

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Alimentaires
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Sciences Alimentaire
Option : Industrie Corps Gras



Réf :

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

MASTER

Thème

**Activité antioxydante des extraits
hydro-méthanoliques des olives de table
tournantes**

Présenté par :

Outaous zahoua & Rahmani merdjane

Soutenu le : **14 Juin 2016**

Devant le jury composé de :

Mme Bouali N.	MAA	President
Mme Tamendjari S.	MAA	Encadreur
Mme Abdelfettah L.	MAA	Examineur

Année universitaire : 2015 / 2016

Remerciements

Nous remercions Dieu le tous puissant et miséricordieux de nous avoir donné du courage et de la patience qui nous ont permis de mener à bien ce travail.

*Nos plus sincères remerciements s'adressent à notre promotrice **M^{me}TAMENDJARI SORAYA** qui a mis toutes sa compétence à notre disposition pour ces conseils judicieux et son suivi régulier à l'élaboration de ce travail.*

*Nos chaleureux remerciements s'adressent également au membre de Jury, en l'occurrence **M^{me}Bouali** et **M^{me} Abdelfettah** d'avoir accepté d'évaluer notre travail. Nous remercions aussi les responsables du laboratoire de technologie Alimentaire du BLOC12 et le laboratoire biochimie du BLOC9 pour avoir mis à notre disposition tous les moyens nécessaires pour la réalisation de la partie pratique, et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'achèvement de ce travail.*

MERDJANE ET ZAHOUA

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail premièrement à mes très chères parents, je le dédie à mon chère père décidé depuis que j'étais encore plus jeune, mais il ma laisser de quoi faire nourrir ma volonté pour voir la réussite, papa, que dieu vous accueille dans ses vastes paradis, à ma chère mère qui n'a jamais cessé de me soutenir dans le bien comme dans la mal, maman, que dieu te bénisse et prolonge ta vie car vous êtes la lumière de ma vie.

Je le dédie également à mes chers frères : KIKI et HAFIT, à mes sœurs : FATIHA et son mari DALIL et le petit Mayas, SIHAM et son mari CHAFIK et la petite Sérine, à ma grande sœur DALILA, son mari YAZID et ses deux enfants : MERIEME et YANIS, et surtout à mon chère mari YOUNES et à toute ma famille pour leurs encouragements.

À mes meilleurs amis chacun à son nom plus spécialement KATIA, NASSIMA, KAHINA, TINA et SOSSO et tout le groupe des Corps Gras.

À ma très chère sœur, collègue mordjane et sa famille.

Que dieu vous protège tous.

À mes chères copines de chambre KARIMA, ZAKOU, ZAKIA et ZOZOU, LAMOU.

À tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

ZAHOUA

Dédicaces

Avec un grand respect et un énorme plaisir, je dédie ce modeste travail à tous ceux qui me sont chers,

A mes chères parent ; ma mère et mon père pour leur amour, leur tendresse et leur sacrifices et l'affection dont mon toujours entourée pour ma réussite et mon bonheur.

A mes chers frères Dahmane et Fares.

Rien ne pourra exprimer l'amour et la reconnaissance que je vous porte que dieu vous garde et vous protège.

Je tiens à remercier ma tante et ses filles, ainsi que mes chères amies Souhila, Mamiche pour leur soutien et encouragement tout au long de mes études, merci d'être toujours là pour moi que dieux vous protège.

A mon binôme zahoua, et à tous ceux qui ont collaboré à la réalisation de ce mémoire.

RAHMANI Merdjane

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

Partie Bibliographique

Chapitre I : Composition des olives de table

1- Structure des olives de table 2

2-Composition de l'olive 2

2-1-Les antioxydants de l'olive 3

2-1-1-Composés phénoliques 3

2-1-1-1-*Ortho*-diphénols 3

2-1-1-2-Flavonoïdes 4

2-1-1-3-Anthocyanes 4

2-1-2-Caroténoïdes 4

2-1-3-Tocophérols 6

3- Intérêts thérapeutiques et nutritionnelles de l'olive de table 6

4- Marché économique des olives de table 7

Chapitre II : Technologie d'élaboration des olives de table

1-Définition des olives de table 8

2-Elaboration des olives de table 8

2-1-Les olives vertes 8

2-1-1-Olives vertes confites en saumure 8

2-1-2-Olives vertes au naturel en saumure 9

2-2-Olives tournantes 9

2-2-1- Olives tournantes confites en saumure 9

2-2-2-Olives tournantes naturelles en saumure	9
2-2-3-Olives noircies par oxydation en saumure	9
2-3-Olives noires	9
2-3-1-Olives noires en saumure	9
2-3-2-Olives noires ridées	9

Partie expérimentale

Chapitre III : Matériel et méthodes

1-Matériel végétal	10
2-Détermination de l'acidité.....	11
2-1-Mesure du pH	11
2-2-Acidité libre de la saumure	11
3-Teneur en eau	11
4-Dosage des composés phénoliques	11
4-1-Préparation des extraits	11
4-2-Dosage des polyphénols totaux	12
4-3-Dosage des <i>ortho</i> -diphénols	12
4-4-Dosage des flavonoïdes	12
4-5-Dosage des anthocyanes	12
4-6-Dosage des caroténoïdes	13
5-Détermination du pouvoir antioxydant	13
5-1-Pouvoir réducteur	13
5-2-Réduction du phosphomolybdate	13
5-3-Pouvoir anti-radicalaire	14
6-Analyse statistique	14
Chapitre IV : Résultats et discussions	
1- Teneur en eau	15
2- Acidité libre de saumure	15

3-Composés phénoliques	16
3-1-Polyphénols	16
3-2- <i>ortho</i> -diphénols	18
3-3-Flavonoïdes	19
3-4-Anthocyanes	19
4-Caroténoïdes	20
5-Évaluation du pouvoir antioxydant.....	21
5-1-Pouvoir réducteur	21
5-2-Réduction de phosphomolybdate	24
5-3-Activité anti-radicalaire	25
Conclusion	29

Références bibliographiques

Annexes

Liste des abréviations

Ac : Acide caféique.

AG : Acide gallique.

BHA : Butyl-Hydroxy-Anisol.

COI : Conseil Oléicole International.

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazine.

Eq : Equivalent.

IC₅₀ : Concentration de l'extrait qui inhibe 50% du radical DPPH.

M : Molaire.

PM : Poids moyen.

Q : Quercitine.

Liste des figures

Figure	Titre	Page
1	coupe longitudinale et transversale de l'olive.	2
2	Principaux composés phénoliques de l'olive	5
3	Structure des caroténoïdes	6
4	Photographie des échantillons d'olives de table	10
5	Teneurs en eau des trois variétés d'olives de table	15
6	Acidité des trois variétés d'olives de table	16
7	Teneurs en polyphénols des trois variétés d'olives de table	17
8	Teneurs en <i>ortho</i> -diphénols des trois variétés d'olives de table	18
9	Teneurs en flavonoïdes des trois variétés d'olives de table	19
10	Teneurs en anthocyanes des trois variétés d'olives de table	20
11	Teneurs en caroténoïde des trois variétés d'olives de table	21
12	pouvoir réducteur des trois variétés d'olives de table	22
13	Corrélation entre le pouvoir réducteur et les teneurs en polyphénols (a), <i>ortho</i> -diphénols (b), flavonoïdes (c), anthocyanes (d)	23
14	Capacité réductrice des extraits sur les ions molybdate	24
15	Corrélation entre l'activité réductrice vis-à-vis des ions molybdate et les teneurs en polyphénols (a), <i>ortho</i> -diphénols (b), flavonoïdes (c), anthocyanes (d).	25
16	Activité anti-radicalaire des trois variétés d'olives de table	26
17	Corrélation entre le pouvoir anti-radicalaire et les teneurs en polyphénols (a) et <i>ortho</i> -diphénols (b).	27
18	Effet de la concentration des extraits des trois variétés d'olives de table (a) <i>Sigoise</i> de Bejaia, (b) <i>Sigoise</i> de Ain-defla (c) <i>Cornnicabra</i> sur le pouvoir anti-radicalaire.	28

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
I	Composition de l'olive	3
II	Marchés mondial et algérien des olives de table	7
III	Caractéristiques des variétés d'olives étudiées	10

INTRODUCTION

Introduction

Les olives de table sont des produits préparés à partir des fruits sains d'olives qui subissent un traitement d'élaboration approprié, les plus importantes préparations commerciales sont les olives vertes confites (Style espagnol), les olives noires au naturel (Style grec) et les olives tournantes noircies par oxydation (Ozdemir, 1997 ; Fendri *et al.*, 2013).

Selon le COI (2016), la production mondiale des olives de table pour la campagne 2015/2016 est évaluée à 2 742 .6 tonnes. L'Algérie occupe la quatrième place des pays producteurs, sa production est estimée à 234 000 tonnes.

L'intérêt de la consommation des olives de table est lié, en plus de sa richesse en acides gras mono-insaturés, à la présence de substances antioxydantes telles que les composés phénoliques et les caroténoïdes qui interviennent dans la lutte contre l'athérosclérose, les maladies cardiovasculaires, cancers et dégénérescences liées au vieillissement accéléré (Ghanbari *et al.*, 2012).

La composition des olives dépend étroitement du stade de leurs maturité au moment de la cueillette et du procédé d'élaboration. Au stade tournant, les olives de couleur pourpre violette, subissent une fermentation dite « fermentation à haute concentration en sel » dans une saumure (10-14%) (Ozdemir, 1997 ; Lopez-Lopez, 2006).

Le présent travail vise à doser les substances antioxydantes des olives de table de trois variétés (*Sigoise ouest*, *Sigoise est* et *Cornicabra*) au stade maturité tournant et à estimer l'activité antioxydante des extraits phénoliques de ces dernières.

L'étude est subdivisée en deux parties :

-Recherche bibliographique : dans laquelle est présentée la structure de l'olive sa composition chimique, l'intérêt thérapeutique de sa consommation ainsi que la technologie d'élaboration des olives de table,

-Partie pratique : celle-ci consiste en premier lieu à la détermination des paramètres physico-chimique (pH, humidité, acidité de saumure) et au dosage des substances antioxydantes, à savoir les polyphénols totaux, les *ortho*-diphénols, les anthocyanes, les flavonoïdes et les caroténoïdes. Le pouvoir antioxydant des échantillons est évalué par deux approches : l'activité anti-radicalaire (DPPH) et l'activité réductrice (pouvoir réducteur et la réduction de phosphomolybdate).

PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE

1-Structure des olives de table

Anatomiquement, trois parties sont distinguées dans l'olive : l'épicarpe (peau), le mésocarpe (pulpe ou chair) et l'endocarpe (noyau).

a- Épicarpe :

C'est le tissu protecteur qui représente 1 à 3% du poids de la drupe. La peau est verte pendant les stades précoces de développement. Des changements postérieurs à jaune, violet et noir se produisent. Ces variations de couleur sont liées aux concentrations des chlorophylles, caroténoïdes et anthocyanes et la maturité.

b- Mésocarpe :

C'est la partie la plus importante du fruit (70 à 80% du poids total).

c- Endocarpe :

L'endocarpe représente 10 à 27% du fruit, la facilité de séparation de la pulpe ainsi que son poids sont inclus dans la détermination de la qualité de l'olive (Therios, 2009).

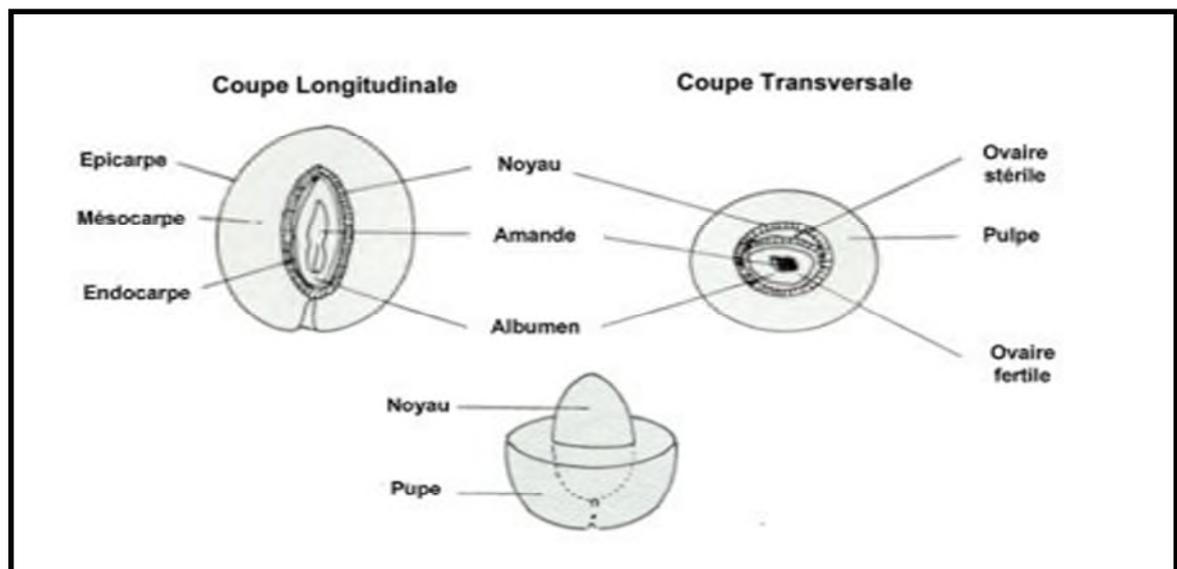


Figure 1 : coupe longitudinale et transversale de l'olive (Mariotti *et al.*, 2013).

2-Composition de l'olive

La composition de l'olive est dépendante de nombreux facteurs tel que : la variété le stade maturité, le milieu géographique ainsi que le procédé d'élaboration du fruit (Ghanbari *et al.*, 2012 ; Siddiq *et al.*, 2012).

La composition de l'olive est représentée dans le tableau I.

Tableau I : Composition de l'olive en %. (Therios, 2009)

composants	Proportion (%)
Humidité	50-75
Lipides (huile)	10-30
Sucres réducteurs	2-6
Sucres non réducteurs	0,1-0,3
Protéines	1-2
Fibres	1-4
Composés phénoliques	1-3
Acides organiques	0,5-1,0
Substances pectiques	0,3-0,6
Minéraux	0,6-1,0
Autres	3-7

2-1- Les antioxydants de l'olive

2-1-1- Les composés phénoliques

L'olive est particulièrement riche en composés phénoliques (Mc Donald *et al.*, 2001). Ces composés contribuent, en partie, à la couleur et au goût du produit fini. La présence de groupement hydroxyles et la structure aromatique confèrent à ces composés des propriétés antioxydantes par transfert d'hydrogène, chélation de métaux et inhibition des enzymes (Halliwell *et al.*, 2005).

La teneur et la nature des composés phénoliques dépendent, dans l'olive, de la variété, du calibre, du stade de maturité, de l'origine géographique et du traitement subi durant l'élaboration de l'olive de table (Ucella *et al.*, 2001 ; Chammem *et al.*, 2005).

2-1-1-1- Les *ortho*-diphénols

Les *ortho*-diphénols représentent un groupe très important parmi les composés phénoliques de l'olive, caractérisés par la fonction *O*-dihydroxyle dans le noyau. Les composés dominants sont l'hydroxytyrosol, l'acide caféique et l'oleuropéine (Figure 2) (Brenes *et al.*, 1992). Les *ortho*-diphénols exercent une meilleure activité antioxydante suite à la réduction de l'énergie de dissociation de la liaison O-H et à la stabilité du radical formé (Mc Donald *et al.*, 2001 ; Son et Lewis, 2002).

2-1-1-2- Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés possédant un squelette de base à quinze atomes de carbone, constitués de deux noyaux aromatiques et d'un hétérocycle central de type pyranne, formant une structure en C₆-C₃-C₆, ce sont les composés les plus abondants parmi les composés phénoliques.

Ils interviennent dans la pigmentation des fleurs et dans les processus de défense contre le rayonnement UV, et les attaques microbiennes.

Plusieurs études ont montrés que les flavonoïdes ont la capacité à stabiliser et à inactiver les radicaux libres grâce a leurs groupements hydroxyles fortement réactifs, ils sont également capable de chélater les ions métalliques (Yousfi *et al.*, 2009).

2-1-1-3- Les anthocyanes

Ce sont des pigments principalement sous forme de glucosides stables et hydrosolubles. Ils sont rouge en milieu acide, virant eu bleu-violet en milieu neutre ou faiblement alcalin, la teneur en anthocyanes augmente au cours de la maturation de l'olive. La dégradation de l'oleuropeine qui libère des sucres contribue à la synthèse de ces composés. Les anthocyanes les plus répandus dans l'olive sont : les cyanidines et les glycosides delphinidines (Ryan *et al.*, 2002 ; Ghanbari *et al.*, 2012).

2-1-2- Les caroténoïdes

L'olive est riche en caroténoïdes (Figure 3), cependant leur taux diminue au cours de la maturité (Ryan *et al.*, 1999). Par conséquent la teneur en caroténoïdes dans l'olive varie de 0,9 à 12 mg/kg d'olive verte, de 0,4 à 6 mg/kg d'olive tournante et de 0,12 à 1 mg/kg d'olive noire.

Les caroténoïdes de l'olive comprennent les carotènes (β -carotène) et les xanthophylles (Minguez Mosquera et Garrido Fernandez, 1989 ; Garido *et al.*, 2007). Selon Perrin (1992), les caroténoïdes sont des inhibiteurs efficaces de la photo-oxydation des lipides de l'olive de table.

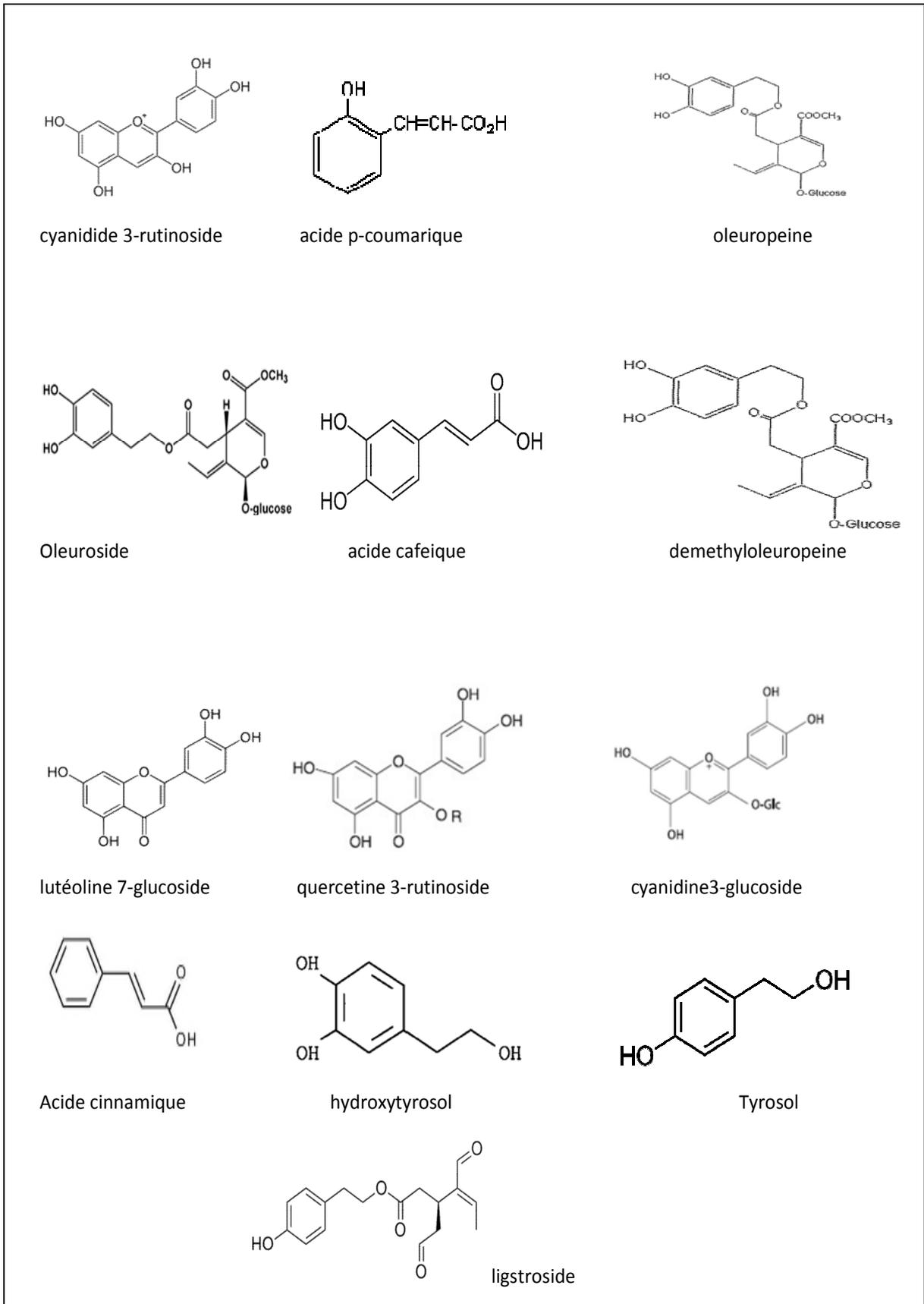


Figure 2 : Principaux composés phénoliques de l'olive (Ryan *et al.*, 2002).

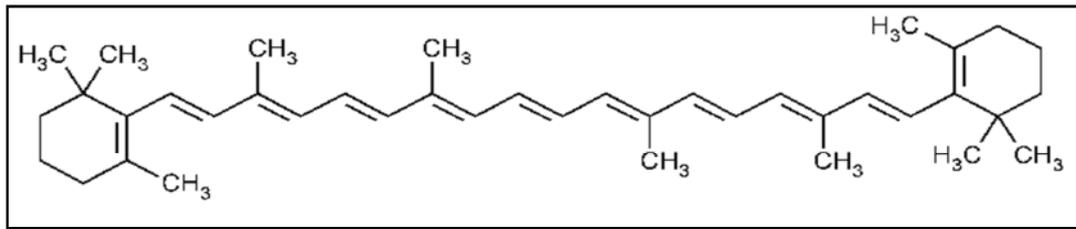


Figure 3 : Structure des caroténoïdes (Gianni *et al.*, 2012)

2-1-3- Les Tocophérols (vitamine E)

L'olive est une source importante de tocophérols, leur teneur augmente avec la maturation de 35 à 75 mg/kg dans l'olive verte 80 à 120 mg/kg dans l'olive noire (Sakouhi *et al.*, 2008). Les tocophérols présentent une activité antioxydante importante en prévenant l'action de l'oxygène singulet initiateur de la peroxydation des lipides (Lu Gurto *et al.*, 2001 ;Hasty *et al.*, 2007).

3- Intérêts nutritionnels et thérapeutiques des olives de table

L'olive de table est une source importante en vitamine liposolubles et en acides gras mono-insaturés, elle a aussi une bonne valeur calorique par rapport aux autres fruits. Les acides gras contenus dans l'olive sont considérés comme antioxydants, l'acide oléique module le stress oxydatif intracellulaire mitochondriale en stimulant la glutathion peroxydase (Negre Salvayre et Salvayare *et al.*, 2005). Des études ont également montré que l'acide oléique réduit le risque d'apparition des cancers du colon et des ovaires (Ozyilkan *et al.*, 2005).

Les olives de table sont une source importante en composés phénoliques, leurs diversité lui confèrent de nombreuses activités biologiques : antioxydantes, anti-inflammatoires et antibactérienne.

L'oleuropéine, le tyrosol, le verbascoside, le ligtroside, l'hydroxytyrosol et déméthyl-oleuropéine possèdent des propriétés biologiques et fonctionnelles attribuées à leur capacité antioxydante (Malik et Bradford, 2006).

Les composés phénoliques contenue dans l'olive contribuent à la prévention des risques d'apparition de nombreuses pathologies telles que les maladies cardiovasculaires, par inhibition de l'oxydation des LDL (Mc Donald *et al.*, 2001) et inhibition de l'agrégation plaquettaire (Visioli *et Galli*, 1998). Les biophénols préviennent également l'apparition de certains cancers par induction de l'apoptose (Ryan *et al.*, 2002).

D'autre part, les composés phénoliques contenus dans l'olive de table sont reconnus pour lutter contre les désordres et les infections intestinales. Les oléosides présentent des propriétés de surface affectant les membranes bactériennes (Tuck *et al.*, 2002). L'oleuropéine exerce une action antimicrobienne contre plusieurs espèces bactériennes (*Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*,...) (Sousa *et al.*, 2006).

4-Marché économique d'olive de table

La production mondiale des olives de table pour la campagne 2015/2016 (Tableau II) est évaluée à 2 742.6 tonnes (COI, 2015).

Tableau II : marché mondial et algérien des olives de tables (COI, 2015) (1,000 tonnes)

		UE	Égypte	Turquie	Algérie	USA	Syrie	Maroc
2010/2011	A	828.5	350.0	330.0	192.5	154.0	147.0	110.0
	B	592.0	300.0	300.0	189.0	240.0	122.0	32.0
	C	290.5	78.0	72.0	0.0	4.0	30.0	77.0
	D	114.0	0.0	0.0	0.0	138.0	0.0	0.0
2011/2012	A	741.0	384.5	400.0	145.5	26.0	172.0	100.0
	B	664.5	300.0	350.0	166.0	210.0	132.0	32.0
	C	298.0	93.5	60.0	0.0	4.0	35.0	68.0
	D	98.5	1.0	0.0	15.5	132.0	0.0	0.0
2012/2013	A	780.5	453.0	410.0	175.0	78.0	134.0	100.0
	B	589.0	330.0	350.0	172.0	210.0	104.0	32.0
	C	270.0	127.5	70.0	0.0	3.5	23.0	72.5
	D	82.0	0.5	0.0	12.0	143.0	0.0	0.0
2013/2014	A	794.0	400.0	430.0	208.0	82.5	120.0	120.0
	B	530.0	319.0	355.0	205.0	210.5	107.0	33.0
	C	283.5	65.0	70.5	0.0	8.0	5.0	87.0
	D	93.0	0.0	0.0	8.0	135.5	0.0	0.5
2014/2015	A	841.5	400.0	410.0	233.5	33.5	75.0	100.0
	B	590.0	350.0	330.0	231.0	185.0	97.5	33.0
	C	319.0	70.0	73.0	0.0	6.0	0.0	70.0
	D	113.0	0.0	0.0	0.0	152.0	0.0	0.0
2015/2016	A	796.0	470.0	397.0	234.0	54.0	180.0	120.0
	B	591.0	360.0	327.5	231.5	200.0	125.0	33.0
	C	300.5	100.0	73.0	0.0	8.0	25.0	80.0
	D	111.5	0.0	0.0	0.0	152.0	0.0	0.0

A : Production, B : consommation, C : Exportation, D : Importation

1-Définition de l'olive de table

Selon le CODEX STAN 66-1981 : «On appelle “olive de table” le fruit de variétés appropriées de l'olivier cultivé (*Olea europaea sativa* Hoffg, Link) sain, cueilli à un stade de maturité approprié et de qualité telle que faisant l'objet des préparations visées, il donne un produit consommable et de bonne conservation, ces préparations pouvant éventuellement comporter l'adjonction d'ingrédients facultatifs inclus les aromates ».

Ces produits sont soumis à des traitements de désamérisation, conservés par fermentation naturelle, ou par traitement thermique, avec ou sans conservation et conditionnés avec ou sans liquide de conservation (Argenson et Laurent, 2008).

Ils sont classés en trois groupes :

-Olives vertes : fruits récoltés avant la véraison, au moment où ils ont atteint leur taille normale, ils possèdent une couleur variante du vert franc au vert-jaune.

-Olives tournantes : fruits récoltés avant maturité complète, à la véraison, ayant une teinte rose clair à violette, elles sont peu riches en huile.

-Olives noires : fruits cueillis à maturité, riches en huile, ayant acquis une teinte noire brillante ou mate, noire violacée ou brune noirâtre.

2- Elaboration des olives de table

L'olive est le seul fruit qui ne peut être consommé directement après maturité, en raison de son amertume qui est due à un composé phénolique présent dans l'olive verte «l'oleuropeine» (El Khalaoui et Nouri, 2007). Un ensemble de traitement de désamérisation, fermentation ou salage sera donc appliqué aux olives ; le choix du traitement et des conditions d'application seront donc en fonction de la variété d'olive considérée, du stade de maturité et de la qualité désirée du produit fini (Balatsouras, 2009).

Selon le Codex Stan 66 (1987) et le COI (2004), les olives font l'objet de différentes préparations commerciales dépendantes de leur stade de maturité.

2-1- Olives vertes

2-1-1- Olives vertes confites en saumure (Style Espagnol ou Sévillan)

Pour ce type de préparation, les olives sont traitées avec une lessive de soude (1,5 à 2,5%), elles sont sujettes par la suite à une fermentation lactique dans une saumure préparée à base de chlorure de sodium (8 à 10%). Dans le cas où les olives ne seraient pas soumises à une fermentation naturelle totale, leur conservation postérieure, à pH avoisinant

4, peut être assurée par stérilisation, par adjonction d'agents de conservation ou par traitement à l'azote ou au gaz carbonique, sans saumure.

2-1-2- Olives vertes au naturel en saumure

Les olives sont traitées directement à la saumure (10 à 14%) et conservées par fermentation naturelle.

2-2- Olives tournantes

2-2-1- Olive tournantes confites en saumure : Elles sont traitées avec une solution alcaline (1,5 à 2,5%) et conservées par fermentation naturelle en saumure (5 à 6%), par traitement thermique, ou combinaison des deux.

2-2-2 -Olives tournantes au naturel : Les olives subissent une fermentation à haute concentration en sel dans une saumure de 10 à 14%.

2-2-3 -Olives noircies par oxydation en saumure : Les olives sont d'abord fermentées dans une saumure (5 à 9%), et subissent ensuite une désamérisation par trois traitements à la lessive alcaline (1 à 2%) entre lesquels les fruits sont immergés dans une eau barbotée à l'air pendant 5 à 6 mois (Brenes et Balbuena *et al.*, 1992). Les fruits sont conditionnés dans une saumure et préservés par stérilisation thermique.

2-3- Olives noires

2-3-1- Olives noires en saumure : Ces olives sont fermes, lisse, avec une peau luisante.

2-3-2- Olives noires ridées : Ce sont des olives cueillis juste avant complète maturité. Après une brève immersion dans une légère solution alcaline, elles sont conservées par saupoudrage de sel dans des futs tournés quotidiennement.

PARTIE
EXPERIMENTALE

Matériel et méthodes

1-Matériel végétal :

L'étude porte sur trois échantillons d'olive de table tournante ; deux échantillons de la variété *Sigoise* l'une récoltée à l'est du pays (Seddouk-Bejaia), et l'autre à l'ouest (Ain defla), et un échantillon de la variété *Cornicabra* (Ain defla) (Figure 4)

Les échantillons sont issus de la campagne 2014-2015. Les échantillons sont présentés dans la figure 4 :



Figure. 4 : Photographie des échantillons d'olive de table.

Les caractéristiques des variétés étudiées sont présentées dans le tableau III.

Tableau III : Caractéristiques des variétés d'olives étudiées.

Variétés	Origine	Caractéristiques
<i>Sigoise</i>	Est (Seddouk-Bejaia)	Forme allongée et asymétrique, d'une couleur violet/verdâtre, présente un sommet pointu et une base tronquée, a chair moyennement abondante, ferme, se détachant facilement d'un noyau fin allongé. PM=4,04g et pH=4,44.
<i>Sigoise</i>	Ouest (Ain defla)	Forme allongée et asymétrique, d'une couleur violette au sommet pointu et a la base tronquée, a chair abondante, pulpe peu ferme qui se détache facilement d'un petit noyau asymétrique. PM=3,83g et pH=4,33.
<i>Cornicabra</i>	Ouest (Ain defla)	Forme très allongée et fortement asymétrique, d'une couleur violette, présente un sommet pointu et une base arrondie. la chair est abondante, ferme, se détache facilement d'un noyau fin, long, asymétrique. PM=3,79g et pH=4,10.

2-Détermination de l'acidité :

2-1-Mesure du pH :

Le pH de la saumure est déterminé à l'aide d'un pH mètre.

2-2-Acidité libre de la saumure :

L'acidité libre est due aux divers acides organiques libres présents dans la saumure. Lorsque les substrats de fermentation sont extraits, un équilibre s'installe entre la pulpe de l'olive et la saumure, dans ces conditions, l'acidité ne diffère pas entre les deux milieux (Sanchez *et al.*, 2000).

L'acidité de la saumure est estimée suivant la méthode de Mannai (2006), qui consiste à titrer 10 ml de saumure avec une solution d'hydroxyde de NaOH (0.22), après avoir ajouté quelques gouttes de phénolphtaléine (1%), jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante. La formule ci-dessous nous permet de calculer l'acidité des échantillons :

$$A(\%) = V_{\text{NaOH}} * N_{\text{NaOH}} * 0.99$$

V : volume (ml) de la solution NaOH consommé pour le titrage

N : normalité NaOH

3-Teneur en eau :

L'humidité des fruits a été déterminé en calculant la différence entre le poids de l'échantillon humide et celui de l'échantillon séché (Tovar *et al.*, 2002).

Un échantillon de 5 g de pulpe d'olive est mis à sécher à 105°C pendant 24h, après refroidissement dans un dessiccateur, l'ensemble est repesé. La teneur en eau est exprimée en pourcentage de masse.

$$\text{Humidité (\%)} = (P - P_s) / (P - P_0)$$

-P : poids de creuset + échantillon avant séchage.

-P_s : poids de creuset + échantillon après séchage.

-P₀ : poids de creuset vide.

4-Dosage des composés phénolique :

4-1-Préparation des extraits :

La méthode d'extraction est suivie selon le protocole de (Mc Donald *et al.*, 2001) ; 5 g d'échantillon sont extraits avec 17.5 ml du méthanol 80% . Après homogénéisation pendant 30s et agitation pendant 20 min , puis centrifugation à 3000 tpm/5min le surnageant est récupéré, le culot subit une seconde extraction dans les mêmes conditions. Les extraits sont combinés, lavés deux fois à l'hexane, puis filtrés.

4-2-Dosage des polyphénols totaux :

La teneur en polyphénols est déterminée selon la méthode décrite par Borzello *et al.*, (2000) où 100 µl de l'extrait sont ajoutés à 500 µl de réactif de Folin Ciocalteu. Après 5 min d'incubation à température ambiante, puis additionnés de 300 µl de carbonate de sodium (Na₂CO₃) à 20%, après 5 min, le mélange est additionné de 100 µl d'eau distillée, la préparation est centrifugée à 1500 tpm/15min, et incubée à l'obscurité pendant 30min. L'absorbance est lue à 725nm contre un blanc. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique par 100 g de poids frais, en se référant à une courbe d'étalonnage (annexe ; figure 1-a).

4-3- Dosage des *ortho*-diphénols :

Les teneurs en *ortho*-diphénols sont déterminées par la méthode de Bendini *et al.*, (2003) ; qui consiste à mélanger 4 ml d'extrait méthanolique avec 1 ml de la solution de molybdate de sodium dihydraté à 5% (préparée dans l'éthanol-eau à 50%), le mélange est incubé pendant 15min. L'absorbance est lue à 370nm contre un blanc. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide caféique par 100 g de poids frais, en se référant à une courbe d'étalonnage (annexe ; figure 1-b).

4-4-Dosage des flavonoïdes :

La teneur en flavonoïdes est estimée par la méthode de Djeridane *et al.*, (2006). Un volume de 1,5 ml d'extrait est mélangé avec 1,5 ml de chlorure d'aluminium AlCl₃ (2%). Après 3min, la lecture de l'absorbance se fait à 430nm contre un blanc. Les résultats sont exprimés en mg équivalent de quercitine par 100 g de poids frais, en se référant à une courbe d'étalonnage (annexe ; figure 1-d).

4-5-Dosage des anthocyanes :

Le protocole décrit par Piga *et al.*, (2005) a été adopté. Une quantité de 5 g de pulpe d'olive additionnée de Métabisulfite de sodium est soumise à une extraction dans 7,5 ml de méthanol 80%.Après centrifugation (8000 tpm/15min) le filtrat est récupéré, le retentât est réextrait deux fois. Les trois extraits sont combinés et le volume est ajusté à 25 ml avec le solvant d'extraction. L'absorbance est lu à 510 et 700 nm et calculée d'après la formule suivante :

$$A = (A_{510} - A_{700})_{\text{ph}1,0} - (A_{510} - A_{700})_{\text{ph}4,5}$$

Les teneurs en anthocyanes sont exprimées en mg équivalent de cyanidine-3-glucoside par 100g de poids frais, en se référant à la formule :

$$C=A*MW*FD*100/MA*L$$

A : Absorbance ; **MW** : Masse molaire

FD : Facteur de dilution ; **L** : Chemin optique

MA : Coefficient d'extraction molaire de la cyanidine-3-glucoside ($\epsilon=29.600$)

4-6-Dosage des caroténoïdes :

Le protocole décrit par Fernando Reyes *et al.*, (2007) ; où 5g d'échantillon sont homogénéisés avec 12,5 ml d'acétone : éthanol (v :v). Après filtration, lavage du retentât avec 10 ml d'hexane, agitation et ajout de 10 ml d'eau distillé après 15min, les échantillons sont mis pendant 30min à l'obscurité après une deuxième agitation. L'absorbance est lue à 470nm, contre un blanc. Les résultats sont exprimée en mg équivalent de β -carotène par 100g poids frais, en se référant à une courbe d'étalonnage (annexe ; figure 1-c).

5-Détermination du pouvoir antioxydant :

5-1-Pouvoir réducteur :

Le pouvoir réducteur mesure l'aptitude des antioxydants présents dans les extraits à réduire le fer ferrique du complexe ferricyanure Fe^{3+} en fer ferreux. Cette réduction se traduit par une coloration verte dont l'intensité est proportionnelle au pouvoir réducteur.

Le protocole décrit par Zhan *et al.*, (2006) est utilisée ; 0,5 ml d'extrait dans 1,25 ml de tampon phosphate (0,2M, pH=6,6), sont ajouté à 1,25 ml de ferricyanure de potassium (1%) ;le mélange est incubé à 50C° pendant 20min. Après addition de 1,25 ml d'acide trichloroacétique (10%), le mélange est centrifugé à 1160 tpm/10min. un volume de 1,25 ml du surnageant est mélangé à 1,25 ml d'eau distillée et 0,25 ml de chlorure ferrique (0,1%), et incubé pendant 10 min. L'absorbance est lue à 700nm, contre un blanc. Les résultats sont exprimée en mg équivalent BHA (Butyl-Hydroxy-Anisol) par 100 g de poids frais, en se référant à une courbe d'étalonnage (annexe ; figure 2).

5-2-Réduction phosphomolybdate :

La mesure de l'activité antioxydant totale par le phosphomolybdate d'ammonium est réalisée selon le protocole rapporté par Bukhari *et al.*, (2013). Une aliquote de 200 μ l d'extrait phénolique est mélangée avec 2 ml du réactif phosphomolybdate d'ammonium (acide sulfurique à 0,6M, phosphate de sodium à 28mM, molybdate d'ammonium à 4mM), et incubé pendant 90min à 95°C. L'absorbance est lu à 695nm, contre un blanc. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d' α -Tocophérol par 100 g de poids frais, en se référant à une courbe d'étalonnage (annexe ; figure 3).

5-3-Pouvoir anti-radicalaire :

Elle est estimée par une méthode utilisant le radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazine (DPPH). Ce radical en solution méthanolique donne une couleur violette, cette dernière disparaît au profit de la couleur jaune suite à la réduction du DPPH (Molyneux, 2004 ; Fernandez-Orozco *et al.*, 2011)

Le protocole a été adopté par Boskou *et al.*, (2006). Un volume de 500 µl d'extrait sont ajoutés à 2 ml solution méthanolique du DPPH. Après 30min, l'absorbance est lue à 517nm.

Le pourcentage d'inhibition du radical est calculé comme suit :

$$AA(\%) = [(A_t - A_0) / A_t] * 100$$

AA : l'activité anti-radicalaire (en % d'inhibition) ;

A_t : l'absorbance du témoin ; **A₀** : l'absorbance de l'échantillon.

Les résultats sont exprimés en équivalent de standard Trolox (voir annexe ; figure 4) et la valeur IC₅₀ représente la concentration d'extrait donnant 50% d'inhibition du radical DPPH (Boskou *et al.*, 2006).

6-Analyse statistique :

Pour chaque test, trois essais sont réalisés. L'analyse statistique consiste en une analyse de la variance (ANOVA/MANOVA), suivie par le test de Newman Keuls, par le logiciel STATISTICA. Le degré de signification de données est pris à la probabilité P<0,05.

Résultats et discussions

1- Teneur en eau :

Les teneurs en eau des échantillons d'olives de table sont représentées dans la figure 05

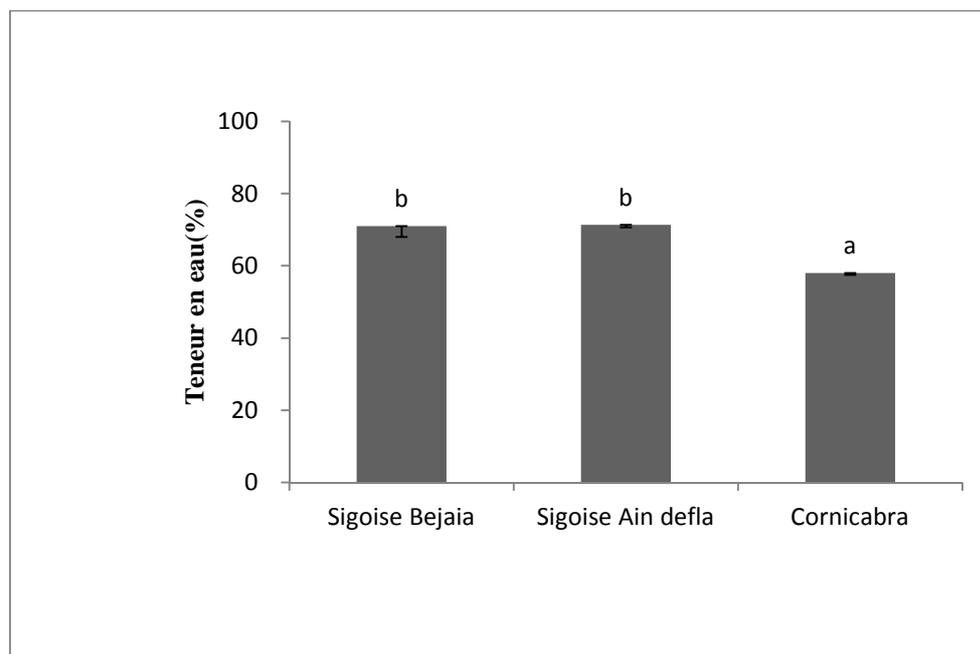


Figure 05 : Teneurs en eau des trois variétés d'olives de table.

*Les valeurs portant la même lettre ne représentent aucune différence significative ($p < 0,05$).

La variété *Cornicabra* renferme la teneur en eau la plus faible (57,98%). Aucune différence significative n'est notée, dans la teneur en eau entre les deux échantillons de *Sigoise* de Bejaia et de Ain-defla (71,03% ; 71,39%) respectivement.

Les teneurs en eau des variétés étudiées sont comparable aux variétés d'olive italiennes élaborées selon la méthode espagnole rapporté par Owen *et al.*, (2003) (73,7%), mais largement supérieures à celles de la variété *Tsakistes* (46%) étudiée par Boskou *et al.*, (2006), et de celles étudiées par Mettouchi *et al.*, (2016) pour les variétés *Sigoise* de Bejaia et *Sigoise* de Ain defla avec des teneurs (64,6% ; 55,5%) respectivement.

D'après Brescia *et al.*, (2007), l'humidité contenue dans les olives dépend du facteur variétal, des conditions d'élaboration et de l'origine géographique.

2-Acidité libre de saumure :

Les résultats relatifs à l'acidité libre de saumure sont représentés dans la figure 06.

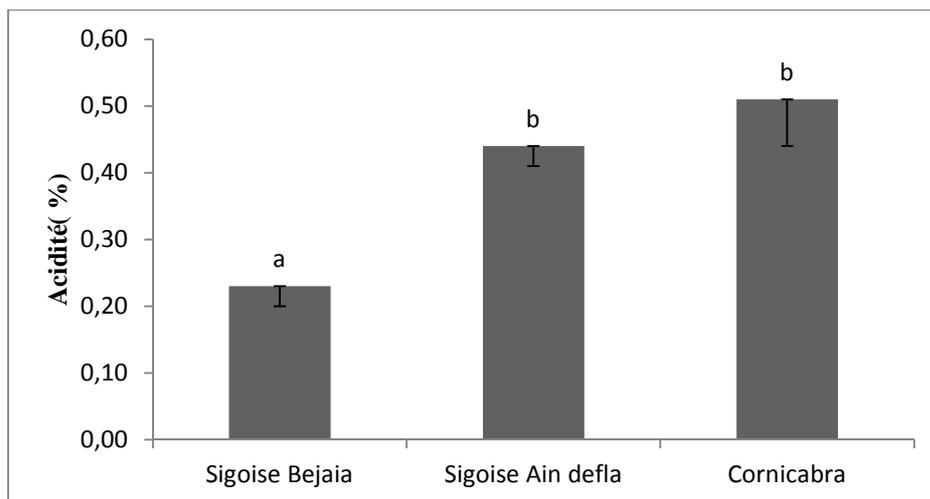


Figure 06 : Acidité des trois variétés de l'olive de table.

*Les valeurs portant la même lettre ne représentent aucune différence significative ($p < 0,05$)

Sigoise de Bejaia est l'échantillon le moins acide (0,23%) et *Cornicabra*, *Sigoise* de Ain-defla les plus acides (aucune différence significative n'est constatée entre ces deux échantillons).

L'acidité de la saumure est principalement liée à la fermentation. Lors du traitement alcalin, une quantité importante en substances nutritives diffuse de la pulpe vers la saumure, elles seront fermentées pour produire de l'acide lactique qui est directement responsable de la baisse du pH et ainsi de l'augmentation de l'acidité. La différence dans l'acidité entre les variétés d'olives est liée d'une part, à la teneur initiale de l'olive en sucres réducteurs et d'autre part à la perméabilité de l'épicarpe qui conditionne la diffusion des substances (Mannai *et al.*, 2006 ; Kia et Hafidi, 2014).

3- Teneurs en composés phénoliques :

3-1- Les polyphénols totaux :

Les teneurs en polyphénols des échantillons d'olives de table étudiés sont représentées dans la figure 07.

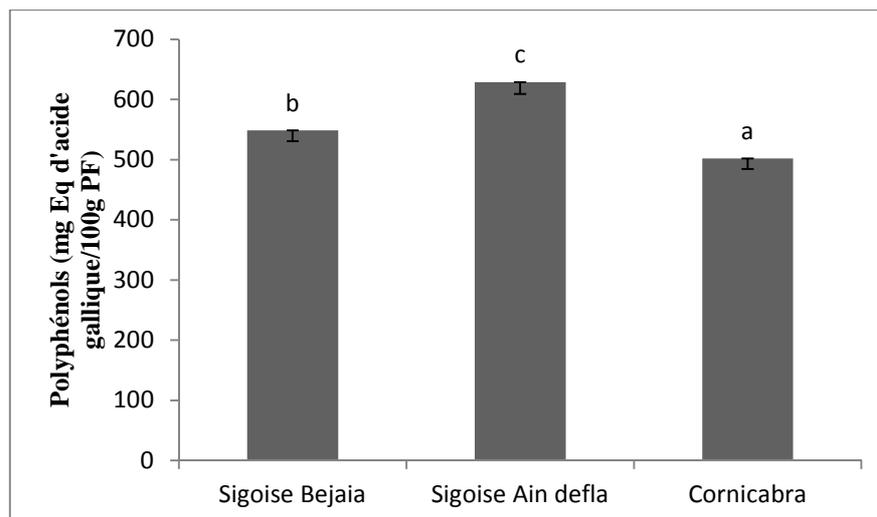


Figure 07 : Teneurs en polyphénols des trois variétés d'olives de table.

*Les valeurs portant la même lettre ne représentent aucune différence significative ($p < 0,05$)

Une différence significative est notée dans les teneurs en polyphénols des trois échantillons d'olive de table. *Sigoise* de Ain-defla est la variété la plus riche en polyphénols (628,80 mg Eq AG /100g PF), tandis que *Cornicabra* renferme la teneur la plus faible (502,10 mg Eq AG/100g PF), selon Ghanbari *et al.*, (2012) ; la variété (facteur génétique), les facteurs écologiques et les pratiques agronomiques sont des facteurs majoritaires qui influencent la composition phénolique des olives de table.

Une différence significative est notée dans la teneur en composés phénoliques entre les deux échantillons de *Sigoise* ; Cette différence est attribuée à l'origine géographique associée au régime d'irrigation. Selon Tovar *et al.*, (2002), une faible irrigation accentue l'activité de la L-Phénylalanine ammonia-lyase (PAL) impliquée dans la synthèse des composés phénoliques.

Les teneurs en polyphénols des variétés étudiées sont comparables à celles des variétés Italiennes étudiées par Romero *et al.* (2004) et Brenes *et al.* (2005). Mais, en comparant la teneur en polyphénols des olives étudiées à celles d'olives vertes élaborées selon le procédé Espagnol (Mettouchi *et al.*, 2016), il apparaît que les olives tournantes sont beaucoup plus riches en composés phénoliques, en raison de la teneur plus élevée en polyphénols au stade tournant et de la différence dans le procédé d'élaboration des olives ; en effet, la préparation au naturel des olives tournantes dégrade moins les composés phénoliques (absence de traitement par la soude) et la diffusion vers la saumure est aussi moindre.

3-2- Les *ortho*-diphénols :

La figure 08 représente les teneurs en *ortho*-diphénols. L'étude statistique montre des différences significatives entre la teneur en *ortho*-diphénols des trois variétés étudiées.

Les résultats montrent que la teneur la plus élevée en *ortho*-diphénols est notée pour la variété *Sigoise* de Ain-defla avec une teneur de 392,17 mg Eq AC/100g PF (1370,74 mg Eq AC/100 g PS), *Sigoise* de Bejaia renferme la teneur la plus faible en *ortho*-diphénols (26,72 mg Eq AC/100g PF équivalent à 437,26 mg Eq AC/100 g PS).

Les résultats obtenus sont largement supérieur à ceux publiés par Brahmi *et al.*, (2014) (101,97 mg Eq AC/100g PS et 149,55 mg Eq AC/100gPS) pour les variétés *Chetoui* et *Chemlali*, respectivement cultivées en Tunisie. Le degré de maturité ainsi que la variété et l'origine géographique des olives expliquent cet écart dans les résultats.

Les *ortho*-diphénols représentent, respectivement des taux par rapport aux polyphénols totaux évalués à 62,36%, et 23,09 %, respectivement pour les variétés *Sigoise* (Ain- defla), *Cornicabra* et *Sigoise* (Bejaia).

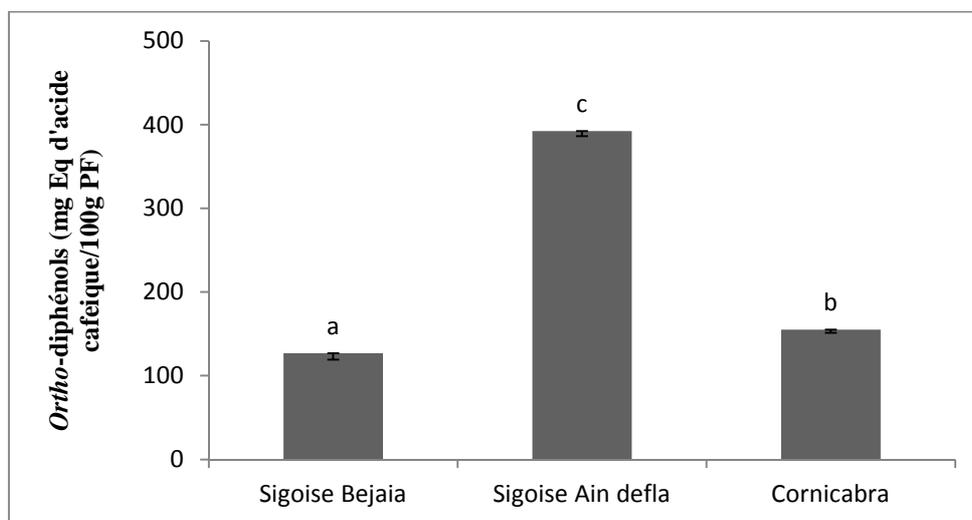


Figure 08 : Teneurs en *ortho*-diphénols des trois variétés d'olives de table.

*Les valeurs portant la même lettre ne représentent aucune différence significative ($p < 0,05$)

D'après les résultats obtenus il s'avère qu'une teneur élevée en polyphénols totaux ne reflète pas toujours une importante quantité en *ortho*-diphénols, en effet, la variété *Cornicabra* présente une teneur faible en polyphénols totaux (502,10 mg Eq AC/100g PF) comparée à celle de la variété *Sigoise* de Bejaia (548,60 mg Eq AC/100g PF) cette dernière

est plus riche en *ortho*-diphénols (155,13 mg Eq AC/100g PF) en comparaison avec *Cornicabra* (126,72 mg Eq AC/100g PF).

3-3- Les flavonoïdes :

La figure 09 illustre la teneur en flavonoïdes des variétés d'olives étudiées. *Sigoise* de Bejaia renferme la teneur la plus élevée en flavonoïdes 21,29 mg Eq de quercétine/100g de PF (73,48 mg Eq de quercétine/100g de PS) et *Cornicabra* la teneur la plus faible 10,16 mg Eq de quercétine/100g de PF (24,17 mg Eq de quercétine/100g de PS).

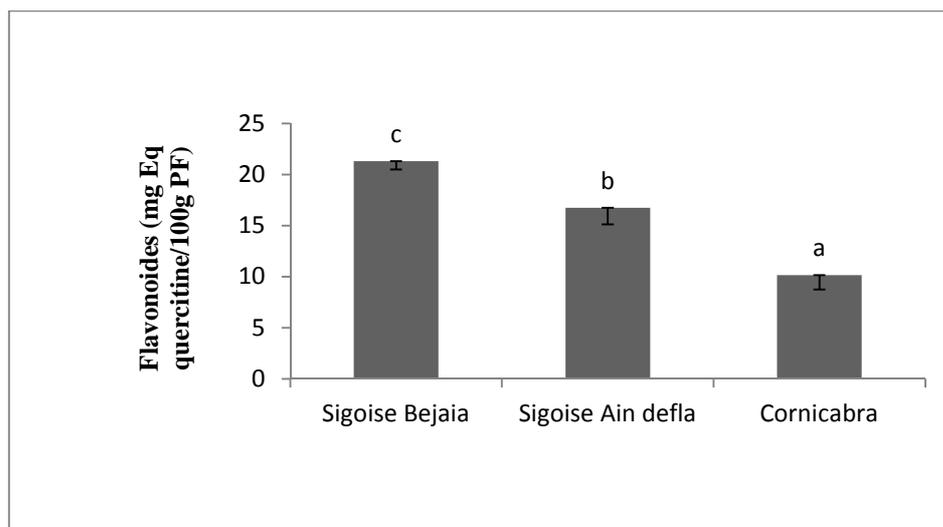


Figure 09 : Teneurs en flavonoïde des trois variétés d'olive de table.

*Les valeurs portant la même lettre ne représentent aucune différence significative ($p < 0.05$)

Les teneurs en flavonoïdes des variétés d'olives de table étudiées sont inférieures à celles rapportées par Brahmi *et al.*, (2014) pour les deux variétés *Chetoui* et *Chemlali* (222,89 mg Eq Q/100g PS et 174,32 mg Eq Q/100g PS) respectivement.

Concernant les parts des flavonoïdes et des *ortho*-diphénols par rapport aux polyphénols totaux, *Sigoise* de Ain-defla présente le pourcentage le plus faible (2,66%) en flavonoïdes et le plus élevé (62,36%) en *ortho*-phénol, par contre *Sigoise* de Bejaia représente un pourcentage plus élevé en flavonoïdes (3,88%), et plus faible en *ortho*-diphénols.

3-4- Les anthocyanes :

La figure 10 représente la teneur en anthocyanes des trois variétés d'olives étudiées.

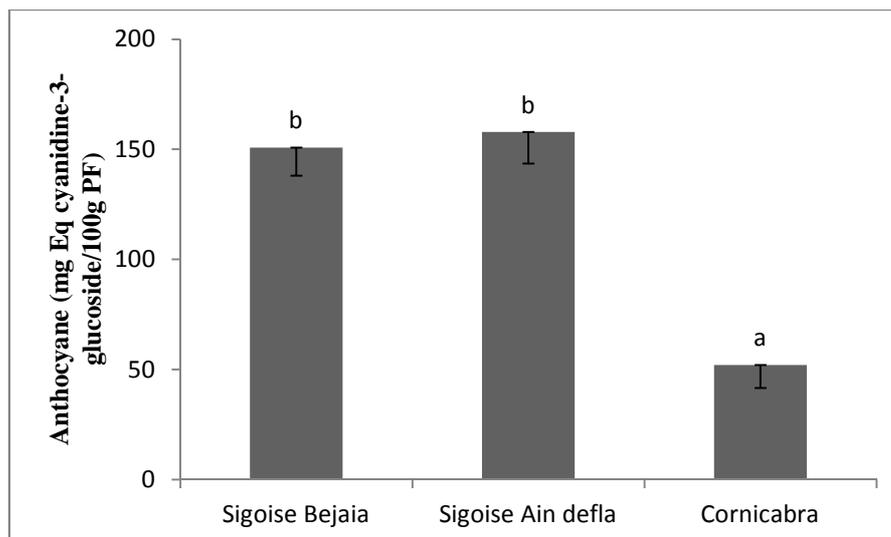


Figure 10 : Teneurs en anthocyanes des trois variétés d'olive de table.

*Les valeurs portant la même lettre ne représentent aucune différence significative ($p < 0,05$)

L'étude statistique ne révèle aucune différence significative entre la teneur en anthocyanes des variétés *Sigoise* de Bejaia et *Sigoise* de Ain-defla avec des teneurs de l'ordre 150,81 mg/100g PF, 157,89 mg/100g PF (520,57 mg/100g PS ; 551,86 mg/100g PS) respectivement, ces teneurs sont inférieures à celles rapportées par Mettouchi *et al.*, (2016) pour la variété *Sigoise* de Bejaia et *Sigoise* de Ain-defla (824,55 mg/100g PS ; 1681,23 mg/100g PS). Les conditions d'élaboration peuvent expliquer cette différence (Brescia *et al.*, 2007). Aussi, la synthèse des anthocyanes s'opère durant la maturation des fruits (Brenes, 2004), de ce fait la différence dans le stade de maturité des trois variétés peut expliquer les écarts observés dans la teneur en anthocyanes.

La variété *Cornicabra* qui renferme la teneur la plus faible en anthocyanes (52,12 mg/100g PF équivalent à 124,03 mg/100g PS) est inférieure à celle obtenue par Vinha *et al.*, (2005) (245,6 mg/100g PS) pour la même variété d'origine Portugaise, ce qui confirme encore une fois l'influence du milieu géographique sur la teneur en anthocyanes.

4- Teneurs en caroténoïdes :

Les teneurs en caroténoïdes des échantillons étudiés sont illustrées dans la figure 11.

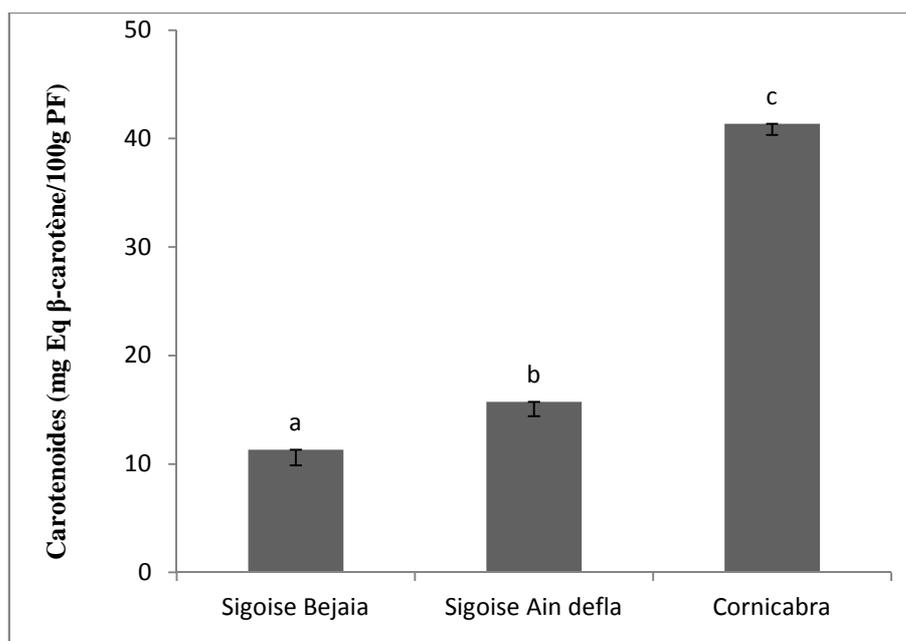


Figure 11 : Teneurs en caroténoïdes des trois variétés d'olives de table.

*Les valeurs portant la même lettre ne représentent aucune différence significative ($p < 0,05$)

Une différence significative ($p < 0,05$) est observée dans la teneur en caroténoïdes entre les trois variétés d'olives de table étudiées. Les résultats montrent que la variété *Cornicabra* présente la teneur la plus élevée en caroténoïdes (41,37 mg/100g), cette teneur représente le triple de celle de *Sigoise* de Ain-defla (15,74 mg/100g) et le quadruple de *Sigoise* de Bejaia (11,32 mg/100g).

Les teneurs en caroténoïdes des échantillons analysés sont supérieures à celles retrouvées par Saadati *et al.*, (2013) pour des variétés Irlandaises (2,84 mg/kg ; 4,64 mg/kg ; 4,71 mg/kg). Le milieu géographique et la variété influencent fortement la teneur en caroténoïdes.

La teneur en caroténoïdes est étroitement liée au stade de maturité des olives (diminue au cours de la maturation), ce qui explique l'écart des résultats entre les trois variétés (Criado *et al.*, 2007). Aussi, la durée de stockage des olives peut expliquer cette différence ; ces pigments sont les premiers à réagir contre les processus de photooxydation induits par les pigments chlorophylliens.

5-Pouvoir antioxydant :

5-1-Pouvoir réducteur :

La figure 12 illustre le pouvoir réducteur des trois échantillons de l'olive.

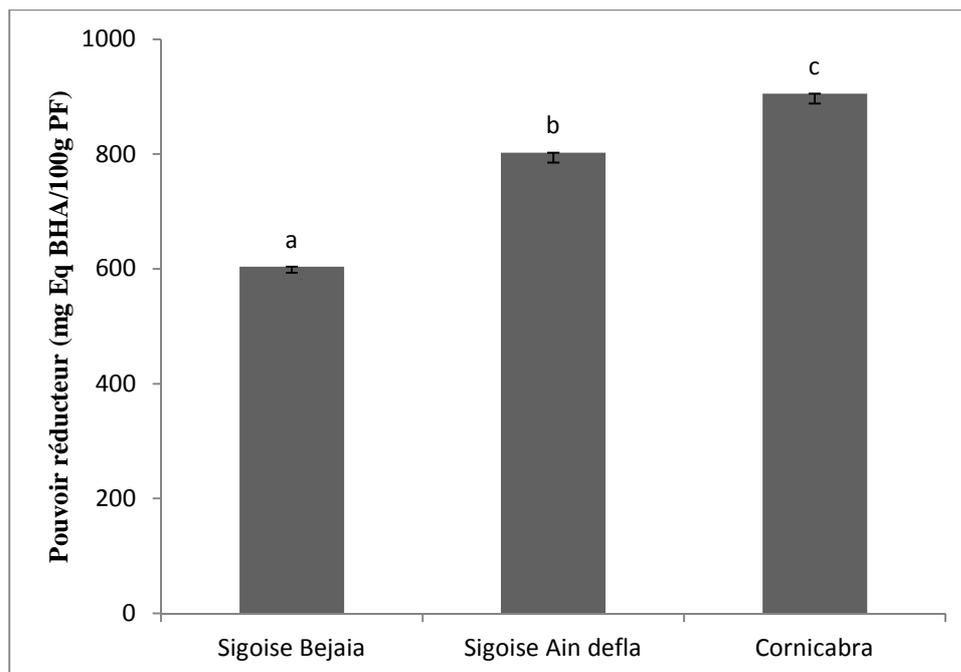


Figure 12 : Le pouvoir réducteur des trois variétés d'olive de table.

*Les valeurs portant la même lettre ne représentent aucune différence significative ($p < 0,05$)

Une différence significative ($p < 0,05$) dans le pouvoir réducteur est observée entre les trois variétés d'olives de table étudiées. La variété *Cornicabra* présente la capacité réductrice la plus élevée (905,35 mg Eq BHA/100g PF) et *Sigoise* de Bejaia est la moins performante (603,91 mg Eq BHA/100g PF).

La présence de composés réducteurs dans les extraits d'olive de table est responsable de la réduction du complexe Fe^{3+} ferricyanide en ions ferreux Fe^{2+} qui réagit comme donneurs d'électrons (Amro *et al.*, 2002 ; Aldini *et al.*, 2006).

On note l'absence de corrélation entre le pouvoir réducteur et la teneur en *ortho*-diphénols ($r=0,27$), en polyphénols totaux ($r=-0,20$), en flavonoïdes ($r=-0,96$) et en anthocyanes ($r=-0,65$) (figures 13), ces résultats témoignent du fait que le pouvoir réducteur ne dépend pas de la teneur en composés phénoliques mais de leur nature (le profil phénolique de la variété ; le nombre, la position et la disponibilité des OH) (Mc Donald *et al.*, 2001 ; Balasundram *et al.*, 2006).

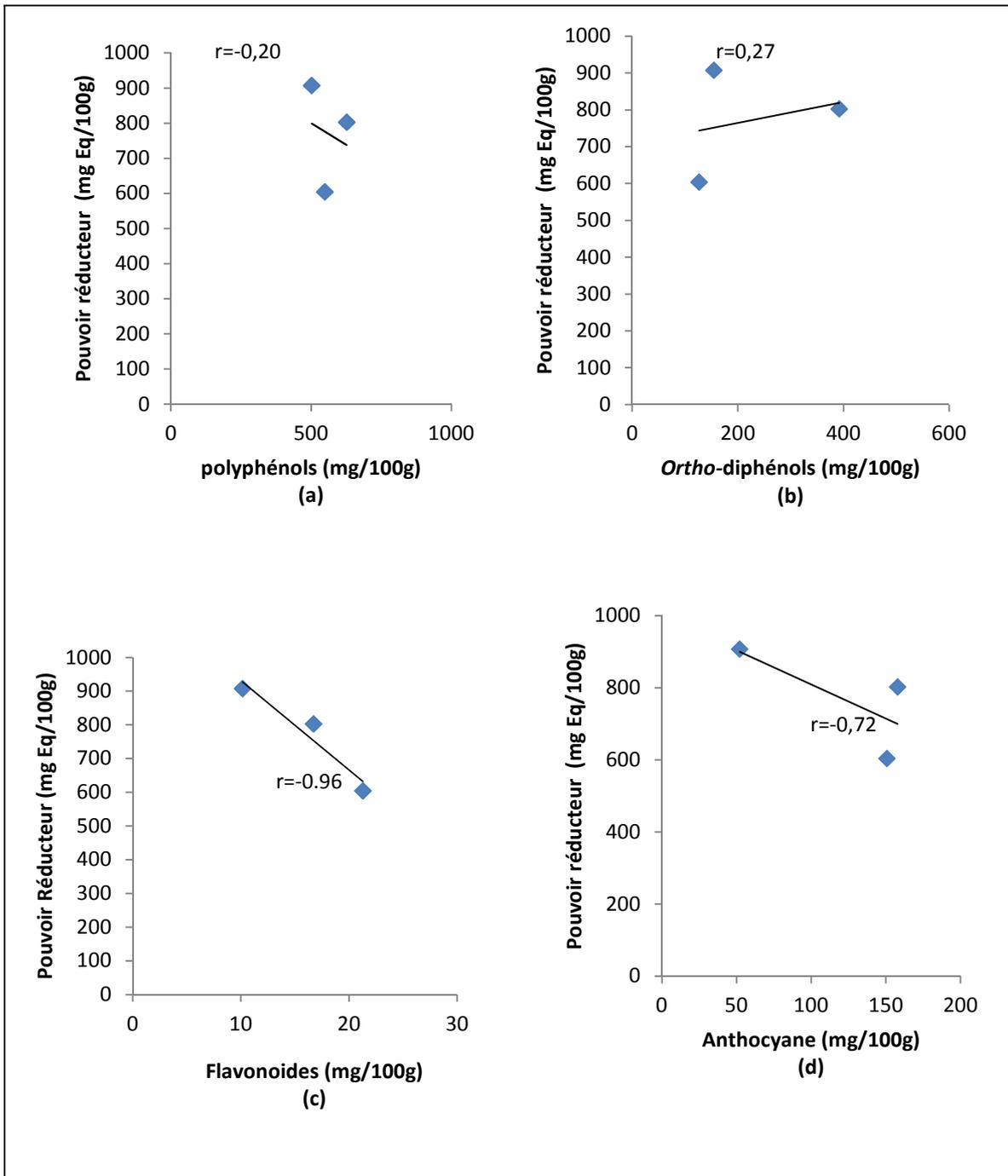


Figure 13 : Corrélation entre le pouvoir réducteur et les teneurs en polyphénols (a), *ortho*-diphénols (b), flavonoïdes (c), anthocyanes (d).

5-2-Réduction du phosphomolybdate :

Dans la figure 14 sont rapportés les résultats relatifs à la capacité des extraits d'olives étudiés à réduire les ions molybdate.

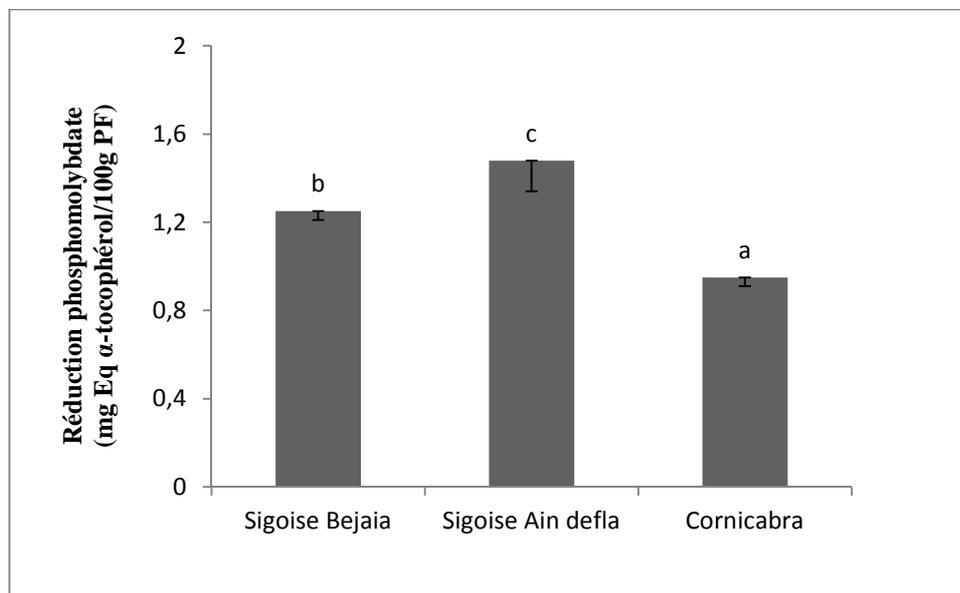


Figure 14 : Capacité réductrice des extraits sur les ions molybdate.

*Les valeurs portant la même lettre ne représentent aucune différence significative ($p < 0,05$)

L'Analyse statistique montre des différences significatives, dans la capacité réductrice des extraits, entre les trois variétés qui sont présentées dans l'ordre décroissant tel que:

Sigoise de Ain defla > *Sigoise de Bejaia* > *Cornicabra* (1,48 mg Eq/100g PF ; 1,25 mg Eq/100g PF ; 0,95 mg Eq/100g PF, respectivement).

Des corrélations significatives sont notées entre l'activité réductrice vis-à-vis du phosphomolybdate et les teneurs en composés phénoliques ($r = 0,97$), en *ortho*-diphénols ($r = 0,75$), en flavonoïdes ($r = 0,65$) et en anthocyanes ($r = 0,93$) (figure 15).

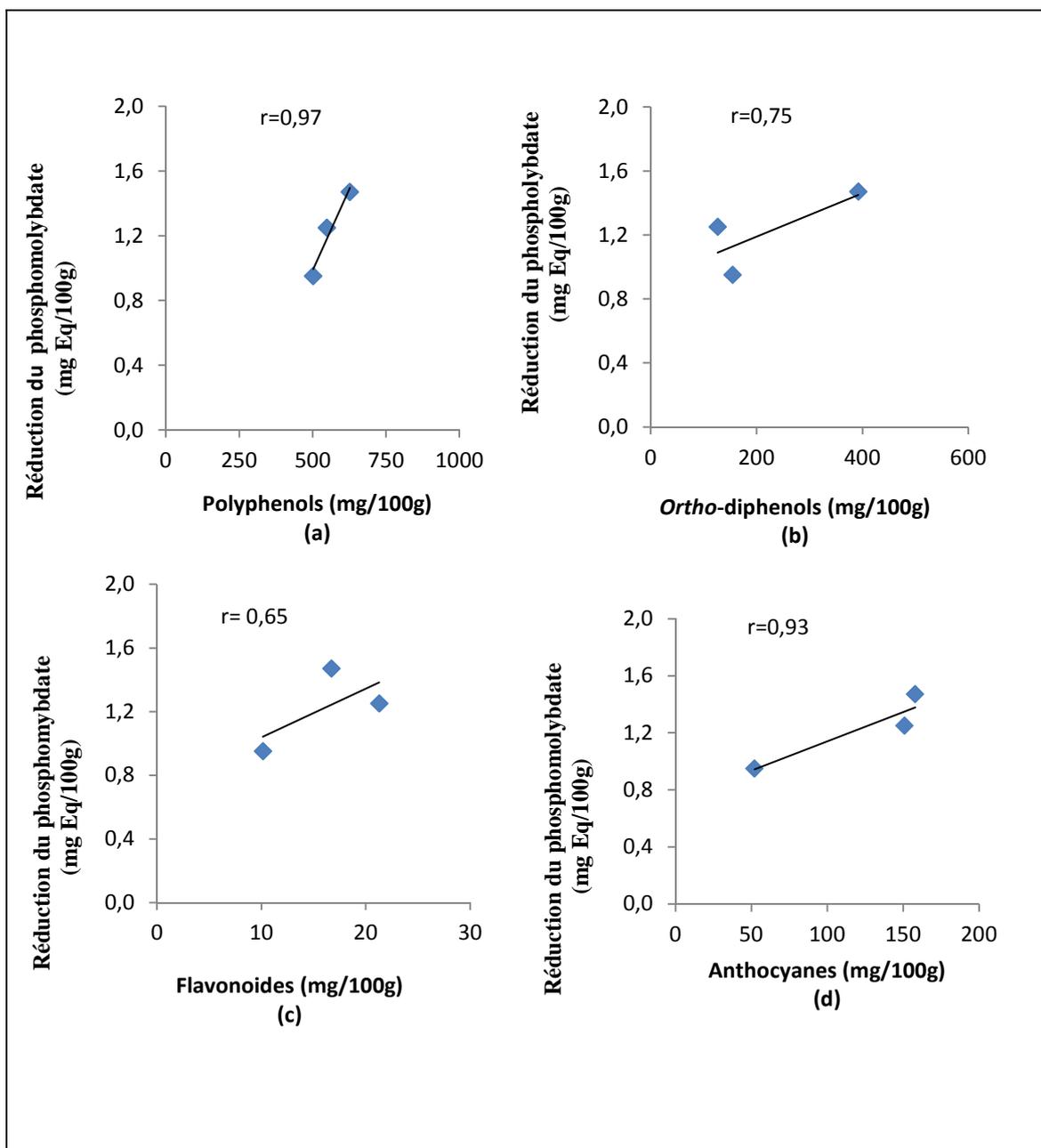


Figure 15 : Corrélation entre l'activité réductrice de phosphomolybdate et les teneurs en polyphénols (a), *ortho*-diphénols (b), flavonoïdes (c), anthocyanes (d).

5-3-Activité anti-radicalaire :

La figure 16 illustre l'activité anti-radicalaire des trois échantillons étudiés, et la figure 18 rapporte l'effet de la concentration de l'extrait sur la capacité anti-radicalaire des extraits.

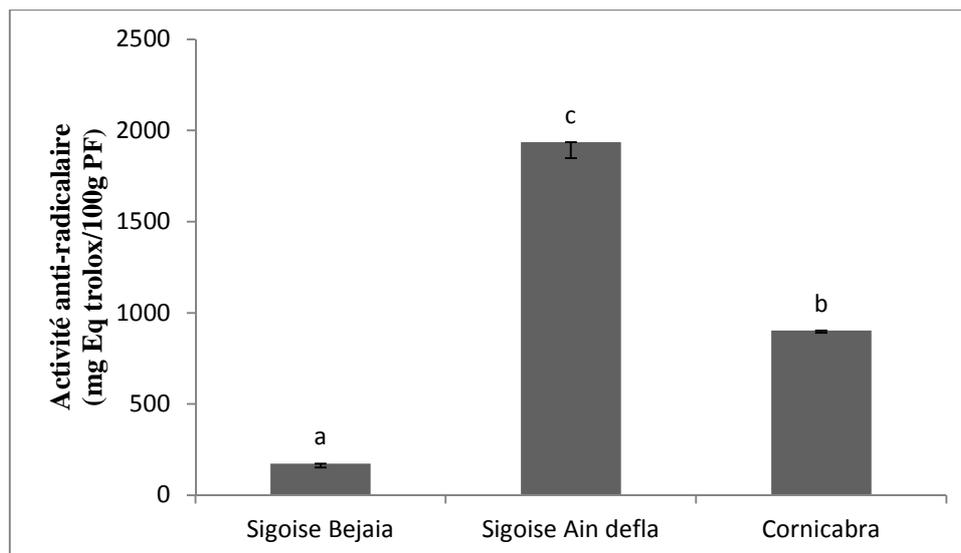


Figure 16 : Activité anti-radicalaire des trois variétés d'olive de table.

*Les valeurs portant la même lettre ne représentent aucune différence significative ($p < 0,05$)

L'étude statistique montre des différences significatives entre les trois variétés étudiées ; *Sigoise* de Ain-Defla est la plus performante, en exerçant un pouvoir anti-radicalaire estimé à 1935,82 mg Eq Trolox/100g PF avec une concentration IC_{50} de l'ordre 2,28 mg/ml, suivie de la variété *Cornicabra* 902,68 mg Eq Trolox/100g PF avec une concentration IC_{50} de 2,68 mg/ml. *Sigoise* de Bejaia est la moins performante (172,72 mg Eq Trolox/100g PF) et une IC_{50} dix fois plus élevée (22,30 mg/ml). Nos résultats sont en accord avec ceux de Cristina Popovici, (2009), qui a montré que la capacité antioxydante d'un composé est d'autant plus élevée que son IC_{50} est faible. Ces résultats démontrent l'efficacité des extraits des variétés *Cornicabra* et *Sigoise* de Ain Defla dans la neutralisation du radical DPPH en comparaison avec les résultats de boskou *et al.* (2006) sur une variété Grecque (*Thrubes crete*) pour laquelle l' IC_{50} est évaluée à plus de 300mg/ml.

Les résultats obtenus ont montré l'existence d'une corrélation significative ($r=0,69$) entre les teneurs en polyphénols totaux et l'activité anti-radicalaire des échantillons d'olives de table pour les différentes variétés étudiées. Cette activité, est fortement corrélée avec les teneurs en *ortho*-diphénols ($r=0,94$) (figure 17). Aussi, En comparant le pouvoir antiradicalaire des trois variétés aux différents dosages, il apparaît que *Cornicabra* est plus performante que *Sigoise* de Bejaia alors que les teneurs en composés phénoliques se présentent dans l'ordre opposé. Ceci s'explique par la teneur plus élevée en *ortho*-diphénols de *Cornicabra* ; confirmant ainsi les données de Lessage Messen *et al.* (2001) et Tuck *et al.* (2002), à savoir que les *O*-diphénols exercent une importante activité

antioxydante. Cependant, la nature et la structure de ces composés conditionnent cette activité (présence d'autres groupements donneurs d'hydrogène, présence de sucres...).

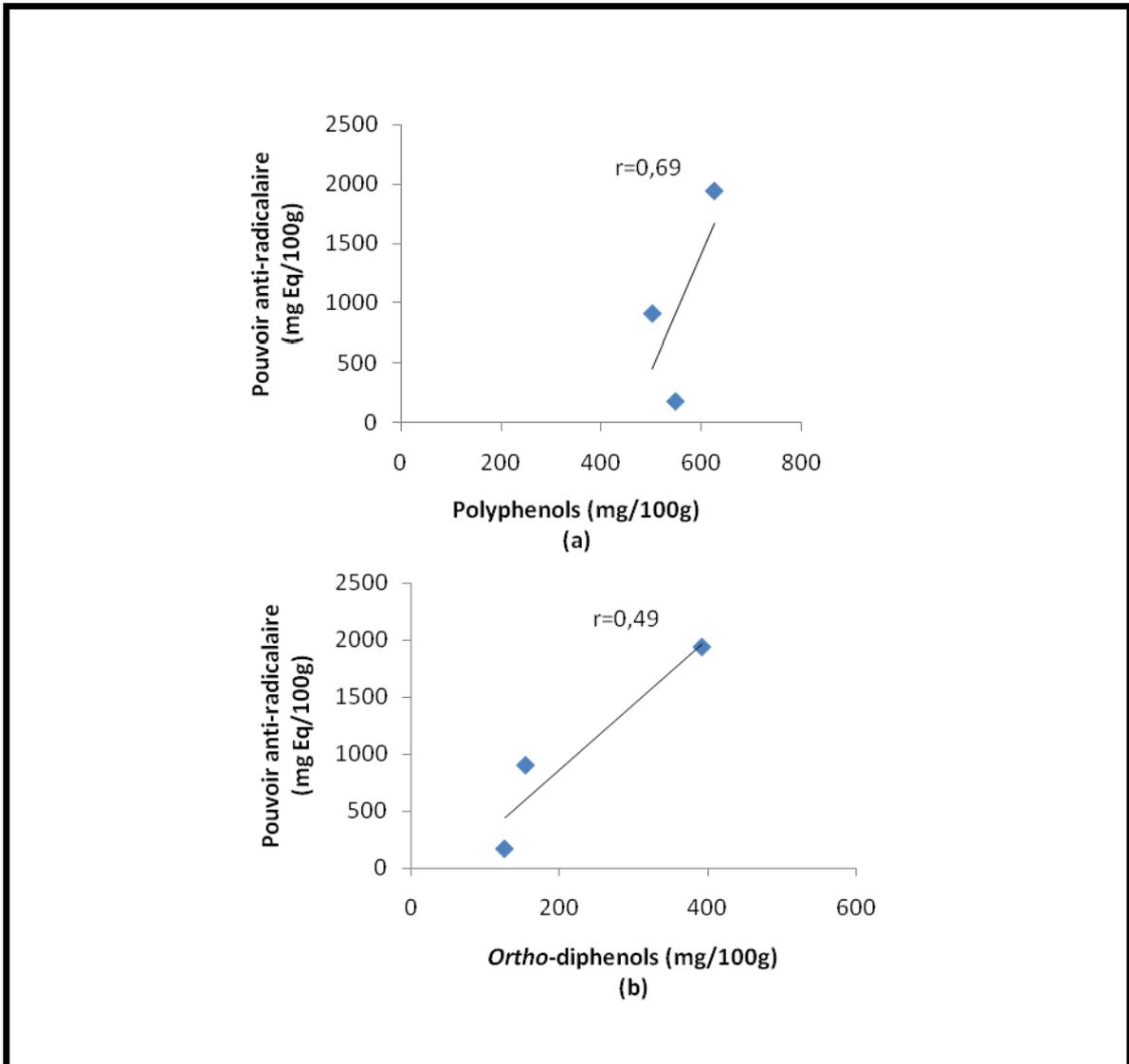


Figure 17 : Corrélation entre le pouvoir anti-radicalaire et les teneurs en polyphénols (a) et *ortho*-diphénols (b).

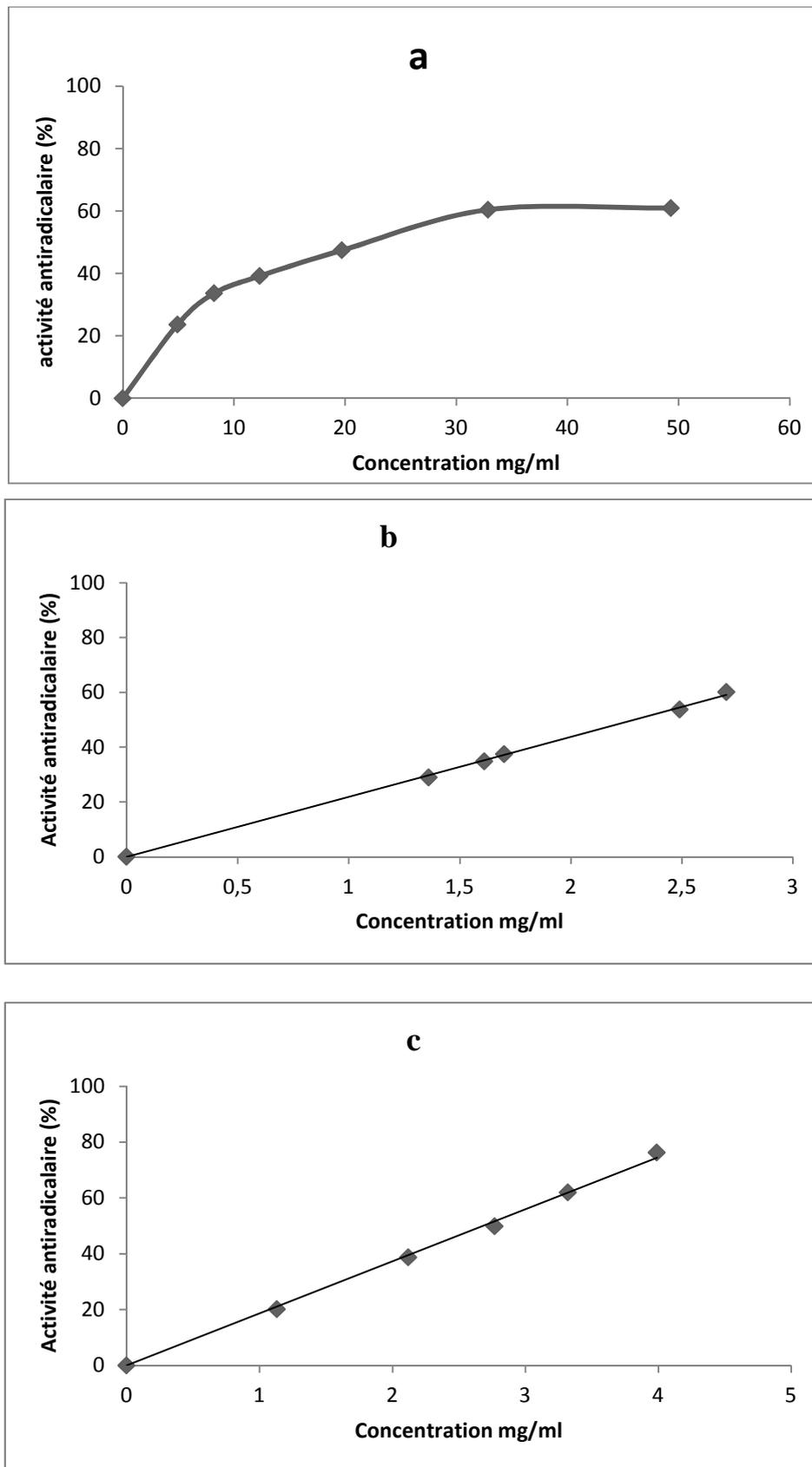


Figure 18 : Effet de la concentration des extraits d’olives de table (a) *Sigoise* de Bejaia, (b) *Sigoise* de Ain-defla (c) *Cornicabra* sur le pouvoir anti-radicalaire.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Conclusion :

L'étude réalisée a été consacrée au dosage des substances antioxydantes de trois variétés d'olives de table tournantes (de couleur violette) préparées au naturel en saumure, et d'évaluer le pouvoir antioxydant de leurs extraits en estimant le pouvoir antiradicalaire et le pouvoir réducteur.

La teneur en antioxydants est fortement dépendante de la variété, la variété *Cornicabra* est plus riche en caroténoïdes (41,37 mg Eq β -carotène/100g PF) alors que *Sigoise* de Ain Defla présente les teneurs les plus élevées en polyphénols totaux (628,80 mg Eq d'acide gallique/100g PF) , en *ortho*- diphénols (392,17 g Eq d'acide cafeique/100g PF) et en anthocyanes (157,89 mg Eq cyanidine-3-glucoside/100 g PF), *Sigoise* de Bejaia est la variété la plus riche en flavonoïdes (21,29 mg Eg quercitine/100g PF).

L'activité antioxydante des extraits est corrélée aux teneurs en différents composés phénoliques. *Sigoise* de Ain Defla est la plus performante en marquant la capacité réductrice vis-à-vis du phosphomolybdate et le pouvoir antiradicalaire les plus élevés (1,48 mg Eq α -tocophérol/100g PF ; 1935,72 mg Eq Trolox/100g PF) respectivement et les IC50 les plus faibles, et *Cornicabra* marque le pouvoir réducteur vis-à-vis du fer ferrique le plus important (905,35 mg Eq BHA/100g PF).

Les données de cette étude confirment l'intérêt de la consommation des olives de table tournantes dans la lutte contre le stress oxydant. L'objectif visé à travers ces résultats est de reconsidérer les taux de production des différents types d'olives de table, de rehausser la production des olives tournantes qui ne représentent actuellement que 5% de la production en olives de table.

Afin d'améliorer la présente étude, quelques perspectives sont proposés :

- Il serait intéressant d'élargir l'échantillonnage sur d'autres variétés Algériennes utilisées en confiserie et d'étudier les variétés avant et après élaboration.
- D'autres approches traitant l'aspect microbiologique et sensoriel peuvent être réalisées.
- Caractériser par HPLC-MS les différents antioxydants des olives de table étudiées.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

A

- Aldini G, Piccoli A, Beretta G, Morazzoni P, Riva A, Marinello C et Facino RM. (2006). Antioxydant activity of polyphénols from solid residues of c.v. *Coratina*. *Fitoterapia*.77: 121-128.
- Amro B, Aburjai T et Al-khalil S. (2002). «Antioxydative and radical scavenging affects of olive cake extract». *Fitoterapia*. 73: 456
- Argenson C et Laurent A. (2008). Les Bonnes Pratiques d'Hygiène pour l'élaboration des Olive de France. 1 ère version (Afido). Pp : 29.

B

- Balasundram N, Sundram K et Samman S. (2006). Phenolic compounds in plants and argi-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*.99: 191-203.
- Balatsouras G. (2009). Encyclopédie mondiale de l'olivier. Conseil Oléicole International. pp: 295-342.
- Bendini A, Cenetani L, carrasco-Pancorbo A, Gomez-cavacava A, Segura-carretero A et Lercker G. (2003). Phenolic Molecules in Virgin Olive Oils : a Survey of sensory properties, Health Effects, Antioxidant Activity and Analytical Methods. An Overview of the Last Decade. ISSN 1420-3049.
- Borzillo A, Iannata N, Ucelle N. (2000). Oinotiria table olive : Quality evaluation during reponing and processing by biomolecular components: European Food Reserch and Technologie.
- Boskou G, Salta FN, Chrysostomous, Myion A, Chiou A et Andrikopoulos NK. (2006). Antioxydant capacity and phenolics profile of table olives from the Greek market . *food chemistry*.94:558-564.

- Brahmi F, Mechri B, Dhibi M et Hammami M. (2014). Variation in antioxidant activity and phenolic content in different organs of two Tunisian cultivars of *Olea europaea* L. *Acta Physiologica Plantarum* .36:169–178.
- Brenes M. (2004). Olive Fermentation and Processing: Scientific and Technological Challenges. *Journal of Food Science*. 33.69(1):33-34.
- Brenes-Balbuena M, Garcia-Garcia P et Garrido Fernandez A. (1992). Phenolic compounds related to the black color formed during the processing of ripe olives. *Journal of Agricultural Food Chemistry*.40 : 1192-1196.
- Brescia MA, Pugliese T, Hardy E et Sasso A. (2007). Compositional and structural investigations of ripening of table olives. *Belle della Daunia*. By means of traditional and
- Bukhari SM, Simic, N, Latif HL, Siddiqui et Ahmad VU. (2013). Determination of antioxidant activity of *Crambe cordifolia*. *World Applied Sciences Journal* .22:1561-1565.

C

- Chammem N, Kachouri M, Mejri M, Peres C, Boudabous A et Hamdi M. (2005). Combined effect of alkali pretreatment and sodium chloride addition on the olive fermentation process. *Bioresource Technology*.96(11): 1311-1316.
- Codex Stan 66. (1981). Norme CODEX pour les olives de table. pp 1-21.
- Codex Stan 66. (1987). «Norme Codex pour les olives de table». Collaboration du Conseil Oléicole International et du Codex Alimentarius.1981 (Rev. 1-1987) : 1-21.
- Conseil Oléicole International. (2004). Elaboration des olives de table.
- Conseil Oléicole International. (2015). Marché mondial et algérien des olives de table.
- Conseil Oléicole International. (2016). Marché mondial des olives de table.
- Criado MN, Motilva MJ, Goni M et Romero MP. (2007). Comparative study of the effect of the maturation process of the olive fruit on the chlorophyll and carotenoid fractions of drupes and virgin oils from *Arbequina* and *Farga* cultivars. *Food Chemistry*.100: 748-755.

D

-Djeridane A, yousfi M, Boutassona D, Stocker P et Vidal N. (2006).Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds.Food chemistry.97:654-660.

E

-El Khalaoui M et Nouri A. (2007).Procédé d'élaboration des olives de table à base des variétés Picholine Marocaine et Dahbia.Transfert de Transfert de Technologie en Agriculture.152 : 1-4.

F

-Fendri I,Chamkha M, Bouaziz M, Labat M, Sayadis S et Abdelkafi S. (2013).Olive fermentation brine : Biotechnological potentialities and valorisation. Environmental Technology.34 : 181-193.

-Fernandez-Gutierrez A etLercker G. (2003).Phenolic Molecules in Virgin Olive Oils : a Survey of sensory properties, Health Effects, Antioxidant Activity and Analytical Methods.An Overview of the Last Decade.ISSN: 1420-3049.

-Fernandez-Orozco R, Roca M, Gandul-Rojas B et Gallardo-Guerrero L. (2011).DPPH-scavenging capacity of chloroplastic pigments and phenolic compounds of olive fruit (cv.Arquina) during ripening.Journal of Food Composition and Analysis. 24: 858-864.

-Fernando-Reyes L ,villarreal E et Zevallos LC. (2007).the increase in antioxidant capacity after wounding depends on the type of the fruit or vegetable issue .Food chemistry. 101:1254-1262.

G

-Garido S, Woidylo A et Czernerys R. (2007). Antioxidant activity and phenolic compounds in different herbs. Food Chemistry. 105: 940-949.

-Ghanbari R, Anwar F, Alkharfy KM, Gilani A et Saari N. (2012). Valuable Nutrients and functional Bio actives in Different Part of Olive (*Olea europaea* L.). A review International Journal of Molecular Sciences. 13 : 3291-3340.

-Gianni S, Marco A, Giovanni C, Gloria C, Dario G, Filippo M, Massimo R, Veronic S, et Sauro V. (2012). Simultaneous determination of squalene, α -tocophérol and β -carotène in table olives by solid phase extraction and high-performance liquid chromatography with diode array detection . Food Analytical Methods. 6: 54-60.

H

-Halliwell B, Rafter J et Jenner A. (2005). Health promotion by flavonoids, tocopherols, tocotrienols, and other phenols: direct or indirect effects? Antioxidant or not. The American Journal of Clinical Nutrition. 81:26-276.

-Hasty AH, Gruena ML, Terry ES, Surmia BK, Atkinson RD, Gaob L et Morrow JD. (2007). Effects of vitamin E on oxidative stress and atherosclerosis in an obese hyperlipidemic mouse model. Journal of Nutritional Biochemistry. 18 : 127-133.

K

-Kiai H et Hafidi A. (2014). Chemical composition changes in four green olive cultivars during spontaneous *fermentation*. *Lebensmittel-Wissenschaft-Technologie-Food Science and Technology*. 57:663-670.

L

-Lessag Messen L, Navarro D, Maunier S, Sigoillot JC, Lorquin J, Delattre M, Simon JL, Asther M et Labat M. (2001). Simple phenolic content in olive oil residue as a function of extraction systems. Food Chemistry. 75: 501-507.

-Lopez- Lopez A. (2006). valeur nutritionnel d'olive de table. In: cours international sur la technologie d'élaboration des olives de table .organisé par COI et l'institut des matières grasses (IMG) de seville Espagne .P :38-39.

-Lu Gurto S, Dugo G, Mondello L, Errante G et Russo MT. (2001). Variation in tocopherol content in Italian virgin olive oil. *Italian Journal of Food Science*. (2): 221-223.

M

-Malik NSA et Bradford JM. (2006). Changes in oleuropein levels during differentiation and development of floral buds in *Arbequina* olives. *Scientia Horticulturae*. 110: 274-278.

-Mannai. (2006). Etude des mécanismes diffusionnels lors d'une fermentation spontanée des olives de table vertes ; deux cas : olives traitées à la lessive et olives non traitées à la lessive. « Thèse doctorat en industrie agro-alimentaire ». Université de Tunisie : 26-44 ; 86-97 ; 117-118.

-Mariotto R, Nicolo GC, Concepcion MD, Baldoni L, Rubini A. (2013). Comparative transcriptional profiling analysis of olive ripe-fruit pericarp and abscission zone tissues shows expression differences and distinct patterns of transcriptional regulation. *Bio. Med. Central*. 14 : 866.

-Mc Donald S, Prenzler PD, Antholovith M et Robards K. (2001). Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts. *Food Chemistry*. 73 : 73-84.

-Mettouchi S, Bachir Bey M, Tamendjari A et Louaileche H. (2016). Antioxidant Activity of Table Olives as Influenced by Processing Method. *International Journal of Chemical and Biomolecular Science*. pp:8-14.

-Minguez Mosquera MI et Garrido Fernandez J. (1989). Chlorophyll and Carotenoid presence in olive fruit (*Olea europaea*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 37(1): 1-7.

-Molyneux P. (2004). The use of the stable free radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin. Journal of science Technology*. 26(2): 211-219.

N

-NegreSalvayre N etSalvayare R. (2005).Effet protecteur des acides gras contre le stress oxydatif: Implication en physiopathologie vasculaire. Olléagineux Corps Gras et Lipides.12 (5-6): 433-438.

O

-Owen RW, Haubner R, Mier W, Giacosa A, Hull WE, Spiegelhalder Bet Bartsch H. (2003).Isolution, structure elucidation and antioxidant potential of the major phenolic and flavonoid compounds in brined olive drupes.Food and Chemical Toxicology.41 (5): 703-717.

-Ozdemir M. (1997).Table olive fermentation.OkyanusDanismanlik. 1-9.

OzyilkanO,Colak D, Aklali Z et Basturk B. (2005). Olive: Fruit of peace against cancer. Asian Pacific Journal of Cancer Prevention. 6: 77-82.

P

-Perrin JI. (1992).Les composes mineurs et les antioxygènes naturels de l'huile d'olive.Revue Française des Corps Gras.39 (1/2) : 25-31.

-Piga A, Del caroA , Pinna I etAgabbio M . (2005).Anthocyanin and colourivolution in naturally black table olives during anaerobic processing.LWT.38:425-429.

-Popovici C. (2009).Phenolic Components and Antioxidant Activity of Wood Extractsfrom 10 Main Spanish Olive Cultivars. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 63 : 6493–6500.

R

-Ryan D,Antholovich M, Prenzler PD, Robard K etLavee S. (2002).Biotransformation of phenolic compounds in Oleaeuropaea L. ScientiaHorticulturae.92 : 147-176.

-Ryan D,Robards K et Levee S. (1999).Changes in phenolic content of olives during maturation.International Journal of Food Science and Technology.37 :523-526.

S

-Saadati S, Moallemia N, Mortazavia SMH, Seyyednejad SM. (2013).Effects of zinc and boron foliar application on soluble carbohydrate and oil contents of three olive cultivars during fruit ripening Scientia Horticulturae. 164:30–34.

-Sakouhi F, Harrabi S, Absalon C, Sbei K, Boukhchina S et Kallel H. (2008). α -tocopherol and fatty acids contents of some Tunisian table olives (*Olea europaea* L.): changes in their composition during ripening and processing.doi:10.1016.Journal of Food Chemistry.2007.11.043.

-Sanchez AH, Castro A, Rejano L et Montan OA. (2000).Comparative study on chemical changes in olive juice and during green olive fermentation.Journal of Agricultural and Food Chemistry.48: 5975-5980.

-Siddiq M, Ahmet J, Gloria Lobo-M et Ozadali F. (2012). Tropical and sub tropical fruits :postharvest, physiology, processing and packaging. Edition John Wiley & Sons. Inc. ISBN 978-08138-1142-0. pp. 37-503.

-Son S et Lewis BA. (2002).Free radical scavenging and antioxidative activity of caffeic acid amide and ester analogues: Structure-activity relationship. Journal of Agricultural and Food Chemistry.50: 468-472.

-Sousa A, Ferreira LCFR, Calhelha R, Andrade PB, Valentao P, Seabra R, Estevinho L, Bento A et Pereira JA. (2006).Phenolics and antimicrobial activity of traditional stoned table olives aleparra.Bioorganic and Medicinal Chemistry.14: 8533-8538.

T

-Therios I. (2009). Olives. School of Agriculture Aristotle University Thessoloniki.Greece. pp : 26-27.

-Tovar J, Romo P, Girona J et Motilva MJ. (2002).L-phenylalanine ammonia-lyase activity and concentration of phenolics in developing olives *Olea Europeal.cvArbequina* fruit grown under different irrigation regimes.Journal of the science of Food and Agriculture . 82;892-898.

-Tuck KL et Hayball PJ. (2002).Major phenolic compounds in olive oil: Metabolism and health effects.Journal of Nutritional Biochemistry.13:636-644.

U

-Ucella N. (2001). Olive biophenols:Nouvel ethnic and technological approach. Trends in Food Science and Technology. 11: 328-339.

V

-Vinha AF, Ferreres F, Silva BM, Valentao P, Goncalves A, Pereira JA, Oliveira MB,Seabra RM et Andrade PB. (2005).Phenolic profiles of Portuguese olive fruits (*Olea europaea*L.): Influences of cultivar and geographical origin.Food chemistry.89:561-568.

-Visioli F et Galli C. (1998).Olive oil phenols and their potential effects on human health.Journal of Agricultural and Food Chemistry.46: 4292-4296.

Y

-Yousfi K,Cayuela JA et Garcia JM. (2009).Effect of Temperature, Modified Atmosphere and Ethylene during Olive Storage on Quality and Bitterness Level of the Oil.Journal of the American Oil Chemists'Society .86: 291-296.

Z

-Zhan Y, Hong-Dong C etYao YJ. (2006). Antioxidant activities of aqueous extract from cultivated fruit-bodies of *Cordycepsmilitaris* (L.) Link in vitro. Journal of Integrative Plant Biology.48(11): 1365-1370.

ANNEXES

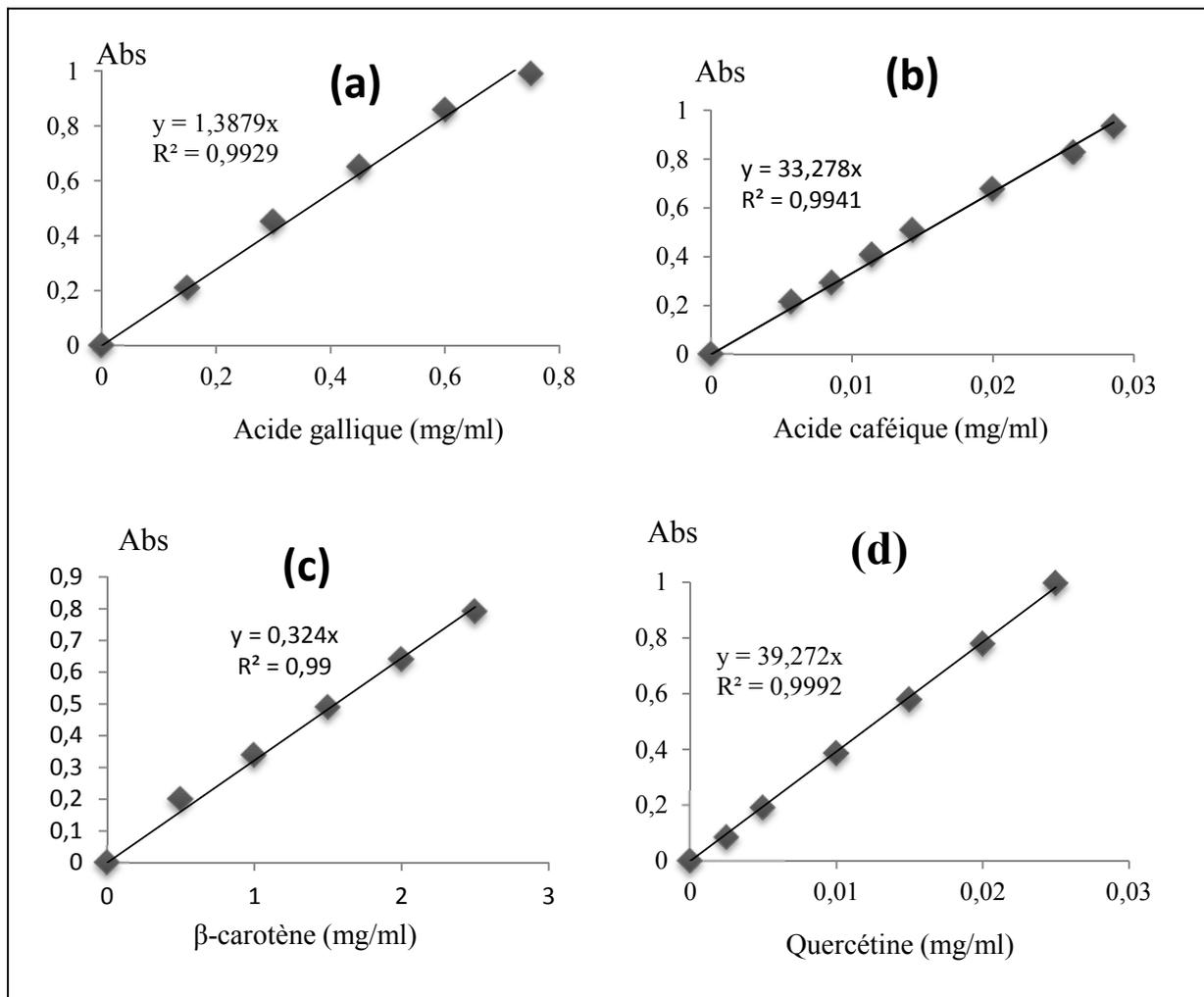


Figure 1 : Courbe d'étalonnage pour le dosage des polyphénols (a), des *ortho*-diphénols (b), caroténoïdes (c), des flavonoïdes (d).

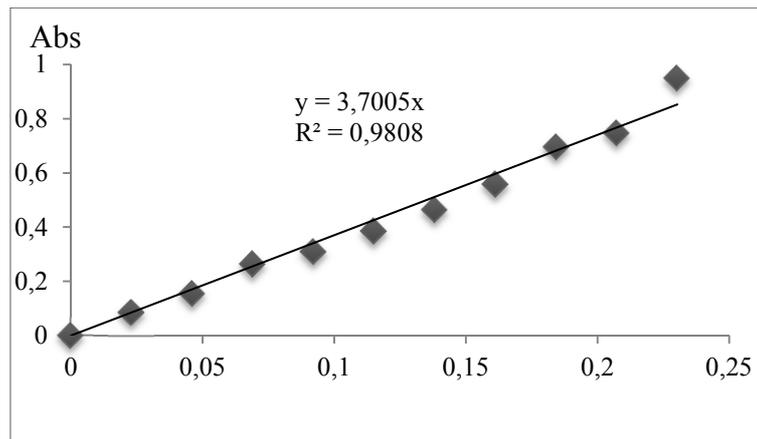


Figure 2 : Courbe d'équivalence de la capacité réductrice de pouvoir réducteur (Eq BHA)

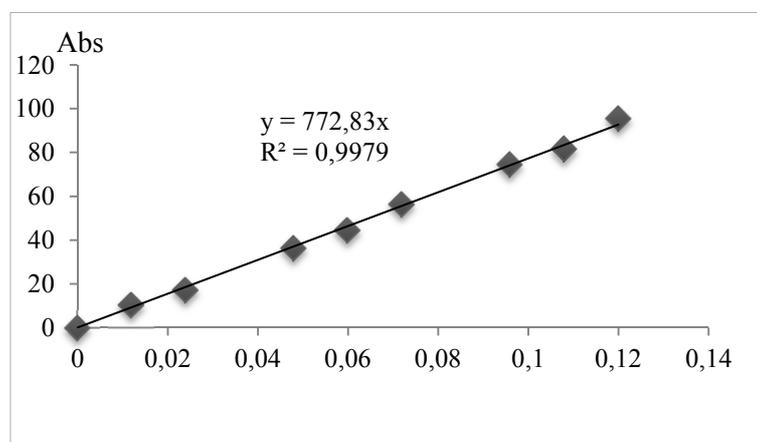


Figure 3 : Courbe d'équivalence de l'activité réductrice sur le phosphomolybdate (α - tocophérols)

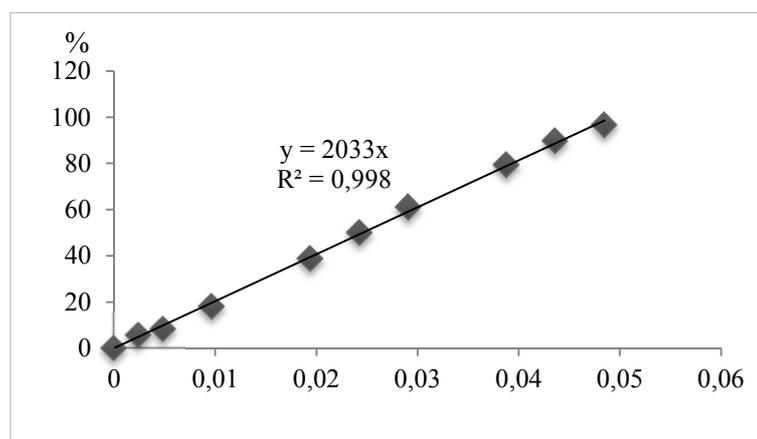


Figure 4 : Courbe d'équivalence de l'activité Scavenger du radical DPPH^o en Trolox.

Résumé

L'étude réalisée a pour objectif de déterminer les teneurs en substances antioxydantes de trois variétés d'olives de table (*Sigoise* de Ain- Defla, *Sigoise* de Bejaia et *Cornicabra*) au stade de maturité tournant, préparées naturellement en saumure et d'évaluer leur pouvoir antioxydant. Les teneurs en antioxydants varient fortement entre les variétés ; *Cornicabra* est la plus riche en caroténoïdes (41,37 mg Eq β -carotène/100g PF) et *Sigoise* de Ain Defla renferme les teneurs les plus importantes en polyphénols totaux et en *ortho*-diphénols (628,80 mg Eq AG/100g et 392,17 mg Eq AC/100g, respectivement). *Sigoise* de Bejaia est, par contre, la plus riche en flavonoïdes (21,28 mg Eq Quercitine/100g). Le pouvoir antioxydant des extraits hydro-méthanoliques est corrélé avec les teneurs en différents composés phénolique ; *Sigoise* de Ain Defla est la plus performante en termes de capacité antiradicalaire et de réduction des ions molybdates, montrant des valeurs IC₅₀ très faibles (2,28 mg/ml). *Cornicabra* exerce le pouvoir réducteur vis-à-vis du fer ferrique le plus élevé.

Mots clés : olive de table, stade tournant, Elaboration en saumure, composés phénoliques, caroténoïdes, Activité antioxydante.

Summary

This study aimed to the determination of the antioxidant substances in three varieties of table olives (*Sigoise* of Ain Defla, *Sigoise* of Bejaia and *Cornicabra*) in turning ripening, prepared naturally in brine, and to the investigation of their antioxidant potential. The Antioxidants content differ strongly between the three varieties. Cornicabra is contain highest amounts of carotenoids (41,37 mg Eq β -caroten/100g PF) and *Sigoise* of Ain Defla contain the highest ones in phenolic compounds and *ortho*-diphenols (628,80 mg Eq AG/100g et 392,17 mg Eq AC/100g, respectively). Flavonoids are present in high amounts in *Sigoise* of Bejaia (21,28 mg Eq Quercitine/100g). Antioxidant activities of methanolic extracts are correlated with the phenolic content. *Sigoise* of Ain Defla exert the best reducing power against phosphomolybdate and the best antiradical activity. The extract of this variety is very efficient in scavenging the DPPH radical with a low effective concentration (2, 28 mg/ml).

Key words: Table olives, turning ripening stage, olives naturally in brine, phenolic compounds, carotenoids, antioxidant activity.