

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des sciences alimentaires
Filière : Sciences alimentaires
Spécialité : Qualité des produits et sécurité alimentaire



Réf:.....

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

MASTER II

Thème

**Effet des différents paramètres sur l'extraction des polyphénols
de marc d'abricot par micro-onde**

Présenté par :

BRAHMI Wardia & BOUGUERRIOU Sihem

Soutenu le : **12/09/2020**

Devant le jury composé de :

M. BACHIR BEY M.	MCA	Président
M. BOUDRIES H.	MCA	Encadreur
M. NABET N.	MCA	Examineur

Année universitaire : 2019 / 2020

Remerciements

*Nous tenons tout d'abord à remercier la grâce du bon **Dieu** tout puissant, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.*

Nous tenons à remercier vivement notre :

*Promoteur, monsieur **Boudries. H**, pour avoir proposé le sujet et accepter de nous encadrer et orienter tout au long de notre travail avec sa constante disponibilité, c'est grâce à sa compétence et indulgence que ce travail a pu être réalisé.*

*Nous remercions infiniment le doctorant **Teffane. M**, tenant compte de ces gracieux conseils, sa disponibilité et son ouverture d'esprit en qualité humaine et scientifique, on a pu acquérir les connaissances indispensables pour la réalisation de ce travail.*

*Nous remerciment s'adressent également aux honorables membres de jury, Monsieur **Nabet. N** et **Bachir Bey. M**, qui ont accepté d'évaluer ce travail.*

Dédicaces

*À l'aide de Dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie, j'ai pu réaliser
ce travail que je dédie :*

*Mes parents les plus chers à mon cœur dans ce monde, qui ont donné sens à mon
existence, pour leurs sacrifices qui m'ont tout donné et offert leur amour,
encouragement, aide, et qui m'ont soutenu jours et jours nuits et durant toutes
mes études.*

À mes adorables sœurs souad, zahra, samia

À mes très chers frères fatah et moussa

À mes petites neveux et nièces

À mon binôme wardia et toute sa famille.

À mon Co-promoteur mohand

À mes tantes et oncles.

À mes adorables et chères cousines et cousins

À tous mes amis ...

Sihem

Dédicaces

*A l'aide de Dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie, j'ai pu réaliser
Ce travail que je dédie :*

*Mes parents les plus chers à mon cœur dans ce monde, qui ont donné sens à mon
existence, pour leurs sacrifices qui m'ont tout donné et offert leur amour,
encouragement, aide, et qui m'ont soutenu jours et jours nuits et durant toutes
mes études.*

A mes adorables sœurs et frères et leurs familles

A mon binôme sihem et toute sa famille.

A mon Co-promoteur mohand

A tous mes professeurs

A tous mes amies et mes proches...

wardia

TABLE DES MATIERES

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction 1

Partie I: Synthèse bibliographique

Chapitre I: Présentation de l'abricot «*Prunus Armeniaca*»

I.1. Généralités	3
I.2. Historique et origine	3
I.3. Description de l'espèce	4
I.4. Classification botanique de l'abricot	5
I.5. Description botanique du fruit	5
I.6. Composition et valeur nutritionnelle d'abricot	6
I.7. Variétés	7
I.8. Production mondiale d'abricot.....	7
I.9. Production d'abricot en Algérie.....	8
I.10. Transformation industriel d'abricot	9
I.11. Sous-produit d'abricot	10
I.12. Valorisation des déchets industriels des fruits	11

Chapitre II : Généralités sur les composés phénoliques

II.1. Généralités	12
II.2. Polyphénols	12
II.2.1. Classification des composés phénoliques.....	13
II.2.2. Composition phénoliques d'abricot.....	15
II.2.3 Rôles biologiques des polyphénols.....	16
II.2.4. Biosynthèse des polyphénols.....	17
II.3. Caroténoïdes	17
II.4. Acide ascorbique	18
II.5. Huile essentielle.....	18

Chapitre III : Méthodes d'extraction des polyphénols

III.1. Généralités	20
III.2. Définition de l'extraction	20
III.3. Procédures d'extraction des polyphénols	20
III.3.1. Macération.....	20

III.3.2. Extraction assistée par ultrasons	21
III.3.2.1. Avantages et inconvénients de l'extraction assistée par Ultrasons	22
III.3.3. Extraction assistée par micro-ondes	22
III.3.3.1 Définition	22
III.3.3.2 Mécanisme des micro-ondes	23
III.3.3.3 Avantages et inconvénients des micro-ondes.....	24

Partie pratique

VI. Matériel et méthodes

VI.1 Démarche optée.....	25
VI.2. Échantillonnage.....	25
VI.3. Matériel et techniques d'étude au laboratoire	26
VI.4. Prétraitement des échantillons	27
VI.5. Propriétés physico-chimiques	28
VI.5.1. Taux d'humidité.....	28
VI.5.2. Taux de cendres	29
VI.6. Effet des conditions d'extraction par microonde sur le rendement en polyphénols du marc d'abricot	29
VI.6.1.étude de l'effet des différents paramètres d'extraction (type de solvant, concentration du solvant, puissance et le temps.....	30
VI.6.2. Dosage des composées phénolique totaux (CPT).....	31
VI.7. Analyse statistique	31

VII. Résultats et discussion

VII.1. Propriétés physico-chimiques du marc d'abricot	32
VII.2. Effet des paramètres d'extraction des polyphénols à partir du marc d'abricot par micro-onde	33
VII.2.1. Effet du type de solvant	33
II.2.2. Effet de la concentration du solvant choisie (éthanol).....	34
II.2.3. Effet de la puissance des microondes	36
II.2.4. Effet du temps d'extraction par microonde.....	37

Conclusion	39
-------------------------	----

Références bibliographiques

Annexe

Résumé

Liste des abréviations

CPT : Composés Phénoliques Totaux

EAG : Equivalent acide gallique

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

GHz : Gigahertz

IR: Infrarouge

EAM : Extraction assisté par microonde

MHz : Mégahertz

MS: Matière sèche

MW: Microonde

PEF: Pulsed electric field (Champs électriques pulsés)

pH : Potentiel Hydrogène

S/L : solide liquide

US: Ultrason

Liste des tableaux

N° du tableau	Titre	Page
I	Classification de l'abricotier commun <i>Prunus armeniaca</i> L.	5
II	Valeurs nutritionnelles d'abricot	7
III	Composition chimique de l'enveloppe de la graine d'abricot	10
IV	Classification des polyphénols selon les structures chimiques	14
V	Teneur et composition phénolique d'abricot	16
VI	Liste des matériels et consommable utilisés	26
VII	Bornes inférieures et supérieures où se trouve l'optimum des conditions d'extraction des polyphénols du marc d'abricot	38

Liste des figures

N° de la figure	Titre	Page
1	Origine et dissémination de l'abricot	4
2	Coupe longitudinales d'abricot	6
3	Production mondiale d'abricot / Pays	8
4	Production d'abricot en Algérie / années	9
5	Coproduits d'abricot (la coque et l'amande)	11
6	Structure d'un acide p-comarques	13
7	Photo d'ultrason	21
8	Matériel micro-ondes du laboratoire à l'échelle pilote: appareil Ethos X	22
9	Orientation dipolaire dans la cellule en fonction du champ électrique alternatif MW	23
10	Diagramme d'obtention du marc d'abricot	25
11	Séchage du marc d'abricot dans une étuve ventilé	27
12	Photo présentatif de différentes parties de préparation de l'échantillon, (A) broyage (B) tamisage, (C) conservation de la poudre finale	28
13	Photo des résultats du taux humidité	28
14	Présentation graphique du taux d'humidité et de cendre du marc d'abricot	32
15	Effet du type de solvant sur le rendement en composés phénoliques	34
16	Effet de la concentration du solvant sur le rendement en composés phénoliques	35
17	Effet de la puissance de la microonde sur le rendement en composés phénolique	36
18	Effet du temps sur le rendement en composés phénoliques.	37

Introduction

Les composés phénoliques ou polyphénols constituent l'un des groupes de produits naturels les plus nombreux et les plus largement distribués dans le règne végétal (**RongTsao, 2010**). Au cours des dernières années, une grande attention a été accordée aux composés bioactifs par les nutritionnistes, les spécialistes des aliments et les consommateurs en raison de leur rôle et leur capacité à promouvoir la santé humaine, tels que la réduction de l'incidence de certaines maladies dégénératives comme le cancer et le diabète, effet antioxydant, antimutagène, anti-allergénique, et effets antimicrobien (**Silvia Martins et al., 2011**). Par conséquent, les composés phénoliques contribuent à la qualité nutritionnelle des aliments frais et transformés et peut être considéré d'un grand intérêt pour l'industrie alimentaire encourageant leur utilisation comme substances naturelles ou ingrédients alimentaires (**Lapornik et al., 2004**). En raison de ces innombrables caractéristiques bénéfiques, les recherches se sont intensifiées afin de trouver des fruits, des légumes, des plantes, des résidus agricoles et agro-industriels comme sources de composés phénoliques bioactifs (**Silvia Martins et al., 2011**).

Il a été découvert que les abricots sont très riches en composés qui ont un effet antioxydant tels que vitamine C, caroténoïdes et polyphénols (**Fратиanni et al., 2018**). Les abricots sont l'une des sources alimentaires les plus riches en polyphénols (**Pérez-Jiménez et al., 2010**), qui sont divisés en flavonoïdes, en particulier en flavanols et les flavonols qui sont principalement sous forme glucosides de quercétine et de kaempférol et la quercétine-3-O-rutinoside (rutine) qui sont les composés majoritaires, la deuxième classe est les composés phénoliques non flavonoïdes, spécifiquement les hydroxycinnamiques (**Lisard Iglesias-Carres et al., 2019**).

Les abricots sont principalement consommés sous forme de fruits frais et séchés, mais également transformés pour leur jus ou purée (**Firat et Sedat, 2019**). Ils sont transformés sur une base de 40 à 45 % de la production mondiale totale (**Yigit et al., 2009**). Les déchets provenant de la transformation industrielle des fruits peuvent générer des problèmes environnementaux et écologiques importants lors de l'élimination incorrecte et inadéquate de ces sous-produits, cependant ces derniers pourraient être utiles dans la production de diverses valeurs ajoutées (**Correia et al., 2004**). De nos jours, la valorisation des sous-produits de fruits est devenue un grand intérêt du fait de leur contenu en plusieurs composés bioactives, comme les polyphénols. Différentes méthodes ont été utilisées pour extraire les polyphénols

de différentes matrices ; l'extraction solide/liquide (S/L) est le procédé conventionnel adopté dans de nombreuses industries pour l'extraction des polyphénols, cependant, l'un de ses principaux inconvénients est la consommation importante de solvants organiques, ces derniers présentent un coût important pour la fabrication, et l'utilisation de solvants organiques dans la transformation des aliments n'est donc pas recommandée (**Azmir *et al.*, 2013**). Les recherches des dernières années suggèrent l'utilisation de technologies respectueuses de l'environnement qui diminuent l'utilisation de solvants organiques et la consommation d'énergie. De nombreuses études ont donc été menées sur la récupération des polyphénols à partir de différents sous-produits au moyen des technologies émergentes, telles que les champs électriques pulsés (PEF), infrarouge (IR), ultrasons (US) et extractions assistées par micro-ondes. Le mécanisme d'action de chaque technique est impliqué dans l'efficacité de l'extraction des polyphénols, la technologie des micro-ondes est une méthode simple et rapide qui réduit la consommation de solvant et coût énergétique (**Mason, 2000**).

Par conséquent, le principal axe de notre travail est basé sur la valorisation des déchets industriels (marc d'abricot) d'abricot en termes d'extraction des composés bioactives phénoliques, en utilisant microonde comme techniques d'extraction avancée qui permet la manipulation de différents paramètres tels que temps, température et le solvant qui peuvent affecter une extraction. C'est pourquoi l'optimisation est nécessaire pour obtenir un rendement phénolique plus élevée.

Pour atteindre notre objective (optimisation des conditions d'extraction des polyphénols), nous avons effectué une étude sur l'effet des différents paramètres qui influencent le taux d'extraction, à savoir l'effet du solvant et sa concentration, l'effet du temps et l'effet de la puissance des microondes sur la teneur phénolique extraite.

- ✓ Le travail présenté dans ce document comporte deux parties : dans la première partie, nous avons présenté notre recherche sur la matrice végétale utilisée qui est l'abricot, une étude bibliographique sur les composés extraits qui sont les polyphénols ainsi les principales techniques d'extraction de ces composés y compris les microondes. La deuxième partie présente l'essentielle de notre travail expérimental qui est consacré au matériel et méthodes, puis nous avons abordé les résultats obtenus et la discussion, et enfin, nous terminons notre travail par une conclusion générale.

Chapitre I : Présentation de l'abricot « *Prunus armeniaca* L. »

I.1. Généralités :

Les vergers d'abricotiers représentent une tradition héritée d'une génération à une autre grâce à sa place privilégiée dans la vie des agriculteurs, vue la superficie qu'ils occupent et son importance dans le marché nationale (**Bahlouli et al., 2008**).

Les abricotiers poussent mieux dans les régions montagneuses avec un été chaud et sec et un hiver uniforme et froid (**Kaska et al., 1995; Gulcan, 1997**).

L'abricot est un fruit climactérique et saisonnier avec une durée de conservation très courte due, en partie, à une fréquence respiratoire élevée et à un processus de maturation rapide, pour étendre la durée de vie de ce fruit, plusieurs méthodes de conservation ont été améliorées, telles que le séchage, la mise en conserve, l'emballage sous atmosphère modifiée et la transformation pour produire du jus de fruits, purée de fruits, confiture, marmelade (**Garcia et al., 2013; Incedayi et al., 2016**).

I.2. Historique et origine :

L'origine de l'abricot (**Figure.01**) semble être profondément enracinée dans trois régions asiatiques interconnectées (**Vavilov, 1951; Faust et al., 1998**) : la première est la Chine où certaines variétés de type sauvage poussent encore naturellement (**Li et al., 2013**). La deuxième est l'Asie centrale et la troisième la région du Proche-Orient, y compris le territoire irano-caucasien, qui est considéré comme deuxième centre d'origine des abricots. La domestication d'abricot aurait pris à la première place dans la Chine (**Janick et Moore, 1996**) où les variétés japonaises proviendraient aussi (**Yoshida, 1998**). Les abricots européens à son tour semblent provenir de l'Irano-Caucase région de deux manières : par une route de l'Afrique du Nord vers le Sud Europe et de l'Europe centrale à l'Europe occidentale (**Bourguiba et al., 2012**). Les variétés européennes ont alors été introduites dans les Amériques. Cependant, certaines classifications montrent des modèles de taxonomie complexes entre les et variétés américaines (**Hagen et al., 2002**). Les variétés européennes semblent également être réintroduites dans Afrique du Nord (**Bourguiba et al., 2013**).



Figure 01 : Origine et dissémination de l'abricot (Faust *et al.*, 1998).

Les abricots ont une large gamme de phénotypes et de génotypes qui peuvent être reconnus, en particulier par rapport à l'adaptation écologique (Monastra et De Salvador, 1995; Gulcan, 1997).

Les principales zones de production et de croissance d'abricotier sont la Chine, les pays méditerranéens, la Turquie et les États-Unis (Hurtado *et al.*, 2006).

I.3. Description de l'espèce :

L'abricot appartient à la famille des Rosacées et au genre *Prunus*, c'est une espèce diploïde interfertile avec huit paires de chromosomes ($2n = 16$). La plupart des abricots cultivés appartiennent à l'espèce *P. armeniaca* L. (Bailey et Hough, 1975; Layne *et al.*, 1996; Faust *et al.*, 1998; Hurtado *et al.*, 2006).

L'abricotier est une espèce assez exigeante en froid hivernal (700 à 1000 heures en dessous de 7,2 °C) (FAO, 2007). Il redoute les printemps pluvieux et humides à cause des attaques des maladies cryptogamiques, il est sensible à la mouche méditerranéenne et au capnoïde sur les racines (Gautier, 1988).

L'abricotier préfère les sols profonds argilo-limoneux bien drainés, la floraison de l'abricotier se situe entre février et mars pour une récolte en Avril-Mai, en Mai-Juin pour les variétés tardives (**Bahlouli et al., 2008**).

I.4. Classification botanique de l'abricot :

La classification botanique de l'abricot est résumée dans le tableau suivant :

Tableau I : Classification de l'abricotier commun *Prunus armeniaca* L (**Ziegeglbaum, 1992**).

Désignation	Classification
Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphyte
Sous-embranchement	Angiosperme
Classe	Magnoliopsida
Sous- classe	Rosidae
Ordre	Rosales
Famille	Rosacée
Sous-famille	Prunoideae
Genre	<i>Prunus</i>
Espèce	<i>Prunus armeniaca</i> L

I.5. Description botanique du fruit :

L'abricot est le fruit d'abricotier caractérisé par une forme plus ou moins sphérique, couleur jaune orangée et d'un goût sucré et parfumé, il est composé de trois parties essentielles ;une peau veloutée (l'épicarpe), une chair charnue (mésocarpe), ces deux composants sont comestibles de l'abricot, en plus d'un noyau dure, dans la majorité des variétés, libre qui adhère ou non à la chair, il entoure et protège la graine, cette amande peut être amère ou douce selon la variété (**Tonelli et Gallouin, 2013**) (**Fig.02**).

Ce fruit est fragile, sensible aux manipulations et aux transports, donc il doit être cueilli deux à quatre jours avant sa maturité et très tôt le matin ou le soir (**Bahlouli et al., 2008**).

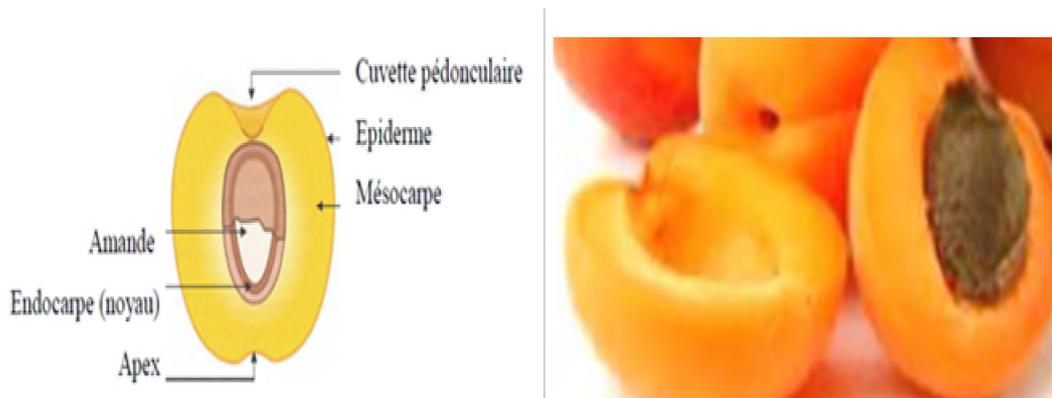


Figure 02: Coupe longitudinales d'abricot (Anonyme 1, 2020)

I.6. Composition et valeur nutritionnelle d'abricot :

L'abricot est consommé dans le monde entier en raison de son arôme agréable et délicieux, il peut être consommé frais, séché ou sous forme de jus, de marmelade et de confiture (Touati *et al.*, 2014).

Sur le plan nutritionnel, l'abricot est considéré comme une bonne source de nutriments, il contient plusieurs composés tels que les caroténoïdes, les polyphénols, les huiles essentielles, les acides gras, les polysaccharides, les minéraux, les sucres et les vitamines (Akin *et al.*, 2008; Ali *et al.*, 2011), qui contribuent à son goût, sa couleur et sa valeur nutritive, ces différents nutriments font de l'abricot un produit alimentaire important d'un point de vue nutritionnel; l'abricot est un fruit particulièrement intéressant pour la santé, notamment pour ses caroténoïdes et ses polyphénols qui contribuent énormément à son potentiel antioxydant (Erdogan et Kartal, 2011).

L'abricot contient également des teneurs considérables de fibres alimentaires (Hacisferogullari *et al.*, 2007; Ali *et al.*, 2011) qui stimulent la mobilité gastrique et préviennent la constipation (Akin *et al.*, 2007; Tamura *et al.*, 2011) (Tableau II).

Tableau II : Valeur nutritionnelle d'abricot (Hui *et al.*, 2006).

Valeurs nutritionnelles d'abricot	
Composition chimique	Valeur /100g de production frais
Eau (g)	86,35
Energie (kcal)	48
Protéines (g)	1,40
Lipides (g)	0,39
Sucres (g)	9,24
Fibres (g)	2
Caroténoïdse (mg)	1,8
Vitamine C (mg)	10
Phosphore (mg)	23
Potassium (mg)	259

I.7. Variétés :

Il existe plusieurs variétés d'abricots dans le monde, parmi les variétés cultivées en Algérie, on trouve essentiellement : Bullida, Louzi rouge, Tounsi et Paviot..., le porte-greffe le plus utilisé est le mech-mech ou abricotier franc, ainsi que d'autres porte-greffes, tels que le pêcher de Missouri et l'amandier amer (**Bahlouli *et al.*, 2008**).

I.8. Production mondiale d'abricot :

L'abricot est la 16ème culture dans le monde selon les chiffres données de l'année 2010, il domine ainsi la production mondiale avec environ 695364 tonnes/an (**Abbas et Trari, 2015**).

L'abricotier représente une culture qui a été développée principalement autour du bassin méditerranéen et en Asie centrale, c'est dans ce périmètre que se situent les principaux pays producteurs d'abricot (**Lichou, 2001**).

Selon les chiffres d'évolution de la production mondiale d'abricot donnés par la FAO en 2018, la Turquie est le principal pays producteur d'abricot, elle domine la production mondiale avec environ 750000 tonnes par an, suivie d'Ouzbékistan avec 493842 tonnes par

an, alors que l’Iran et l’Algérie occupent la troisième et la quatrième place mondiale avec des récoltes représentant respectivement 342479 et 242243 tonnes par an (**Figure.03**).

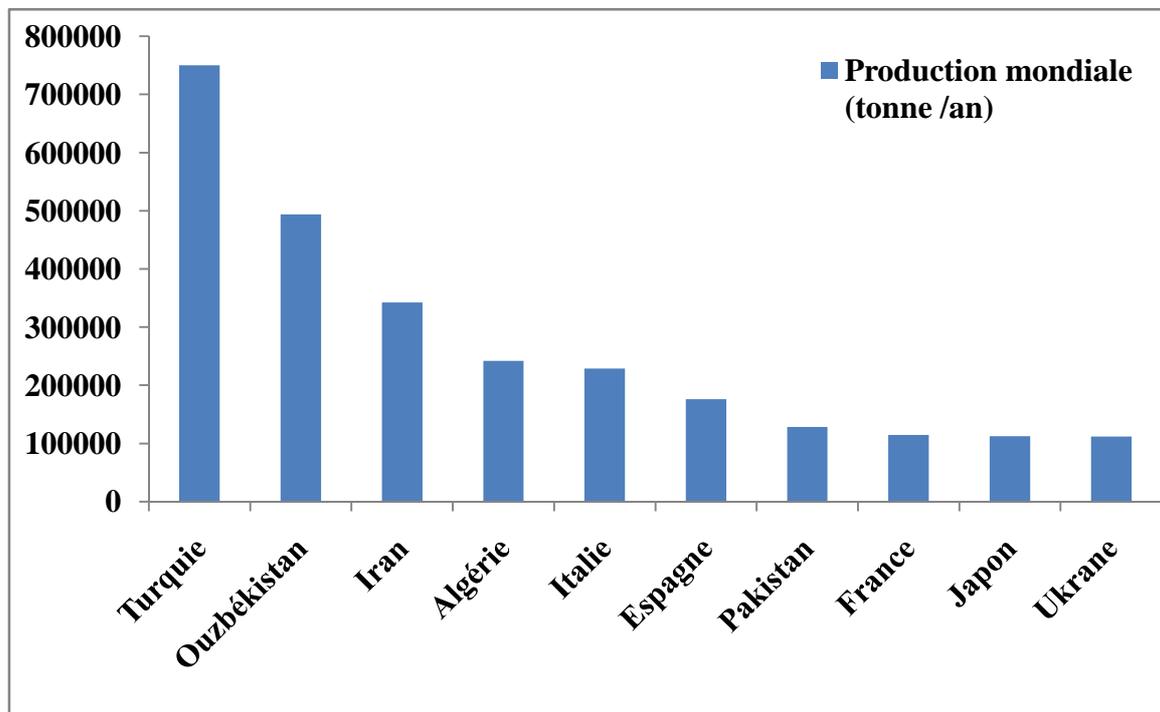


Figure 03 : Production mondiale d’abricot / Pays (FAO, 2018).

I.9. Production d’abricot en Algérie :

L’abricotier, constitue l’une des meilleures richesses de l’Algérie, c’est l’espèce fruitière la plus cultivée devant le pommier, le poirier et le pêcher. La wilaya de M’Sila est l’une des régions les plus productrices d’abricot, elle occupe la deuxième place à l’échelle nationale derrière la wilaya de Batna avec une superficie qui est passée de 2386 ha en 1994 à 6310 ha en 2004, l’abricot dans la région de Hodna, à une place très importante dans la vie quotidienne de la population locale; chaque année, le surplus de la production est transféré vers d’autres villes limitrophes ou bien séché, grâce à une production qui a atteint 216000 tonnes en 2004, Soit une augmentation de 97,6% en 10 ans (**Bahlouli et al., 2008**).

Durant la dernière décennie, l’abricot a connu une évolution productive vacillant de 209,876 tonnes en 2009 à 242,243 tonnes en 2018 selon les chiffres déclarés par la FAO, en 2013 la culture d’abricotier culminait une production extensive remarquable de 319,984 tonnes (**Figure. 04**).

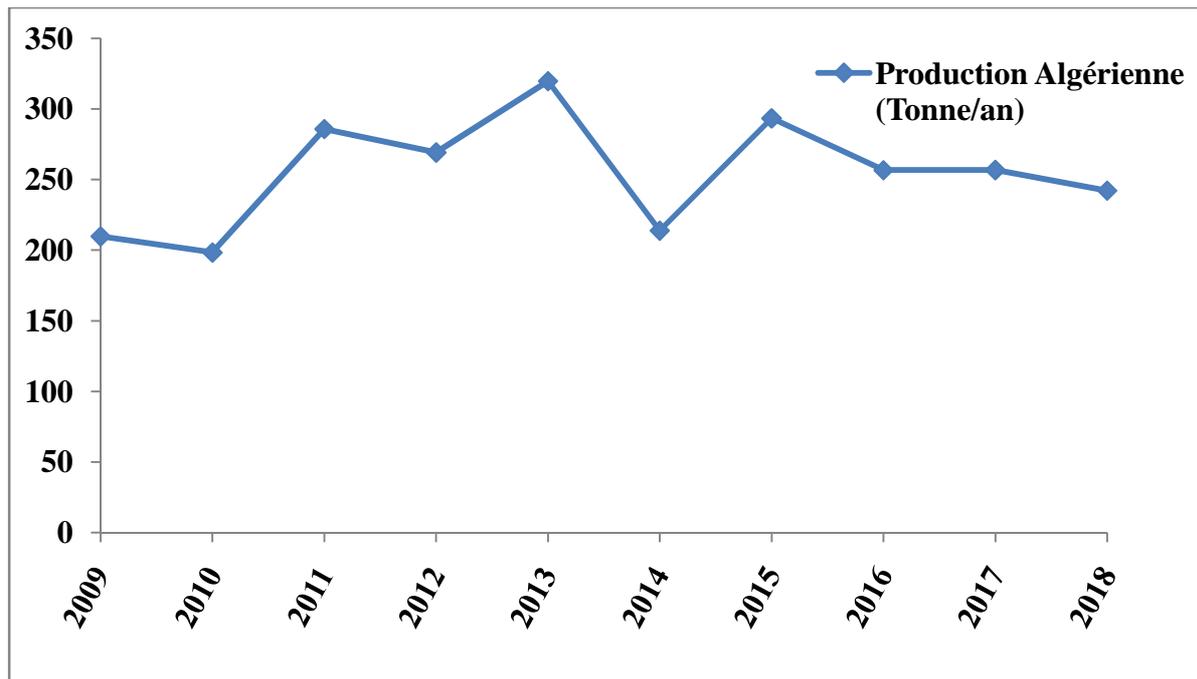


Figure 04 : Production d’abricot en Algérie / années (FAO, 2018).

I.10. Transformation industriel d’abricot :

Les fruits d'abricot ne sont pas disponible comme matière première dans de nombreux pays, pour cette raison, il est possible de fabriquer des produits à base d'abricot afin de répondre aux exigences du marché, et c’est un avantage pour prolonger la durée de conservation du fruit; différentes méthodes de conservation ont été développées, notamment mise en conserve, congélation, séchage, conditionnement dans des emballages sous atmosphère contrôlée (Jimenez *et al.*, 2008).

La transformation des fruits d’abricot en conserve de confiture, gelée, marmelade et nectar a été développés afin de réduire les pertes de fruits après la récolte; les confitures sont apparues comme un premier effort pour conserver les fruits et à consommer hors saison. C'est un aliments préparés en faisant bouillir la pulpe de fruits avec du sucre, de la pectine et d’autres ingrédients (conservateurs, substances colorantes et aromatisants) jusqu’à obtenir une consistance assez épaisse (Wicklund *et al.*, 2005; Vidhya et Narain, 2011).

Les fruits d’abricot frais sont disponibles sur le marché du mois de Mai jusqu’à Septembre, tandis que les fruits secs ou transformés sont disponibles toute l’année (Faqir *et al.*, 2004; Gezer *et al.*, 2011).

I.11. Sous-produit d'abricot :

La transformation industrielle de l'abricot en différents produits de consommation telle que les jus, la confiture, marmelade, génère des quantités de sous-produits, Le pourcentage du marc représente 10 % du total des abricots transformés sans la graine (**Cheib *et al.*, 2018**).

Le sous-produit de l'abricot composé de plusieurs parties du fruit : pépins, pulpe et peau ils sont riches en nombreuses molécules bioactives, notamment les composés phénoliques, qui agissent comme des antioxydants, anti-inflammatoire, anti carcinogène, antimicrobien et prévenir de nombreux types de maladies (maladies cardiovasculaires, etc.) (**Cheib *et al.*, 2018**).

Le noyau d'abricot est fait partie également des composantes des sous-produits de l'abricot est un produit alimentaire de qualité à usage médical et alimentaire, contenant 23-27% de protéines, 43-53% de matières grasses brutes, 7-14% de sucre contient également des niveaux élevés de flavonoïdes et d'antioxydants phénoliques, qui ont été trouvés exclusivement ou en forte concentration dans la peau. La peau représente environ 8% du poids total de l'amande de l'abricotier mais contient environ 88% des phénols totaux de la noix (**Han *et al.*, 2013**).

Tableau III : Composition chimique de l'enveloppe de la graine d'abricot (**Cañellas *et al.*, 1992**).

Constituent	Variété	
	Canino	GaltaVermella
Humidité (g / Kg MF)	123(±6)	109 (±4)
Sucre (g / Kg MS)	19.3 (±2.1)	10.0 (±2.4)
Protéines (g / Kg MS)	17.7 (±4.3)	12.1 (±1.8)
Potassium (g / Kg MS)	2.46 (±0.08)	2.42 (±0.09)
Calcium (g / Kg MS)	1.04 (±0.03)	1.34 (±6)
Phosphore (mg / Kg MS)	240(±10)	310 (±20)
Magnésium (mg / Kg MS)	210(±7)	310 (±12)
Sodium (mg / Kg MS)	100(±5)	140(±6)



Figure 05 : Co-produits d'abricot (la coque et l'amande) (Anonyme 2, 2020).

I.12. Valorisation des déchets industriels des fruits:

De grandes quantités de résidus de fruits résultant du pressage des fruits à noyau (comme les abricots), ces résidus, appelés grignons, sont principalement composés de peaux de fruits, de pulpes et de graines et ils sont considérés comme des déchets sans valeur (Ajila *et al.*, 2012).

Différentes méthodes ont été définies pour évaluer et valoriser les déchets des industries alimentaires comme la digestion anaérobie, fermentation, compostage, pyrolyse, production de carburant, aliments de bétail, d'ensilage ou de compléments alimentaires, ou l'extraction de composés précieux comme la pectine et les fibres alimentaires (Serrano *et al.*, 2013; Follonier *et al.*, 2014).

Le marc obtenu après la transformation des fruits peut être utilisé dans les aliments comme substitut de farine de pain ou biscuits, il est également ajouté dans les soupes, sauces, mayonnaise, confitures, yaourts, et de composés de grignons végétaux issus des déchets de fruits tels que les fibres alimentaires, polyphénol, caroténoïde, le tocophérol et l'acide ascorbique fournissent des matières premières naturelles pour la production d'aliments fonctionnels (Aguedo *et al.*, 2012; Tseng et Zhao, 2013).

Les noyaux d'abricot, après avoir enlevé la coque, sont utilisés comme apéritif ou additif alimentaire (Demir et Cronin, 2005; Asma *et al.*, 2007).

Chapitre II: Généralités sur les composés phénoliques :

II.1.Généralités:

Les antioxydants sont des composés naturels ou synthétiques, ont un groupe diversifié de composés qui agissent contre les dommages oxydatifs induits dans l'organisme. Les antioxydants éteignent les radicaux libres réactifs, évitent l'oxydation d'autres molécules et jouent un rôle important dans la prévention des maladies dégénératives telles que le cancer, les maladies cardiovasculaires, la formation de cataractes, le vieillissement les maladies inflammatoires et une grande variété de troubles neurologiques (**Hussain et al., 2013**).

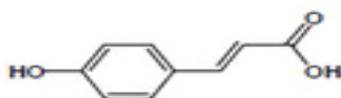
Les fruits de l'abricot sont considérés comme une source riche des substances phytochimiques, principalement des polyphénols et des caroténoïdes, selon **Guo et al., 2003** ils ont classé l'activité antioxydante de l'abricot entre le 16ème et le 24ème rang sur 28 fruits, selon la partie considérée (pulpe, peau ou pépins), tandis que **Ishiwata et al., 2004** ont classé l'abricot frais au premier rang sur 25 fruits, l'activité antioxydante de l'abricot s'est avérée être assez dépendante des polyphénols (**Madrau et al., 2009**).

II.2. Polyphénols :

Les polyphénols sont des métabolites secondaires des plantes, ils ont une structure de base composée d'un cycle benzénique lié à un ou plusieurs ions hydroxyle, libres ou impliqués dans une autre fonction chimique (**Rajbhar et al., 2015**).

Les polyphénols sont de puissants antioxydants qui complètent les fonctions des vitamines et des enzymes antioxydantes en tant que défense contre le stress oxydatif provoqué par l'excès d'espèces réactives de l'oxygène (**Tsao, 2010**).

Exemple :



Acide p-coumarique

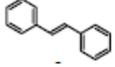
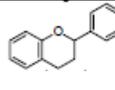
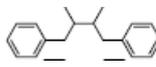
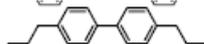
Figure 06 : Structure d'un acide p-coumarique (**Tsao, 2010**).

II.2.1. Classification des composés phénoliques :

Les polyphénols alimentaires constituent l'un des groupes de produits naturels les plus largement distribués dans le règne végétal. Plus de 8 000 structures phénoliques sont actuellement connus, et parmi eux plus de 4000 flavonoïdes ont été identifiés (**Harborne et Williams, 1992; Cheynier, 2005**).

La diversité et la large distribution des polyphénols dans les plantes ont conduit à différentes manières de catégoriser ces composés naturels. Les polyphénols ont été classés selon leur source d'origine, la fonction biologique et la structure chimique (**Tableau IV**), de plus la majorité des polyphénols dans les plantes existent sous forme de glycosides avec différentes unités de sucre et sucres acylés à différentes positions du squelette des polyphénols (**Rongtsao, 2010**).

Tableau IV : Classification des polyphénols selon leurs structures chimiques
(Patricia Garcia-Salas *et al.*, 2010).

Nombre de carbone	Classe	Structure de base	Sources
C6	Phénols simples		
C6-C1	Acide benzoïque		
C6-C2	Acétophénones		Pomme, abricot, banane, chou-fleur
C6-C3	Acide cinnamique		Carotte, agrumes, tomate, épinards, pêches, céréales, poires, aubergines
C6-C4	Napthoquinones		Noix
C6-C1-C6	Xanthones		Mangue, Mangoustan
C6-C2-C6	Stilbènes		Raisins
C6-C3-C6	Flavonoïdes		Distribué largement
(C6-C3) 2	Lignanes, néolignanes		Sésame, seigle, blé
(C6-C1) n	Tanins hydrolysable		Grenade, Framboise

II.2.2. Composition phénoliques d'abricot :

Les abricots sont l'une des sources alimentaires les plus riches en teneur polyphénols (**Pérez-Jiménez et al., 2010**). Ils contiennent des composés phénoliques (acides phénoliques et flavonoïdes) avec une composition phénolique totale de 50,00 à 563 mg de GAE / 100 g de matière fraîche (**Ali et al., 2015**) (Tableau V).

Les acides phénoliques tels que les dérivés des acides chlorogénique, néochlorogène, isochlorogène, caféique, β -coumarique, p-coumarique et férulique sont les plus communs trouvés dans l'abricot (**Ali et al., 2015**).

Les flavonoïdes sont des composés phénoliques les plus abondants, sont des molécules possédant un squelette de base à quinze atomes de carbone, constitués de deux noyaux aromatiques et d'un hétérocycle central de type pyranne (**Ghedira, 2005**). Ils sont présents que dans les plantes où ils sont principalement présents sous forme de glycosides (**El Gharras, 2009**).

La teneur totale en flavonoïdes déterminée dans l'abricot est estimée entre 1, 00 à 12,00 mg EQ / 100 g de matière fraîche (**Arts et al., 2002; Miguel et al., 2008**). Les principaux flavonoïdes sont les flavanols, les anthocyanes et les flavonols (**Sartaj Ali1 et al., 2015**). De même, l'acide chlorogénique a été signalé comme le principal composé phénolique des abricots croates (**Dragovic-Uzelacet et al., 2007**). Les flavonoïdes présents dans les abricots sont principalement des glycosides et des rutosides de quercétine, de kaempférol et de rutine (**Garcia-Viguera et al., 1994**).

De nombreuses études ont montré que certains composés phénoliques (acide chlorogénique, épi catéchine et rutine) sont détectés dans l'écorce et la pulpe de l'abricot en concentrations plus élevées dans les épiluches ensuite les pulpes (**Cheib et al., 2018**).

Tableau V : Teneur et composition phénoliques d'abricot (Ali *et al.*, 2015).

Composés phénoliques	Concentration (mg /100g)
Composition phénoliques totale	50,00 – 563
Acides phénoliques :	
Acide cinnamique	6 .00-110.00
Acide chlorogénique	2.80
Acide p-coumarique	1 .12
Acide caféique	0.81
Acide férulique	0.30
Flavonoïdes :	
Epicatéchines	4.19
Catéchines	3.82
Quercétine	2.15
Procyanidines	32.00-333.10
Flavonols	37.00-147.00

II.2.3 Rôles biologiques des polyphénols :

La distribution des polyphénols dans les plantes, contribuent à la qualité organoleptique et nutritive des fruits en termes de couleur, de goût, d'arôme et de saveur (Serrano *et al.*, 2010).

Dans le corps humain, ces substances photochimiques jouent un rôle important et fournir des avantages pour la santé humaine, l'apport élevé des fruits, des légumes et des grains entiers, qui sont riches en polyphénols, réduit les risques de nombreuses maladies chroniques par plusieurs mécanismes (Milner, 1994; Duthie et Brown, 1994). On plus de ça il joue aussi un rôle important chez l'organisme végétale c'est la défense contre les agents phytopathogènes et les animaux d'agression herbivore et en réponse à divers abiotiques, les conditions de stress, comme les précipitations et le rayonnement ultraviolet (D'Archivio *et al.*, 2007; Quideau *et al.*, 2011).

Les polyphénols se sont avérés être de puissants antioxydants qui peuvent neutraliser les radicaux libres en faisant électron ou atome d'hydrogène; le groupe 3-hydroxy des flavonols est considéré comme important dans les activités antioxydantes, plus fréquemment, ils agissent comme des piègeurs de radicaux des réactions en chaîne de la peroxydation lipidique (casseurs de chaîne) (**Rice-Evans *et al.*, 1996; Guo *et al.*, 2009**).

Les polyphénols sont également appelés chélateurs de métaux, chélation de métaux de transition tels que Fe²⁺ peut directement réduire le taux de réaction de Fenton, empêchant ainsi l'oxydation provoquée par des radicaux hydroxyles hautement réactifs (**Pietta, 2000; Perron et Brumaghim, 2009**).

Les composés polyphénoliques, en particulier les catéchines, ont été trouvés pour être de puissants antioxydants et pour être efficaces dans la prévention du cancer (**Costa *et al.*, 2009**). Alors que les tanins ont aurait exercé d'autres effets physiologiques; par exemple, ils peuvent réduire la pression artérielle, accélérer le sangla coagulation, les taux sériques-lipidiques inférieurs et modulent les réponses immunitaires (**Muchuweti *et al.*, 2006**).

II.2.4. Biosynthèse des polyphénols :

La biosynthèse des composés phénoliques y compris les composés phénoliques simples sont considérés comme des métabolites issus de la voie de shikimate, notamment les acides phénoliques tels que l'acide cinnamique et l'acide gallique (**Fatland *et al.*, 2004; Tsao et Mocalum, 2009**).

La biosynthèse des polyphénols complexes tels que les flavonoïdes, est liée au métabolisme primaire par intermédiaires dérivés des plastes et des mitochondries, chacun nécessitant une exportation vers le cytoplasme où ils sont incorporés dans des parties distinctes de la molécule, le cycle aromatique B et le cycle chromane sont considérés comme provenant de l'acide aminé phénylalanine, lui-même un produit de la voie shikimate, alors que le cycle A provient de trois unités de malonyl-coa (voie de mevalonate) (**Fatland *et al.*, 2004; Tsao et Mocalum, 2009**).

II.3. Caroténoïdes :

Les caroténoïdes sont des substances lipophiles, insolubles dans l'eau et solubles dans les dissolvants organiques, c'est un groupe de pigments le plus répandu dans la nature, et ils sont présents dans tous les organismes photosynthétiques et ils sont responsables pour la

plupart des couleurs jaunes à rouges des fruits, légume et des fleurs (**Dragovicuzelac et al., 2007**).

Les fruits de l'abricot est considérés comme une riche source de caroténoïdes en particulier le β -carotène qui représente plus de 50% de la teneur totale en caroténoïdes. En plus de β -carotène, le fruit de l'abricot ses dérivés contiennent des concentrations réduites de α et de γ -carotène, de zéaxantine et de lutéine (**Dragovicuzelac et al., 2007**).

II.4. Acide ascorbique :

L'acide ascorbique ou vitamine C est l'antioxydant le plus abondant, le plus puissant et le plus soluble dans l'eau. Il est présent dans tous les tissus des plantes et certains fruits ce qui permet de protéger les cellules du vieillissement et de renforcer les défenses immunitaires (**Gil, 2010**).

L'abricot est l'un des fruits riche en de vitamine C, la teneur en cette dernière est progressivement augmentée à travers les étapes de maturation (**Hegedüs et al., 2011**). Elle est aussi fortement influencée par les conditions de culture et par des facteurs tels que la température, la lumière, etc., selon "Hachhaliloglu", "Kabaasi" et "Cataloglu" les teneurs en vitamine C dans les fruits des cultivars d'abricots est respectivement de 37,7; 41,6 et 27,9 mg par 100 g (**Kan et al., 2014**).

II.5. Huile essentielle :

Les huiles essentielles sont des huiles volatiles qui ont une forte composante aromatique et qui donnent odeur, saveur ou parfum distinctifs d'une plante. Ces sont les sous-produits du métabolisme des plantes et sont communément appelé métabolites secondaires végétal volatil elle se rencontrer dans les glandes les poils ou les cavités sécrétoires de la paroi des cellules végétales et sont présent sous forme de gouttelettes de liquide dans les feuilles, les tiges, l'écorce, des fleurs, des racines et ou des fruits dans différentes plantes (**Koul et al., 2008**).

Les huiles essentielles sont aujourd'hui considérées comme des sources importantes d'antimicrobiens naturels. Comme la graine d'abricot est utilisée pour le traitement des maladies de la peau, il est raisonnable d'étudier la capacité de l'huile essentielle comme antimicrobien. La graine d'abricot est largement utilisée pour la production d'huile, de benzaldéhyde et de produits chimiques à des fins cosmétiques (**Lee et al., 2014**).

L'huile essentielle de l'abricot était caractérisé par 15 composés qui représentaient collectivement 98,33 % de la composition de l'huile, elle est essentiellement dominé par le (Z)-phytol (27,18 %), le pentacosane (15,11 %), le nonacosane (8,76 %) et le benzaldéhyde (7,25 %) (Nafis *et al.*, 2020).

Chapitre III: Méthodes d'extraction des polyphénols

III.1. Généralités :

Les effets bénéfiques des composés phénoliques impliquent une large utilisation dans différents domaines ; alimentaire, pharmaceutique et cosmétique (**Wang et Weller, 2006**), ils suscitent un intérêt croissant pour leurs isollements à partir des matières végétales dans le but de produire une alternative sûre, naturelle et peu coûteuse aux composés synthétiques (**Jovanovic et al., 2017**).

Dans des études récentes, différentes procédures d'extraction des polyphénols ont été élaborées et elles varient dans le mécanisme d'extraction, la nature du matériel végétal, le type de solvant, le temps, la température, pression et pH du solvant (**Jovanovic et al., 2017**).

Les procédures traditionnelles d'obtention des extraits de plantes comprennent la macération, percolation et extraction par Soxhlet. Ces méthodes sont simples, mais impliquent plusieurs inconvénients récemment, l'application de nouvelles procédures d'extraction, comme les ultrasons, les micro-ondes, le fluide supercritique, et liquides sous pression, ont été évaluées (**Jovanovic et al., 2017**). Selon les données de la littérature, ces méthodes offrent divers avantages (**Wang et Weller, 2006**).

III.2. Définition de l'extraction :

L'extraction est la séparation d'un mélange complexe de nombreux métabolites solubles des végétaux, telles que les alcaloïdes, les glucosides, les terpénoïdes et les polyphénols, du marc cellulaire insoluble, en utilisant des solvants sélectifs selon les procédures d'extraction standards (**Handa et al., 2008**).

Depuis que les extraits de polyphénols sont couramment utilisés pour l'alimentation, les produits médicaux et cosmétiques, le choix du solvant représente une étape critique: l'eau, l'éthanol, le méthanol et leur mélange sont les solvants les plus couramment appliqués pour l'extraction des polyphénols (**Jovanovic et al., 2017**).

III.3. Procédures d'extraction des polyphénols :

III.3.1. Macération :

La macération est une procédure traditionnelle, bien établie et simple de l'extraction des polyphénols à partir de sources végétales. En termes de conditions de fonctionnement, la macération est effectuée à température ambiante dans des récipients en verre avec mélange

continu pendant 10-30 minutes ou plusieurs heures, selon les caractéristiques de la matrice végétale, l'extraction est réalisée selon le principe de la diffusion (Vuleta *et al.*, 2012).

La macération est particulièrement pratique pour les composants thermosensibles, utilisant différents matériaux végétaux, solvants et pH, c'est une méthode simple et bon marché. Les principaux inconvénients de cette technique comprennent un long temps d'extraction, une grande quantité de solvant, et un rendement en polyphénols inférieur (Jovanovic *et al.*, 2017). D'un autre côté, cette technique nécessite la présence d'une grande quantité du matériel végétal qui contribue à l'augmentation de la viscosité du milieu d'extraction, ce qui provoque la réduction du taux de diffusion (Vuleta *et al.*, 2012).

III.3.2. Extraction assistée par ultrasons :

L'extraction assistée par ultrasons peut être effectuée en utilisant des bains ultrasons ou sonde à ultrasons. Le mécanisme d'extraction assistée par ultrasons comprend la destruction des tissus végétaux par les ondes ultrasonores, qui se déplacent à l'intérieur des cellules végétales comme des vibrations mécaniques et provoquent des cycles d'expansion et de compression des microbulles, une élévation locale de la température et de la pression (Figure. 07) (Wang et Weller, 2006). Ces effets mécaniques et thermiques provoquent la dégradation des parois cellulaires et la libération du contenu cellulaire, une plus grande pénétration du solvant dans le matériel végétal, incrément le transfert de masse et donc, l'augmentation du rendement des polyphénols (Jovanovic *et al.*, 2017).



Figure 07 : photo d'ultrasons

III.3.2.1. Avantages et inconvénients de l'extraction assistée par ultrasons :

Parmi les inconvénients de l'extraction par les ultrasons est la dégradation des antioxydants polyphénoliques, les effets des ondes ultrasonores sur les polyphénols, le rendement et la cinétique d'extraction dépendent des caractéristiques de matériel végétal. La présence d'une plus grande quantité des particules végétales contribue à l'atténuation des ondes ultrasonores, qui se traduit par la restriction de la partie active de ultrasons dans la zone située au voisinage de l'émetteur des ultrasons (Jovanovic *et al.*, 2017).

Les avantages de l'extraction assistée par ultrasons comprennent: l'augmentation de rendement d'extraction par rapport aux techniques d'extraction traditionnelles, l'amélioration de la qualité de l'extrait, cinétique d'extraction rapide le prix de l'instrument à ultrasons qui n'est pas cher, une large gamme de solvants peut être utilisée pour l'extraction de différentes substances bioactives (Jovanovic *et al.*, 2017).

III.3.3. Extraction assistée par micro-ondes :

III.3.3.1. Définition :

L'extraction assistée par micro-ondes est l'une des techniques modernes qui ont été appliquées comme alternative aux procédures traditionnelles d'extraction de polyphénols, dans le but d'améliorer l'efficacité de l'extraction, (le temps d'extraction, la consommation de solvant, le rendement en polyphénols). L'extraction assistée par micro-ondes peut être réalisée à l'aide d'un four à micro-ondes (Figure.08) ou d'un réacteur à micro-ondes (ce qui garantit un meilleur contrôle de la température et de la pression dans les échantillons) (Wang et Weller, 2006).

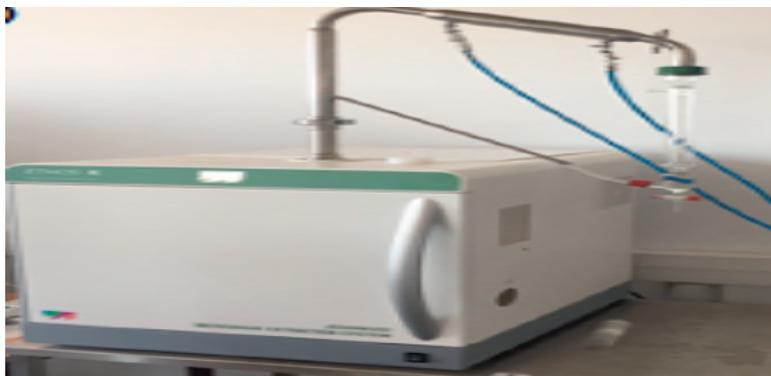


Figure 08 : Micro-ondes du laboratoire à l'échelle pilote: appareil Ethos X (Filly *et al.*, 2014).

Les micro-ondes (MW) sont des rayonnements électromagnétiques non ionisants avec une fréquence de 300 MHz à 300 GHz (Poojary *et al.*, 2016).

III.3.3.2. Mécanisme des micro-ondes :

Le chauffage par micro-ondes est basé sur deux principes: la conduction ionique et la rotation dipolaire (Vinatoru *et al.*, 2017).

La conduction ionique fait référence à la migration électrophorétique induite des porteurs de charge tels que les ions et les électrons sous l'influence du champ électrique produit par micro-ondes, ce déplacement est responsable de la friction entre les ions en mouvement et le milieu conduisant à la production de chaleur (Destandau *et al.*, 2013).

Les dipôles sont des molécules avec des liaisons polarisées en raison de la différence d'électronégativité entre les atomes. En absence de champ électrique, les molécules sont orientées aléatoirement par agitation thermique (Figure 09), lorsqu'un champ électrique continu est appliqué au milieu, les dipôles sont placés uniformément dans la direction du champ. Pour les micro-ondes, un champ électrique alternatif est appliqué, sous l'effet de ce champ, les dipôles sont orientés dans le sens du champ et désorienter lorsque le champ est annulé pendant le traitement aux micro-ondes (Destandau *et al.*, 2013).

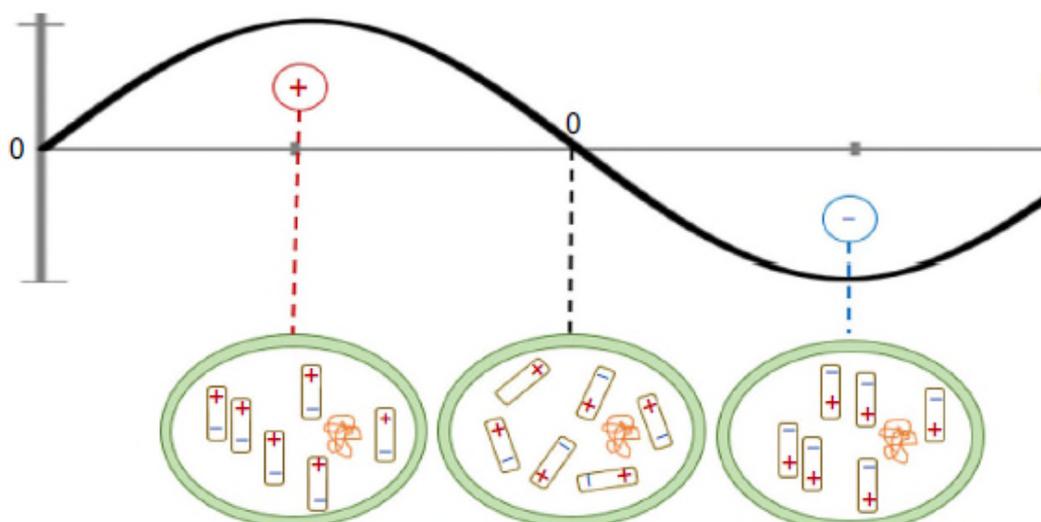


Figure 09 : Orientation dipolaire dans la cellule en fonction du champ électrique alternatif MW (Destandau *et al.*, 2013).

La rotation dipolaire se produit lorsque les molécules dipolaires tentent de s'aligner sur le champ électrique alternatif, l'oscillation de ces espèces dipolaires conduit à des collisions entre elles et les molécules environnantes et crée ainsi de la chaleur, par conséquent, l'énergie électrique est convertie en énergie cinétique avec la chaleur transmise de l'intérieur du système vers l'extérieur, contrairement au chauffage conventionnel. Le transfert de chaleur par irradiation micro-ondes peut également provoquer l'évaporation de l'eau à l'intérieur de la cellule, développant une pression importante à l'intérieur de la matrice biologique, ce changement de pression peut rompre les membranes cellulaires et accélérer la pénétration de solvants et la libération de composés intracellulaires. Contrairement au chauffage conventionnel, où la chaleur est transférée du milieu de chauffage à l'intérieur de l'échantillon (Jacobsen *et al.*, 2013).

III.3.3.3. Avantages et inconvénients des micro-ondes :

Les inconvénients de l'extraction assistée par micro-ondes comprennent (1) dégradation des polyphénols thermosensibles (2) rendement inférieur en composés cibles non polaires et volatils (3) les effets des micro-ondes sur le rendement en polyphénols dépendent de la polarité des solvants (Jovanovic *et al.*, 2017).

Les principaux avantages de l'extraction assistée par micro-ondes sont: (1) la réduction significative de temps d'extraction, (2) réduction de la consommation de solvant, (3) augmentation du rendement d'extraction et (4) simplicité et économie du processus d'extraction, par rapport à d'autres nouvelles procédures d'extractions, telles que l'extraction par le fluide supercritique. L'extraction assistée par micro-ondes est une technique largement et avec succès appliquée pour l'obtention d'extraits de polyphénols à partir de différentes matrices végétales, comme le fruit de l'aronia et l'achillée millefeuille, le myrte et feuilles de l'argousier (Jovanovic *et al.*, 2017).

Chapitre IV : Matériel et méthodes

Nous rappelons que l'objectif de ce travail est optimiser l'extraction des composés phénoliques et de savoir les effets différents paramètres (solvant, concentration, puissance et temps) d'extraction des polyphénols à partir du marc d'abricot, pour atteindre cet objectif nous avons suivi la démarche suivant :

IV.1. Démarche optée

Dans le cadre expérimentale d'étude, nous avons récupéré nos échantillons (le marc d'abricot) à partir de l'usine Cevital El-kseur wilaya de Bejaïa pendant le mois de juillet 2019; ils sont issus du la chaine de production de la pulpe d'abricot utilisé pour la fabrication de confiture ou du jus. Les échantillons sont transportés directement au laboratoire d'analyse en respectant toute condition de transport talques la température.

Nôtres étude expérimentale a été réalisé au sein du laboratoire 3BS de l'Université A. MIRA – Bejaia Targa Ouzamour. Nous sommes intéressés plus particulièrement à l'utilisation de micro-onde comme technique d'extraction des polyphénols à partir du marc d'abricot en varie au fur et à mesure le type de solvant (éthanol, méthanol, acétone et l'eau) ça concentration (20%, 40%, 60%, 80%) la puissance (100, 300, 500, 700 et 900W) et le temps d'extraction(1, 2, 3 et 4min) (conditions d'extraction) pour limiter les bornes inférieur et supérieur (intervalle) où se trouve un rendement optimal en polyphenols.

IV.2. Échantillonnage

Le marc d'abricot est récupérerais après la transformation d'abricot par les différentes étapes suivant :

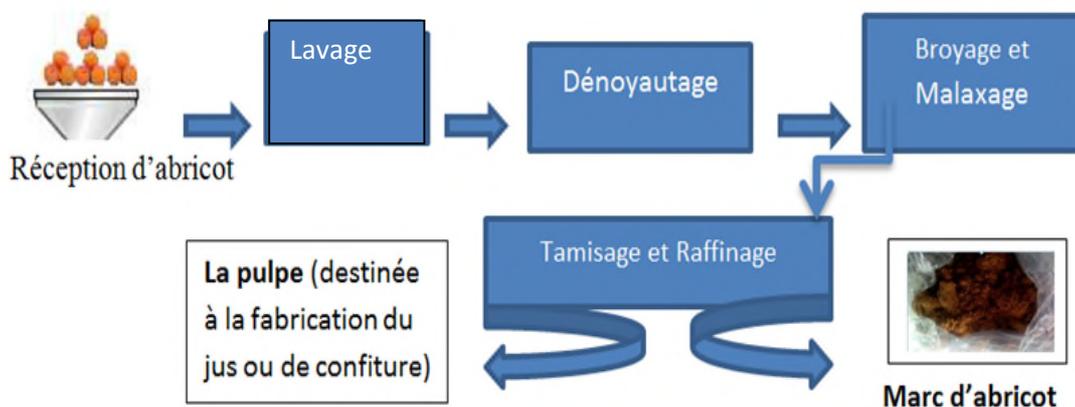


Figure 10 : Diagramme d'obtention du marc d'abricot.

Le marc d'abricot est un mélange de feuilles, coque cassé lors de broyage et malaxage de la chaire ce sont des particules supérieures à 0,5 mm récupéré juste après les étapes de tamisage et raffinage au cours de la chaîne de la transformation des abricots frais à d'autres produits semi fini (la pulpe).

IV.3. Matériel et techniques d'étude au laboratoire :

Le matériel utilisé dans les différents tests et dosages effectués au laboratoire est regroupé dans le tableau suivant :

Tableau VI : Liste de matériel et consommable nécessaire

Méthodes	Appareillage	Matériels	Produits et réactifs
Séchages	Etuve ventilée (Nuve, Turkey)	Papier aluminium	Marc d'abricot
Broyage	Broyeur électrique (IKA A11 BSIC. Germany)		Poudre du marc d'abricot sèche
Tamisage	Tamiseur 250µm (Sifter,RETCHE)		Poudre du marc d'abricot
Extraction	Microonde (NN-S674 MF. Maxipower, China)	Ballon	Eau distillé, Ethanol (Honeywell Riedl-de haen ; Germany), Méthanol (Sigma-Aldrich; Germany), Acétone (Sigma Aldrich; Germany)
Filtration	Centrifugeuse (hettich, Germany)	Papier filtre	
Dilution		Micro pipette	

Dosage	Spectrophotomètre (Shimadzu UV mini1240, Suzhou Jiangsu, China)	tube	Acide gallique (Biochemchemopharma; United Kingdom), Folin-Ciocalteu (Sigma, Germany), Carbonate de sodium (Biochemchemopharma; United Kingdom).
---------------	---	------	--

IV.4. Prétraitement des échantillons :

➤ Séchages :

Sur un papier aluminium, nous avons étalé une quantité de marc d'abricot, qu'on a séché dans une étuve ventilée (**figure. 11**) à 40°C pendant 48h. Le but de séchage (déshydratation) est d'éliminer l'eau intégrée dans le marc d'abricot qui favorise le développement des microorganismes qui peuvent altérer le produit et d'augmenter ainsi la durée de conservation de l'échantillon.

L'utilisation d'une étuve ventilée comme moyen de séchage permet un séchage rapide et efficace.



Figure 11 : Séchage du marc d'abricot dans une étuve ventilé

➤ Broyage et tamisage :

Après avoir séché le marc d'abricot, ce dernier est directement broyé à l'aide d'un broyeur électrique (**figure. 12 A**) qui permet de le réduire en petites particules plus au moins fines. La poudre ainsi obtenue subira un tamisage à l'aide d'un tamiseur (**figure. 12 B**) de mailles de 250 μm de diamètre pour avoir une poudre homogène qui est, par la suite, stockée et

conservée dans des bocaux en verre opaques (enrobé avec de l'aluminium) (**figure. 12 C**), fermés, à l'abri de la lumière et de l'humidité, à température ambiante jusqu'au moment d'utilisation.

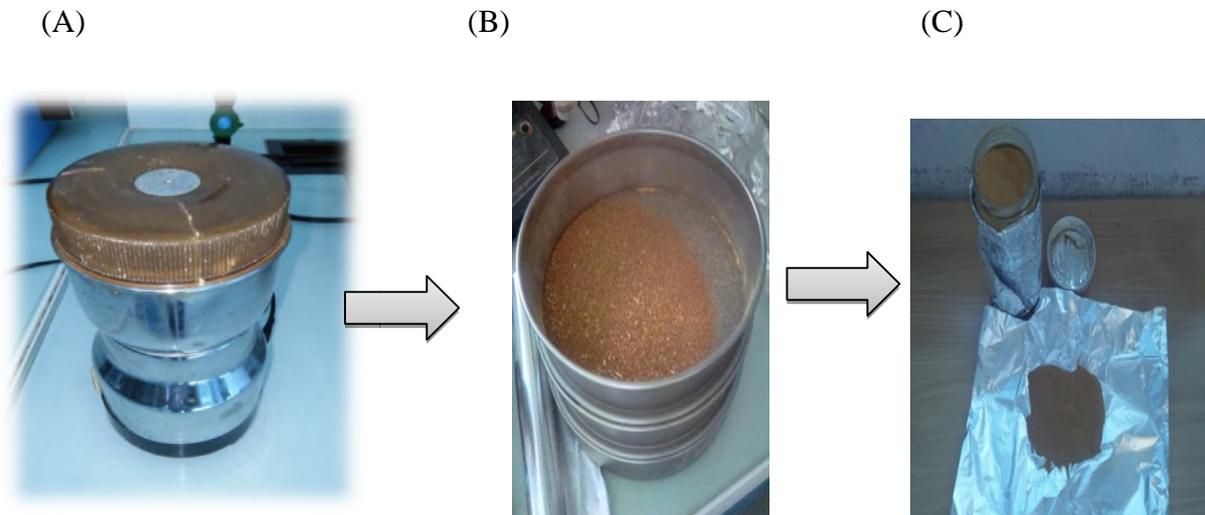


Figure 12 : Photo présentatif de différentes parties de préparation de l'échantillon, (A) broyage (B) tamisage, (C) conservation de la poudre finale.

IV.5. Propriétés physico-chimiques :

IV.5.1 Taux d'humidité :

Le test d'humidité (la teneur en eau) est déterminé par dessiccation de 10 g du marc d'abricot à une température de $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ à l'étuve jusqu'à un poids constant (5h) (**Khaled-khodja et al., 2014**).



Figure 13 : Photo des résultats du taux humidité.

Le taux d'humidité est exprimé par l'équation ci-dessous :

$$H\% = (M1 - M2 / M1) \times 100$$

$$\text{Matière sèche} = 100 - H\%$$

D'où :

H% : taux d'humidité en pourcentage.

M1 : masse de l'échantillon avant séchage.

M2 : masse de l'échantillon après séchage.

IV.5.2. Taux de cendre :

On pèse 10g l'échantillon dans un creuset, qu'on place dans un four à moufle à 500°C pendant 5 heures. Juste après la sortie du four, le creuset est refroidi dans un dessiccateur, ensuite pesé à l'aide d'une balance analytique.

Le pourcentage en cendres est déterminé selon la formule ci-dessous :

$$\text{Teneur en cendre}\% = (\text{masse de cendre} / \text{masse initiale de l'échantillon}) \times 100$$

IV.6. Effet des conditions d'extraction par microonde sur le rendement des polyphénols du marc d'abricot :

Cette étape consiste à déterminer les meilleures conditions d'extraction des composés phénoliques contenu dans le marc d'abricot par l'utilisation du micro-onde.

L'optimisation des conditions d'extraction des polyphénols se fait en premier lieu par l'étude préliminaire en utilisant l'approche des expériences à facteur unique.

IV.6.1 Etude de l'effet des différents paramètres d'extraction (type de solvant, concentration du solvant, puissance et le temps :

L'extraction utilisée dans cette étude est de type solide-liquide (contact direct entre le solide (poudre) et le solvant (liquide)). Son principe consiste à la séparation des composés phénoliques solubles par diffusion à partir d'une matrice solide en utilisant une matrice liquide.

- **Méthode séquentielle**

Cette méthode consiste à faire varier un facteur et de fixer les autres, dont le but est de déterminer l'effet de la variation du facteur, non fixé, sur le rendement en polyphénols. Les paramètres étudiés sont : le type de solvant (eau, méthanol 60%, éthanol 60%, et l'acétone 60%), la concentration du solvant choisi (20%, 40%, 60% et 80%), et la puissance de micro-onde (100W, 300W, 500W, 700W et 900W) et à la fin le temps d'extraction (1 min, 2 min, 3min et 4min).

- **Préparation des extraits :**

Les composés phénoliques du marc d'abricot sont extraits en utilisant un four à micro-onde. Dans un ballon, une prise de 0,25g de la poudre du marc d'abricot a été mélangé avec 10ml du solvant d'extraction (eau, éthanol, méthanol, acétone), le ballon est placé dans un micro-onde. Après fixation de la puissance et de la durée de traitement, le mélange est refroidi ensuite filtré ; l'extrait obtenu est ensuite récupéré dans des petits flacons pour le dosage des polyphénols.

Les conditions opératoires pour l'étude de chaque paramètre sont les suivantes :

- **Effet du solvant :**

Solvant	eau	Ethanol 60%	Acétone 60%	Méthanol 60%
Puissance	500W			
Temps	4min			

➤ Effet de la concentration du solvant :

Concentration du solvant	20 %	40 %	60 %	80 %
Puissance	500W			
Temps	4min			

➤ Effet de la puissance :

Puissance	100 W	300 W	500 W	700 W	900 W
Type du solvant	Ethanol 60%				
Temps	4min				

➤ Effet du temps :

Temps	1min	2min	3min	4min
Type du solvant	Ethanol 60%			
Puissance	500W			

IV.6.2. Dosage des composées phénoliques :

Le dosage des composées phénolique totaux est réalisé selon la méthode de (**Singleton et Rossi *et al.*, 1965**). Cette méthode consiste à prendre un volume de 200µl d'extrait mélangé avec 1ml de réactif Folin-Ciocalteu (1/10), après environ 5min on ajoute 0.8ml de la solution de carbonate de sodium (Na_2CO_3) à (7.5%). Le mélange est incubé à température ambiante pendant 30 minutes à l'obscurité. Les absorbances sont mesuré à l'aide d'un spectrophotomètre à 765nm.

La teneur en composés phénoliques est déterminée à partir d'une courbe d'étalonnage préparée avec de l'acide gallique à différentes concentrations. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique (EAG)/ g MS (**Annexe I**).

IV.7. Analyse statistique :

Tous les résultats obtenus sont les moyennes de 2 essais. Les moyennes et les écarts-types sont obtenus à l'aide du programme Microsoft-Excel 2013. L'analyse de la variance des déférents tests est faite à l'aide de test ANOVA-HSD de TUKY par le logiciel STATISTICA 2012 et le degré de signification des données est pris à la probabilité $P \leq 0.05$.

V. Résultats et discussion :

V.1. Propriétés physico-chimiques du marc d'abricot:

Les résultats obtenus pour les caractéristiques physico-chimiques de marc d'abricot sont présentés dans la figure 14 ci-dessous :

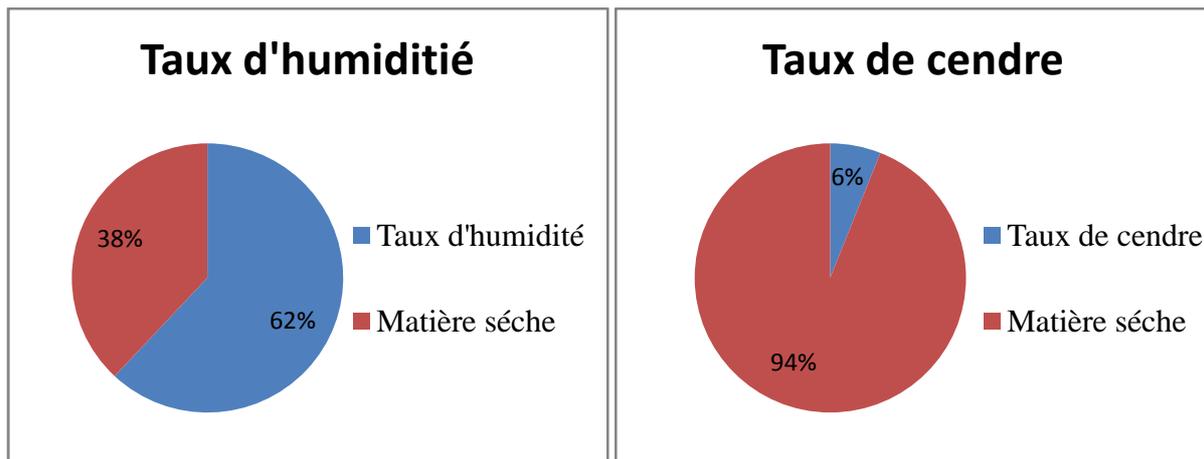


Figure 14 : Présentation graphique du taux d'humidité et de cendre du marc d'abricot

Les résultats obtenus dans cette étude montrent que le marc d'abricote contient une quantité élevée d'eau avec un taux de 62%. Selon **Hacisferoğulları et al. (2007)** le taux d'humidité dans l'abricot varie entre (78,79% ; 90%) cette variation due ou types de fruit et leur dimensionnels il dépend beaucoup plus des conditions pédoclimatiques et par conséquent, il peut être influé par l'effet région (**Hacisferoğulları et al., 2007**).

Le taux de cendre enregistré est de 6,7%. **Ucuncu et al. (2013)** ont trouvé une teneur en cendres de 0,6% dans le marc d'abricot frais de Turquie, pour diverses variétés d'abricots dans la région de Malatya. Selon **Akin et al. (2008)** la teneur en cendres des variétés d'abricots dans cette région variant de 0,5 à 0,89 %. Par contre **Hacisferogullari et al. (2007)** ont trouvé leur teneur entre 2,72 à 5,34%, les cendres et la composition minérale des fruits cultivés varient en fonction de la région et de l'année de production (**Kayran et Doymaz, 2017**).

Par conséquent les résultats de notre étude confirment la richesse de l'échantillon utilisée (marc d'abricot) en matière minérale.

V.2. Effet des paramètres d'extraction des polyphénols à partir du marc d'abricot par micro-onde :

L'extraction assistée par micro-ondes (EAM) présente plusieurs avantages (par exemple, un temps d'extraction plus court, une consommation de solvant réduite et un taux d'extraction plus élevés).

Il y a de nombreux facteurs affectant l'efficacité de l'extraction par micro-onde, par exemple : la puissance des micro-ondes MW, le temps d'extraction, le type et la composition du solvant, rapport liquide / solide, taille des particules de l'échantillon, temps de trempage et nombre de cycles d'extraction, etc. (Hayat *et al.*, 2009; Périno *et al.*, 2016).

L'influence de ces paramètres a une importance majeure sur le rendement d'extraction des composés phénoliques.

V.2.1. Effet du type de solvant :

La (Figure 15), présente les résultats pour l'effet de différents solvants ; méthanol 60%, éthanol 60%, acétone 60% et l'eau sur le rendement des composés phénoliques totaux (CPT).

D'après les résultats obtenus le type de solvants a une influence significative ($p < 0.05$) sur le taux d'extraction des CPT. Les taux d'extraction les plus élevés en polyphénols sont enregistrés par les extraits éthanoliques suivis par des extraits acétoniques avec des valeurs de $8,3 \pm 0,12$ mgEAG/gMS et de $7,7 \pm 0,48$ mgEAG/g MS, respectivement; alors que l'extraction méthanolique donne des rendements faibles de $6,8 \pm 0,26$ mgEAG/gMS suivie par l'extraction aqueuse qui donne une valeur de $5 \pm 0,02$ mgEAG/g MS.

La solubilité des composés phénoliques dépend de leur nature chimique dans la matrice végétale, donc leur solubilité est affectée par la polarité du solvant utilisé (Garcia-Salas *et al.*, 2010). Les polyphénols sont généralement plus hydrophiles que lipophiles en raison de leur nature phénolique, par conséquent, les polyphénols libres ainsi que les aglycones, les glycosides et les oligomères peuvent être facilement extraits par des solvants tels que le méthanol, l'éthanol et l'acétone, ou par leur mélange avec de l'eau (Tsao, 2010).

L'étude réalisée, indique que l'éthanol est le solvant ayant l'influence la plus importante sur l'extraction des composés phénoliques, il présente le rendement le plus élevé en composés

phénoliques ($8,3 \pm 0,12$ mgEAG/gMS) comparé aux autres solvants qui présentent des taux plus faibles

Cheib *et al.* (2018), confirment également dans leur étude sur l'extraction des composés phénoliques à partir de la même matrice (marc d'abricot) que l'éthanol a donné des teneurs les plus élevées en polyphénols.

Par conséquent, l'éthanol, qui est un solvant non toxique et peu coûteux, adéquat pour l'extraction des composés phénoliques du marc d'abricot, est le solvant de choix pour la suite de nos analyses.

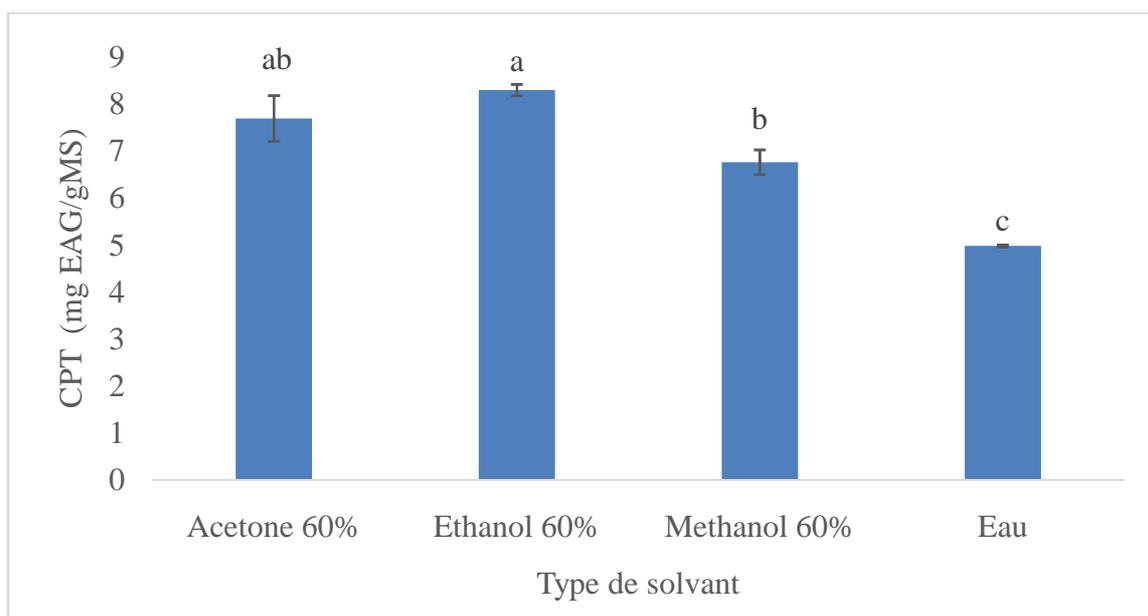


Figure 15: Effet du type de solvant sur le rendement en composés phénoliques.

Les barres verticales représentent les écarts-types. Les résultats de marc d'abricot qui portent des lettres différentes sont significativement différents ($p < 0.05$) avec $a > b > c$.

V.2.2. Effet de la concentration du solvant choisie (éthanol) :

Après avoir sélectionné l'éthanol comme étant le solvant approprié pour l'extraction des polyphénols, une série de tests d'essais est réalisée pour déterminer la meilleure concentration (éthanol 20, 40, 60 et 80%) qui donne l'extraction maximale en CPT.

Les résultats de l'effet des différentes concentrations d'éthanol sur le rendement d'extraction des CPT sont présentés dans la (**figure 16**)

Les résultats obtenus montrent clairement que les concentrations en éthanol (20, 40, 60 et 80%) ont des différences significatives ($p < 0.05$) sur les teneurs CPT.

On remarque une augmentation proportionnelle de l'efficacité de l'extraction des polyphénols (CPT) avec l'augmentation de la concentration d'éthanol pour atteindre un maximum d'extraction de **8,3 ± 0,12 mgEAG/gMS** à une concentration de 60%, et au-delà de ce pourcentage, le rendement en composés phénoliques baisse pour atteindre une valeur de **5,8 ± 0,04 mgEAG/gMS** à une concentration de 80%.

Cheib *et al.* (2018), démontrent dans leurs étude que la meilleure concentration d'extraction était atteint avec 50% d'éthanol en donnant un phénolique total (CPT) de 9,8 mg GAE / g MS a partir de marc d'abricot.

L'allure de ces résultats indique qu'une augmentation supplémentaire de la concentration d'éthanol au-delà de 60% affecte négativement le taux d'extraction, donc l'éthanol à 60% est considéré comme la concentration optimale pour extraire les teneurs les plus élevées en composés phénoliques.

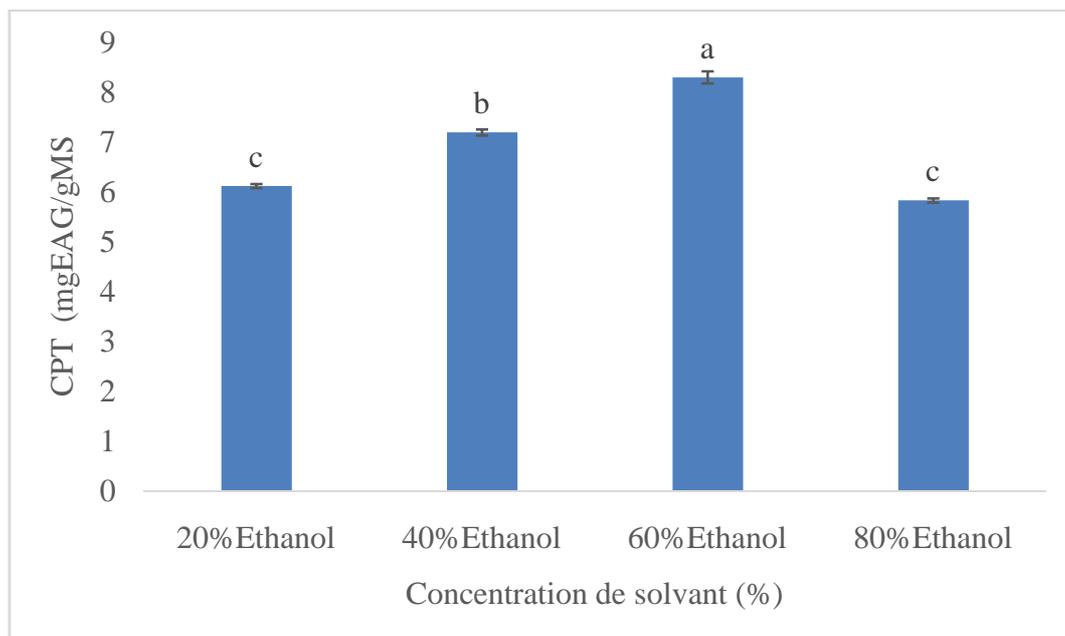


Figure 16: Effet de la concentration du solvant sur le rendement en composés phénoliques.

Les barres verticales représentent les écarts-types. Les résultats de marc d'abricot qui portent des lettres différentes sont significativement différents ($p < 0.05$) avec $a > b > c$.

V.2.3. Effet de la puissance des microondes :

L'étude de l'influence de la puissance des microondes sur l'extraction des composés phénoliques a été fixée dans la gamme de 100, 300, 500, 700 et 900W.

La **Figure 17** illustre les résultats obtenus pour l'effet de la puissance des micro-ondes sur l'extraction des CPT du marc d'abricot.

La puissance des micro-ondes a un effet significative ($p < 0.05$) sur l'extraction des CPT, les résultats présentés indiquent que la puissance des microondes affecte le taux d'extraction des composés phénoliques, cette teneur augmente avec l'augmentation de la puissance de 100W ($5,7 \pm 0,22\text{mgEAG/gMS}$) jusqu'à un pic maximale d'une puissance de 500W avec un taux de ($8,3 \pm 0,12\text{mgEAG/gMS}$), puis elle diminue légèrement pour une puissance de 700W et 900W avec des valeurs de ($7,5$ et $7,3 \text{ mgEAG/gMS}$) respectivement, sachant aucune différence significative enregistrée entre la puissance 300W et 700W.

Dans des études similaires, sur l'extraction des CPT par micro-onde des résultats différents ont été obtenus; **Sahin et al. (2017)** ont trouvé que 250W était la puissance MW de traitement optimal pour extraire le TPC de feuille d'olivier, alors que **Xuejun Pan et al. (2003)** ont utilisé une puissance plus élevée (700W) dans leurs expériences pour extraire la totalité des polyphénols.

Selon les résultats enregistrés précédemment, on constate que la puissance idéale pour extraire le maximum de polyphénols est la puissance de 500W.

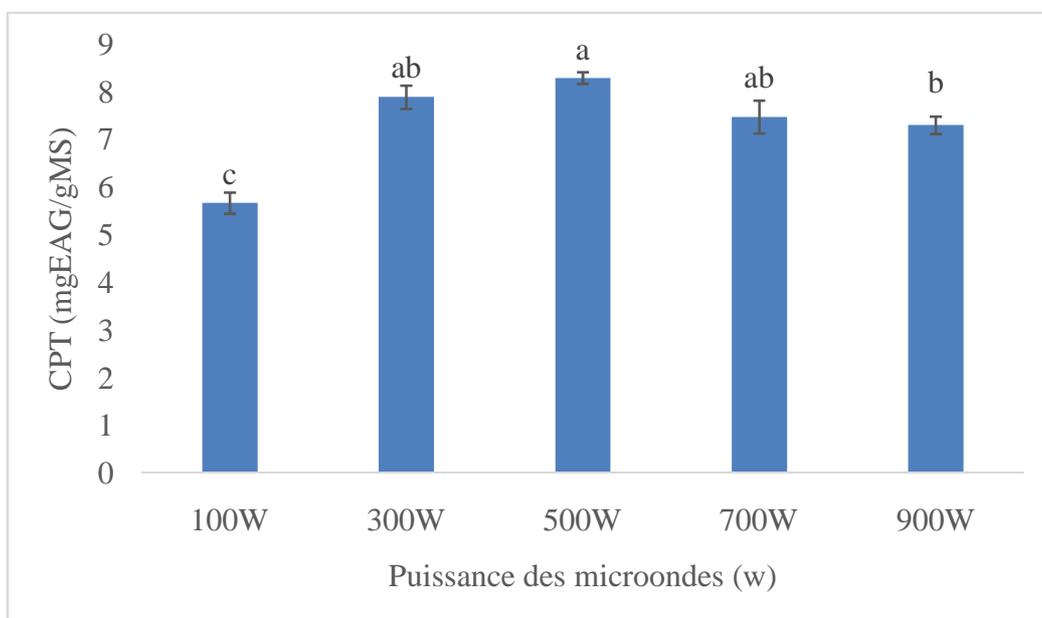


Figure 17 : Effet de la puissance de la microonde sur le rendement en composés phénolique. Les barres verticales représentent les écarts-types. Les résultats de marc d'abricot qui portent des lettres différentes sont significativement différents ($p < 0.05$) avec $a > ab > b > c$.

V.2.4. Effet du temps d'extraction par la microonde :

L'extraction des polyphénols a été exposée à des intervalles du temps différents (1min, 2min, 3min, 4min) pour identifier la durée optimale d'extraction.

La figure 18 regroupe les résultats de l'effet du temps sur les teneurs en composés phénoliques extraits avec une différence significative ($p < 0.05$), le taux d'extraction des TPC augmente graduellement d'une teneur de $(5,36 \pm 1,05 \text{ mgEAG/gMS})$ à une durée de 1min pour atteindre une valeur maximale de $(8,11 \pm 0,12 \text{ mgEAG/gMS})$ pendant un temps de 4 min, sachant qu'aucune différence significative n'a été enregistrée entre la durée de 3min et 4min.

Sahin et al. (2017) ont trouvé que 2 minutes étaient suffisantes pour obtenir le plus haut niveau de concentration en polyphénols dans l'extrait, par contre **Xuejun Pan et al. (2003)** ont indiqué que 4min permettent d'atteindre un maximum de polyphénols dans leur étude sur l'extraction des polyphénols par micro-onde.

Les résultats trouvés confirment qu'une minute supplémentaire (4min) n'a aucun effet significatif sur la concentration en polyphénols, par conséquent, il n'était pas nécessaire d'aller au-delà de 3 min pour l'extraction.

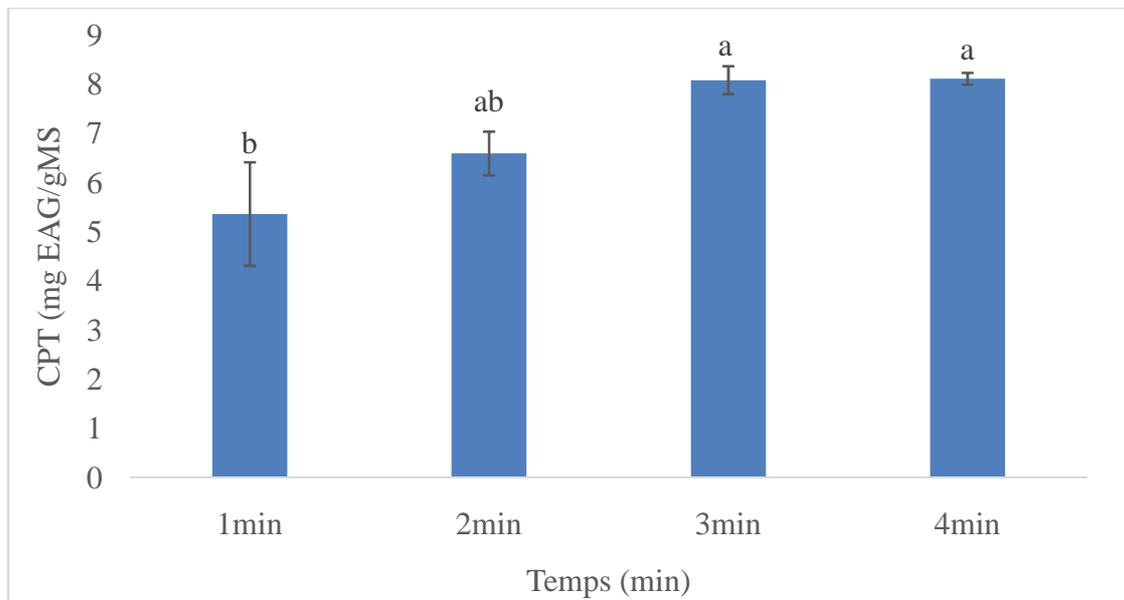


Figure 18 : Effet du temps sur le rendement en composés phénoliques. Les barres verticales représentent les écarts-types. Les résultats de marc d'abricot qui portent des lettres différentes sont significativement différents ($p < 0.05$) avec $a > ab > b$.

A notre connaissance, **Cheib *et al.* (2018)** ont réalisé une étude d'extraction des polyphénols sur la même matrice (le marc d'abricot), l'objectif principal de leurs étude était de comparer la sélectivité et l'efficacité de l'extraction assistée par infrarouge sur l'amélioration des rendements en polyphénols du marc d'abricot par rapport aux techniques conventionnelles telles que les micro-ondes, les ultrasons et l'extraction solide-liquide.

On comparant le rendement d'extraction de notre étude à celle obtenu par **Cheib *et al.* (2018)** en utilisant la même technique d'extraction qui est le microonde, la concentration en polyphénols de notre extraction est de l'ordre de **8mgEAG/gMS** qui est supérieure a celle de **Cheib *et al.*, (2018) (5mg EAG /g MS)**.

A l'appui de l'ensemble des résultats obtenus sur l'extraction des composés phénoliques à partir du marc d'abricot par les microondes, nous avons révélé les bornes inférieures et supérieures où se trouvent l'optimum des conditions d'extraction, ce qui va nous aider prochainement dans la réalisation d'un plan d'expérience optimisation (**Tableau VIII**).

Tableau VIII : Les bornes inférieures et supérieures où se trouve l'optimum des conditions d'extraction des polyphénols du marc d'abricot.

Les paramètres affectent l'extraction	Conditions optimales	Le taux phénoliques (mgEAG/g± 0,122)
Le type du solvant	L'éthanal	8,3
La concentration du solvant	L'éthanol 40-80%	8,3
La puissance d'extraction (de la microonde)	300-700W	8,3
Le temps d'extraction	2-4min	8,086

Conclusion :

Nous rappelons que le principal objectif de ce travail est d'étudier l'optimisation des conditions d'extraction des polyphénols à partir du sous-produit du l'abricot (*Prunus armeniaca*. L) assisté par micro-onde. Pour cela nous avons réalisé une méthode séquentielle (étude préliminaire) pour savoir l'effet des différents paramètres (l'effet du type du solvant, le pourcentage d'éthanol, la puissance et le temps) sur le rendement en CPT et de fixé les bornes supérieur et inférieur de chaque facteur afin de savoir les limites où se trouve le meilleur rendement de notre réponse (CPT).

Les analyses physico-chimiques de la poudre du marc d'abricot a révélé une teneur en humidité de **62%**, et un taux de cendre de **6,7%** ce qui reflète leur richesse en matière minérale.

Au cours de notre étude menée, sur l'extraction des polyphénols, les résultats obtenus par la méthode séquentielle (en utilisant l'approche des expériences à facteur unique) indique que le choix et la concentration du solvant, la puissance de microonde et le temps d'extraction influencent significativement sur le rendement en polyphénols. Le meilleur solvant d'extraction pour le marc étudié est l'éthanol **60%**, à **500W** de puissance de micro-onde pendant **3min** d'extraction, avec un rendement de l'ordre de **8mgEAG/gMS**.

A l'essor de cette étude et en termes de perspectives dans le but de compléter ce travail dans l'avenir, il serait intéressant de :

- ✓ Application d'un plan d'expérience pour optimiser les conditions d'extraction par micro-onde des CPT en se basent sur cette étude préliminaire.
- ✓ Utiliser des techniques d'extraction plus avancées comme l'infrarouge pour réaliser une meilleure extraction des composés phénoliques.
- ✓ Valorisation une large gamme de sous-produits en terme extraction des principes actifs.
- ✓ Approfondir l'étude sur les activités biologiques de ces composés bioactives (polyphénols).
- ✓ Application des extraits phénoliques dans l'élaboration de produits divers par des industries agroalimentaires, cosmétiques ou pharmaceutiques.

Références bibliographiques

A

- Abbas, M., et 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
- Aguedo, M., Kohnen, S., Rabetafika, N., Bossche, S. V., Sterckx, J., Blecker, C., ... & Paquot, M. (2012).** Composition of by-products from cooked fruit processing and potential use in food products. *Journal of Food composition and analysis*, 27(1), 61-69.
- Ajila CM, Gassara F, Brar SK, Verma M, Tyagi RD, Valéro JR (2012)** Polyphenolic Antioxidant mobilization in apple pomace by different methods of solid-state Fermentation and evaluation of its antioxidant activity. *Food and Bioprocess Technology*, 5(7), 2697-2707.
- Akin, E.B., Karabulut, I., Topcu A. (2007).** Some compositional properties of main Malatya apricot (*Prunus armeniaca L.*) Varieties. *Food Chemistry*, 107(2), 939-948.
- Akin EB, Karabulut I, Topcu A. (2008).** Some compositional properties of main Malatya apricot (*Prunus armeniaca L.*) varieties. *Food Chemistry*, 107:939–48.
- Ali,S.,Masud, T., Abbasi K.S. (2011)** Physico-chemical characteristics of apricot (*Prunus armeniaca L.*) grown in Northern Areas of Pakistan. *Scientia Horticulture*, 130(2), 386-392.
- Ali, S., Masud, T., Abbasi, K. S., Mahmood, T., & Hussain, A. (2015).** Apricot: nutritional potentials and health benefits-a review. *vol, 16*, 175-189.
- Asma BM, Kan T, Birhanli O. (2007).**Characterization of promising apricot (*Prunus armeniaca L.*) genetic resources in Malatya, Turkey. *Genet. Resour. CropEvol.* 54, 205-212.
- Azmir, J., Zaidul, I. S. M., Rahman, M. M., Sharif, K. M., Mohamed, A., Sahena, F., ... & Omar, A. K. M. (2013).** Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. *Journal of food engineering*, 117(4), 426-436.

B

Bahlouli, F., Tiaiba, A., & 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. *Rev. Ener. Renouv. SMSTS*, 8, 61-66.

Bailey, C.H. and Hough, L.F. (1975) Apricots. In: J. Janick and J.N. Moore (eds.), *Advances in Fruit Breeding*. Purdue University Press, West Lafayette, Indiana, 367–383.

Bourguiba, H., Audergon, J. M., Krichen, L., Trifi-Farah, N., Mamouni, A., Trabelsi, S., ... & Khadari, B. (2012). Loss of genetic diversity as a signature of apricot domestication and diffusion into the Mediterranean Basin. *BMC plant biology*, 12(1), 49.

Bourguiba, H., Khadari, B., Krichen, L., Trifi-Farah, N., Mamouni, A., Trabelsi, S., & Audergon, J. M. (2013). Genetic relationships between local North African apricot (*Prunus armeniaca* L.) germplasm and recently introduced varieties. *Scientia Horticulturae*, 152, 61-69.

C

Cañellas, J., Femenia, A., Rosselló, C., & Soler, L. (1992). Chemical composition of the shell of apricot seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 59(2), 269-271.

Correia, R. T., McCue, P., Magalhães, M. M., Macêdo, G. R., & Shetty, K. (2004). Production of phenolic antioxidants by the solid-state bioconversion of pineapple waste mixed with soy flour using *Rhizopus oligosporus*. *Process Biochemistry*, 39(12), 2167-2172.

Costa, R. M., Magalhães, A. S., Pereira, J. A., Andrade, P. B., Valentão, P., Carvalho, M., & Silva, B. M. (2009). Evaluation of free radical-scavenging and antihemolytic activities of quince (*Cydonia oblonga*) leaf: a comparative study with green tea (*Camellia sinensis*). *Food and Chemical toxicology*, 47(4), 860-865.

Cheab, D., El Darra, N., Rajha, H. N., Maroun, R. G., & Louka, N. (2018). Systematic and Empirical Study of the Dependence of Polyphenol Recovery from Apricot Pomace on Temperature and Solvent Concentration Levels. *The Scientific World Journal*, 1-13.

D

Demir, A. D., & Cronin, K. (2005). Modelling the kinetics of textural changes in hazelnuts during roasting. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 13(2), 97-107.

Destandau E, Michel T, Elfakir C.(2013). Microwave-assisted extraction. In: Rostagno MA, Prado JM, editors. *Green Chemistry Series* Cambridge: Royal Society Chemistry; Chapter 4 . p. 113–56.

Dragovic-Uzelac, V., Levaj, B., Mrkicm, V., Bursac, D., Boras, M. (2007) .The content of carotenoids in three apricot cultivars depending on stage of maturity and geographical region. *Food Chemistry*, 102(3), 966-975.

E

El Gharras, H. (2009). Polyphenols: food sources, properties and applications—a review. *International journal of food science & technology*, 44(12), 2512-2518.

Ercisli, S. (2009). Apricot culture in Turkey. *Sci. Res. Essays* 4(8), 715-719.

Erdogan-Orhan, I., & Kartal, M. (2011). Insights into research on phytochemistry and biological activities of *Prunus armeniaca* L.(apricot). *Food Research International*, 44(5), 1238-1243.

F

Faqir, M. A., Saeed, A., & Maqam, D. (2004). Storage effect on physiochemical and sensory characteristics of dried apricot jam. *Pak. J. Food Sci*, 14, 43-47.

Fatland, B. L., Ke, J., Anderson, M. D., Mentzen, W. I., Cui, L. W., Allred, C. C., ... & Wurtele, E. S. (2002). Molecular characterization of a heteromeric ATP-citrate lyase that generates cytosolic acetyl-coenzyme A in Arabidopsis. *Plant Physiology*, 130(2), 740-756.

FAO, 2007 ‘Annuaire de la Production’, Ed: FAO, Rome.

FAO, I., & UNICEF. (2018). WFP and WHO: The State of Food Security and Nutrition in the World 2018. Building climate resilience for food security and nutrition, 200.

Faust, M., Suranyi, D., & Nyujto, F. (1998). Origin and dissemination of apricot. *HORTICULTURAL REVIEWS-WESTPORT THEN NEW YORK-*, 22, 225-260.

Filly, A., Fernandez, X., Minuti, M., Visinoni, F., Cravotto, G., & Chemat, F. (2014). Solvent-free microwave extraction of essential oil from aromatic herbs: from laboratory to pilot and industrial scale. *Food chemistry*, 150, 193-198.

Firat Ege KARAAT, Sedat SERÇE,(2019) Total Phenolics, Antioxidant Capacities and Pomological Characteristics of 12 Apricot Cultivars Grown in Turkey.

Follonier S, Goyder MS, Silvestri AC, Crelier S, Kalman F, Riesen R, Zinn M. Fruit pomace and waste fryingoil as sustainableresources for the bioproduction Of medium-chain-lengthpolyhydroxyalkanoates. *Int J BiolMacromol.* 2014;71:42–52

Fратиани, F., M.N. Ombra, A. d’Acierno, L. Cipriano and F. Nazzaro.(2018). Apricots: biochemistry and functional properties. *Current Opinion in Food Science.* 19: 23-29

G

Garcia-Martinez E, Igual M, Martin-Esparza ME, Martinez- Navarrete N. (2013). Assessment of the bioactive compounds, color, and mechanicalproperties of apricots as affected by dryingtreatment. *Food BioprocessTechnol.*6:3247–55.

Garcia-Salas, P., Morales-Soto, A., Segura-Carretero, A., & Fernández-Gutiérrez, A. (2010). Phenolic-compound-extraction systems for fruit and vegetable samples. *Molecules*, 15(12), 8813-8826.

Garcia-Viguera, C., Bridle, P., Ferreres, P., Tomas-Barberan, F.A(1994). Influence of variety, maturity and processing on phenolic compounds of apricot nectars and jams. *Z. Lebensm. UntersForsch*,199, 433-436.

Gautier,M, Tome 2, (1988). ‘L’ Arbre Fruitier’, Ed: L’ Arboriculture Fruitière, pp. 12 – 15

Gezer I, Hacisferogullari H, Ozcan MM, Arslan D, Asma BM, Unver A. (2011). Physico-chemicalproperties of apricotkernel. *South Western J. Hortic. Bio. Environ.* 2,1-13.

Ghedira, K. (2005). Les flavonoïdes : Structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytotherapie*, 3(4), 162- 169.

<https://doi.org/10.1007/s1007/s10298-005-0096-8>

Górnaś, P., Mišina, I., Grāvīte, I., Soliven, A., Kaufmane, E., & Segliņa, D. (2015). Tocochromanols composition in kernels recovered from different apricot varieties : RP-HPLC/FLD and RP-UPLC-ESI/MSⁿ study. *Natural Product Research*, 29(13), 1222- 1227. <https://doi.org/10.1080/14786419.2014.997727>

Gulcan, R. (1997). The importance of germplasm evaluation on fruit trees indigenous in Near East. *Acta Horticulturae* 441, 129–135.

Guo, C., & Yang, J. (2003). Antioxidant activities of *Ferula assa-foetida* as determined by FRAP assay. *Nutr Res*, 23(12), 1719-26.

H

Haciseferogullari, H., Gezer, I., Ozcan, M., Murat Asma, B. (2007). Postharvest chemical and physical/mechanical properties of some apricot varieties cultivated in Turkey. *Journal of Food Engineering*, 79, 364-373.

Hagen L, Khadari B, Lambert P, Audergon J-M (2002) Genetic diversity in apricot revealed by AFLP markers: species and cultivar comparisons. *Theor Appl Genet* 105(3):298–305.

Han, Z.-P., Liu, R.-L., Cui, H.-Y., & Zhang, Z.-Q. (2013). Microwave-Assisted Extraction And Lc/Ms Analysis Of Phenolic Antioxidants In Sweet Apricot (*Prunus Armeniaca* L.) Kernel Skins. *Journal Of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 36(15), 2182- 2195. <https://doi.org/10.1080/10826076.2012.717057>

Handa SS, Khanuja SPS, Longo G, Rakesh DD (2008). Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants, (1st edn), no. 66. Italy: United Nations Industrial Development Organization and the International Centre for Science and High Technology

Hayat, K.; Hussain, S.; Abbas, S.; Farooq, U.; Ding, B.; Xia, S.; Jia, C.; Zhang, X.; Xia, W. (2009). Optimized microwave-assisted extraction of phenolic acids from citrus mandarin peels and evaluation of antioxidant activity in vitro. *Sep. Purif. Technol.*,70, 63–70.

Hegedüs, A., Pfeiffer, P., Papp, N., Abrankó, L., Blázovics, A., Pedryc, A., & Stefanovits-Bányai, É. (2011). Accumulation of Antioxidants in Apricot Fruit through Ripening : Characterization of a Genotype with Enhanced Functional Properties. *Biological Research*, 44(4), 339- 344. <https://doi.org/10.4067/S0716-97602011000400004>

Hurtado, M.A., Llacer, G., Badenes, M.L. and Abbott, A.G. (2006). Genetic linkage maps of two apricot cultivars (*Prunus armeniaca L.*) Based on RAPD and AFLP markers. *Acta Horticulture* 701, 301–306

Hussain, P. R., Chatterjee, S., Variyar, P. S., Sharma, A., Dar, M. A., & Wani, A. M. (2013). Bioactive compounds and antioxidant activity of gamma irradiated sun dried Apricots (*Prunus armeniaca L.*). *Journal of Food Composition and Analysis*, 30(2), 59-66.

I

Iglesias-Carres, L., Mas-Capdevila, A., Bravo, F. I., Bladé, C., Arola-Arnal, A., & Muguerza, B. (2019). Optimization of extraction methods for characterization of phenolic compounds in apricot fruit (*Prunus armeniaca*). *Food & function*, 10(10), 6492-6502.

Incedayi B, Tamer CE, Sinir GO, Suna S, Copur OU (2016). Impact of different drying Parameters on color, b-carotene, antioxidant activity and minerals of apricot (*Prunus armeniaca L.*). *Food. SciTechnol.* 36:171–8.

Ishiwata T, Yamaguchi H, Takamura M, Matobat T (2004). *Food Sci Technol Res* 10:152–156. doi:10.3136/fstr.10.152

J

Jacobsen C, Nielsen NS, Horn AF, Sørensen A-DM, editors.(2013). Food enrichment With omega- 3 fatty acids. Oxford; Cambridge; Philadelphia; New Delhi: Wood head Publishing.

Janick J, Moore JN (1996) Fruit breeding, tree and tropical fruits. Wiley, New York.

Jimenez, A. M., Martinez-Tome, M., Egea, I. Romojaro, F., & Murcia, M. A. (2008).Effect of industrial processing and storage on antioxidant activity of apricot (*Prunus armeniaca* v. bulida). *Eur Food Res Technol*, 227, 125-134.

Jovanović, A., Petrović, P., Đorđević, V., Zdunić, G., Šavikin, K., & Bugarski, B. (2017). Polyphenols extraction from plant sources. *Lekovite sirovine*, (37), 45-49.

K

Kan, T., Gundogdu, M., Ercisli, S., Muradoglu, F., Celik, F., Gecer, M., Kodad, O., & Zia-Ul- Haq, M. (2014). Phenolic compounds and vitamins in wild and cultivated Apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruits grown in irrigated and dry farming conditions. *Biological Research*, 47(1), 46. <https://doi.org/10.1186/0717-6287-47-46>.

Kaska, N., Yildiz, A., Ayanoglu, H., Saglamer, M. and Giingor, M.K. (1995) .Apricot adaptation studies in the mediterraneancoastalregion in Turkey. *Acta Horticulturae* 384, 67–71.

Kayran, Seda, et İbrahim Doymaz. 2017. « Determination of Drying Kinetics and Physicochemical Characterization of Apricot Pomace in Hot-Air Dryer ». *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 130 (2): 1163- 70.

Khaled-Khodja, N., Boulekbache-Makhlouf, L., & Madani, K. (2014). Phytochemical screening of antioxidant and antibacterial activities of methanolic extracts of some Lamiaceae. *Industrial crops and products*, 61, 41-48.

Koul, O., Walia, S., & Dhaliwal, G. S. (2008). Essential Oils as Green Pesticides : Potential and Constraints. 4(1), 22.

L

Lapornik, A. G. Wondra, and M. Prošek, (2004). “Comparison of TLC and spectrophotometric methods for evaluation of the antioxidant activity of grape and berry anthocyanins,” *Journal of Planar Chromatography - Modern TLC*, vol. 17,no. 3, pp. 207– 212.

Layne, R.E.C., Bailey, C.H. and Hough, L.F. (1996). Apricots. In: J. Janick and J.N. Moore (eds.), *Fruit Breeding: Tree and Tropical Fruits, Vol. I*. John Wiley and Sons Inc.,New York, pp. 79–111.

Lee, H., Ahn, J.-H., Kwon, A.-R., Lee, E. S., Kwak, J.-H., & Min, Y.-H. (2014). Chemical Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oil of Apricot Seed : Essential Oil Of Apricot Seed. *Phytotherapy Research*, 28(12), 1867- 1872.

Li, M., Zhao, Z., & Miao, X. J. (2013). Genetic variability of wild apricot (*Prunus armeniaca* L.) populations in the Ili Valley as revealed by ISSR markers. *Genetic resources and crop evolution*, 60(8), 2293-2302.

M

Madrau, M.A., Piscopo, A., Sanguinette, A. M., Del Caro, A., Poiana, M., Romeo. F.V., Piga,A (2009).Effect of drying temperature on polyphenolic content and antioxidant activity of apricots.*European Food Research and Technology*.228(3).441

Maria Daglia ,(2012).Polyphenols as antimicrobial agents *Current Opinion in Biotechnology*,23:174–181

Mason, T.J(2000). Ultrasound in synthetic organic chemistry. *Chem. Soc. Rev.*, 26, 443–451.

Monastra, F. and De Salvador, F.R. (1995) .Apricot: Present and future. *Acta Horticulturae* 384, 401–414

Muchuweti, M.; Ndhkala, A.R.; Kasiamhuru, A. (2006). Analysis of phenolic compounds including tannins, gallotannins and flavanols of *Uapaca kirkiana* fruit. *Food Chem.* 94, 415-419.

N

Nafis, A., Kasrati, A., Jamali, C. A., Custódio, L., Vitalini, S., Iriti, M., & Hassani, L.(2020).A Comparative Study of the in Vitro Antimicrobial and Synergistic Effect of

Essential Oils from *Laurus nobilis* L. and *Prunus armeniaca* L. from Morocco with Antimicrobial Drugs : New Approach for Health Promoting Products. *Antibiotics*, 9(4), 140.

p

Pérez-Jiménez, J., Neveu, V., Vos, F., & Scalbert, A. (2010). Identification of the 100 richest dietary sources of polyphenols: an application of the Phenol-Explorer database. *European journal of clinical nutrition*, 64(3), S112-S120.

Périno, S.; Pierson, J.T.; Ruiz, K.; Cravotto, G.; Chemat, F(2016). Laboratory to pilot scale: Microwave extraction for polyphenols lettuce. *Food Chem.*, 204, 108–114.

Perron, N.R.; Brumaghim, J.L. (2009). A review of the antioxidant mechanisms of polyphenol compounds related to iron binding. *Cell Biochem. Biophys.*, 53, 75-100.

Pietta, P. G. (2000). Flavonoids as antioxidants. *Journal of natural products*, 63(7), 1035-1042.

Poojary, M. M., Barba, F. J., Aliakbarian, B., Donsì, F., Pataro, G., Dias, D. A., & Juliano, P. (2016). Innovative alternative technologies to extract carotenoids from microalgae and seaweeds. *Marine drugs*, 14(11), 214.

Q

Quan, P. T., Hang, T. V., Hai Ha, N., De, N. X., & Tuyen, T. N. (2006). Microwave-assisted extraction of polyphenols from fresh tea shoot. *Science and Technology Development*, 9(8).

R

Rajbhar, K., Dawda, H., & Mukundan, U. (2015). *Polyphenols: Methods Of Extraction*. 6.

S

Selin ,Sahin 1 , Ruya Samli 2 , Ay,se Seher Birteksöz Tan 3 , Francisco J. Barba 4 Farid Chemat 5 , Giancarlo Cravotto 6,* and José M. Lorenzo (2017). Solvent-Free Microwave-Assisted Extraction of Polyphenols from Olive Tree Leaves: Antioxidant and Antimicrobial Properties.

Serrano, M.; Zapata, P.J.; Castillo, S.; Guillén, F.; Martínez-Romero, D.; Valero, D.(2010) .Antioxidant and nutritive constituents during sweet pepper development and ripening are enhanced by nitrophenolate treatments. *Food Chem*, 497-503.

Silvia Martins a, Solange I. Mussatto a, Guillermo Martínez-Avila b, Julio Montañez - Saenz c,(2011). Bioactive phenolic compounds: Production and extraction by solid-state fermentation. A review.

Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158

T

Tamura, M., Ohnishi, Y., Kotani, T., Gato, N.(2011). Effects of new dietary fiber from Japanese apricot (*Prunus mume* Sieb. Et Zucc.) on gutfunction and Intestinal microflorainadultmice. *International Journal of Molecular Science*, 12, 2088-2099.

Tonelli, N. et Gallouin, F. (2013). Des fruits et des graines comestibles de monde entier, Brigitte peyrot, 32-36.

Touati, N., Tarazona-Díaz, M. P., Aguayo, E., & Louaileche, H. (2014). Effect of storage time and temperature on the physicochemical and sensory characteristics of commercial apricot jam. *Food Chemistry*, 145, 23- 27.

Tsao, R.; McCallum, J. (2009). Chemistry of Flavonoids. In *Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry, Nutritional Value and Stability*; de la Rosa, L.A., Alvarez-Parrilla, E., Gonzalez-Aguilar, G., Eds.; BlackwellPublishing: Ames, IA,USA, Chapter 5, pp. 131-153.

Tsao, R. (2010). Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols. *Nutrients*, 2(12), 1231-1246.

Tseng A, Zhao Y. (2013). Winegrape pomace as antioxidant dietary fibre for enhancing Nutritional value and improving gstorability of yogurt and salad dressing. *Food Chem*. 138:356–65.

U

Ucuncu C, Tari C, Demir H, Buyukkileci AO, Oguz B(2013). Dilute acid hydrolysis of apple, orange, apricot and peach pomaces as potential candidates for bioethanol production. *J Biobased Mater Bio*, 7:376–89.

V

Vavilov NI (1951). The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. *Soil Sci* 72(6):482.

Vidhya,R.,&Narain, A. (2011). Formulation and evaluation of preserved product utilizing under exploited fruit, wood apple (*Limonia acidissima*). *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 10, 112–118.

Vinatoru M, Mason TJ, Calinescu I.(2017). Ultrasonically assisted extraction (UAE) and microwave assisted extraction (MAE) of functional compounds from plant materials. *TrAC Trends Anal Chem*, 97:159–78.

Vuleta, G., Milic, J. and Savic, S. (2012). Farmaceutska tehnologija (Pharmaceutical technology), Faculty of Pharmacy, University of Belgrade, Belgrade, Serbia.

W

Wang, L. and Weller, C. L. (2006). Recent advances in extraction of nutraceuticals from plants, *Trends in Food Science & Technology* 17(6): 300–312.

Wen, C., Zhang, J., Zhang, H., Dzah, C. S., Zandile, M., Duan, Y., ... & Luo, X. (2018). Advances in ultrasound assisted extraction of bioactive compounds from cash crops—A review. *Ultrasonics sonochemistry*, 48, 538-549.

Wicklund, T., Rosenfeld, H. J., Martinsen, B. K., Sundfjør, M. W., Lea, P., Bruun, T., ... & Haffner, K. (2005). Antioxidant capacity and colour of strawberry jam as influenced by cultivar and storage conditions. *LWT-Food Science and Technology*, 38(4), 387-391.

X

Xuejun Pan, Guoguang Niu, Huizhou Liu,(2003). Microwave-assisted extraction of tea polyphenols and tea caffeine from green tea leaves, *Chemical engineering and processing* 42, 129 – 133.

Y

Yigit, N. Yigit, and A. Mavi, (2009).Antioxidant and antimicrobial activities of bitter and sweet apricot (*Prunus armeniaca L.*) kernels,” *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, vol. 42, no. 4, pp. 346–352.

Yoshida M (1998). Classification of apricot varieties by RAPD analysis. *J Jpn Soc Hort Sci* 67:2127

Z

Ziegelbaum h., (1992). Identification et place des critères de qualité dans un programme d'amélioration variétale de l'abricotier. Mémoire de maîtrise de l'université d'angers, station de recherche fruitière méditerranéenne, station de technologie des produits végétaux. INRA Avignon. 30 pages.

WEBOGRAPHIE

Figure 02 [www.fruit -et -legumes.net](http://www.fruit-et-legumes.net)

Figure 05 www.biogranulates.com18- 20-

Annexe I

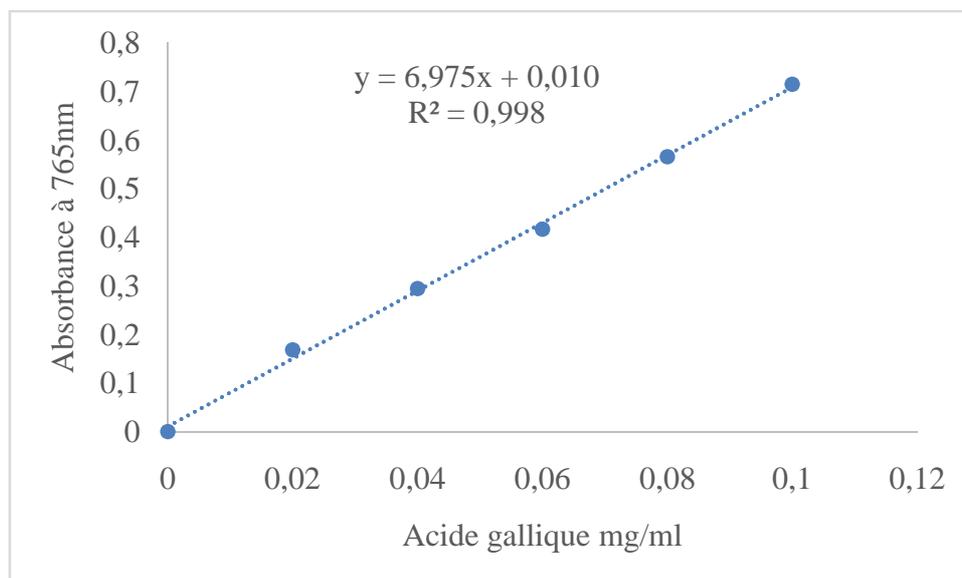


Figure 19 : Courbe d'étalonnage des composés phénoliques

Tableau 1:Effet du type de solvant

	Abs1	Abs 2	TPCmgEAG/ml		TPC mgEAG/gMS	TPC mgEAG/gMS	Moyenne	SD
Methanol 60%	0,252	0,239	0,17	0,1642	6,94	6,5663	6,8	0,264
Ethanol 60%	0,296	0,302	0,21	0,2093	8,2	8,3728	8,3	0,122
Acetone 60%	0,266	0,29	0,18	0,2007	7,34	8,0287	7,7	0,487
Eau	0,183	0,184	0,12	0,1247	4,96	4,9892	5	0,02

Tableau 2: Effet de la concentration

Concentration d'ethanol	Abs1	Abs 2	TPCmgEAG/ml		TPC mg/g	TPC mgEAG/gMS	Moyenne	SD
20%	0,222	0,224	0,15	0,1534	6,08	6,1362	6,1	0,041
40%	0,259	0,262	0,18	0,1806	7,14	7,2258	7,2	0,061
60%	0,302	0,296	0,21	0,205	8,37	8,2007	8,3	0,122
80%	0,214	0,212	0,15	0,1448	5,85	5,7921	5,8	0,041

Tableau 3: Effet de la puissance

PUISSANCE DE MICROONDE	Abs1	Abs 2	TPCmgEAG/ml		TPC mgEAG/gMS	TPC mgEAG/gMS	Moyenne	SD
100W	0,213	0,202	0,15	0,1376	5,82	5,5054	5,7	0,223
300W	0,291	0,279	0,2	0,1928	8,06	7,7133	7,9	0,243
500W	0,296	0,302	0,21	0,2093	8,2	8,3728	8,3	0,122
700W	0,279	0,262	0,19	0,1806	7,71	7,2258	7,5	0,345
900W	0,26	0,269	0,18	0,1857	7,17	7,4265	7,3	0,182

Tableau 4: Effet de temps

EFFET DE Temps	Abs1	Abs 2	TPCmgEAG/ml		TPC mgEAG/gMS	TPC mgEAG/gMS	Moyenne	SD
1min	0,223	0,171	0,15	0,1154	6,11	4,6165	5,362	1,054
2min	0,229	0,251	0,16	0,1728	6,28	6,9104	6,595	0,446
3min	0,285	0,299	0,2	0,2072	7,89	8,2867	8,086	0,284
4min	0,29	0,296	0,2	0,205	8,03	8,2007	8,1147	0,122

Résumé

Les déchets industriels d'abricot (marc) obtenus après la transformation des fruits, présentent une source riche et importante de composés bioactives, tels que les polyphénols qui suscitent un large intérêt dans différents domaines. Dans ce contexte, notre étude menée sur l'extraction des composés phénoliques à partir du marc d'abricot, dont l'objectif ciblé est de déterminer les meilleures conditions qui donnent un rendement le plus élevé en polyphénols lors de l'utilisation des micro-ondes **comme techniques d'extraction**. En utilisant l'approche des expériences à facteur unique. En faisant rechercher l'effet des quatre paramètres; type de solvant (méthanol, éthanol, acétone, eau), concentration de solvant (20-80%), puissance des micro-ondes (100-900W) et le temps d'extraction (1-4min). Les résultats montrent que l'ensemble des paramètres ont un effet significatif sur les composés phénoliques totaux (CPT). Ainsi, le rendement maximal en CPT est de 8mgEAG/gMS obtenu avec l'éthanol à 60%, à une puissance de 500W pendant une durée de 3min. Les résultats obtenus dans cette étude montrent l'importance des différentes conditions d'extraction des CPT par micro-ondes à partir du marc d'abricot et la richesse de ce dernier en antioxydants phénoliques.

Mots Clés: *Optimisation, Marc d'Abricot, Prunus armeniaca L., Polyphénols, Microonde, Etude Préliminaire.*

Abstract

The industrial apricot waste (marc) obtained after the processing of fruits, presents a rich and an important source of bioactive compounds, such as polyphenols, which instigate a wide interest in various fields. In this context, our study was carried out on the extraction of phenolic compounds from apricot pomace, our target is to determine the best conditions which give the highest yield of polyphenols when using micro-waves as extraction techniques. Using the approach of single factor experiments. By searching the effect of four parameters namely solvent type (methanol, ethanol, acetone, and water), solvent concentration (20-80%), microwave power (100-900W) and extraction time (1-4min). The results showed that, all the parameters have a significant effect on the total phenolic compounds TPC. Thus, the maximum yield of TPC is 8 mg GAE / g DW obtained with 60% ethanol, at a power of 500W for a period of 3min. The results obtained in this study showed the importance of different extraction conditions of TPC using microwave from apricot pomace and the latter's richness of phenolic antioxidants.

Key Words: *Optimization, Apricot pomace, Prunus armeniaca L., Polyphenols, Microwave, Preliminary Study.*