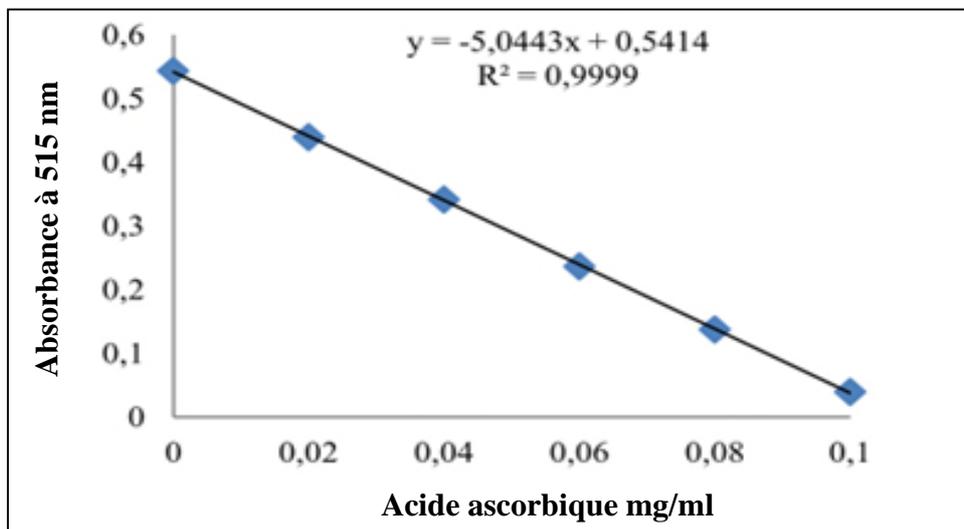


Figure 05 : Courbe d'étalonnage Acide ascorbique

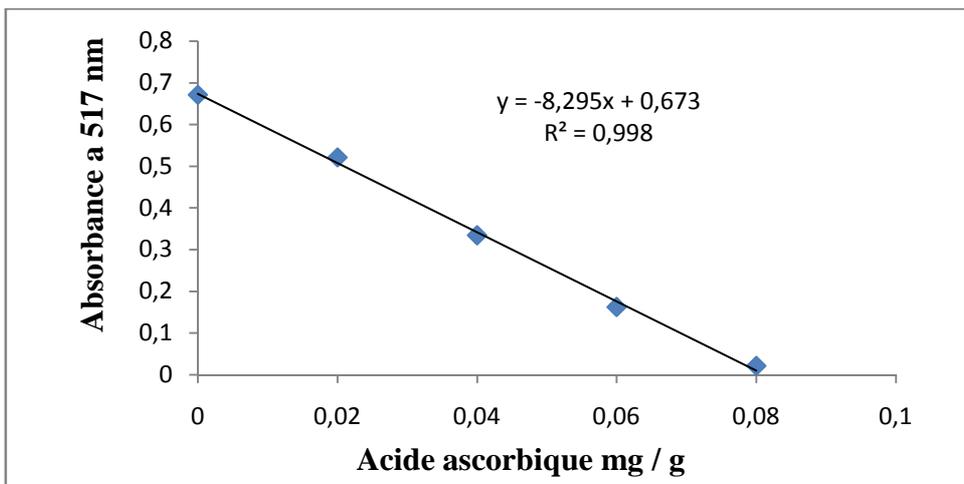


Figure 06 : Courbe d'étalonnage de l'activité antiradicalaire

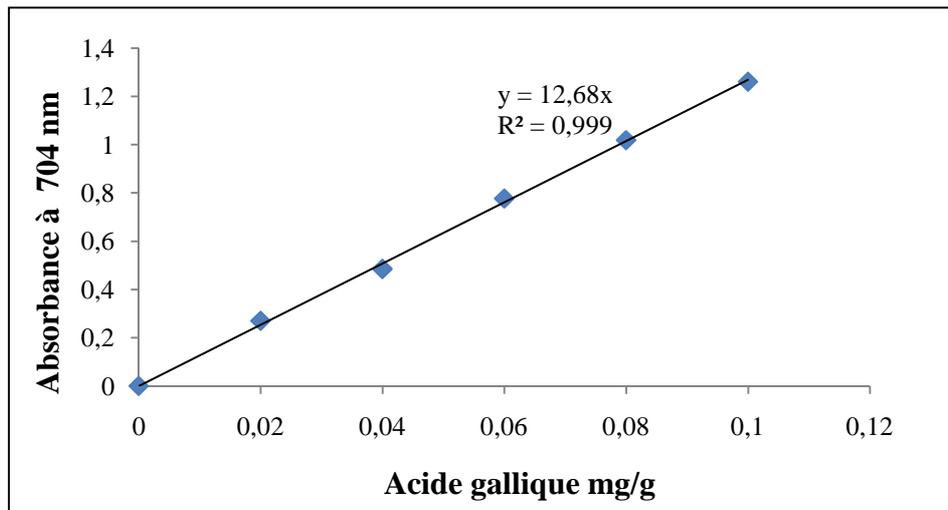


Figure 07 : Courbe d'étalonnage du pouvoir réducteur

Réactif de Bradford :

100 mg de bleu de coomassie est additionné à 50 ml d'éthanol 95%, le mélange est agité pendant 2h, puis 100ml de l'acide ortho-phosphorique (85%) est additionné au mélange, après agitation pendant 18h jusqu'à une dissolution complète la solution obtenue subit une ajustation avec l'eau distillée jusqu'à atteindre 1 litre.

Résumé

L'abricot, fruit largement consommé frais mais aussi sous forme transformée dont la confiture qu'est reconnue pour ses qualités nutritionnelles et leurs effets bénéfiques pour la santé. L'objectif principal de cette étude est d'évaluer l'impact des procédés de transformation et les conditions de conservation (temps, température et l'effet de l'ajout de l'extrait des feuilles de *Ziziphus jujuba*) sur les caractéristiques physico-chimiques, les teneurs en composés phénoliques, flavonoïdes, caroténoïdes et l'activité antioxydante de la confiture d'abricot. Le suivi de quelques paramètres physico-chimiques (humidité, acidité, pH) a montré un effet significatif des différents procédés sur la diminution de ces paramètres (53% ; 25,9% ; 2,8% respectivement). La quantification des caroténoïdes et protéines ont montré une fragilité pendant les procédés étudiés où plus de 97% et 79% ont été dégradés respectivement. Au cours de la conservation à 35°C pendant quarante jours, les résultats obtenus permet de confirmer que l'extrait 0,15% de *Ziziphus jujuba* ajouté à la confiture est plus adéquate, en effet ce dernier possède une quantité importante en composés phénolique (17%), flavonoïdes (56%), caroténoïdes (79%) et douer d'une grande activité antioxydante (21%) par rapport à la confiture sans l'ajout d'extrait.

Mots-clés : confiture d'abricot, activité antioxydante, caractéristique physico-chimique, conservation, transformation, extrait de *Ziziphus jujuba*.

Summary

The apricot, fruit widely consumed fresh but also processed form whose jam that is recognized for its nutritional qualities and their beneficial health effects. The main objective of this study is to assess the impact of processing methods and storage conditions (time, temperature and the effect of adding the extract from the leaves of *ziziphus jujube*) on physicochemical characteristics chemical, levels of phenolic compounds, flavonoids, carotenoids and the antioxidant activity of apricot jam. Monitoring of some physico-chemical parameters (moisture, acidity, pH) showed a significant effect of various processes on the decrease of these parameters (53%; 25.9%; 2.8%). Quantification of carotenoids and proteins showed fragility during the studied processes in which more than 97% and 79% respectively have been degraded. During the storage at 35 ° C for forty days, the results can confirm that the extract 0.15% Watkins jujube added to the jam is most appropriate, indeed the latter has a significant amount of phenolic compounds (17%), flavonoids (56%), carotenoids (79%) and equip a high antioxidant activity (21%) relative to the jam without the addition of extract.

Keywords: apricot jam, antioxidant activity, physicochemical characteristics, conservation, processed, *Ziziphus jujuba* extract.

ملخص

المشمش، فاكهة تستهلك على نطاق واسع طازجة ولكن أيضا في شكلها المعالج منه المربى المشهور بجودته الغذائية و آثاره المفيدة للصحة. الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تقييم تأثير طرق المعالجة وشروط التخزين (الوقت، درجة الحرارة وتأثير إضافة مستخلص أوراق العناب) على العوامل الفيزيائية والكيميائية، محتوى المركبات الفينولية، الفلافونويد، الكاروتينات والنشاط المضاد للأكسدة لمربى المشمش. متابعة بعض العوامل الفيزيائية والكيميائية (الرطوبة، الحموضة، المعامل الهيدروجيني) أظهرت تأثير كبير لمختلف الطرق في تناقص هذه العوامل (53% ; 25,9% ; 2,8% على التوالي). تحديد كمية الكاروتينات والبروتينات أظهرت ضعف خلال الطرق المدروسة أين أكثر من 97% و 79% قد تدهورت على التوالي. أثناء التخزين في 35 درجة مئوية لمدة أربعين يوما، النتائج التي تم الحصول عليها سمحت بالتأكيد على أن 0,15% من مستخلص العناب المضاف إلى المربى هو الأنسب، بحيث هذا الأخير يحتوي على كمية كبيرة من المركبات الفينولية (17%)، الفلافونويد (56%)، الكاروتينات (79%) وله نشاط مضاد للأكسدة عالي مقارنة مع مربى بدون إضافة مستخلص

كلمات البحث : مربى المشمش، النشاط المضاد للأكسدة، العوامل الفيزيائية والكيميائية، طرق المعالجة، التخزين، مستخلص العناب