

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane Mira de Bejaia
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.
Département des Sciences Alimentaires

Mémoire

Présenté par :
M^{me} BEDER-BELKHIRI Wassila

En vue de l'obtention du diplôme de magister en Sciences Alimentaires
Option : *Contrôle de Qualité, Certification*
et Méthodes de Validation

Thème

**Evaluation de l'activité antioxydante
de quelques variétés de figues sèches
de la région de Bejaia**

Devant le jury :

Président :	M ^r M. IGUER-OUADA	M. Conférences U.A.M.B
Rapporteur :	M ^{elle} H. LOUAILECHE	Professeur U.A.M.B
Examineurs :	M ^{me} A. ZEBBOUDJ	M. Conférences U.A.M.B
	M ^r M. BERKANI	M. Conférences U.A.M.B

Année universitaire : 2008/2009

Remerciements

En premier lieu, je remercie allah le tout puissant.

Mes vifs remerciements son destinés à ma promotrice Professeur H.LOUAILECHE pour m'avoir accueilli au sein du laboratoire de « Biochimie Alimentaire », d'avoir mis à ma disposition tout le nécessaire pour le bon déroulement de la partie expérimentale. Merci également, Madame, pour vos précieux conseils, vos qualités humaines et surtout votre présence.

Mes remerciements vont à Mr le Docteur M. IGUER-OUADA pour l'honneur qu'il nous fait de présider le jury et d'évaluer ce travail.

Je remercie M^{me} le Docteur A. ZEBBOUDJ et Mr le Docteur M. BERKANI pour l'honneur qu'ils nous font d'examiner le mémoire.

Je remercie toute l'équipe du laboratoire du Biochimie Alimentaire : Mr Bachir Bey M., M^{elle} Mindjou S., M^{me} Guemghar H., Melles Benmeddour Z., Mouhoubi Z., Mme Maouche N., Mr Ouchemoukh S., avec qui j'ai beaucoup appris et par qui, j'ai été encouragée.

Mes remerciements vont aussi à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

*J*e dédie ce mémoire A :

*L*a mémoire de mes très chers grands parents.

*L*a personne qui m'a ait d'un soutien et d'encouragements continus et incontestables, d'une présence inuit, d'une aide précieuse pour la réalisation de ce travail, mon très cher époux Karim

*M*on adorable fils Islem.

*M*es parents, les personnes les plus chères à mes yeux, pour m'avoir donnés une éducation exemplaire, pour leur amour, leur tendresse, pour leur accompagnement dans tout mon parcours.

*M*es très chères sœurs Amel, Yasmina, Safia et son mari Mourad.

*M*es tantes Mima, Yamina et leur mari.

*M*es oncles Salim et sa femme Nadjett., Abdeslam.

*M*a nièce adorée Naycem.

*M*es cousins et cousines Abdelkrim, Ahmed, Massil, Faiza, Léna, Zohra, Maya et l'adorable petite Camille.

*M*a belle famille, mes belles sœurs et leurs maris, mes beaux frères et leurs femmes, ainsi que tous leurs enfants.

*T*oute mes amies sans exception, surtout Souhila, Sonia, Farida, Amel et son fiancé, Lamia et son mari.

Liste des figures

Liste des figures

N°	Titre	Page
1	Section longitudinale d'une figue montrant la localisation des fleurs males et fleurs femelles, ainsi que la voie de sortie (flèche blanche à base ramifiée) des femelles fécondées de <i>Blastophaga psenes</i> , chargées de pollen	4
2	Structure de quelques caroténoïdes	11
3	Structure des sous classes majeures des flavonoïdes	15
4	Structure des anthocyanidines	16
5	Structure des tanins	18
6	Structure de base des flavonoïdes avec leurs sites de piégeage des radicaux libres	20
7	Teneur en eau des figues	28
8	Teneur en caroténoïdes des figues	29
9	Teneur en composés phénoliques des figues sèches	30
10	Teneur en flavonoïdes des extraits de figues	31
11	Corrélation entre les teneurs en polyphénols et en flavonoides	32
12	Teneur en flavonols des extraits de figues	33
13	Corrélation entre les teneurs en flavonoides et en flavonols	33
14	Teneur en <i>Ortho</i> -diphénols des extraits de figues	34
15	Correlation entre les teneurs en polphénols totaux et <i>O</i> -diphénols	35
16	Teneur en tanins des extraits de figues sèches	36
17	Teneur en anthocyanines des extraits de figues	37
18	Pouvoir réducteur des figues	40
19	Activité antiradicalaire en (%) des figues	42
20	Corrélation entre l'activité antiradicalaire et le pouvoir réducteur des extraits de figues	42
21	Inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique par les extraits des figues	44

Liste des figures

Suite :

Figure	Titre	Page
22	Corrélation entre le pouvoir réducteur et les teneurs en composés phénoliques (a), <i>O</i> -diphénols (b), flavonoides (c), tanins (d) et flavonols (e)	46
23	Corrélation entre l'activité antiradicalaire et les teneurs en composés phénoliques (a), <i>O</i> -diphénols (b), flavonoides (c), tanins (d) et flavonols (e)	47
24	Corrélation entre l'inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique et les teneurs en composés phénoliques (a), <i>O</i> -diphénols (b), flavonoides (c), tanins (d) et flavonols (e)	48

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
I	Composition et valeur nutritive de la figue fraiche et sèche	6
II	Composition en éléments minéraux de la figue fraiche et sèche	6
III	Composition en vitamines de la figue fraiche et sèche	7
IV	Les 20 plus importants pays producteurs de figues pour l'année 2007	8
V	Principales villes de production de figues sèches en Algérie	9
VI	Caractéristiques des variétés de figues	23

Sommaire

Introduction	1
Synthèse bibliographique	
I. Le figuier	3
I.1. Classification et description	3
I.2. Caractéristiques botaniques	3
II. La figue	3
II.1. Définition	4
II.2. Elaboration de la figue sèche	5
II.3. Composition chimique	5
II.4. La figue dans le monde et en Algérie	7
II.5. Intérêts nutritionnels et thérapeutiques de la figue	9
III. Les antioxydants de la figue	10
III.1. Les caroténoïdes	10
III.2. Les composés phénoliques	12
III.2.1. Les flavonoïdes, les flavonols et les flavanols	13
III.2.2. Les ortho-diphénols	14
III.2.3. Les anthocyanines	16
III.2.4. Les tanins	17
III.2.4.1. Les tanins condensés (proanthocyanidines)	17
III.2.4.2. Les tanins hydrolysables	17
IV. Les radicaux libres et le stress oxydant	18
IV.1. Les radicaux libres	18
IV.2. Le stress oxydant	19
V. Activité antioxydante	20
V.1. Piégeage des radicaux libres	20
V.2. Chélation des ions métalliques	21
V.3. Inhibition d'enzymes	21

Matériel et méthodes

I. Echantillonnage.....	22
II. Humidité	22
III. Dosage des antioxydants	24
III.1. Les caroténoïdes	24
III.2. Les composés phénoliques	24
III.2.1. Préparation des extraits	24
III.2.2. Les composés phénoliques totaux	24
III.2.3. Les flavonoïdes et les flavonols	24
III.2.4. Les ortho-diphénols.....	25
III.2.5. Les tannins condensés	25
III.2.6. Les anthocyanines	25
IV. Activité antioxydante	26
IV.1. Pouvoir réducteur.....	26
IV.2. Activité antiradicalaire	26
IV.3. Inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique.....	27
V. Analyse statistique	27

Résultats et discussion

I. Teneur en eau	28
II. Les antioxydants	29
II.1. Les caroténoïdes.....	29
II.2. Les polyphénols totaux	30
II.3. Les flavonoïdes et les flavonols.....	31
II.4. Les ortho-diphénols	34
II.5. Les tanins condensés.....	35
II.6. Les anthocyanines	36
III. Activité antioxydante.....	39
III.1. Pouvoir réducteur	39
III.2. Activité antiradicalaire	40
III.3. Inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique	43
IV. Relation entre l'activité antioxydante et les teneurs en antioxydants	44
Conclusion.....	49

Introduction

Introduction

A l'heure actuelle, les preuves scientifiques ne cessent d'affirmer qu'une augmentation de la consommation des fruits et légumes est un bon moyen de prévention de plusieurs maladies neuro-dégénératives (maladies d'Alzheimer, de Parkinson,..), des maladies respiratoires (asthme, mucoviscidose, ...) (Roussel et Ferry, 2002 ; Berger, 2005), résultant d'un phénomène appelé « stress oxydant. Ce phénomène est défini comme étant une perturbation de l'équilibre endogène entre les radicaux libres et les antioxydants, suite à un déficit en antioxydants ou à une surproduction de radicaux libres. Il entraîne des altérations de multiples molécules biologiques dont les acides gras, les protéines, l'ADN et les glucides (Pincemail *et al.*, 2002).

La capacité des différents fruits et légumes à neutraliser les radicaux libres et à restaurer l'équilibre oxydatif *in vivo* est imputé à leur richesse en polyphénols, antioxydants naturels aux forts potentiels antioxydants et cytoprotecteurs (Bouayed *et al.*, 2008).

Plusieurs études prospectives et épidémiologiques ont révélé une diminution du risque de carcinogenèse et de maladies coronariennes chez les populations des régions méditerranéennes. Cette protection est reliée au régime alimentaire de ces régions (Artemis et Simopoulos, 1995). L'olive, la tomate et notamment la figue sont les fruits les plus abondants de la diète méditerranéenne.

La figue est le fruit du figuier « *Ficus carica* » cité dans la « Sourate Attine » du coran. Ce fruit est originaire du Moyen Orient et naturalisé dans plusieurs régions, surtout celles du bassin méditerranéen.

La production mondiale de la figue est estimée à des millions de tonnes ; la **Turkie** est le premier pays producteur avec plus de 200.000 tonnes. L'Algérie vient en quatrième position après **la Turquie**, l'Egypte et l'Iran (FAO, 2007). Pour la campagne figuicole 2007/2008, l'Algérie compte une production estimée à 638.830 quintaux de figes dont 36.530 quintaux de figes sèches.

La wilaya de Bejaia compte à elle seule plus d'un million de figuiers, avec une production estimée à 124.930 quintaux dont 19.234 quintaux de figues sèches, pour la campagne figuicole 2007/2008.

En raison de la production et de la consommation importantes de la figue, et vu que peu de travaux sont réalisés sur ce fruit, la présente étude a pour objectif de caractériser l'activité anti-oxydante de quelques variétés locales.

La première partie de notre travail est consacrée à une synthèse bibliographique, décrivant la figue, l'élaboration de la figue sèche ainsi que sa composition chimique.

La deuxième partie comporte une estimation des apports en quelques anti-oxydants (caroténoïdes, polyphénols, *ortho*-diphénols, flavonoïdes, flavonols, anthocyanines et tanins condensés) et l'évaluation *in vitro*, de l'activité antioxydante de six variétés de figues sèches cultivées à Bejaia.

Revue
Bibliographique

I. Le figuier

I.1. Classification et description

Le figuier appartient au règne *Plantae*, genre *Ficus*, de la famille *Moraceae* comportant près de 750 espèces (Westerkamp et Gottsberger, 2000). C'est un arbuste de 2-5 mètres, odorant, à suc laiteux. Les feuilles sont caduques, rugueuses, palmatilobées en cœurs, divisées en 3 à 7 lobes. Les fleurs sont regroupées en inflorescences particulières appelées sycones, qui donnent le fruit (Bayer *et al.*, 2005).

Le figuier, nommé *Ficus carica*, qui signifie verrue pour *Ficus* et *carica* fait allusion à une région en Turquie. Cette espèce a été cultivée par les Phéniciens, les Syriens, les Egyptiens et par les Grecs dans le bassin méditerranéen. Il se caractérise par un bon développement dans des zones à faible hygrométrie, fort ensoleillement et aux étés chauds et secs, ainsi que par son adaptation à une large gamme de sols (Oukabli, 2003). Les températures comprises entre 32 et 37°C sont très favorables au développement et à la maturité des fruits (Walali *et al.*, 2003).

I.2. Caractéristiques botaniques

Le figuier est un arbre dioïque de formes male (caprifiguier) et femelle (figuier commun) qui supporte deux à trois cycles de fruits par an.

Le caprifiguier abrite l'insecte pollinisateur, *Blastophaga psenes*, sous forme de larve dans les ovaires des fleurs femelles et assure la production du pollen (Valizadeh *et al.*, 1987 ; Hossaert-McKey *et al.*, 1993). Le figuier commun ne produit que des graines ; ses fleurs mâles sont stériles (Khadari *et al.*, 1994).

II. La figue

La figue est un fruit très anciennement connu dans le monde. Elle est commercialisée sous forme de figue fraîche ou de figue sèche. Les figues sèches nécessitent une teneur en glucides élevée qui ne peut être obtenue que par pollinisation, alors que les figues fraîches sont produites, en majeure partie par des variétés parthénocarpiques ne nécessitant pas de pollinisation (Westerkamp et Gottsberger, 2000 ; Lev-Yadun *et al.*, 2006).

II.1.Définition

Selon Pesson et Louveaux (1984), la figue est un fruit charnu, en forme d'urne dont l'ouverture ou ostiole est hermétiquement fermée par des bractées qui ne s'écartent qu'à maturité. Intérieurement, la figue est tapissée de plusieurs centaines, parfois de plusieurs milliers de fleurs dont une grande majorité de fleurs femelles (figure 1).

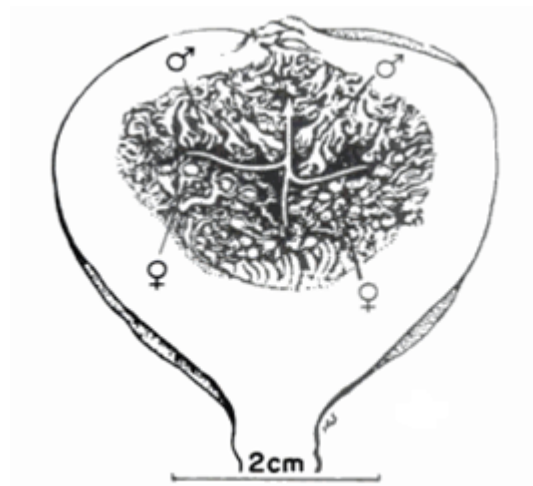


Figure 1 : Section longitudinale d'une figue montrant la localisation des fleurs mâles et fleurs femelles, ainsi que la voie de sortie (flèche blanche à base ramifiée) des femelles fécondées de *Blastophaga psenes*, chargées de pollen (Pesson et Louveaux, 1984).

L'identification est basée sur les caractères morphologiques, utilisant comme critères, la taille, la forme du fruit et de la feuille, la couleur de l'épiderme, etc. Néanmoins, ces caractères sont souvent influencées par les conditions du milieu (climat, composition du sol) (Khadari *et al.*, 1994 ; Chessa et Nieddu, 2005).

Les figues sont divisées en deux catégories :

- Les figues blanches, qui se caractérisent par un épiderme vert ou vert jaune, et une pulpe rouge assez sucrée.
- Les figues colorées (noires) qui se caractérisent par un épiderme rouge-violet, rouge-brun ou noir et une chair plus ou moins foncée (Khadari *et al.*, 1994).

II.2. Elaboration de la figue sèche

Le principe de base du séchage des fruits est de réduire le taux d'humidité au point où les microorganismes sont incapables de se développer et de provoquer une altération.

Les figues peuvent être sécher artificiellement dans des séchoirs ou au soleil au moyen de l'énergie solaire. Dans les séchoirs artificiels, les figues sèchent plus rapidement et les produits obtenus sont plus hygiéniques et moins endommagés par les insectes et les animaux nuisibles (Bassey, 1989 ; Babalis et Belessiotis, 2004). Le séchage au soleil est plus rentable (Abene *et al.*, 2005) et écologique mais toutefois peut avoir pour conséquence l'augmentation de la probabilité de la contamination par les aflatoxines (Doymaz, 2005).

La qualité de la figue sèche est étroitement liée à l'état de maturité des fruits. La couleur et la fermeté du fruit étant les critères généralement utilisés pour déterminer la date optimale de récolte. Les figues destinées au séchage doivent être cueillies très mures et récoltées par temps sec. Chaque variété doit être cueillie séparément selon ses aptitudes à la dessiccation.

La figue parfaitement mûre se flétrit, son port n'est plus érigé, la peau est légèrement craquelée ; le pédoncule d'abord turgescent et blanc laiteux, devient sec et translucide. La figue se détache facilement avec son pédoncule, contrairement à une figue insuffisamment mure. Cet état de maturité avancé, est impératif pour l'obtention des figues sèches de bonne qualité (Ouaouich et Chimi, 2005).

II.3. Composition chimique

La figue est un fruit riche en glucides et pauvre en protéines. En dépit de la quantité négligeable en lipides, ces derniers jouent un rôle fondamental dans les propriétés organoleptiques, ainsi que sur la valeur nutritionnelle et biologique du fruit (Kolesnik *et al.*, 1987). La composition moyenne de la figue est illustrée dans le tableau I. Par ailleurs, la figue est très riche en minéraux ; elle présente des teneurs très appréciables en calcium, et magnésium. C'est aussi une très bonne source d'oligo-

éléments dont le fer (tableau II). Elle assure également un apport non négligeable en vitamines (tableau III).

Selon Vinson (1999), une fois séchée, la figue devient un aliment concentré et énergétique. L'étude de sa composition montre une très grande richesse en glucides (tableau I). Elle fournit plus de fibres que la plupart des autres fruits habituellement consommés et permet de couvrir 20% du besoin quotidien conseillé.

Tableau I: Composition et valeur nutritive de la figue fraîche et sèche (Favier *et al.*, 1993)

Composition (g/100g)	Figue fraîche	Figue sèche
Eau	79,5	25
Protéines	0,9	3,2
Lipides totaux	0,2	1,2
Glucides	13	53
Fibres alimentaires	2,3	8

Tableau II: composition en éléments minéraux de la figue fraîche et sèche (Favier *et al.*, 1993)

Minéraux (mg/100g)	Figue fraîche	Figue sèche
Sodium	3	14
Potassium	232	770
Calcium	60	160
Fer	0,78	2,5
Phosphore	0,26	71
Magnésium	18	62

Tableau III: composition en vitamines de la figue fraîche et sèche
(Favier *et al.*, 1993)

Vitamines ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	Figue fraîche	Figue sèche
Vitamine A (Eq. β -carotène)	46	80
Vitamine C (acide ascorbique)	5 000	1 000
Vitamine B1 (thiamine)	50	80
Vitamine B2 (riboflavine)	60	90
Vitamine B3 (acide pantothénique)	300	440
Vitamine B6 (pyridoxine)	110	220
Acide nicotinique (niacine)	460	800
Folates totaux	7	13

II.4. La figue dans le monde et en Algérie

La figue est un produit agricole qui occupe une place importante dans le bassin méditerranéen. Dans le monde, la Turquie occupe la première place, dans la mesure où elle réalise 24,7% de la production mondiale de la figue fraîche et la moitié de la production de la figue sèche (Özden, 2008). L'Algérie vient en quatrième position après la Turquie, l'Égypte et l'Iran (tableau IV).

En Algérie, le verger figuicole occupe une superficie de 48.790 ha, dont la plus grande partie se situe particulièrement en Kabylie (12.450 ha à Bejaia et 5.389 ha à Tizi-Ouzou). La production nationale en figue fraîche de la campagne figuicole 2007/2008 est estimée à 551.360 qtx et celles soumises au séchage est de 87.470 qtx.

La figue sèche obtenue est de 36.530 quintaux et le rendement par arbre est de 13.8Kg (MARD, 2008).

Les principales villes de production de figues en Algérie sont illustrées dans le tableau V. Bejaia prédomine la culture figuicole algérienne avec une production en figue atteignant plus de 120 000 qtx suivie de Tizi-Ouzou avec près de 62 000 qtx, et produisent respectivement plus de 19 000 et 9 000 en figue sèche.

Tableau IV: Les 20 plus importants pays producteurs de figes fraiches pour l'année 2007 (F.A.O., 2009)

Position	Pays	Production
1	Turquie	210152
2	Egypte	170000
3	Iran	88000
4	Algérie	63883
5	Maroc	61606
6	Etats-Unis	47800
7	Syrie	41086
8	Espagne	40000
9	Brésil	23225
10	Tunisie	22000
11	Afghanistan	20000
12	Grèce	18000
13	Italie	17000
14	Japon	16500
15	Portugal	16500
16	Albanie	16000
17	Azerbaïdjan	10565
18	Inde	10500
19	Libye	9800
20	Iraq	8000

Tableau V: principales villes de production de figes sèches en Algérie (MARD, 2008).

Wilaya	Production consommée fraîche (qx)	Production soumise au séchage (qx)	Production totale (qx)	Rendement (Kg/arbre)	Production de figes sèches (qx)
Bejaia	79 102	46 828	124 930	11,2	19 234
Tizi-Ouzou	41 922	20 269	62 191	8,4	9 043
Blida	34 829	1 150	35 979	60,0	1 100
Brouira	27 059	3 723	30 782	19,7	1 241
Tissemssilt	24 263	1 277	25 540	32,1	849
Khenchela	20 690	2 330	23 320	39,6	740
Sétif	16 330	2 850	18 180	3,4	847
Boumerdès	13 970	702	14 672	14,7	290
Tlemcen	11 280	1 960	13 240	27,4	800
Mascara	10 300	80	10 360	16,1	23
Tipaza	9 595	2 610	12 205	19,5	300
Chlef	8 100	2 050	10 150	13,6	360
Ain-Defla	7 800	900	370	16,9	470
B.B.areridj	6 476	1 196	9 685	6,7	508
Batna	4 911	265	5 175	13,3	180

II.5. Intérêts nutritionnels et thérapeutiques de la figue

La figue est très nutritive et tonique, et comme tout aliment énergétique, elle a une importante action sur les maladies infectieuses (Oukabli, 2003). La plupart de ses propriétés, saveur, consistance, stabilité au stockage sont dues à la richesse en glucides (Golubev *et al.*, 1987)

La composition nutritionnelle de la figue sèche indique qu'elle est la meilleure source de vitamines et minéraux parmi les fruits secs. La présence de phytostérols (433mg/g MS) est aussi rapportée, en plus de la présence des teneurs élevées en polyphénols (Vinson, 1999). Les antioxydants de la figue peuvent protéger les lipoprotéines du plasma, par une diminution significative de l'oxydation après consommation de la figue sèche (Vinson *et al.*, 2005).

D'après Vinson (1999), en plus des polyphénols, la figue comprend d'autres composés à activité anti-cancérogène, spécifiquement les coumarines et les benzaldéhydes. Les coumarines sont les composés majeurs isolés à partir des extraits volatiles de la figue, utilisés pour le traitement du cancer de la prostate. Les furanocoumarines identifiés dans la figue (angelicine) font l'objet de plusieurs études pour le traitement du cancer de la peau et sont fortement recommandés pour des traitements cliniques. Ils contribuent à l'inhibition de la prolifération des cellules cancéreuses.

III. Les antioxydants de la figue

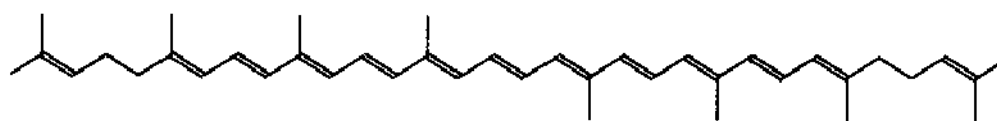
III.1. Les caroténoïdes

Les caroténoïdes sont des pigments liposolubles des fruits et légumes appartenant à la classe des tétraterpènes. Ils contiennent une chaîne centrale hautement poly-insaturée; ils peuvent également comporter une structure cyclique à chaque extrémité (figure 2). Cette structure leur confère la capacité de recevoir un radical libre sans pour autant perdre leur stabilité ; ils ont donc un effet antioxydant notable (Dionne, 2002). Il existe deux grandes classes de caroténoïdes :

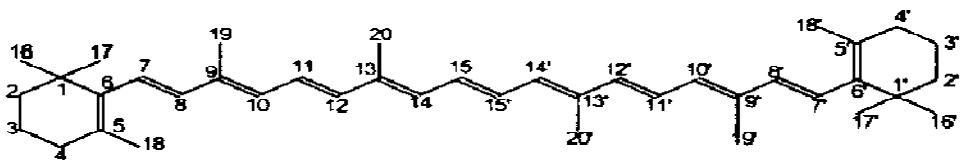
- ✓ Les carotènes, non polaires, ils ne présentent que des chaînes hydrocarbonnées (α -carotène, β -carotène) ; ils confèrent les couleurs orange et rouge.
- ✓ Les xanthophylles, sont les plus polaires à cause de la présence de l'oxygène dans leurs structures (lutéine, β -cryptoxanthine, zéaxanthine, astaxanthine, ...) ils sont responsables de la couleur jaune (Dionne, 2002).

Les caroténoïdes contribuent à la protection des plantes contre les dommages photo-oxydatifs par l'élimination des espèces réactives de l'oxygène. Ils sont impliqués dans la prévention des cancers du poumon, du colon,... (Tapiero *et al.*, 2004).

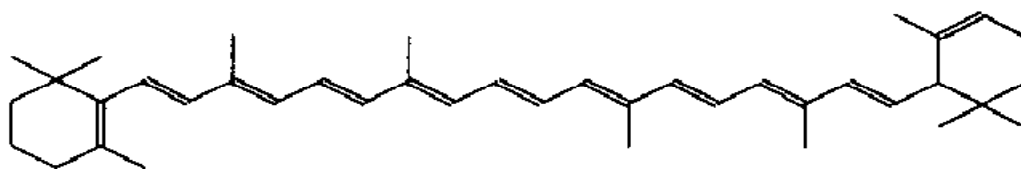
En étudiant le profil des caroténoïdes de la figue, Kakhniashvili *et al.* (1987) ont montré que ce fruit contient plusieurs caroténoïdes avec une dominance de la lutéine et de l' α -carotène, en plus de la présence de la cryptoxanthine et du β -carotène.



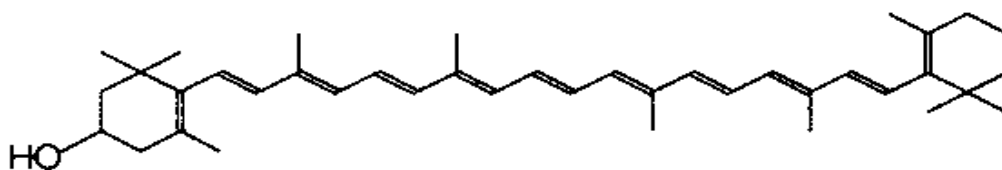
Lycopène



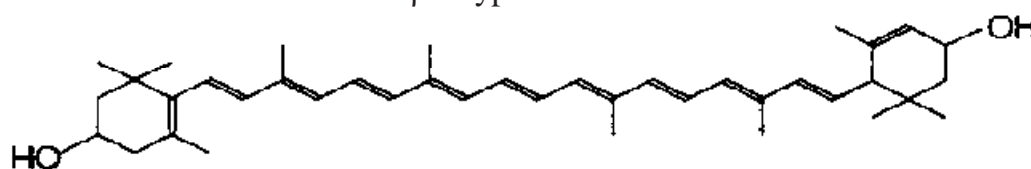
β-Carotène



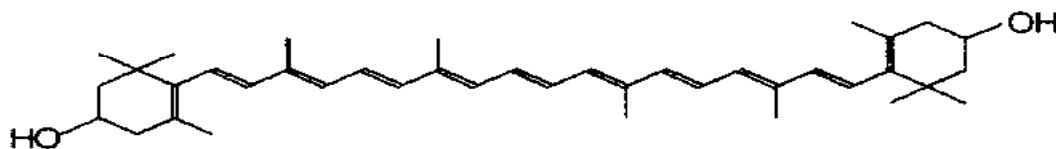
α-Carotène



β-Cryptoxanthine



Lutéine



Zéaxanthine

Figure 2 : Structure de quelques caroténoïdes (Rodriguez-Amaya, 2001).

III.2. Les composés phénoliques

Les composés phénoliques ou polyphénols constituent un groupe important et diversifié de métabolites secondaires synthétisés par les plantes durant leur développement (Ribéreau-Gayon, 1968). Plus de 8000 structures phénoliques sont connues, allant de molécules phénoliques simples de faible poids moléculaire tel que les acides phénoliques aux composés hautement polymérisés comme les tanins (Marti et Andriantsitohaina, 2002).

Les polyphénols présentent dans leurs structures au moins un cycle aromatique à 6 atomes de carbone lui-même porteur d'un nombre variable de fonction hydroxyle (Ribéreau-Gayon, 1968). La plupart des composés phénoliques sont présents sous forme conjuguée avec des mono- ou polysaccharides liés à un ou plusieurs groupements phénoliques, ou sous forme de dérivés fonctionnels (esters méthyliques) (Hennebelle *et al.*, 2004 ; Balasundram *et al.*, 2006) .

Les polyphénols sont considérés comme de puissants antioxydants; leur nature chimique fait de ces composés des agents réducteurs capables de réagir directement avec les espèces chimiques réactives en formant des produits moins réactifs (Orzechowski *et al.*, 2002 ; Derbel et Ghedira, 2005).

La fraction phénolique de la figue est définie qualitativement et quantitativement par la variété, la classe (noire, blanche), la partie du fruit (pulpe ou peau), l'état du fruit (frais ou sec) (Del Caro et Piga, 2008), la saison de récolte (juin ou septembre), l'origine et l'irrigation (Veberic *et al.*, 2008). La composition en polyphénols de la figue, qu'elle soit fraîche ou sèche, est impliquée dans les diverses propriétés de ce fruit comme l'activité antioxydante (Vinson, 1999 ; Vinson *et al.*, 2005).

Les principaux composés phénoliques identifiés dans la figue sont la catéchine, l'épicatéchine, la rutine, les acides gallique, chlorogénique et syringique (Veberic *et al.*, 2008).

III.2.1. Les flavonoïdes, les flavonols et les flavanols

Les flavonoïdes sont les constituants majoritaires des polyphénols ; plus de 5000 composés sont identifiés. Ils sont largement présents dans la quasi-totalité des plantes, notamment dans les fruits et les légumes. Ils sont classés en trois groupes :

- Les flavones, les flavonols ;
- Les chalcones, dihydrochalcone et auronés ;
- Les anthocyanes (Riberau-Gayon, 1968).

Les flavonoïdes sont des diphenylpropanes ($C_6-C_3-C_6$) qui constituent les pigments responsables des colorations jaune, orange et rouge de différents organes végétaux (Bruneton, 1987). Ce sont des métabolites avec des propriétés antioxydantes efficaces; leur caractère antioxydant contribue à la prévention de nombreuses pathologies dont les maladies cardiovasculaires et cérébro-vasculaires et les cancers (Nijveldt *et al.*, 2001 ; Ross et Kasum, 2002 ; Trueba, 2003).

Les flavonoïdes sont connus pour leurs nombreuses activités biologiques (activités anti-virales, anti-inflammatoires et anti-cancéreuses) attribuées en partie, à leur capacité à piéger les radicaux libres tels que les radicaux hydroxyles ($\cdot OH$) et superoxyde ($O_2\cdot^-$) (Marfak, 2003). Leur capacité antioxydante est renforcée avec l'augmentation du nombre de groupements hydroxyles, l'*O*-méthylation et la diminution du nombre de groupements glycosides (Nijveldt *et al.*, 2001 ; Amić *et al.*, 2003).

Les flavonoïdes présents dans la figue sont la rutine, la catéchine, l'épicatéchine, etc. (Veberic *et al.*, 2008).

Les flavonols sont présents sous forme glycosylée (glucose, rhamnose, xylose, acide glucuronique, ...). Ils s'accumulent au niveau des feuilles et des fruits (Robards et Antolovich, 1997 ; Marfak, 2003). Leur activité antioxydante est très importante (Lugasi *et al.*, 2003), notamment dans la protection contre l'oxydation des LDL (Low Density Lipoprotein), le traitement clé de l'athérosclérose ; ils jouent aussi un rôle important dans la protection contre le diabète chez l'homme, et contre les dommages oxydatifs de l'ADN (Lean *et al.*, 1999).

La quercétine peut contribuer significativement au potentiel antioxydant car sa structure permet la stabilisation du radical aryloxy en donnant l'atome d'hydrogène (Zheng *et Wang*, 2003).

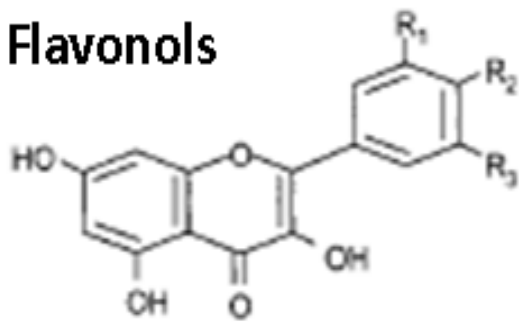
Les flavonols constituent une fraction appréciable, dans la figue principalement dans la peau (145,10 et 69,74mg/100g pour les figes noires et les figes blanches, respectivement) (Del Caro *et Piga*, 2008).

Les flavanols sont une classe des flavonoïdes non glycosylés. Ils sont retrouvés sous formes monomérique (catéchine) et polymérique (proanthocyanidine) (figure 3) (Robards *et al.*, 1999; Manach *et al.*, 2004). Les catéchines peuvent agir comme antioxydants en cédant des atomes d'hydrogène, et comme des accepteurs de radicaux libres, en interrompant les réactions d'oxydation en chaîne par chélation de métaux. La forte propriété antioxydante des catéchines est due principalement à l'attachement des groupements hydroxyles à la molécule de catéchine (Gramza *et Korczak*, 2005).

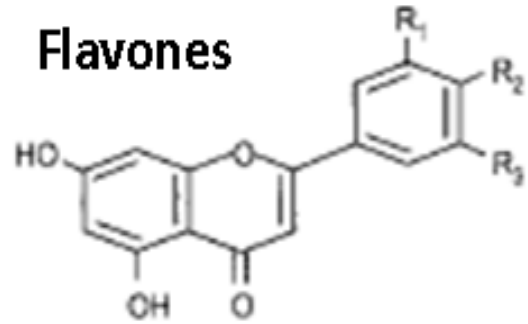
III.2.2. Les *ortho*-diphénols

Les *ortho*-diphénols représentent un groupe important parmi les polyphénols, et sont caractérisés par la fonction *O*-dihydroxyle dans le noyau catéchol. Ils exercent une activité antioxydante meilleure que celle des composés para-hydroxylés (tyrosol) ou mono-hydroxylés, grâce à la présence d'un groupement hydroxyle donneur d'électrons en position *ortho* qui réduit l'énergie de dissociation de la liaison O-H, favorisant ainsi le transfert de l'atome d'hydrogène sur le radical peroxy. Ce sont également de puissants chélateurs de métaux (Visioli *et Galli*, 1998 ; Mc Donald *et al.*, 2001).

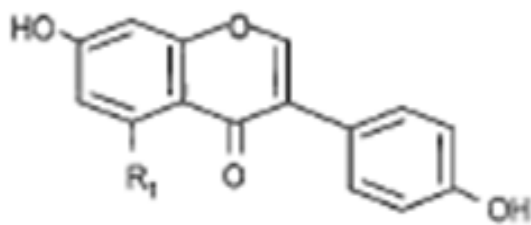
Flavonols



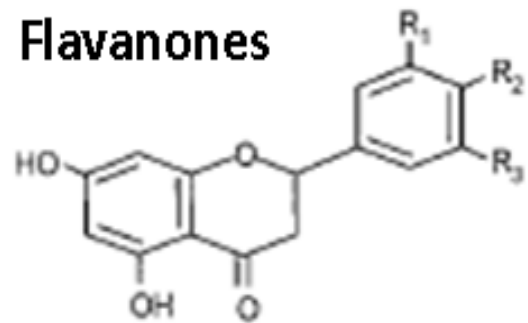
Flavones



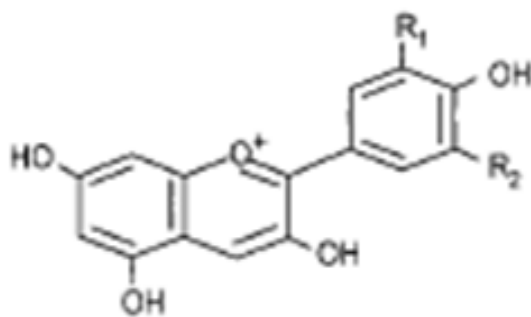
Isoflavones



Flavanones



Anthocyanidines



Flavanols

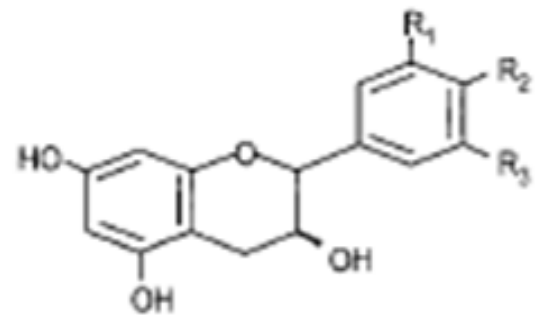
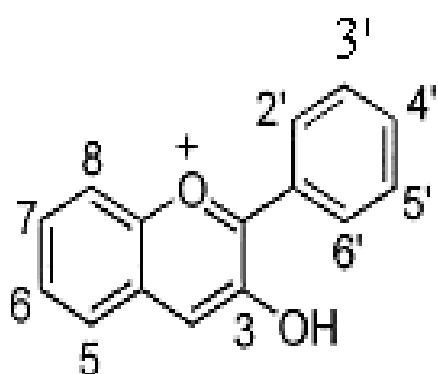


Figure 3: Structure des sous classes majeures des flavonoïdes (Manach *et al.*, 2004).

III.2.3. Les anthocyanines :

Ce sont des pigments hydrosolubles qui participent à la coloration de certaines parties des plantes (fleurs, fruits, feuilles) en bleu, rouge, mauve, rose et orange (Wang *et al.*, 1997 ; Giusti et Wrolstad, 2001). Elles se différencient par le nombre, la nature et la position des glucides liés aux sucres dans la molécule, par le nombre de groupement hydroxyle ainsi que par la nature et le nombre d'acide aliphatique liés aux sucres (figure 4). Les anthocyanines sont des molécules très instables à cause de l'absence d'un électron dans leur structure, ainsi leur stabilité dépend du pH et de la température (Wrolstad *et al.*, 2005). Les propriétés antioxydantes des anthocyanines résultent de leurs structures chimiques, particulièrement de la présence des groupements hydroxyles en position 3 du cycle C et en position 3' et 4' du cycle B. La présence de groupements hydroxyles dans le cycle C permet la chélation des ions métalliques tels que le fer et le cuivre (Kowalczyk *et al.*, 2003). Leur pouvoir antioxydant dépend de la structure chimique de la molécule (nature et position des groupements fonctionnels) (Galvano *et al.*, 2004)

Les anthocyanines majoritaires de la figue sont la cyanidine 3-O rutinoside et la cyanidine 3-glucoside (Del Caro et Piga, 2008 ; Dueñas *et al.*, 2008).



Pélagonidine	5=7=4'=OH
Cyanidine	5=7=3'=4'=OH
Péonidine	5=7=4'=OH, 3'=OCH ₃
Delphinidine	5=7=3'=4'==5'=OH
Pétunidine	5=7=4'=5'=OH, 3'= OCH ₃
Malvidine	5=7=4'=OH, 3' = 5'=OCH ₃

Figure 4 : Structure des anthocyanidines (Robards, 2003).

III.2.4. Les tanins :

Les tanins sont des esters de galloyle et de leurs dérivés. Dans chaque moitié de galloyle ou de leurs dérivés sont attachés à des composés de polyols, catéchine, et triterpanoïdes (gallo-tannins, ellagitannins et tanins complexes) (Khanbabaee et Ree, 2001)

Les tanins peuvent agir comme antioxydants. La capacité anti-radicalaire des dimères et trimères de procyanidines est augmentée avec la galloylation et dans une moindre mesure avec la longueur de la chaîne ; elle est également influencée par la position des substituants galloyle (Cheynier, 2005; Gramza et Kolczak, 2005)

III.2.4.1. Les tanins condensés (proanthocyanidines):

Ce sont des polyflavonoïdes, constitués de chaînes d'unités flavaniques, le plus souvent liées entre elles par des liaisons C4-C8. Les précurseurs sont des flavan-3-ols (catéchine et épicatechine) et des flavan 3,4 diols. La classe la plus courante des proanthocyanidines sont les procyanidines qui sont constitués des chaînes de catéchine et/ou d'épicatechine liés par une liaison C-C pour former des dimères, des oligomères et des polymères (figure 5). Comme tous les composés phénoliques, les proanthocyanidines ont aussi un pouvoir antioxydant grâce à leur potentiel redox, et à l'activité scavenger des radicaux libres (Kelm *et al.*, 2005).

III.2.4.2. Les tanins hydrolysables :

Ce sont des esters d'acide gallique et des esters d'acide hexahydroxydiphénique. Par hydrolyse (acide, alcaline ou enzymatique), les acides phénoliques libérés sont l'acide gallique ou l'acide éllagique, à partir des tanins galliques (gallo-tannins) et les tanins éllagiques (éllagitanins), respectivement (Zimmer et Cordesse, 1996).

IV. Les radicaux libres et le stress oxydant

IV.1. Les radicaux libres :

Plusieurs fonctions de l'organisme reposent sur une série de réactions chimiques regroupées sous le terme de l'oxydation. Des molécules appelées radicaux sont les produits de dégradation naturelle. L'appellation dérivés réactifs de l'oxygène n'est pas restrictive ; elle inclue les radicaux libres de l'oxydation proprement dits tels que les radicaux superoxydes (O_2^-), hydroxyle (OH) et monoxyde d'azote (NO), mais aussi certains dérivés oxygénés non radicalaires dont la toxicité est importante : le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) et le peroxyde d'azote ($ONOO^-$) (Fontaine, 2002).

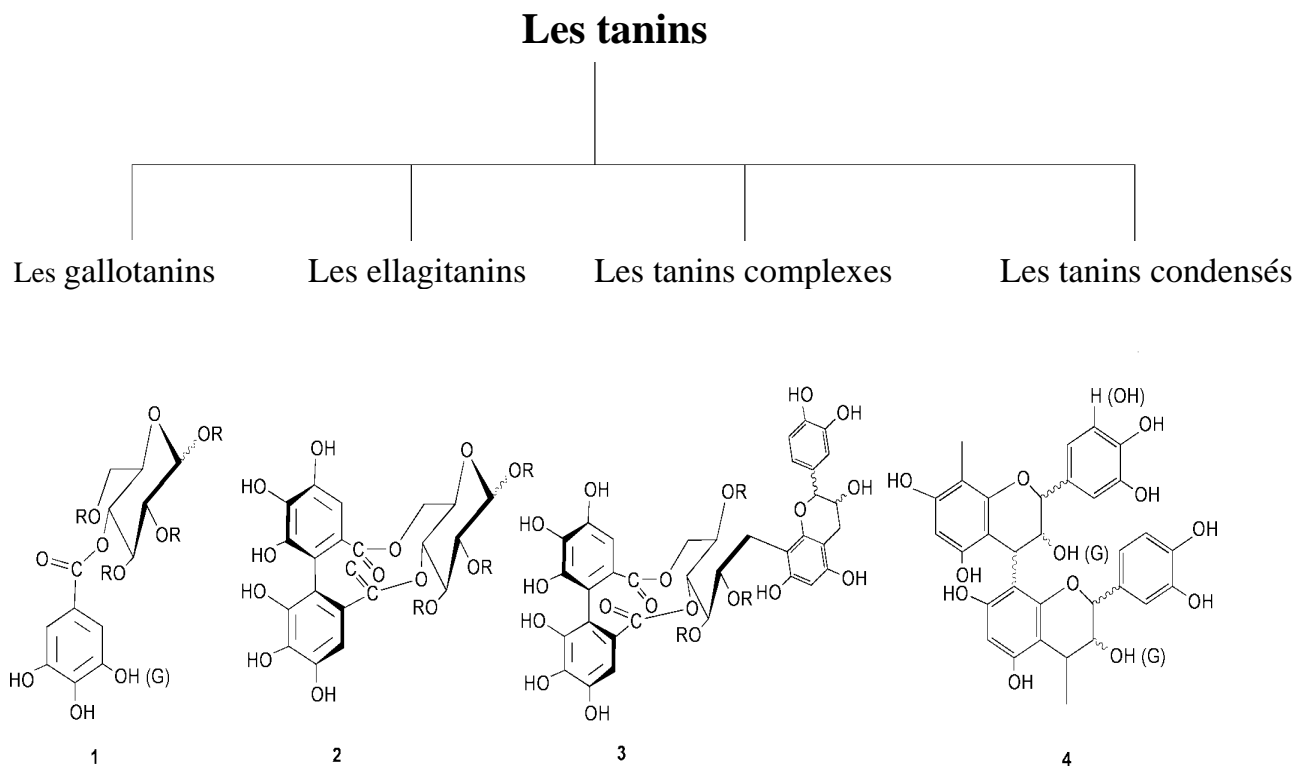


Figure 5: Structure des tanins (Khanbabaee et Ree, 2001).

Un radical libre est une espèce chimique (atome ou molécule) contenant un électron non apparié ; ce déséquilibre est comblé soit par l'acceptation d'un électron, soit par le transfert de ce dernier sur une autre molécule (Dusser, 1997).

L'accumulation des espèces réactives de l'oxygène (ERO) dans l'organisme est la cause des dommages oxydatifs des cellules, impliqués dans plusieurs maladies humaines comme les cancers et l'athérosclérose. Les radicaux libres sont produits dans l'organisme au cours du métabolisme normal. L'exposition à des agressions de l'environnement, comme les agents infectieux, la pollution, les rayons UV, la fumée de cigarette..., s'est avérée augmenter la formation des radicaux libres. Lorsque ces derniers ne sont pas neutralisés par le système de défense antioxydant de l'organisme, il y a un excès des radicaux nocifs et des dommages peuvent se produire. Le déséquilibre peut être aussi dû à un apport insuffisant d'antioxydants par le régime alimentaire (Pincemail *et al.*, 2002).

Une réaction en chaîne débute lorsqu'un radical libre attaque la molécule stable la plus proche, en lui arrachant un électron et la molécule attaquée devient elle-même un radical libre ; leur principal danger vient des dommages qu'ils peuvent provoquer lorsqu'ils réagissent avec des composants cellulaires importants tels que l'ADN, ou la membrane cellulaire. Suite à une exposition aux radicaux libres, il peut se produire une prolifération des cellules, entraînant un cancer, un dysfonctionnement cellulaire ou la mort des cellules (Pincemail *et al.*, 1998).

IV.2. Le stress oxydant :

La production des radicaux libres est parfaitement maîtrisée par des systèmes de défense ; la balance antioxydants/ pro-oxydants est en équilibre. Si tel n'est pas le cas, que ce soit par déficit en antioxydants ou par surproduction des radicaux, l'excès de ces radicaux est appelé «**stress oxydant**» (Favier, 2003). Il est admis que les espèces oxygénées activées provoquent des dommages cellulaires importants pouvant conduire à des défaillances dans l'organisme (Pincemail *et al.*, 2002). Ces dommages sont reliés à plusieurs maladies chroniques (Byrne *et al.*, 2003 ; Koechlin-Ramonatxo, 2006)

V. Activité antioxydante

Les antioxydants suscitent depuis une dizaine d'années, une attention et un engouement considérable et plusieurs de leurs propriétés biologiques, font l'objet de nombreuses études. Une des raisons primordiales, est la reconnaissance de leur propriété antioxydante ainsi que leur implication dans la prévention de diverses pathologies associées au stress oxydatif (Akagawa et Suyama, 2001). Leur intervention se fait assez souvent à plusieurs niveaux : piégeages de radicaux libres, chélation de métaux pro-oxydants et inhibition de certains enzymes (Pulido *et al.*, 2000).

V.1. Piégeage des radicaux libres

Les radicaux libres peuvent attaquer des cibles bioactives dont les protéines (altérant ainsi les récepteurs cellulaires et les enzymes), les glucides, les lipides et les acides nucléiques favorisant la survenue de mutations délétères à l'origine de divers cancers (Ames *et al.*, 1993 ; Lee *et al.*, 2004). Ces derniers peuvent apparaître lors du métabolisme oxydatif de l'oxygène, de l'anoxie, de l'inflammation et l'auto-oxydation des lipides (Aurousseau, 2002).

Les composés phénoliques inactivent les radicaux libres grâce aux groupements hydroxyles fortement réactifs en produisant des radicaux stables ou peu actifs (figure 6) (Nijveldt *et al.*, 2001).

Les caroténoïdes tels que le β -carotène protègent les lipides insaturés de l'oxydation, par le piégeage de l'oxygène singulet par photo-sensibilisation et la séquestration des radicaux peroxy à une faible pression d'oxygène (Faulks et Southon, 2000).

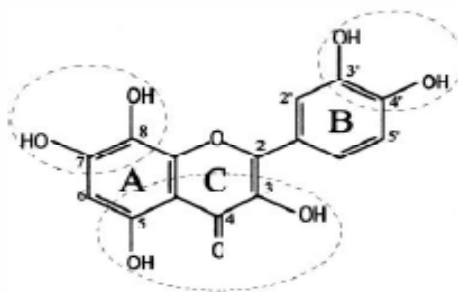


Figure 6 : Structure de base des flavonoïdes avec leurs sites de piégeage des radicaux libres (Amié *et al.*, 2003).

V.2.Chélation des ions métalliques

Les polyphénols ont la capacité de chélater les ions métalliques (fer et cuivre) qui renforcent les effets nocifs du stress oxydant, en stimulant la production des radicaux hydroxyles (Pietta, 2000). Ces composés forment des complexes de coordination avec les ions métalliques, en occupant tous les emplacements et peuvent ainsi convertir les ions métalliques en complexes insolubles empêchant, leurs interactions avec les intermédiaires lipidiques (Lee *et al.*, 2004).

V.3.Inhibition d'enzymes

Les composés phénoliques sont capables d'affecter et d'inhiber de nombreux enzymes (Middleton *et al.*, 2000). La xanthine oxydase est considérée comme une source biologique importante du radical superoxyde lors de l'oxydation de l'hypoxanthine en acide urique ; elle catalyse la conversion de l'hypoxanthine en xanthine, et de la xanthine en acide urique (Nijveldt *et al.*, 2001).

En effet, les flavonoïdes peuvent agir sur l'activité de cette enzyme, et par conséquent, peuvent faire régresser la maladie de la goutte en réduisant à la fois les concentrations en acide urique et celles du radical superoxyde dans les tissus humains (Hanasaki, 1994). D'autres études ont établi que les polyphénols peuvent inactiver entre autres l'histidine décarboxylase, l'aldose réductase, la NADPH oxydase, la protéine kinase C, des enzymes impliquées dans l'inflammation telles la cyclo-oxygénase, la lipo-oxygénase, et la phospholipase A2 (Middleton *et al.*, 2000 ; Derbel et Ghedira, 2005).

Matériel et méthodes

I. Echantillonnage

La présente étude est réalisée sur six variétés de figes sèches, trois blanches (Taamriwthe « TA », Tanekoulte « TN » et Tahyounte « TH ») et trois noires (Aberkan « AB », Azendjar « AZ », et Bouaankik « BK »). Les caractéristiques des variétés de figes sont regroupées dans le tableau VI.

La cueillette est faite très tôt le matin et par temps sec, durant la période allant de la fin du mois d'août au début du mois de septembre de l'année 2008, dans la région de Beni-Maouche, Béjaia. Pour chaque variété, deux échantillons ont été récoltés dans deux vergers différents.

Les figes destinées au séchage, environ 1kg pour chaque échantillon, sont récoltées parfaitement mûres et se détachent facilement de leur pédoncule.

Les figes ont été séchées selon la méthode traditionnelle (chaleur solaire). Les fruits ont été étalés sur des claies dans un terrain bien ventilé et ensoleillé. La dessiccation est arrêtée lorsqu'au toucher, le fruit présente une certaine élasticité. La durée de séchage s'étalée d'une semaine à une quinzaine de jours.

Après séchage, les figes sont broyées. L'homogénat obtenu est utilisé pour les différentes extractions ainsi que pour le test d'humidité.













II. Humidité

Cinq grammes du broyat de figes sont mis dans l'étuve à 105 °C pendant 24h. La teneur en eau est exprimée en pourcentage :

$$\text{Humidité (\%)} = [(M_1 - M_0) / (M_2 - M_0)] \times 100$$

Où M_0 : Masse du creuset vide, M_1 : Masse du creuset après séchage et M_2 : Masse du creuset contenant la prise d'essai.

Tableau VI: Caractéristiques des variétés de figes

Variété	Caractéristiques	Figue fraîche	Figue sèche
Taamriwthe	Couleur : Vert blond. Forme : Piriforme (légèrement allongée)		
Tanekoulte	Couleur: épiderme jaune Forme: turbiniforme.		
Tahyounte	Couleur : épiderme jaunâtre Forme : ronde, aplati à la base et au sommet		
Aberkan	Couleur: rouge au noire Forme: arrondie		
Azendjar	Couleur : Violet-noire, pigmenté de blanc. Souvent ombré de vert vers l'ostiole Forme : Globuleuse et parfois légèrement déprimé.		
Bouaankik	Couleur : Violet – rouge clair parfois peu coloré. Forme : Piriforme		

III. Dosage des antioxydants

III.1. Les caroténoïdes

L'extraction est réalisée selon la méthode décrite par Sass-Kiss *et al.* (2005) ; 1 g de broyat de figes sèches est additionné de 10 ml du mélange hexane/acétone/éthanol (2 :1 :1). Après 30 min d'agitation, le mélange est filtré, et après séparation des deux phases, la phase supérieure, de couleur jaunâtre, renfermant les caroténoïdes est récupérée. Le dosage des caroténoïdes totaux est fait par spectrophotométrie à 420 nm. Les teneurs en caroténoïdes sont exprimées en mg équivalent β -carotène/100g de matière sèche (MS). Une courbe d'étalonnage est préparée avec du β -carotène ($y=119,7x$; $R^2=0,9915$).

III.2. Les composés phénoliques

III.2.1. Préparation des extraits

Après une étape d'optimisation, l'acétone 70% est choisie pour l'extraction des composés phénoliques. Un gramme de broyat de figes est mélangé avec 50ml d'acétone 70% (V/V). Après 30 min agitation, le mélange est filtré sur papier puis centrifugé à 3000 tpm/20 min. Le surnageant est récupéré puis conservé à -18°C.

III.2.2. Les composés phénoliques totaux

Le dosage des composés phénoliques est réalisé selon la méthode Marinova *et al.* (2005) ; 200 μ l d'extrait sont additionnés de 1ml de réactif de Folin-Ciocalteu. Après 3 min, 800 μ l de carbonate de sodium (7,5%) sont ajoutés. L'absorbance est mesurée à 750 nm après 30 minutes. Les résultats sont exprimés en mg /100g MS, en se référant à une courbe d'étalonnage ($y=10,007x$; $R^2=0,9939$).

III.2.3. Les flavonoïdes et les flavonols

La teneur en flavonoïdes est déterminée selon la méthode de Djeridane *et al.* (2006). 1 ml d'extrait est additionné à 1 ml de chlorure d'aluminium (2%). Après 15

min, l'absorbance est mesurée à 420 nm. Les résultats sont exprimés en mg/100g MS, par référence à une courbe d'étalonnage ($y=6,1823x$; $R^2=0,997$)

Les flavonols sont également dosés en utilisant le chlorure d'aluminium (2%). A 500 μ l d'extrait sont ajoutés 500 μ l d'eau distillée, 500 μ l de chlorure d'aluminium (2%) et 500 μ l d'acétate de sodium (50g/l). Après 30 min d'incubation, l'absorbance est mesurée à 440 nm. Les résultats sont exprimés en mg/100g MS ($y=49,325x$; $R^2=0,991$).

III.2.4. Les ortho-diphénols

Le volume d'un ml de molybdate de sodium est ajouté à 5ml d'extrait (Tovar *et al.*, 2002). L'absorbance est mesurée après 15 min à 370 nm. La teneur en ortho-diphénols est exprimée en mg/100g MS, en se référant à une courbe d'étalonnage ($y=8,3163x$; $R^2=0,995$).

III.2.5. Les tannins condensés

Un volume de 5 ml de solution de ferrosulfate préparée dans l'acide chlorhydrique : butanol (2 :3), est ajouté à 0.5 ml d'extrait. Le mélange est incubé à 95°C pendant 15 min; l'absorbance est mesurée à 530 nm (Vermerris et Nicholson, 2006). Les résultats exprimés en mg équivalent de cyanidine (EC) /100 g de MS, sont calculés en se référant à la formule :

$$C=A*MM*FD*100/ \epsilon *L$$

Où, A: Absorbance ; MM: Masse molaire de la cyanidine; FD: Facteur de dilution ; L: Chemin optique ; ϵ : Coefficient d'extinction molaire ($\epsilon=34\ 700\ \text{Lmol}^{-1}\text{cm}^{-1}$)

III.2.6. Les anthocyanines

Une extraction appropriée est réalisée ; 1g de broyat de figes est mélangé avec 10 ml d'éthanol acidifié avec de l'acide chlorhydrique (0,1%, v/v). Après 30 min d'agitation, l'extrait est centrifugé à 3000 tpm/20 min puis filtré ; 1ml de surnageant est mélangé avec 1ml d'éthanol-0,1N HCl puis l'absorbance est lue à 530nm.

Les résultats exprimés en mg équivalent de quercétine-3-glucoside/100g MS, sont calculés en se référant à la formule rapportée par Ganjewala *et al.* (2008) :

$$C = A * MM * FD * 100 / \epsilon * L$$

Où, A : Absorbance ; MM : Masse molaire de la quercétine-3-glucoside; FD : Facteur de dilution ; L : Chemin optique ; ϵ : Coefficient d'extinction molaire de la quercétine-3-glucoside (38 000 l/mol.cm).

IV. Activité antioxydante

L'activité antioxydante des extraits de figes est évaluée par trois méthodes, le pouvoir réducteur qui indique la capacité des extraits à réduire un métal de transition, le fer ferrique en fer ferreux. La deuxième, est la mesure de la capacité anti-radicalaire, sur le radical 2-2-diphényl 1-picryl-hydrazil (DPPH \cdot) et la troisième, est le pouvoir inhibiteur de l'oxydation d'un substrat lipidique, l'acide linoléique.

IV.1. Pouvoir réducteur

Le protocole de Gulcin *et al.* (2002) est utilisé ; 250 μ l d'extrait sont additionnés de 2,5ml de tampon phosphate (0,2M, pH 6,6) et de 250 μ l de ferricyanure de potassium (1%). Après incubation à 50°C/20min, 250 μ l d'acide trichloracétique (10%) et 0,2 ml de chlorure ferrique (0,1%) sont ajoutés au mélange. L'absorbance est mesurée à 700 nm et les résultats sont exprimés en mg équivalent acide ascorbique/100g MS, en se référant à une courbe d'étalonnage ($y = 17,587x$; $R^2 = 0,9908$).

IV.2. Activité anti-radicalaire

L'activité anti-radicalaire est mesurée selon la méthode de Villaño *et al.* (2006). Une aliquote de 100 μ l d'extrait est additionnée de 900 μ l de DPPH \cdot . Après 15 min d'incubation, l'absorbance est mesurée à 517 nm. Les résultats sont exprimés en pourcentage : Inhibition (%) = $[(A_t - A_e) / A_t] \times 100$

Où A_t : Absorbance du témoin ; A_e : Absorbance de l'échantillon

IV.3. Inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique

3g d'acide linoléique sont mélangés avec 200 ml d'éthanol (30%). Une aliquote de 1ml d'extrait est ajoutée à 5 ml de l'émulsion ; le mélange est incubé pendant 10 jours à 50°C. Le degré d'oxydation lipidique est quantifié selon la méthode rapportée par Mokbel et Hashinaga (2005) ; 0,1 ml du mélange est additionné de 2,7ml d'éthanol, 0,1 ml de thiocyanate d'ammonium (30%) et de 0,1ml de chlorure ferreux (20mM). Après 10 min, l'absorbance est mesurée à 500 nm et le pourcentage d'inhibition de la peroxydation est calculé selon l'équation :

$$\text{Inhibition (\%)} = [(A_t - A_e) / A_t] \times 100$$

Où A_t : Absorbance du témoin ; A_e : Absorbance de l'échantillon

V. Analyse statistique

Les moyennes et les écartypes sont calculés avec Excel. Le traitement des données est fait à l'aide du logiciel STATISTICA 5.5. Le test LSD (Least Significant Difference ; Différence significative minimale) de l'ANOVA (analyse de la variance) est choisi pour la comparaison des résultats et le degré de signification des données est pris à la probabilité $P < 0,05$. Les corrélations entre les paramètres mesurés sont calculées avec statistique élémentaire en utilisant la matrice de corrélation.

Le test de Newman et Keurlis a été utilisé pour la comparaison des deux catégories de figes noire et blanche ; le test de t a été utilisé pour la comparaison des échantillons d'une même variété.

Résultats et discussion

I. Teneur en eau

Les résultats de la teneur en eau des fruits ne révèlent pas de différence significative ($p < 0.05$) entre les figes noires et les figes blanches ; cependant, des différences significatives ($p < 0.05$) ont été enregistrées entre les variétés de figes étudiées (figure 7). Les teneurs varient entre 18,97% (échantillon 1 de la variété Azendjar) et 29,08 % (échantillon 2 de la variété Bouaankik).

Les teneurs en eau sont tributaires des conditions climatiques, principalement de la température opérante au cours du séchage des échantillons de figes, mais aussi de l'humidité initiale (fruit frais).

Vinson *et al.* (2005) ont rapporté une teneur en eau pour deux variétés de figes sèches d'une moyenne de 11%. Cette différence de résultats entre les teneurs en eau de la présente étude et celle indiquée dans la littérature peut être liée au mode de séchage des fruits, ou encore à la teneur en eau du fruit à l'état frais.

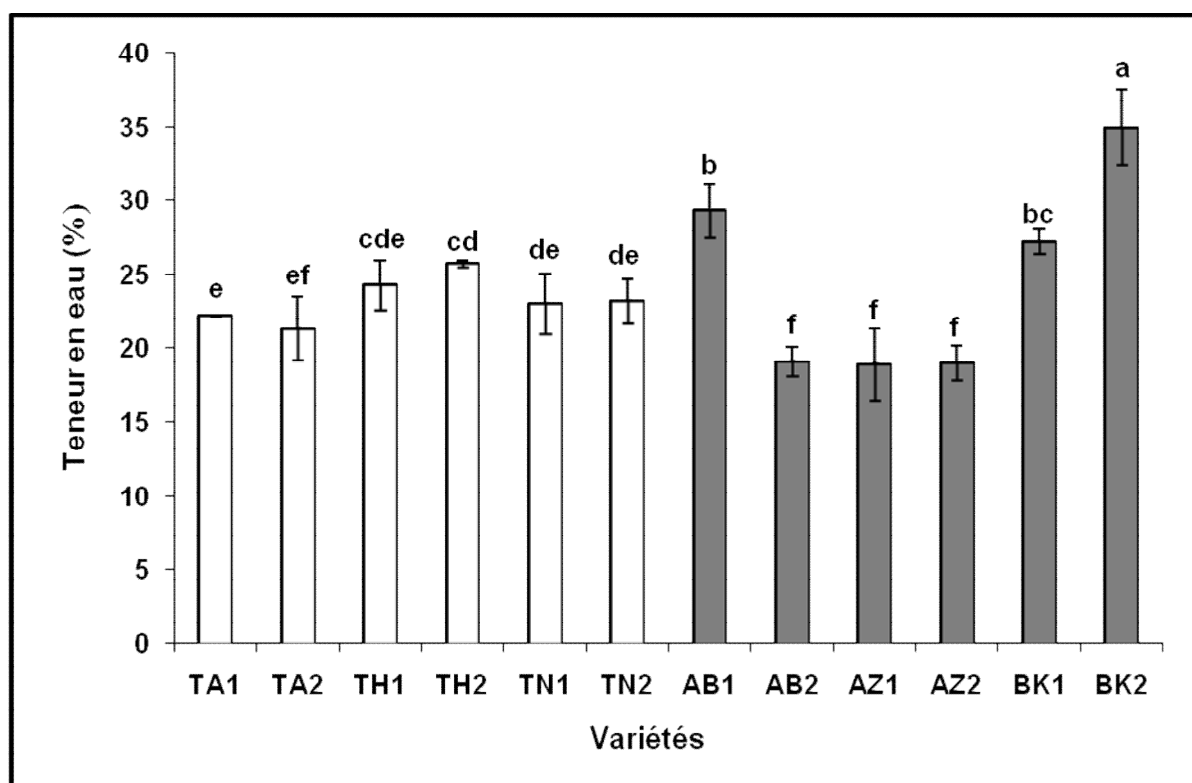


Figure 7: Teneur en eau des figes

II. Les antioxydants

II.1. Les caroténoïdes

Pour l'extraction des caroténoïdes deux phases ont été utilisées ; une phase apolaire (hexane) qui permet de récupérer les caroténoïdes et une phase polaire (éthanol/acétone) pour éliminer les molécules hydrophiles tels que les polyphénols et les flavonoïdes. Le test de Newman-Keurles nous a révélé que les teneurs en caroténoïdes ne montrent aucune différence significative ($p < 0.05$) entre les figes blanches et les figes noires. Par contre, des différences significatives ($p < 0.05$) sont relevées entre l'ensemble des variétés de figes (figure 8). La plus faible teneur est enregistrée pour l'échantillon 2 de la variété Tahyounte (4,02mg/100g), et la teneur la plus élevée est obtenue pour l'échantillon 2 de la variété Azendjar (19,51 mg/100g). Pour les autres échantillons, les teneurs varient de 7,86 (échantillon 1 de la variété Bouaankik) à 17,56 mg/100g (échantillon 2 de la variété Aberkan). Néanmoins, les échantillons 1 des variétés Taamriwthe et Tanekoulte (figes blanches) présentent des teneurs similaires.

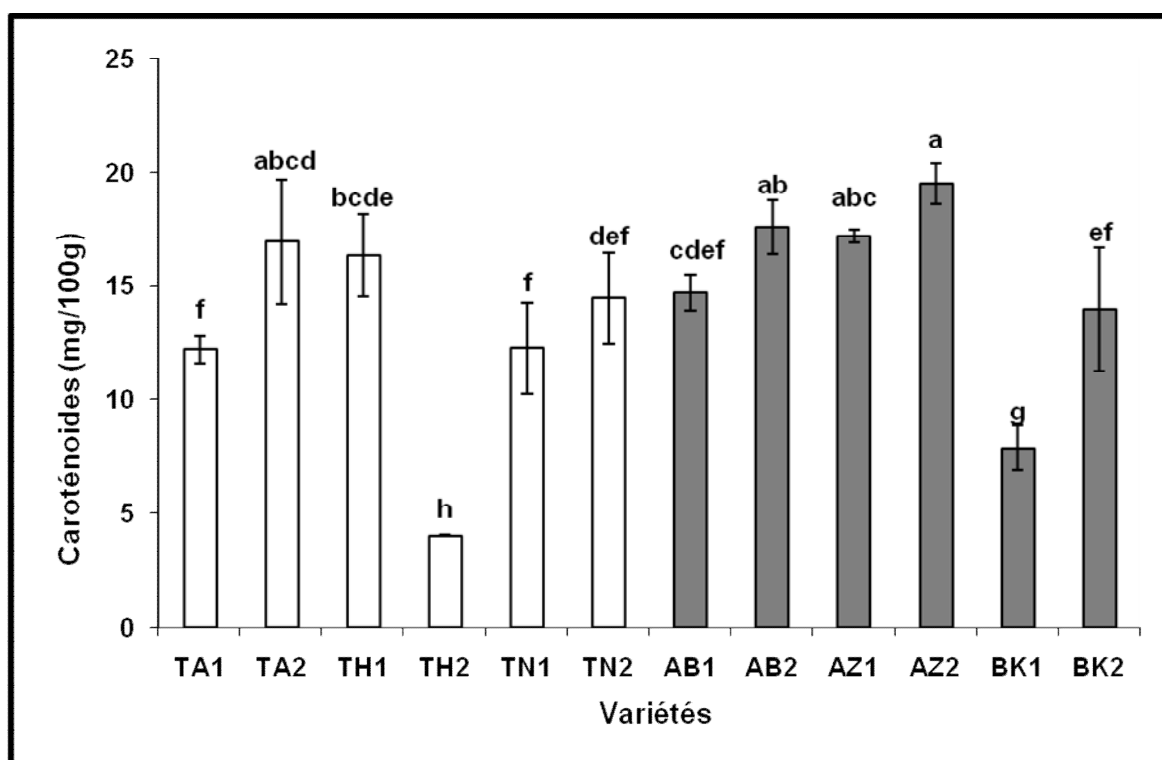


Figure 8 : Teneur en caroténoïdes des figes

II.2. Les polyphénols totaux

Les teneurs en polyphénols totaux exprimées en milligramme équivalent acide gallique sont représentées dans la figure 9. Les figues noires sont les plus riches en polyphénols, avec un maximum pour les échantillons de la variété Bouaankik (563,8 et 532,0 mg/100g, respectivement). En revanche, l'échantillon 2 de la variété Tahyounte de la catégorie des figues blanches est celui qui donne la plus faible teneur (277,1 mg/100g). Les autres échantillons présentent des teneurs comprises entre 316,7 et 432,98 mg/100g pour les figues blanches et entre 319,1 et 509,35 mg/100g pour les figues noires. Des différences significatives ($p < 0.05$) sont relevées entre les échantillons de figues étudiées ; aucune différence significative ($p < 0.05$) n'est notée entre les échantillons 1 des variétés Taamriwthe, Tahyounte et Azendjar.

Les données disponibles sur la teneur en composés phénoliques de la figue sèche sont limitées. Selon Vederic *et al.* (2008), cette teneur est habituellement influencée non seulement par le cultivar mais aussi par la partie du fruit (pulpe, peau). La pluviométrie et la saison de récolte font également varier la concentration en composés phénoliques de la figue ; la teneur en polyphénols est plus élevée en deuxième saison de récolte (septembre) par rapport à la première saison (juin).

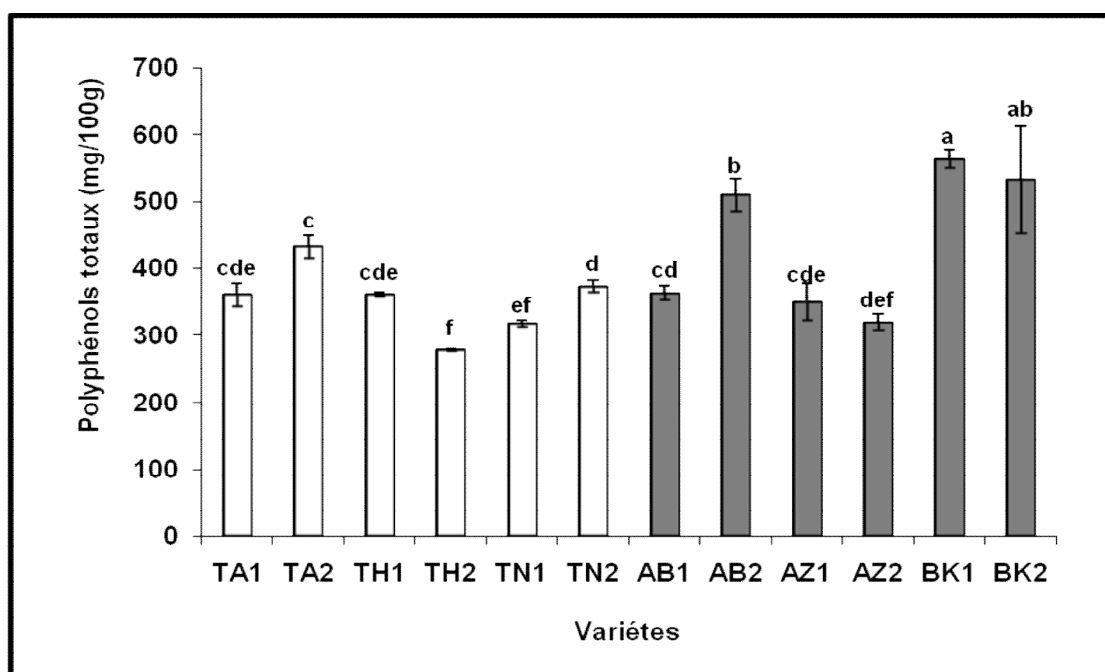


Figure 9 : Teneur en composés phénoliques des extraits de figues

II.3. Les flavonoïdes et les flavonols

Comme pour les polyphénols totaux, les figes noires sont plus riches en flavonoïdes que les figes blanches. Les teneurs des extraits de fige analysés indiquées dans la figure 10 sont significativement différentes ($p < 0.05$) selon la variété, avec un maximum pour l'échantillon 1 de la variété Bouaankik (155,3mg/100g) et un minimum pour l'échantillon 1 de la variété Taamriwthe (56,0 mg/100g). Toutefois, aucune différence significative ($p < 0.05$) n'est notée entre les échantillons 2 des variétés Aberkan et Azendjar (figes noires), et entre les variétés Taamriwthe et Tanekoulte (figes blanches).

Parmi les flavonoïdes, la rutine est présente en concentration importante. L'analyse réalisée par Veberic *et al.* (2008) montre que la fige noire enregistre la concentration la plus élevée en rutine par rapport à la fige blanche.

Une corrélation est établie entre les teneurs en polyphénols totaux et en flavonoïdes, avec un coefficient de 0,93 (figure 11).

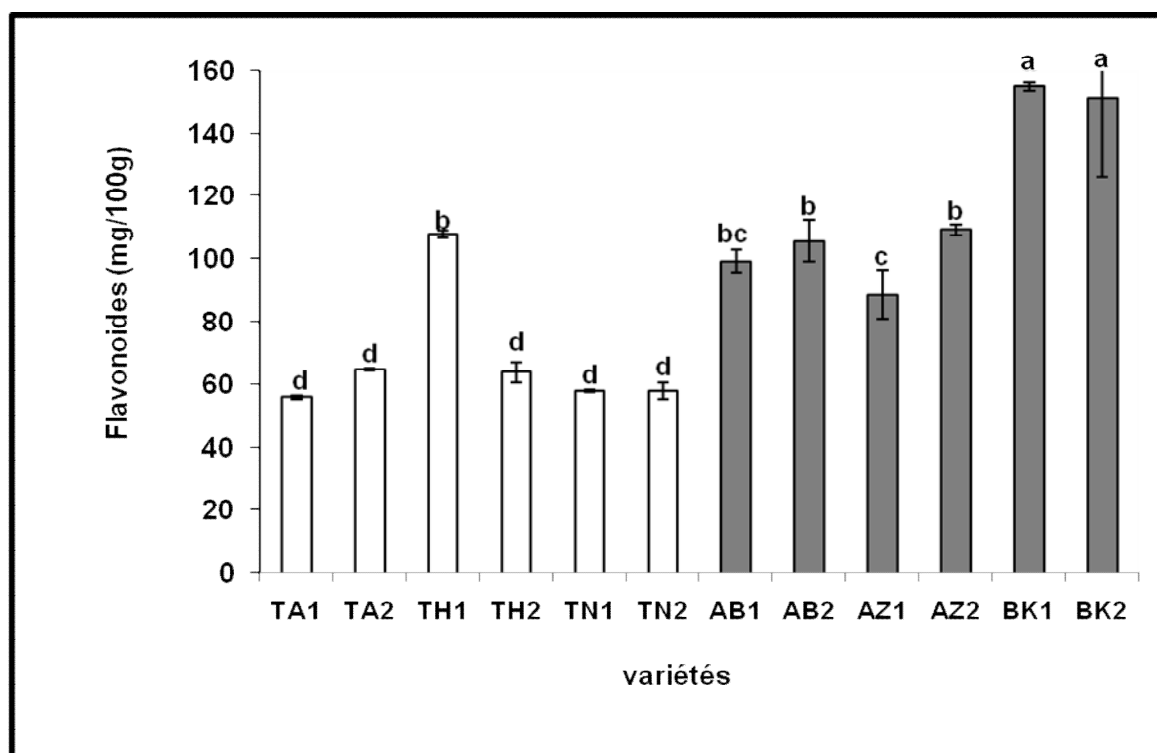


Figure 10 : Teneur en flavonoïdes des extraits de figes

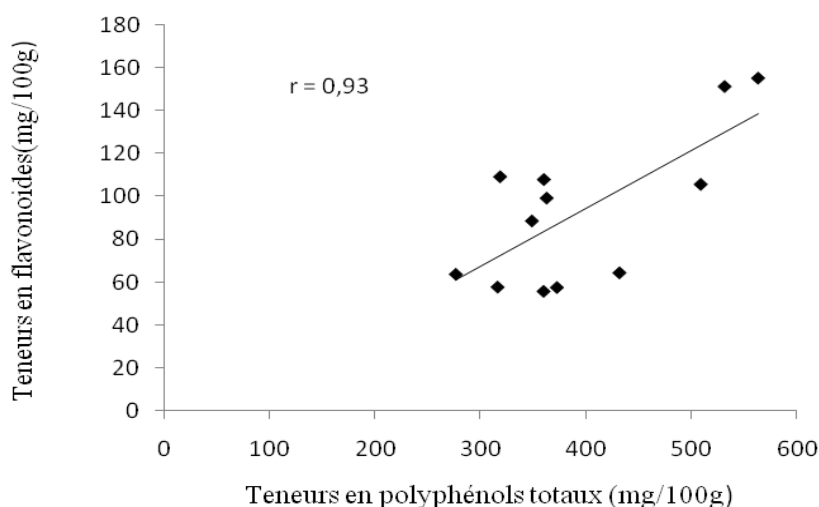


Figure 11 : Corrélation entre les teneurs en polyphénols et en flavonoïdes.

Comme pour les flavonoïdes, les figes noires sont plus riches en flavonols que les figes blanches. Les teneurs varient significativement ($p < 0.05$) de 22,3mg/100g (Tahyounte 2) à 37,4mg/100g (Tanekoulte 1) pour les figes blanches, et de 27,0mg/100g (Bouaankik 2) à 61,2mg/100g (Aberkan 1), pour les figes noires (figure 12).

Certains échantillons appartenant à des variétés différentes, ne présentent pas de différence significative ($p < 0.05$); c'est le cas de l'échantillon 1 de la variété Taamriwthe et l'échantillon 2 de la variété Tanekoulte.

Del Caro et Piga (2008) ont montré que les flavonols sont quasiment absents dans la pulpe mais plutôt concentrés au niveau de la peau des figes fraîches; les teneurs enregistrées sont 145,10mg/100g de poids frais dans la peau de la fige noire et seulement 69,74mg/100g dans la fige blanche.

Sachant que dans notre étude, nous avons analysé le fruit entier, les résultats obtenus par Del Caro et Piga (2008) pourraient expliquer la différence significative entre la fige noire et blanche constatée dans nos résultats.

Une faible corrélation entre les teneurs en flavonoïdes et en flavonols a été constatée, avec un coefficient de corrélation de 0,23 (figure 13)

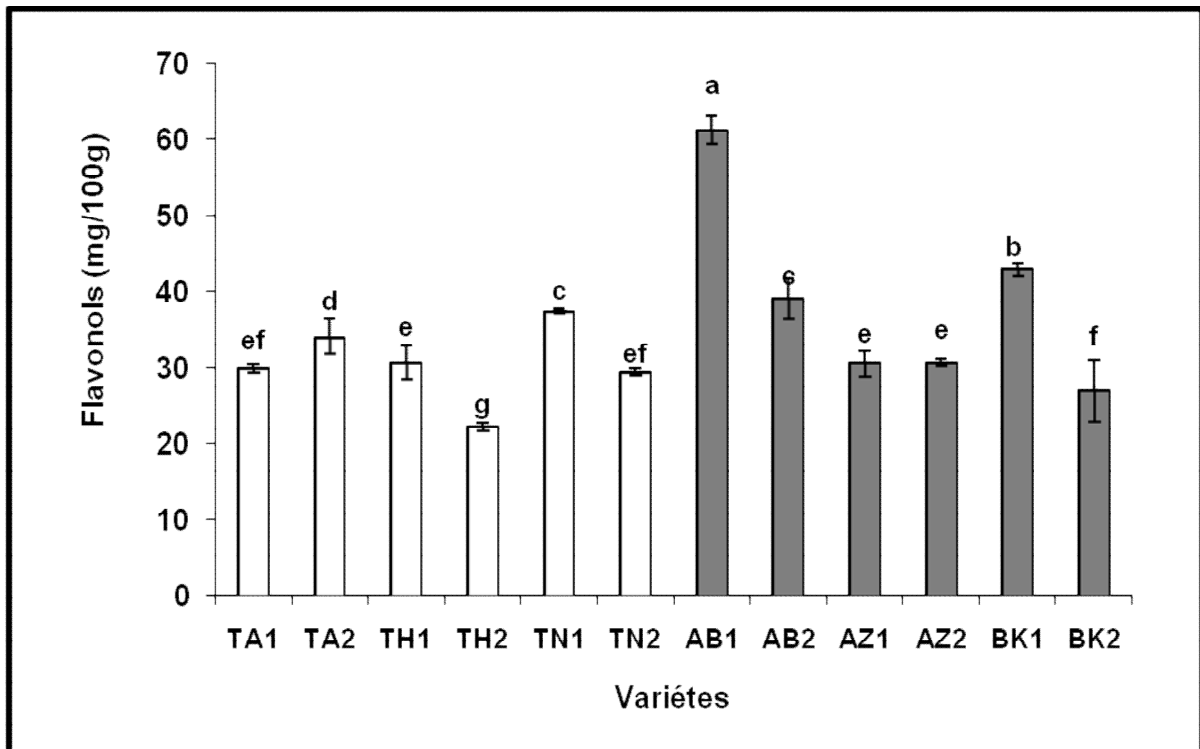


Figure 12 : Teneur en flavonols des extraits de figes

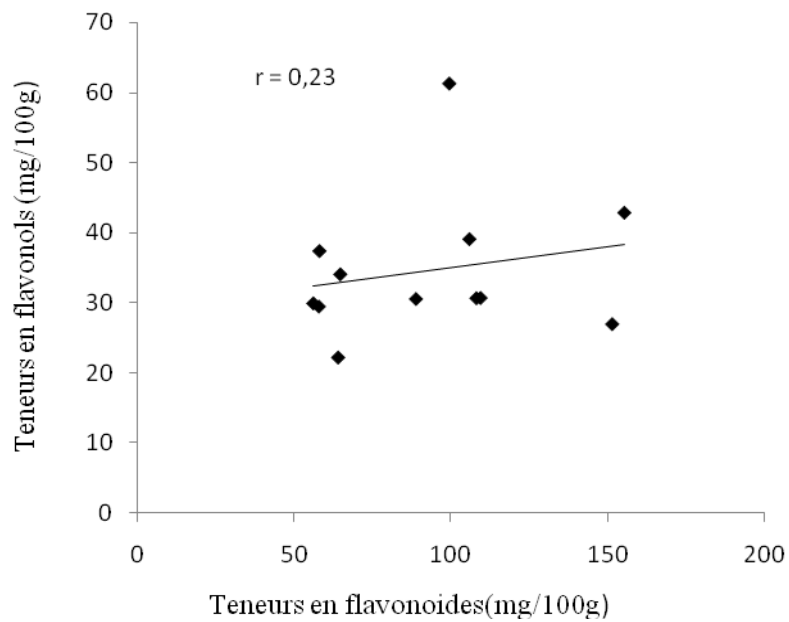


Figure 13 : Correlation entre les teneurs en flavonoides et en flavonols

II.4. Les *ortho*-diphénols

L'analyse des teneurs en *O*-diphénols exprimées en milligrammes équivalent acide gallique des échantillons de figue (figure 14), montre des différences significatives ($p < 0.05$) entre l'ensemble des variétés. Certains échantillons appartenant à des variétés différentes présentent des teneurs semblables. C'est le cas des échantillons 1 des variétés Taamriwthe et Tanekoulte. Comme pour les polyphénols, les figes noires sont plus riches en *O*-diphénols que les figes blanches.

D'après nos résultats, les variétés riches en polyphénols présentent des quantités importantes en *O*-diphénols (figure 14). Tel que Bouaankik 1 (237,9 mg/100g) et Bouaankik 2 (221,4 mg/100g) pour les figes noires et de même pour les figes blanches avec une teneur de 146,19mg/100g notée pour l'échantillon 2 de la variété Taamriwthe.

Une corrélation significative ($r = 0,83$) est établie entre les teneurs en *O*-diphénols des échantillons de figes étudiées et celles des polyphénols totaux (figure 15).

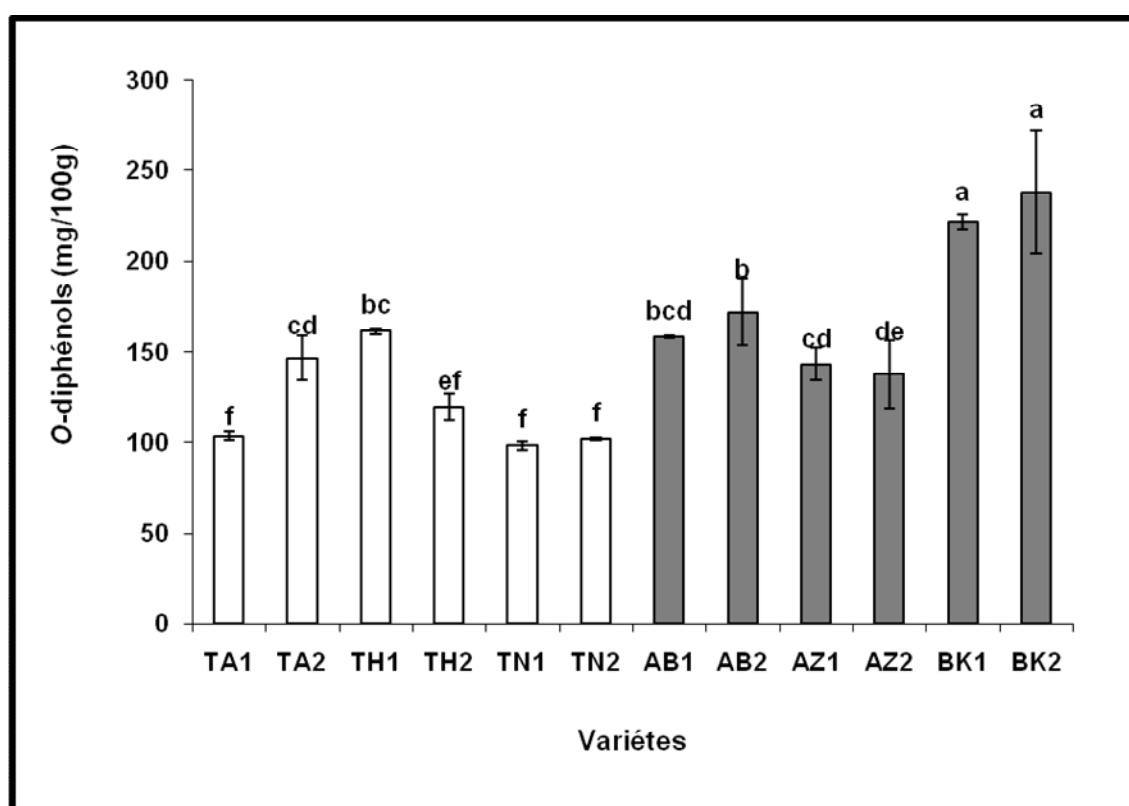


Figure 14: Teneur en *Ortho*-diphénols des extraits de figues

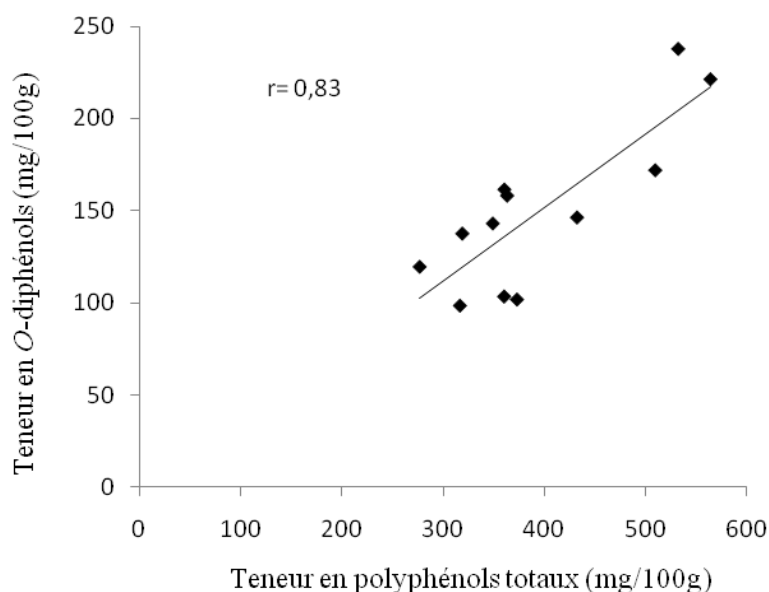


Figure 15 : Correlation entre les teneurs en polphénols totaux et *O*-diphénols.

II.5. Les tanins condensés

La quantification des tanins présents dans les échantillons de figue est illustrée en figure 16. Les teneurs ne montrent aucune différence significative ($p < 0.05$) entre les deux catégories de figues (noires et blanches). Toutefois, des différences significatives ($p < 0.05$) sont enregistrées entre les échantillons des variétés analysées. L'échantillon 1 de la variété Bouaankik est le plus riche (7,0mg/100g) et l'échantillon 2 de cette même variété renferme la teneur la plus faible (4,25mg/100g). Pour les figues blanches, l'échantillon 1 de la variété Taamriwthe enregistre la teneur la plus élevée (6,7 mg/100g). Les autres échantillons ont des teneurs comprises entre 4,3 et 6,6mg/100g.

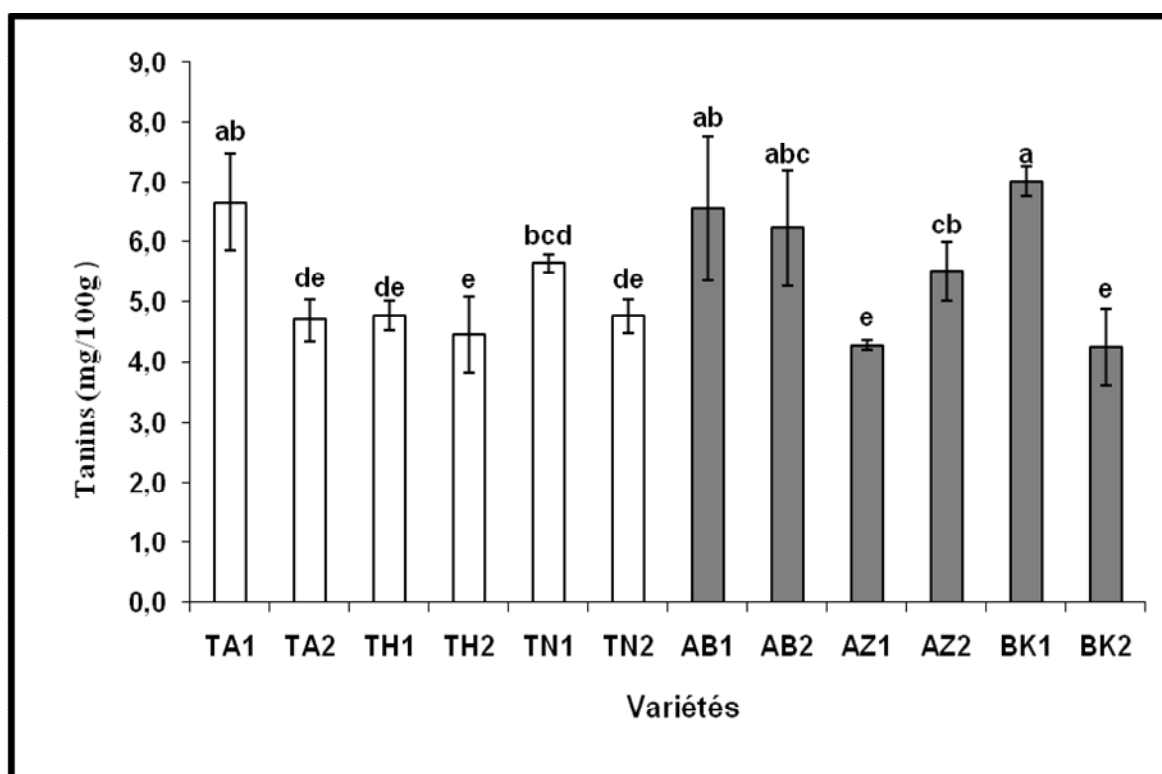


Figure 16 : Teneur en tanins condensés des extraits de figes sèches

II.6. Les anthocyanines

Les résultats obtenus montrent que les teneurs en anthocyanines des figes sèches analysées présentent des différences significatives ($p < 0.05$) selon l'échantillon, la variété et la catégorie (figure 17). Bien que les teneurs en anthocyanines soient faibles pour l'ensemble des échantillons, les figes noires s'individualisent avec des teneurs relativement élevées. L'échantillon 2 de la variété Azendjar s'avère être le plus riche (2,5mg/100g) ; l'échantillon 1 de la variété Azendjar présente la plus faible teneur (1,6mg/100g).

Pour les figes blanches, l'échantillon 1 de la variété Tahyounte se distingue avec une teneur de 1,96mg/100g, alors que l'échantillon 2 de la variété Tahyounte renferme la plus faible teneur (0,94mg/100g).

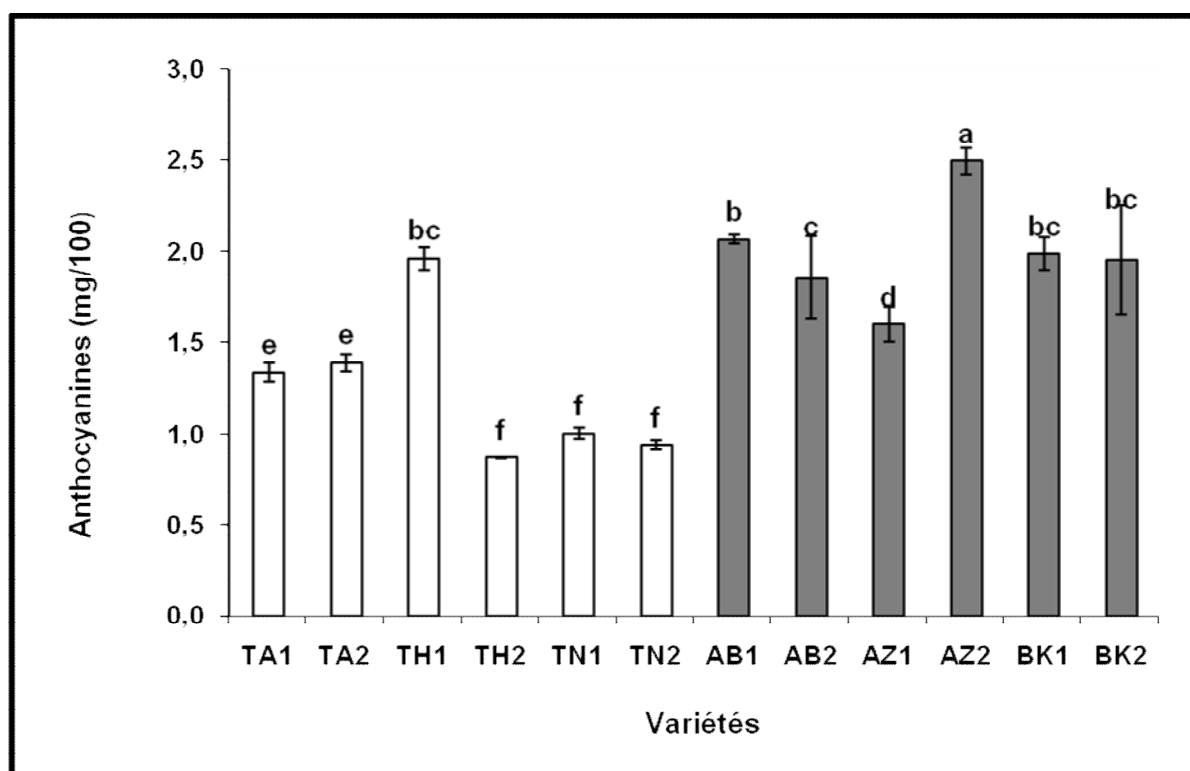


Figure 17 : Teneur en anthocyanines des extraits de figes

Les anthocyanines sont des composés très sensibles ; plusieurs facteurs (la température élevée, la lumière) peuvent les déstabiliser (Laleh *et al.*, 2006).

La teneur en anthocyanines des figes varie significativement selon les variétés et la partie du fruit considérée (pulpe, peau) (Del Caro et Piga, 2008 ; Dueñas *et al.*, 2008). Selon Del Caro et Piga (2008), les teneurs sont de 92,92mg/100g de poids frais dans la peau de la fige noire et seulement de 0,49mg/100g de pulpe, alors que la fige blanche ne contient que 1,76mg/100g dans la pulpe. Cependant, la richesse des figes noires par rapport aux figes blanches, en anthocyanines, pourrait être attribuée à la présence de ces composés dans la pulpe et dans la peau des figes noires.

Le test de *t* pour échantillons appariés a été réalisé afin d'étudier les différences entre les échantillons de la même variété, récoltés dans une même région (Beni-Maouche) mais dans des vergers différents.

L'étude révèle l'existence de différences significatives ($p < 0,005$) entre les échantillons de la variété Taamriwthe pour les teneurs en eau, polyphénols totaux,

flavonoïdes, anthocyanines, tannins et *O*-diphénols. Au contraire, aucune différence n'est enregistrée pour les teneurs en caroténoïdes et en flavonols. La variété Tahyounte montre des différences significatives ($p < 0,005$) entre les échantillons étudiés, pour l'ensemble des composés analysés. Pour les teneurs en tanins, les deux échantillons de cette variété ne montrent pas de différence significative ($p < 0,005$).

Les échantillons de la variété Tanekoulte présentent des différences significatives ($p < 0,005$) uniquement pour certains paramètres analysés (polyphénols totaux, tanins, flavonols).

Pour la variété Aberkan, des différences significatives ($p < 0,005$) entre les échantillons ont été enregistrées pour les teneurs en eau, polyphénols totaux, caroténoïdes et en flavonols.

Les échantillons de la variété Bouaankik montrent des différences significatives ($p < 0,005$), seulement pour les teneurs en eau, caroténoïdes, tanins et flavonols.

Quant aux échantillons de la variété Azendjar, des différences significatives ($p < 0,005$) ont été notées pour les teneurs en flavonoïdes et en anthocyanines.

Il a été démontré par Tovar *et al.* (2002) qu'une faible irrigation crée une situation de stress qui affecte l'activité de L-phénylalanine ammonia-lyase (PAL) ; cette enzyme joue un rôle important dans la conversion de la phénylalanine en acide coumarique impliqué dans la synthèse des composés phénoliques.

Veberic *et al.* (2008) ont relié la teneur en composés phénoliques synthétisés dans la figue, aux conditions climatiques, concluant que les figues récoltées au mois de septembre (température élevée, longue durée d'ensoleillement, faible pluviométrie) sont plus riches que les figues récoltées au mois de mai.

Dans la présente étude, la différence constatée entre les échantillons d'une même variété, récoltée dans une seule région, à la même période, séchés et analysés sous les mêmes conditions, pourrait être attribuée principalement à la composition du qui diffère d'un verger à un autre, selon l'implication de l'agriculteur.

III. Activité antioxydante

III.1. Pouvoir réducteur

Le pouvoir réducteur d'une substance peut être défini par sa capacité à transférer un électron ou à donner un atome d'hydrogène. C'est un indicateur significatif du potentiel antioxydant d'une substance (Gulcin *et al.*, 2002).

L'analyse de la figure 18 indiquant le pouvoir réducteur montre des différences significatives ($p < 0.05$) entre l'ensemble des échantillons de figue sèche. Toutefois, certains échantillons de variétés différentes ne présentent pas de différence significative ($p < 0,05$); c'est le cas des échantillons 1 des variétés Taamriwthe et Tanekoulte.

Les figues noires se distinguent des figues blanches par des activités réductrices élevées. La variété Bouaankik (échantillons 1 et 2) exerce les meilleures activités réductrices (400,8 et 372,5mg équivalent d'acide ascorbique/100g, respectivement). Ceci peut être expliqué par leurs teneurs élevées en composés phénoliques totaux et en *O*-diphénols.

Pour les figues blanches, l'échantillon 2 de la variété Tahyounte, la moins riche en composés phénoliques exerce un faible pouvoir réducteur (99,3mg EAA/100g). Quant aux autres variétés, elles montrent des activités assez bonnes qui sont comprises dans l'intervalle 119,5mg à 356,2 mg E.A.A /100g.

La nature et la concentration des antioxydants contrôlent l'intensité du pouvoir réducteur. La position de l'hydroxylation intervient dans cette propriété.

La présence de composés réducteurs dans les extraits de figue induit la transformation des ions Fe^{3+} en ions ferreux Fe^{2+} qui réagissent comme donneurs d'électrons (Aldini *et al.*, 2006). Selon Mc Donald *et al.* (2001), la présence d'un seul groupement hydroxyle donne une action limitée. La présence de composés *O*-diphénols augmente la capacité antioxydante en améliorant la stabilité du radical phénoxy (Lessage Meesen *et al.*, 2001).

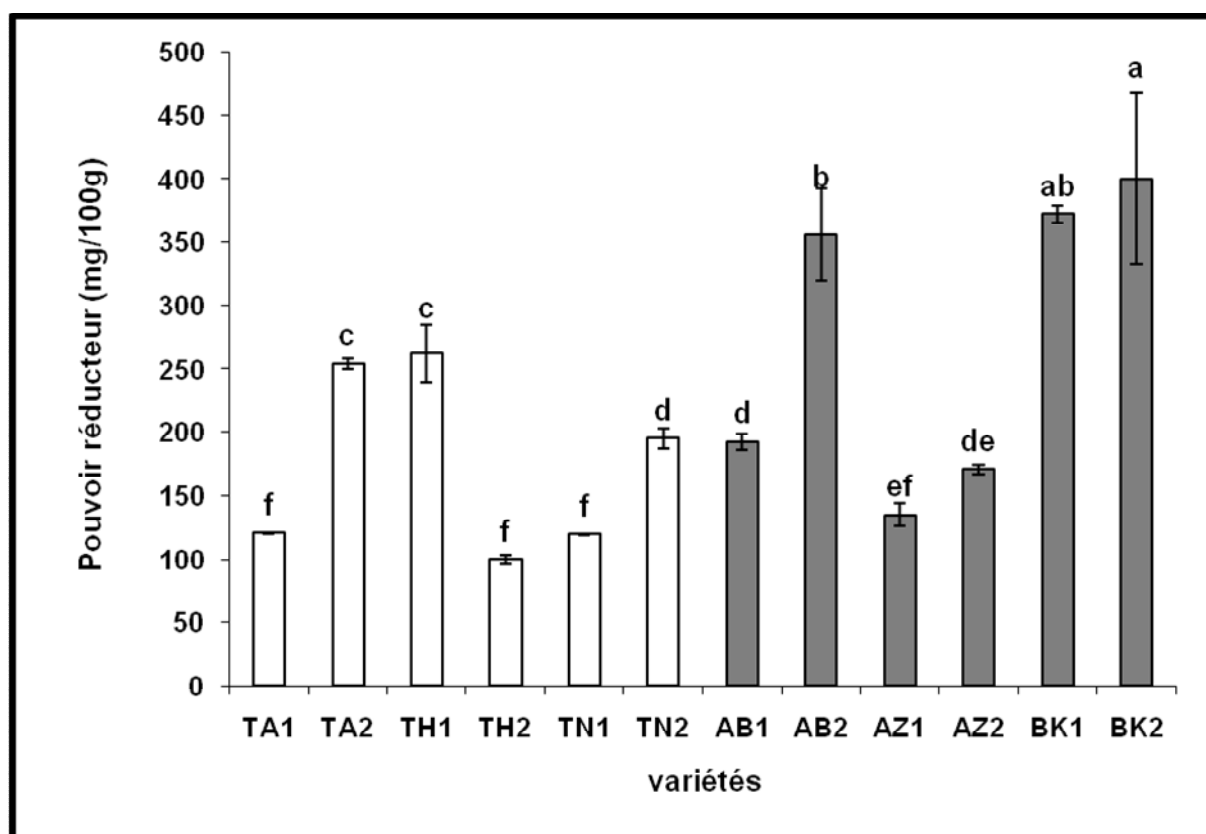
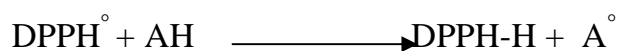


Figure 18 : Pouvoir réducteur des extraits de figes

III.2. Activité antiradicalaire

Selon Molyneux (2004), l'efficacité d'un antioxydant peut être définie par sa capacité à fixer des radicaux libres, et à arrêter ainsi la propagation de la réaction en chaîne. Afin d'évaluer cette efficacité, la méthode au DPPH a été adoptée pour l'étude de l'activité antiradicalaire des figes sèches.

Le DPPH est un radical libre et stable dont l'absorbance diminue lorsque ce dernier est réduit par un antioxydant (AH).



L'activité antiradicalaire des extraits acétoniques des échantillons de figes analysés est illustrée en figure 19. Les résultats indiquent des différences significatives ($p < 0.05$) entre les variétés mais aussi entre les catégories. Les figes noires présentent les activités antiradicalaires les plus élevées avec un maximum enregistré pour la variété Bouaankik et l'échantillon 2 de la variété Aberkan (65,63%, 61,50% et 65,56%

respectivement) ; ceci serait dû à leur richesse en composés phénoliques totaux, *O*-diphénols et flavonoïdes. L'activité minimale est enregistrée pour l'échantillon 1 de la variété Azendjar (37,8%), variété noire ayant la plus faible teneur en flavonoïdes.

Pour les figes blanches, de plus faibles activités sont observées avec un maximum de 46,62% pour Tahyounte 1 qui renferme les teneurs les plus élevées en flavonoïdes et en *O*-diphénols ; La plus faible activité est obtenue pour l'échantillon 1 de la variété Tanekoulte (31,72%), échantillon ayant la plus faible teneur en *O*-diphénols.

L'activité antiradicalaire dépend de la structure des composés phénoliques contribuant à leur capacité de transfert d'électron/donneur d'hydrogène ; ainsi, certains composés réagissent très rapidement avec le DPPH réduisant un nombre de molécules de DPPH correspondant au nombre de groupements hydroxyles disponibles (Williams *et al.*, 1995).

L'activité antiradicalaire des figes pourrait être attribuée particulièrement aux teneurs importantes en composés phénoliques et en *O*-diphénols avec un même coefficient de corrélation significatif ($p < 0.05$) de 0,86. D'autre part, les effets synergiques des composés phénoliques, flavonoïdes, caroténoïdes, pourraient également avoir une influence sur l'activité antiradicalaire grâce à leur capacité importante à céder des atomes d'hydrogène. Solomon *et al.* (2006) ont enregistré un coefficient de corrélation de 0,98 entre les teneurs en polyphénols et la capacité antioxydante.

Afin de bien évaluer cette activité, il serait d'autant plus important de caractériser l'ensemble des composés dosés, car la composition ainsi que la structure chimique des composés actifs d'un extrait sont des facteurs pertinents qui modulent l'efficacité des antioxydants.

Les deux tests, pouvoir réducteur et activité antiradicalaire, utilisent deux mécanismes d'action antioxydants sur les radicaux libres qui sont les transferts d'atomes d'hydrogène et d'électrons, respectivement. Les extraits des échantillons de figes révèlent une corrélation significative ($p < 0.05$) de 0,90 entre le pouvoir réducteur et l'activité antiradicalaire (figure 20).

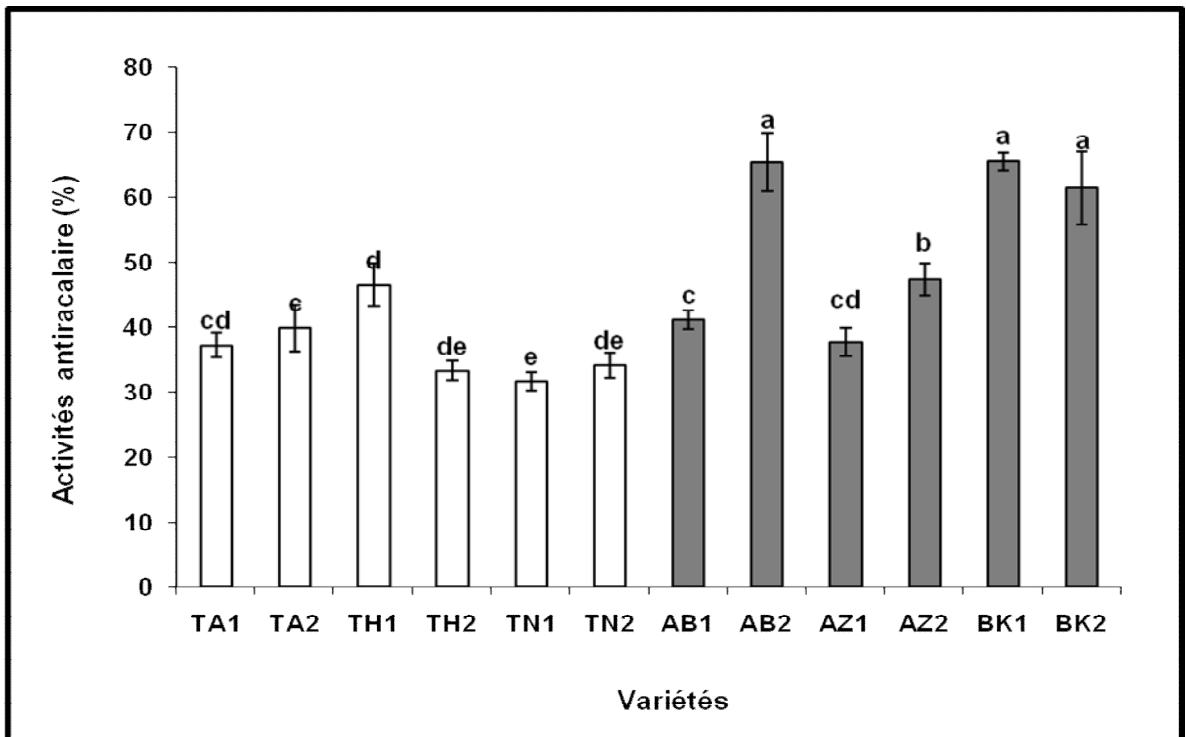


Figure 19 : Activité antiradicalaire des extraits de figes

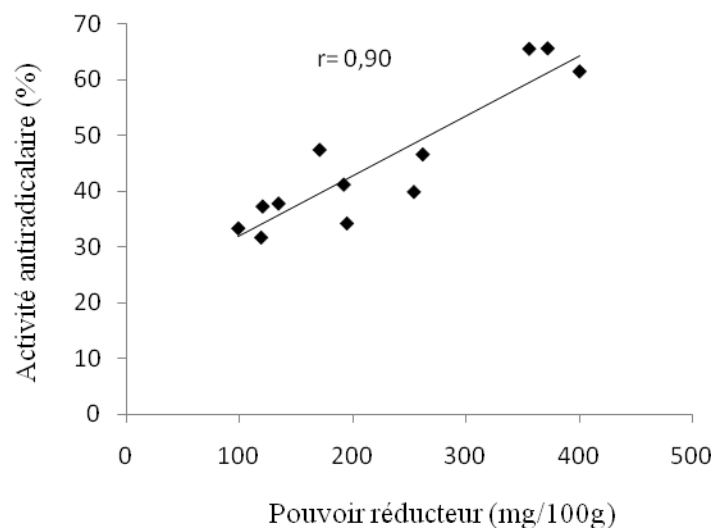


Figure 20: Corrélation entre les activités antiradicalaire et réductrice des extraits

III.3. Inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique

La mesure de l'inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique est l'une des méthodes les plus utilisées pour la détermination de l'activité antioxydante. Lors de la peroxydation lipidique, les antioxydants peuvent céder des protons ou des électrons aux différents radicaux lipidiques, mettant fin à la réaction en chaîne. Les résultats de l'inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique par les extraits des échantillons de figes sont illustrés dans la figure 21. L'étude statistique révèle l'existence de différences significatives ($p < 0.05$) entre les deux catégories de figes et pour l'ensemble des variétés.

Comme pour le pouvoir réducteur et l'activité antiradicalaire, il en ressort que les figes noires exercent les meilleures activités ; les échantillons de la variété Bouaankik, et l'échantillon 2 de la variété Aberkan présentent le meilleur pouvoir inhibiteur (77,0 %, 77,6 % et 73,1 %, respectivement). Pour les figes blanches, l'échantillon 1 de la variété Tahyounte est le plus performant avec un pourcentage d'inhibition de l'oxydation de 56,46%. L'échantillon 2 de la variété Tahyounte, le moins riche en polyphénols, enregistre une activité antioxydante importante (46,20%) probablement grâce à sa richesse en *O*-diphénols ; l'échantillon 1 de la variété Tanekoulte le moins riche en *o*-diphénols enregistre le pourcentage d'inhibition le plus faible (42,43%).

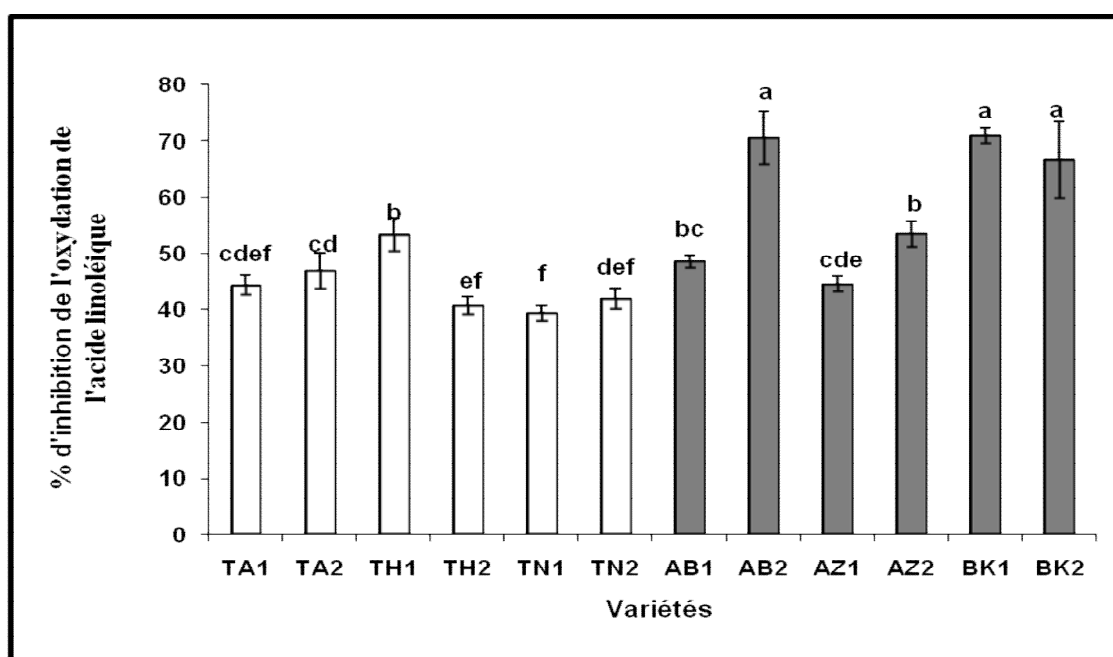


Figure 21: Inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique par les extraits des figes

VI. Relation entre l'activité antioxydante et les teneurs en antioxydants

Afin d'évaluer la contribution des classes polyphénoliques individuelles à l'efficacité antioxydante des extraits de fige sèche, nous avons réalisé dans cette étude une simple analyse de régression linéaire. Les polyphénols totaux, les *O*-diphénols et les flavonoïdes semblent contribuer d'une manière significative à l'activité anti-oxydante (activité antiradicalaire, inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique et pouvoir réducteur) avec des coefficients de corrélation élevés (figures 22, 23 et 24).

Selon Gulcin *et al.* (2004) et Benkeblia, (2005), le pouvoir réducteur d'un extrait est essentiellement dû aux composés phénoliques. Ceci est confirmé dans la présente étude, par l'existence de corrélation significative entre le potentiel réducteur des extraits de figes sèches et les teneurs en polyphénols, *o*-diphénols et en flavonoïdes. Les coefficients de corrélation sont de 0,93 - 0,88 et 0,80, respectivement (figure 22).

Les teneurs en flavonols et en tanins montrent des corrélations linéaires significatives ($p < 0,05$) avec le pouvoir réducteur, l'activité antiradicalaire et l'inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique mais avec des coefficients faibles (figures 22, 23, 24). Ceci est dû à leur modeste contribution en tant que classe individuelle de polyphénols à la capacité antioxydante, indiquant que la capacité antioxydante est principalement liée aux polyphénols, par contre elle est modestement liée aux classes individuelles de ces composés. Cela pourrait être attribué à l'effet synergique entre l'ensemble des antioxydants du fruit pour la contribution à l'activité antioxydante.

Les résultats de la présente étude indiquent l'existence de corrélations significatives positives ($p < 0,05$) entre les teneurs en polyphénols totaux et *ortho*-diphénols et l'inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique, avec des coefficients de corrélation respectifs de 0,87 et 0,86 (figure 23).

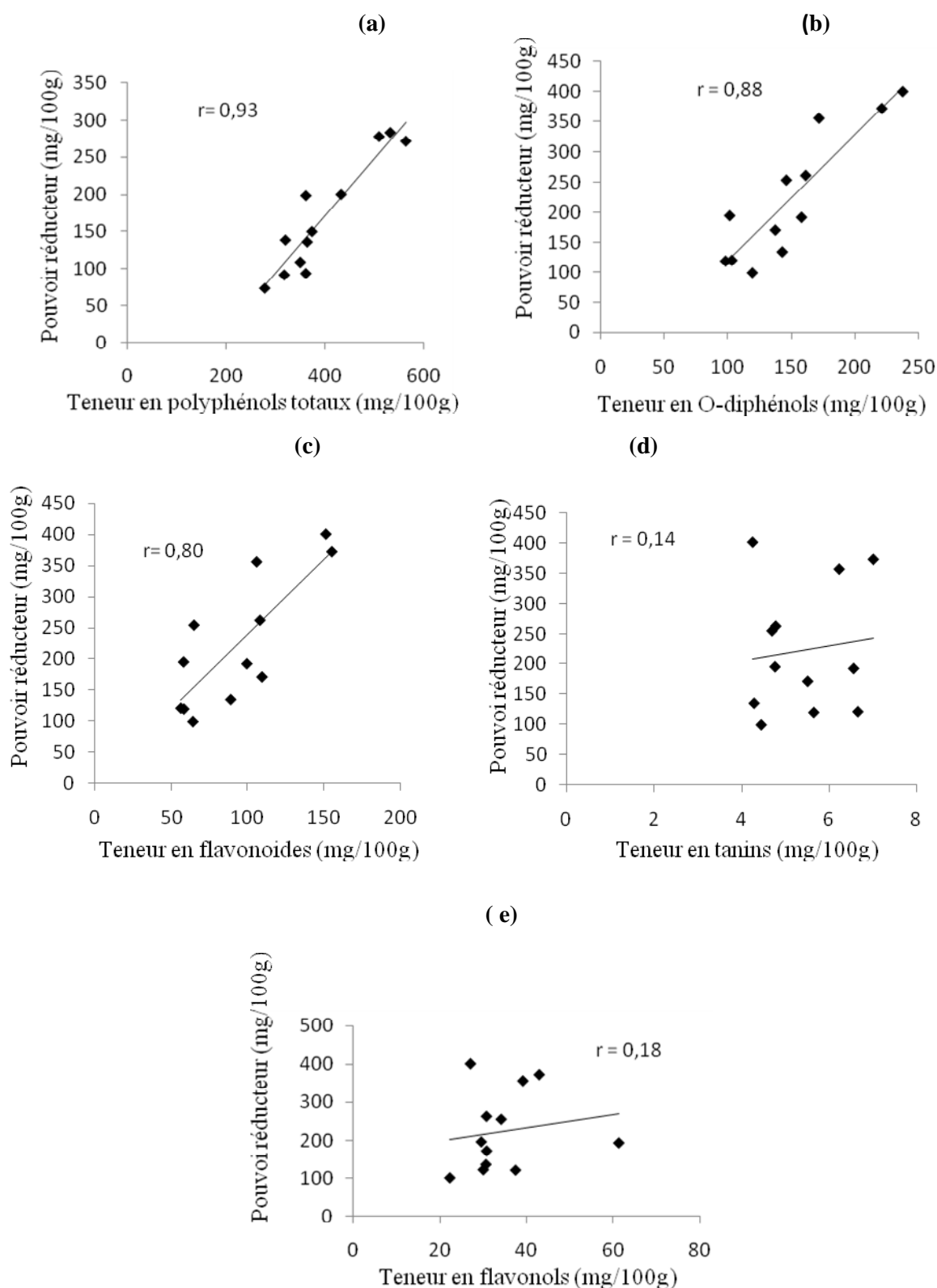


Figure 22: Corrélacion entre le pouvoir réducteur et les teneurs en composés phénoliques (a), *Ortho*-diphénols (b), flavonoides (c), tanins (d) et flavonols (e).

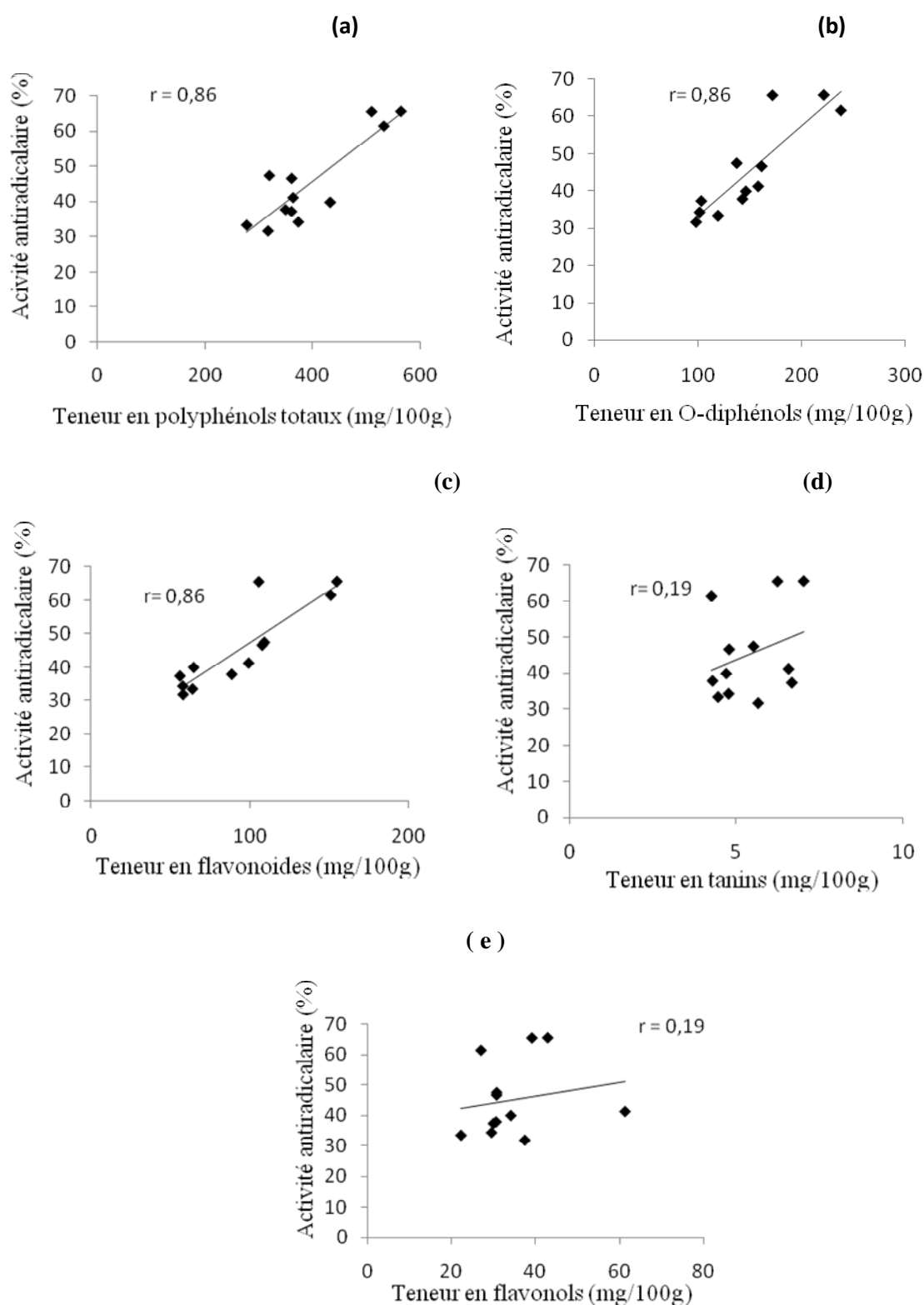


Figure 23 : Corrélation entre l'activité antiradicalaire et les teneurs en composés phénoliques (a), *Ortho*-diphénols (b), flavonoides (c), tanins (d) et flavonols (e).

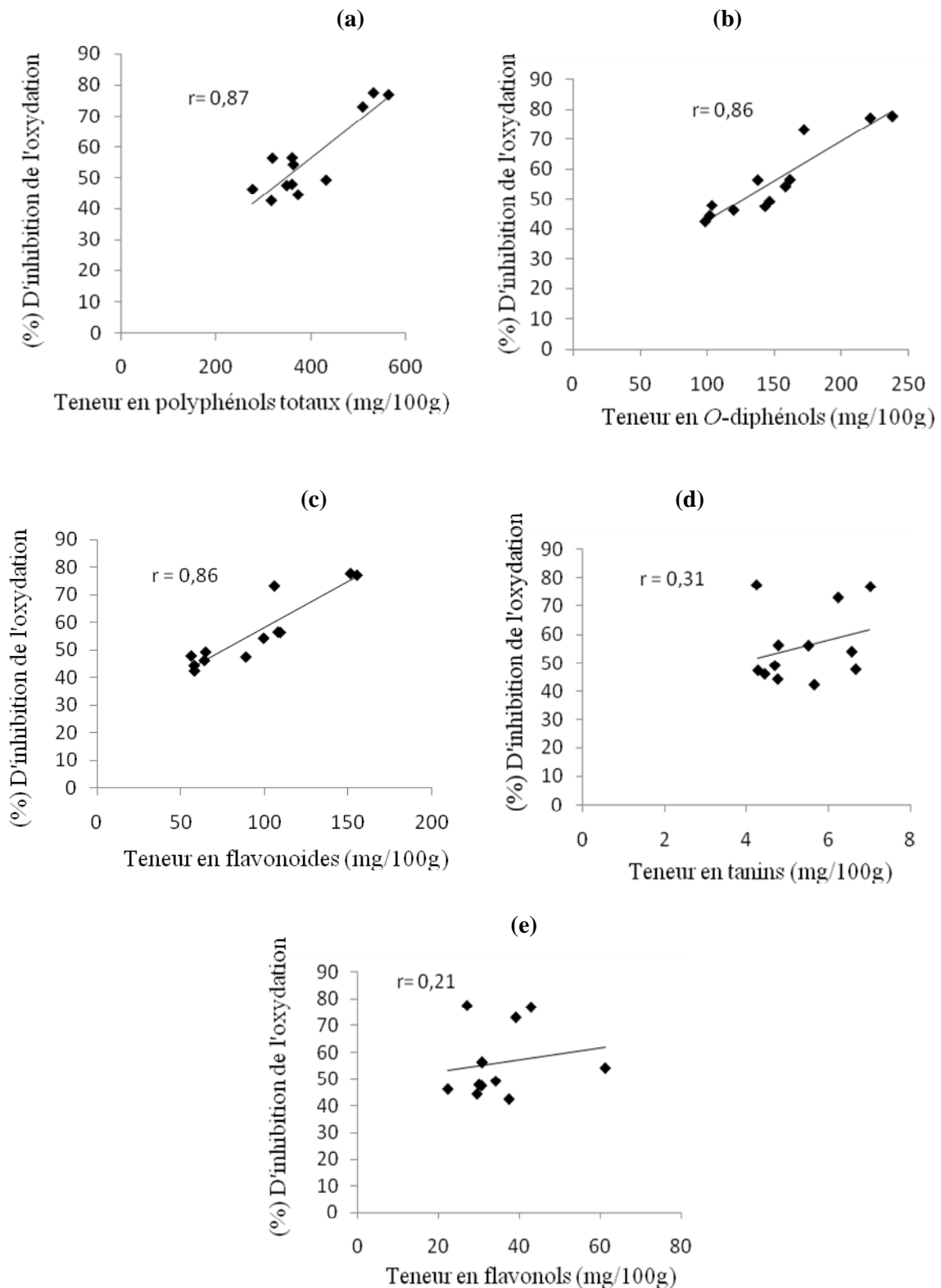


Figure 24 : Corrélation entre l'inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique et les teneurs en composés phénoliques (a), *Ortho*-diphénols (b), flavonoides (c), tanins (d) et flavonols (e).

Conclusion

Conclusion

La présente étude a permis de comparer les teneurs en substances antioxydantes (caroténoïdes, composés phénoliques totaux, *Ortho*-diphénols, flavonoïdes, flavonols, anthocyanines, tanins condensés) et l'activité antioxydante de six variétés de figes sèches (trois blanches et trois noires) récoltées à Bejaia.

Les résultats obtenus montrent que les paramètres analysés varient significativement selon la classe, la variété, et selon même l'échantillon d'une même variété.

Concernant la classe, les figes sèches noires se distinguent des figes sèches blanches par leur richesse en polyphénols totaux, *ortho*-diphénols, flavonoïdes, flavonols et anthocyanines. Pour les teneurs en tanins et en caroténoïdes, les deux classes de figes ne présentent pas de différence significative.

Les résultats de la présente étude révèlent que la variété a une influence sur la composition quantitative et qualitative en antioxydants. La variété Bouaankik est la plus riche en polyphénols totaux, *ortho*-diphénols, flavonoïdes et en anthocyanines. La variété Aberkan est la plus riche en flavonols et en tanins condensés.

Pour les figes blanches, la variété Taamriwthe présente les teneurs les plus élevées en polyphénols alors que la variété Tahyounte est la plus riche en flavonoïdes.

L'activité antioxydante des extraits acétoniques des figes sèches varie considérablement en fonction de la variété. La variété Bouaankik présente la meilleure activité réductrice, le plus fort pouvoir inhibiteur de l'oxydation de l'acide linoléique ainsi que le meilleur potentiel antiradicalaire. La variété Aberkan enregistre également des activités anti-oxydantes intéressantes.

Pour les figes blanches, la variété Tahyounte manifeste les meilleures propriétés antioxydantes.

Des corrélations linéaires significatives ont été établies entre les teneurs en composés antioxydants avec les différentes activités antioxydantes des extraits analysés indiquant ainsi que ces composés sont impliqués dans l'activité antioxydante.

Nos résultats confirment l'intérêt de la consommation des figes sèches, grâce à leurs teneurs incontestables en différents antioxydants qui piègent les radicaux libres, et qui protègent contre le phénomène du stress oxydatif.

Les données de la présente étude pourraient être utilisées pour sensibiliser les agriculteurs afin de reconsidérer la production de la figue sèche en améliorant les procédés de séchage.

Il serait intéressant d'approfondir la présente étude par :

- ✓ la quantification d'autres éléments antioxydants dont l'acide ascorbique
l'identification de l'ensemble des composés antioxydants
- ✓ des tests *in vivo* qui permettraient une meilleure évaluation de l'activité antioxydante de la figue sèche.
- ✓ l'étude du devenir des antioxydants de la figue dans l'organisme (métabolisme, interaction avec les autres constituants des aliments).

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

Abene A., Dubois V., Si-Youcef M. et Leray M. (2005). Etude expérimentale de capteurs solaires a air : le séchage de la figue. *Technologies Avancées*, 17 :15-28.

Akagawa A. et Suyama K. (2001). Amine oxidase-like activity of polyphenols Mechanism and properties. *European Journal of Biochemistry*, 268:1953-1963.

Aldini G., Picoli A., Beretta G., Morazzoni P., Riva A., Marinello C. et Facino R.M. (2006). Antioxidant activity of polyphenols from solid residues of c.v.Coratina. *Fitoterapia*, 77:121-128.

Ames B N., Shigenaga M K. et Hagen T.M. (1993). Oxidant, antioxidant and the degenerative disease of aging. *Product Natural Academic Science of USA*, 90: 7915-7922.

Amić D., Davidović -Amić D., Beslo D. et Trinnajstić N. (2003). Structure-Radical scavenging activity relationships of flavonoids. *Croatica Chemica Acta*, 76 (1) 55-61.

Aurousseau B. (2002). Les radicaux libre dans l'organisme des animaux d'élevages : Conséquences sur la reproduction, la physiologie et la qualité de leurs produits. *INRA, Productions Animaux*, 15 :67-82.

Babalís S.J. et Belessiotis V.G. (2004). Influence of the drying conditions on the drying constants and moisture diffusivity during the thin-layer drying of figs. *Journal of Food Engineering*, 65: 449-458.

Balasundram N., Sundram K. et Samman S. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99:191-203.

Bassey M.W. (1989). Besoin en séchage: le point de vue des fermiers de Sierra Leone. In « Céréales en régions chaudes ». Ed. John Libbey Eurotext. 57-69.

Bayer E., Buttler K.P., Finkenzeller X. et Grau J. (2005). Guide de la flore méditerranéenne. Ed. Tec et Doc. 12-13.

Benkeblia N. (2005). Free-Radical scavenging capacity and antioxydant properties of some selected onions (*Allium cepa* L.) and garlic (*Allium cepa* L.) extract. *Brazilian Archive of Biology and Technology*, 48:753-759.

- Berger M.M. (2005).** Can oxidative damage be treated nutritionally? *Clinical Nutrition*, 24:172-183.
- Bouayed J., Hammal H., Younos C., Dicko A. et Soulimani R. (2008).** Caractérisation et bioévaluation des polyphénols: nouveaux domaines d'application en santé et nutrition. *Phytothérapie*, 6:71-74.
- Bruneton J. (1987).** *Eléments de phytochimie et de pharmacologie.* Lavoisier, Ed. Technique et Document. 156-172.
- Byrne J.A., Grieve D.J., Cave A.C., Shah A.M. et Mal Cœur A. (2003).** Oxidative stress and heart failure. *Archive des Maladies du Coeur et des Vaisseaux*, 96 (3): 214-221.
- Chessa I., Nieddu G. (2005).** Analysis of diversity in the fruit tree genetic resources from a Mediterranean island. *Genetic Ressources and Crop Evolution*, 52:267-27
- Codex alimentarius. (2008).** Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires.
- Del Caro A. et Piga A. (2008).** Polyphenol composition of peel and pulp of two Italian fresh fig fruit cultivars (*Ficus carica* L). *European Food Research Technology*, 226: 715-719.
- Derble S. et Ghedira K. (2005).** Les phytonutriments et leur impact sur la santé. *Phytothérapie*, 1: 28-34.
- Dionne J.Y. (2002).** Les caroténoïdes. *Québec Pharmacies*, 48 (9): 800-804.
- Djeridane A., Yousfi M., Nadjemi B., Booutassouna D., Stocker P. et Vidal N. (2006).** Antioxydants activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chemistry*, 79: 654-660.
- Doymaz I. (2005).** Sun drying of figs: an experimental study. *Journal of Food Engineering*, 71: 403-407.
- Dueñas M., Perez-Alonso J.J., Santos-Buelga C. et Escribano-Bailon T. (2008).** Anthocyanin composition in fig (*Ficus carica* L.). *Journal of Composition and Analysis*, 21: 107-115.

Dusser D. (1997). Inflammation neurogène, radicaux libres et tabac. *Revue Française d'Allergologie*, 37(7) : 851-858

F.A.O. (2009). Food and Agriculture Organisation. Database results. FAO-STAT/<http://faostat.fao.org>.

Faulks R.M. et Southon S. (2000). Carotenoids, metabolism and diseases . in « Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods ». Ed. CRC Press. Wildman R.E.C.: 143-156.

Favier A. (2003). Le stress oxydant: intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes posés par le choix d'un marqueur. *Annales de Biologie Clinique* 55: 9-16.

Favier J.C., Ireland-Ripret J., Laussucq C. et Feinberg M. (2003). Répertoire général des aliments. Lavoisier, Ed. Technique et Document, . 31-34.

Fontaine E., Barnoud D., Schwebel C. et Lerverve X. (2002). Place des antioxydants dans la nutrition du patient septique. *Réanimation*, 11 : 411-420

Ganjewala D., Boba S. et Raghavendra A.S. (2008). Sodium nitroprusside affects the level of anthocyanin and flavonol glycosides in pea (*Pisum sativum* L. cv. Arkel) leaves. *Acta Biologica Szegediensis*, 52(2): 301-305.

Giusti M.M. et Wrolstad R.E. (2001). Characterization and measurement of anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, F1.2.1-F1.2.13.

Golubev V.N., Pilipenko L.N. et kakhniashvili T.A. (1987). Fractionation and composition of the carbohydrates of *Ficus carica*. Plenum Publishing Corporation, 6: 673-677.

Gramza A. et Korczak J. (2005). Tea constituents (*Camellia sinensis* L.) as antioxydants in lipid systems. *Trends in Food Science and Technology*, 16: 351-358.

Gülçin I., Küfrevioğlu O.I., Oktay M. et Emin Büyükkuroğlu M. (2004). Antioxidant, antimicrobial, antiulcer and analgesic activities of nettle (*Urtica dioica* L.). *Journal of Ethnopharmacology*, 90: 205-215.

Gülçin İ., Oktay M., İrfan K Ö., Aslan A. (2002). Determination of antioxidant activity of lichen *Cetraria islandica* (L) Ach. *Journal of Ethnopharmacology*, 79: 325-329.

Hanasaki Y., O gawa S. et Fukui S. (1994). The correlation between active oxygens scavenging and antioxidative effects of flavonoids. *Free Radical of Biology Medecine*, 16: 845-850.

Hennebelle T., Sahpaz S. et Bailleul F. (2004). Polyphenols, végétaux, sources, utilisation et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothérapie*, 1: 2-5.

Hossaert-McKey M., Gibernau M. et Frey J. (1993). Chemosensory attraction of fig wasps to substances produced by receptive figs. *Experimental and Applied Entomology*.70: 185-191.

INRA (2003). Projet caractérisation des ressources génétiques du figuier. ITAF.96.

Kakhniashvili T.A., Kolesnik A.A., Zherebin Yu L. et Golubev V.N. (1987). Liposoluble pigments of the *Ficus carica*. Plenum Pulishing Corporation, 4: 508-509.

Kelm A ., Hammerstone j f. et Schmitz H.H. (2005). Identification and quantitation of flavanols and proanthocyanidins in foods: How good are data ?. *Clinical and Developmental Immunology*, 12 (1):35-41.

Khadari B., Lachermes P. et Kjellberg F. (1994). Identification variable et des ressoures genetique chez le figuier (*Ficus carica* L.): Utilisation des marque RAPD. .In « Quel avenir pour l'amélioration des plantes ? ». AUPELF-UREF. John Libbey Eurotex. 399-412.

KhanbabaeeK. et Ree T. (2001). Tannins: Classification and definition. *The Royal Society of Chemistry*, 18: 641-649.

Koechlin-Ramonatxo C. (2006). Oxygène, stress oxydant et suppléments antioxydantes ou un aspect différent de la nutrition dans les maladies respiratoires. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 20: 165–177.

Kolesnik A. A ., Kakhniashvili T.A., Zherebin Yu L., Golubev V N. et Pilipenko L.N. (1987). Lipid of the fruit of *ficus carica*. Plenum Publishing Corporation, 4: 423-427.

Kowalczyk E., Krzesinski P., Kura M., Szmigiel B. et Blaszczyk J. (2003). Anthocyanins in medicine. *Polish Journal of Pharmacology*, 55: 699-702.

- Laleh G. H., Frydoonfar H., Heidary R., Jameei R., et Zare S.(2006).** The effect of light, temperature, pH and species on stability of anthocyanin pigments in four berberis species. *Pakistan Journal of Nutrition*, 5:90-92.
- Lean M. E. J., Noroozi M., Kelly I., Burns J., Talwar D., Sattar N. et Crozier A. (1999).** Dietary flavonols protect diabetic human lymphocytes against oxidative damage to DNA. *Diabetes*, 48: 176-181.
- Lee J., Koo N. et Mind B. (2004).** Reactive oxygen species, aging, and antioxidative nutraceuticals. *Food Science and Food Safety*, 3:21-33.
- Leong L.P. et Shui G. (2002).** An investigation of antioxidant capacity of fruit in singapore markets. *Food Chemistry*, 76: 69-75.
- Lessage Meesen L., Navarro D., Maunier S., Sigoillot J-C., Lorquin J., Delattre M., Simon J-L., Asther M. et Labat M. (2001).** Simple phenolic content in olive oil residues as a function of extraction systems. *Food Chemistry*, 75:501-507.
- Lev-Yadun S., Ne'eman G., Abbo S. et Flashman M. (2006).** Comment on “Early domesticated fig in the Jordan Valley. *Science*. 314: .1683.
- Lugasi A., Hóvári V., Sági K. et Bíró L. (2003).** The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. *Acta Biologica Szegediensis*, 47(1-4):119-125.
- Ministère de l’Agriculture et du Développement Rurale. (2008).** Données de la filière figuicole.
- Manach C., Scalbert A., Morand C., Rémésy C. et Jimenez L. (2004).** Polyphenols: food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79: 727-47.
- Marinova D., Ribarova F. et Atanassova M. (2005).** Total phenolics and total flavonoids in bulgarian fruits and vegetables. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 40 (3): 255-260.
- Marfak A. (2003).** Radiolyse gamma des flavonoïdes, Etude de leur réactivité avec les radicaux issus des alcools : formation de depsides. Thèse de doctorat. Faculté de Pharmacie. Université de Limoges.
- Martin S. et Andriantsitohaina L. (2002).** Mecanisme de la protection cardiaque et vasculaire des polyphénols au niveau de l’endothélium. *Annales de cardiologie et d’angéiologie*. 51 : 304-315.

- Mc Donald S., Prenzler P.D., Antolovich M. et Robards K. (2001).** Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts. *Food Chemistry*, 73: 73-84.
- Mélo E.A., Lima V.L.A.G. et Maciel I.S. (2006).** Polyphenol, ascorbic acid and total carotenoid contents in common fruits and vegetables. *Brazilian Journal of Food and Technology*, 9 (2): 89-94.
- Middleton E.J.R., Kaudaswami C., Theohardie T.C. (2000).** The effects of plant flavonoids on mammalian cell: Implication for inflammation, heart disease, and cancer. *Pharmacological Review*, 52(4): 673-751.
- Mokbel M.S. et Hashinaga F. (2005).** Antibacterial and antioxidant activities of banana (Musa, AAA cv. Cavendish) Fruits Peel. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 1(3): 125-131.
- Molbo D., Machado C.A., Sevenster J.G., Keller L. et Allen Herre E. (2003).** Cryptic species of fig-pollinising wasps: Implications for the evolution of the fig-wasp mutualism, sex allocation, and precision of adaptation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100 (10): 5867-5872
- Molyneux P. (2004).** The use of the stable free radical diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarinn Journal of Science Technology*, 26(2): 211-219.
- Muchuweti M., Ndhlala A.R. et Kasiamhuru A. (2006).** Analysis of phenolic compounds including tannins, gallotannins and flavannols of *Uapaca kikiiana* fruit. *Food Chemistry*, 94: 415-419.
- Nijveldt R J., Nood E.V., Hoorn D.E.C.V., Boelens P.G., Norren K.V. et Leeuwen P. A.M.V. (2001).** Flavonoids : a review of probable mechanisms of action and potential applications. *Clinical Nutrition*, 74: 418-25.
- Ohshima T. (2003).** Quel avenir pour les antioxydants naturels? In *Lipides et corps gras alimentaires*. Lavoisier, Ed. Technique et Documents. 379-402.
- Orzechowski A., Ostazewski P., Jank M. et Berwid S.J. (2002).** Bioactive substances of plant origin in food - impact on genomics. *Reproduction Nutrition Développement*, 42: 461-477.

- Ouaouich A. et Chimi H. (2005).** Guide du secteur de figue. Organisation des Nations Unies pour le développement industriel. US/MOR/A48.
- Oukabli A. (2003).** Le figuier : Un patrimoine génétique diversifié a exploité. *Transfer Génétique en Agriculture*, 106: 2-4.
- Özden Ç. (2008).** Dried Figs. IGEM. Export Promotion Center of Turkey.
- Pesson P. et Louveaux J. (1984).** Pollinisation et productions végétales. *Quae*. :63
- Pietta P-G. (2000).** Flavonoids as antioxidants. *Journal of Natural Product*, 63:1035-1042.
- Pincemail J., Meurisse M., Limet R. et Defraigne J.O. (1998).** Mesure et utilisation des antioxydants en médecine humaine. *Medi Sphere* 73.
- Pincemail J., Bonjean K., Cayeux K. et Defraigne J.O. (2002).** Mécanismes physiologiques de la défense antioxydante. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 16: 233–239.
- Pulido R., Bravo L. et Saura-Calixto F. (2000).** Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing /antioxidant power assay. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 48: 3396-3402.
- Riberau-Gayon P. (1968).** Propriétés chimiques des phenols. Application aux produits naturels. In: *Les composés phénoliques des végétaux*. Ed. Dunod. 28-157.
- Robards K. et Antolovich M. (1997).** Analytical chemistry of fruit bioflavonoids. *Analyst*, 122:11-34.
- Robards k., prenzler P.D., Tucker G., Swatsitang P. et Glover W. (1999).** Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chemistry*, 66: 401-436.
- Rodriguez-Amaya. (2001).** A guide to carotenoid analysis in food. *International Life Sciences Institute Press*. 1-71.
- Ross J.A. et Kasum C.M. (2002).** Dietary flavonoids: bioavailability, metabolic effect, and safety. *Annual Review of Nutrition*, 22:19-34.
- Roussel A.M. et Ferry M. (2002).** Stress oxydant et vieillissement. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 16: 25-291.

Sass-Kiss A., Kiss J., Milotary P., Kerek M.M. et Toth-Makus M. (2005). Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables. *Food Research International*, 38:1023-1029.

Simpolous A .P. (1995). The Mediterranean food guide: *Nutrition Today*, 30(2): 54-61.

Solomon A., Golubowicz S., Yablowics Z., Grossman S., Bergman M., Gottlieb H., Altman A., Kerem Z. et laishman M.A. (2006). Antioxidant activities and anthocyanin content of fresh fruits of common fig (*Ficus carica* L.). *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 54: 7717-7723.

Sun C.D., Chen K., Chen Y. et Chen Q. (2005). Contents and antioxidant capacity of limonin and nomilin in different tissues of four cultivars during fruit growth and maturation. *Food Chemistry*, 93: 599-605.

Tapiero H., Townsend D.M. et Tew K.D. (2004). The role of carotenoids in the prevention of human pathologies. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 58 : 100-111

Tovar M.J., Romeo M.P. Girona J. et Motilva M.J. (2002). L-phenylalanine ammonia-lyase activity and concentration of phenols in developing olives *Olea europea* L. cv Arbequina fruit grown under different irrigation regimes. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 82: 892-898.

Trueba L.G.P. (2003). Los flavonoides: Antioxidantes O prooxidantes. *Cubana Invest Biomed*, 22(1): 48-57.

Valizadeh M., Valdeyron G., Kjellberg F. et Ibrahim M. (1987). Flux génique chez le figuier. *Ficus carica*: dispersion par le pollen dans un peuplement dense. *Ecologica Plant*. 8 (2): 143-154.

Veberic R., Colaric M., Stampar F. (2008). Phenolic acids and flavonoids of fig (*Ficus carica* L.) in the northern Mediterranean region. *Food Chemistry*, 106: 153-157.

Vermerris W, Nicholson R. (2006). Phenolic compound chemistry: Families of Phenolic Compound and Means of Classification. The Netherlands. 267.

Villaño D., Fernández-Pachón M.S., Moyá M.L., Troncoso A.M. et García-Parrilla M.C. (2006). Radical scavenging ability of polyphenolics compounds towards DPPH free radical. *Talanta*, 71: 230-235

Vinson J A., Zubik L., Bose P., Samman N. et Proch J. (2005). Dried Fruits: Excellent *in vitro* and *in vivo* Antioxidants. *Journal of the American College of Nutrition*, 24: 44-50.

Vinson J.A . (1999). The functional food properties of figs. American Association of cereal Chemistry, 44 (2): 82-87.

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

Walali et L.D., Skiredj A., Elattir H. (2003). L'amandier, l'olivier, le figuier, le grenadier. Transfer Génétique en Agriculture, 105: 1-3.

Wang H., Cao G. et Prior R.L. (1997). Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 45: 304-309.

Westerkamp C. et Gottsberger G. (2000). Diversity Pays in Crop Pollinisation. Crop Science, 40: 1209-1222.

Williams W.B., Cuvelier M.E. et Berset C. (1995). Use of free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. Lebensm-Wiss. Technology, 28: 25-30.

Wrolstad R.E., Durst R.W. et Lee J. (2005).Tracking color and pigment changes in anthocyanin products. Food Science and Technology, 16: 423-428.

Zheng W. et Wang S.Y. (2003). Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in Blueberries, Cranberries, Chokeberries, and Lingonberries. Journal of Agriculture Food Chemistry, 51: 502-509.

Zimmer N. et Cordesse R. (1996). Influence des tannins sur la valeur nutritive des aliments des ruminants. INRA Productions Animales, 3: 167-179.

Annexes

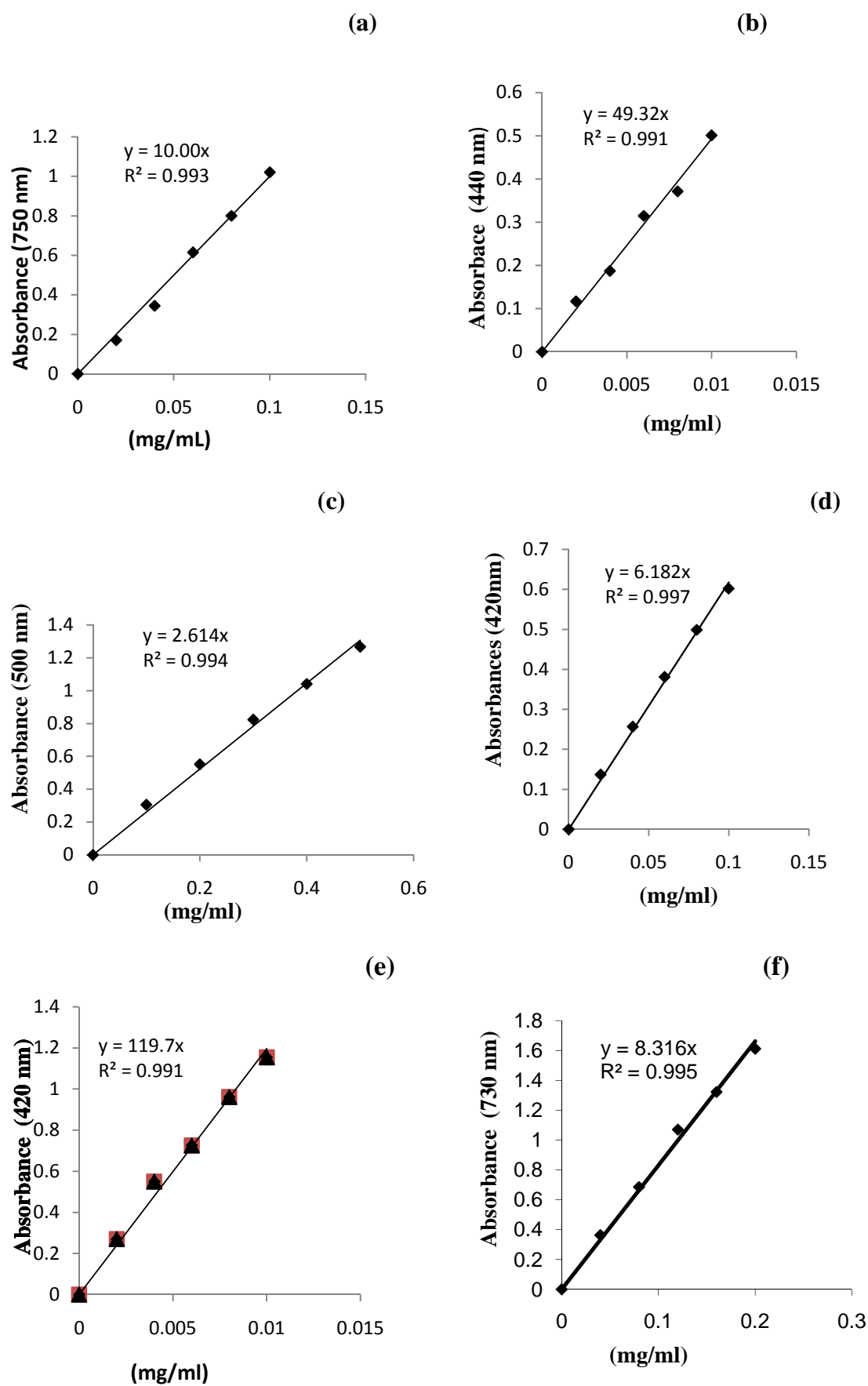


Figure : courbes d'étalonnages de composés phénolique (a), des flavonols (b), des tanins (c), des flavonoïdes (d), des caroténoïdes (e), des ortho-diphénols (f).

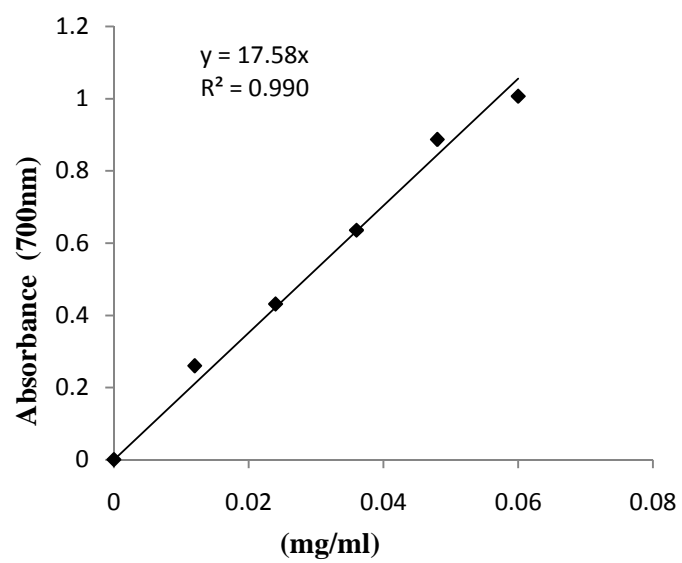


Figure : Pouvoir réducteur de l'acide ascorbique

Résumé

Le but de la présente étude est d'évaluer la capacité antioxydante de six variétés de figes sèches, trois blanches et trois noires dont deux échantillons chacune. Les extraits ont été dosés pour les teneurs en antioxydants ainsi que leur activité antioxydante. Les résultats obtenus montrent que la teneur en antioxydants ainsi que l'activité antioxydante des figes sèches pigmentées sont nettement supérieures à celles des figes blanches. La variété Bouankik elle présente les teneurs élevées en polyphénols (563,79mg/100g MS pour l'échantillon 1 et 532,03mg/100g MS pour l'échantillon 2), en *ortho*-diphénols (221,42mg/100g MS pour l'échantillon 1 et 237,92mg/100g MS pour l'échantillon 2) en flavonoïdes (155,31mg/100g MS pour l'échantillon 1 et 151,43g/100g MS pour l'échantillon 2 ; la variété Aberkan pour ses teneurs élevées en flavonols (61,25mg/100g pour l'échantillon 1) et caroténoïdes (17,56mg/100g pour l'échantillon 2). Pour les figes blanches c'est la variété Taamriwthe qui se distingue avec des teneurs élevées en polyphénols et en caroténoïdes (432,24 MG/100g MS ; 16,94mg/100g MS respectivement pour l'échantillon 2) ainsi que la variété Tahyounte avec des meilleures teneurs en flavonoïdes, Ortho-diphénols et anthocyanines (108,09 mg/100g MS ; 161,41mg/100g MS ; 1,96mg/100g MS respectivement). Pour la capacité antioxydante, pour les figes pigmentées la variété Bouankik se montre très performante avec la meilleure activité réductrice pour les deux échantillons 1 et 2 (372,54mg E.A.A/100g MS et 400,77mg E.A.A/100mg MS respectivement), la plus forte capacité à inhiber l'oxydation de l'acide linoléique (77,01% et 77,60% respectivement) ainsi que Le meilleur pouvoir antiradicalaire le radical DPPH (65,63% et 61,50%). La variété Aberkan enregistre également un très bon pouvoir réducteur et une très bonne activité antiradicalaire et d'inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique (356,24mg E.A.A/100g MS, 65,56%, 73,11% pour l'échantillon 2 respectivement) grâce à ces teneur considérables en polyphénols totaux (509,35mg/100g MS) et la meilleur teneur en caroténoïdes. Pour les figes blanches la variétés Tahyounte enregistre la meilleure activité d'inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique ; le meilleur pouvoir réducteur et la meilleur activité antiradicalaire (56,46% ; 1262,23mg/100g MS ; 46% respectivement pour l'échantillon 1).

Mots clés : *figus carica*, variété, polyphénols totaux, flavonoïdes, *ortho*-diphénols, caroténoïdes, activité antioxydante.

Summary

The aim of this study is to evaluate the antioxydant capacity of six varieties of dry figs, three white and three black including two samples each one. The extracts were proportioned for the contents antioxydants like their antioxydant activity. The results obtained show that the content antioxydants as well as the antioxydant activity of dry figs pigmented are definitely higher than those of white figs. The variety Bouankik it presents the high percentages of polyphenols (563,79mg/100g ms for sample 1 and 532,03mg/100g ms for sample 2), out of *ortho*-diphenols (221,42mg/100g ms for sample 1 and 237,92mg/100g ms for sample 2) in flavonoïdes (155,31mg/100g ms for the sample 1 and 151,43g/100g ms for sample 2; the Aberkan variety for its high percentages of flavonols (61,25mg/100g for sample 1) and carotenoids (17,56mg/100g for sample 2). For white figs it is the Taamriwthe variety which is distinguished with high percentages of polyphenols and carotenoids (432,24 MG/100g ms; 16,94mg/100g ms respectively for sample 2) as well as the Tahyounte variety with better contents of flavonoïdes, Ortho-diphenols and anthocyanines (108,09 mg/100g ms; 161,41mg/100g ms; 1,96mg/100g ms respectively). For the antioxydant capacity, for figs pigmented the Bouankik variety is shown very powerful with the best reducing activity for two samples 1 and 2 (372,54mg E.A.A/100g ms and 400,77mg E.A.A/100mg ms respectively), the strongest capacity to inhibit the oxidation of the linoleic acid (77,01% and 77,60% respectively) as well as the best capacity antiradicalaire radical DPPH (65,63% and 61,50%). The Aberkan variety also records a very good reduction and a very good antiradicalaire activity and of inhibition of the oxidation of the linoleic acid (356,24mg E.A.A/100g ms, 65,56%, 73,11% for sample 2 respectively) thanks to these content considerable total polyphenols (509,35mg/100g ms) and best the content carotenoids. For white figs the Tahyounte varieties records the best activity of inhibition of the oxidation of the linoleic acid; best reduction and best the activity antiradicalaire (56,46%; 1262,23mg/100g ms; 46% respectively for sample 1).

Key words: *figus carica*, variety, polyphenols, flavonoïdes, *ortho*-diphenols, carotenoids, antioxydant activity.