

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة عمار تليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT
كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
قسم علوم المادة
Département des Sciences de la Matière



Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Matière
Filière : Chimie
Option : Chimie Organique appliquée

Présentée par : ZAOUI ASMAA

THEME

**Contenu en composés phénoliques et activités
antioxydante des combinaisons binaires de quelques
variétés de miel algériennes**

Soutenu publiquement le 30/09/2023, devant le jury composé de :

M. Mohamed YOUSFI	Professeur	Université de Laghouat	Président
M. Bakhti KERIBAA	MAA	Université de Laghouat	Examinateur
Mme. Chahrazed HAMIA	MCA	Université de Laghouat	Encadrant
M. Amar DJERIDANE	Professeur	Université de Laghouat	Co-Encadrant

Année universitaire 2022/2023

Remerciement :

Au terme de ce modeste travail, je remercie avant tout Allah de m'avoir gardé en bonne santé afin de mener à bien ce mémoire de fin d'étude. Je remercie également ma famille pour les sacrifices qu'elle a fait pour voir ma réussite.

Ce travail de mémoire s'est déroulé au laboratoire de recherches des sciences fondamentales à l'université **Amar Telidji –Laghouat** ; dont je remercie infiniment son directeur, le professeur **Mohamed YOUSFI** pour l'accueil et les conditions matérielles et scientifiques qui m'ont été offertes ;

Mes remerciements les plus sincères vont à ma promotrice Mme. **Chahrazed HAMIA** pour avoir accepté la charge d'être promotrice de ce mémoire. Je la remercie pour sa disponibilité, ses pertinents conseils, ses orientations et pour les efforts qu'elle avait consentis durant la rédaction de ce mémoire, ainsi pour son soutien moral et scientifique qui m'a permis de mener à bien ce travail. Je remercie également Mr. **Amar DJERRIDANE** mon Co-Promoteur pour l'aide qu'il m'a apporté et pour l'assistance par ces conseils toujours objectifs et éclairés. J'adresse également, un grand merci à Melle. **Nacira SIYAD**, doctorante en troisième cycle au département des sciences de la matière à l'université de Laghouat pour son aide inestimable, sa contribution judicieuse, sa gentillesse et sa main tendue dans les bons et les moins bons moments ;

Mes remerciements s'adressent à monsieur **Mohamed YOUSFI** d'avoir accepté de présider le jury de cette soutenance et à Mr. **Bakhti KERIBAA** pour avoir accepté d'examiner ce travail ;

Enfin, je remercie toute l'équipe administrative et pédagogique du département des sciences de la matière de l'université **Amar Telidji** et toutes personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

A La mémoire de mon frère qui nous a quitté récemment.

A la mémoire de mon grand-père et ma grande mère

« Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, et le respect que j'ai toujours eu pour vous » que Dieu repose vos âmes en paix.

A ceux qui sont les plus chères à mes yeux qui ont tout sacrifié pour moi, à ma très douce mère AICHA et mon père MOHAMED, je vous remercie pour votre soutien tout au long de ces années, pour votre foi en moi toujours, pour tout ce que vous m'avez inculqué qui a fait de moi la personne que je suis aujourd'hui, pour votre amour inconditionnel et votre présence dans les bons moments comme dans les moments difficiles, Dieu vous garde pour moi.

A ma douce sœur FATIMA,

A mes chers frères,

A mes copines : KHAWLA, HANANE, ZAINEB, FATIMA, HAJER, MISSOU.

Asma

Table des matières

Remerciement	
Dédicace.....	
Liste des abréviations	I
Liste des figures	II
Liste des Tableaux	III
I. Introduction générale	2
II. Matériel et méthodes	6
II.1. Matériel	6
II.1.1. Miels.....	6
II.1. 2. Matériel et produits chimiques.....	7
II.2. Méthodes	7
II.2.1. Préparation des extraits	7
II.2.2. Quantification des composés phénoliques	8
II.2.2.1. Dosage des polyphénols totaux.....	8
II.2.2.2. Dosage des flavonoïdes totaux.....	9
II.2.3. Evaluation de l'activité antioxydant.....	9
II.2.4. Analyse statistique.....	10
III. Résultats et discussion	12
III.1. Quantification des composés phénoliques	12
III.2. Evaluation de l'activité antioxydante.....	15
III.3. Corrélations entre tous les résultats obtenus.....	19
IV. Conclusion générale.....	24
Référence bibliographique	26
ملخص.....	30
Résumé.....	30

Liste des abréviations

A_0	: Absorbance du témoin
A_{ext}	: Absorbance des échantillons
DPPH	: 1,1-diphényl 2- picryl-hydrazyl
EAG	: Équivalent en acide gallique
EQ	: Équivalent en quercétine
ERO	: Espèce réactive de l'oxygène
PR	: Pouvoir Radicalaire
PT	: Teneur en polyphénols totaux
VCEAC	: Capacité antioxydante équivalente en vitamine C (Vitamin C equivalent antioxidant capacity)
VEEAC	: Capacité antioxydante équivalente en vitamine E (Vitamin E equivalent antioxidant capacity)

Liste des figures

Figure 1 : Principe d'action du réactif de folin-Ciocalteu avec l'acide gallique (adaptée à partir (Varga, Oliveira et al. 2009)	8
Figure 2 : Principe de réaction entre les flavonoïdes et $AlCl_3$. ((Chang, Yang et al. 2002)).....	9
Figure 3: Réaction de test DPPH (2,2 Diphenyl 1 picryl hydrazyl) (Manga, El Khattabi et al. 2012)..	10
Figure 4 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.	12
Figure 5 : Variation de la teneur en polyphénols totaux des miels monofloraux	13
Figure 6: Variation de la teneur en polyphénols totaux des miels polyfloraux	13
Figure 7 : la courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique VC	16
Figure 8 : la courbe d'étalonnage de la vitamine E	16
Figure 9 : Variation du VCEAC et VEEAC des miels analysés.....	17
Figure 10 : Projections des variables et des individus dans le plan factoriel F1-F2 (ACP).....	21

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Présentation des différents échantillons de miels	6
Tableau 2 : Produits chimiques, appareillage et équipements utilisés dans ce travail	7
Tableau 3 : Teneurs des extraits de miels en phénols totaux.....	14
Tableau 4 : Matrice des coefficients de corrélation de Pearson (r)	20

Introduction générale

I. Introduction générale

Au travers des âges, l'homme a pu compter sur la nature pour subvenir à ses besoins : nourriture, médicaments, abris. Bien qu'une grande partie du XXème siècle ait été consacrée à la mise au point de molécules de synthèse, la recherche de nouveaux agents pharmacologiques actifs via le screening des ressources naturelles a conduit à la découverte d'un grand nombre de produits naturels qui jouent un rôle majeur dans divers industries (alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques).

Les produits naturels, en particulier ceux d'origine végétale, sont une source importante d'agents thérapeutiques depuis l'Antiquité. Environ 25 à 30 % de tous les médicaments actuellement disponibles pour traiter les maladies sont dérivés de produits naturels (issus de plantes, d'animaux, de bactéries et de champignons). Néanmoins, la recherche sur les produits naturels dans l'industrie pharmaceutique a connu un lent déclin au cours des dernières décennies, principalement en raison des progrès de la chimie de synthèse. Cependant, des données récentes de l'industrie pharmaceutique suggèrent que pour certaines maladies complexes, les produits naturels restent une source extrêmement précieuse pour la production de nouvelles entités chimiques, car elles représentent des structures privilégiées sélectionnées par des mécanismes évolutifs sur des millions d'années **(Haouli Bouziani Hocine)**.

Ces produits naturels ont toujours joué un rôle important dans l'arsenal thérapeutique de l'humanité, selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), environ 65-80% de la population dans les pays en développement dans le monde, En raison de la pauvreté et du manque d'accès à la médecine moderne, dépendent principalement de la phytothérapie pour leurs soins de santé primaires. Et en dépit des progrès remarquables en chimie organique synthétique du XXe siècle, plus 25% de médicaments prescrits dans les pays industrialisés dérivent leurs origines directement ou indirectement des plantes **(OUMAR and MOHAMED 2021)**

Connu depuis les temps les plus reculés, le miel est la substance naturellement sucrée produite par les abeilles à partir du nectar et/ou du miellat (Doukani, Tabak et al. 2014). C'est l'un des aliments les plus appréciés des humains en raison de son goût, de son arôme et de ses qualités revigorantes **(BELHAJ, OUMATO et al. 2015)**

Le miel a des propriétés organoleptiques et physico-chimiques très variables en raison des conditions climatiques et environnementales et de la diversité des sources végétales à partir desquelles il est collecté **(Cimpoi, Hosu et al. 2013)**. Le miel contient au moins 200 substances, principalement des glucides et de l'eau. Il contient également des minéraux, des protéines, des acides aminés libres, des enzymes, des vitamines, des acides organiques, des flavonoïdes, des acides phénoliques et d'autres composés phytochimiques **(Benmebarek, Gherib et al. 2018)**.

La composition du miel dépend principalement de sources florales et de certains facteurs extérieurs tels que les facteurs environnementaux et les méthodes de traitement (**Benmebarek, Gherib et al. 2018**). Le miel est précieux pour le traitement des maladies cardiovasculaires, du cancer, des cataractes et de plusieurs maladies inflammatoires ainsi que pour la cicatrisation des blessures. Les effets thérapeutiques du miel dépendent de ses propriétés antioxydantes et antimicrobiennes (**Martos, Ferreres et al. 2000**)

Au cours de la respiration cellulaire, les espèces réactives de l'oxygène (ERO) se forment. Parfois ces espèces sont d'origine exogène, comme la pollution, le rayonnement, les rayons ionisants induisant ainsi à la destruction de la structure cellulaire par exemple membranes, ADN, enzymes respiratoires et du matériel génétique, fournissant ainsi émergence de maladies dégénératives (**Baudin 2020**). Un déséquilibre entre des producteurs de radicaux libres (pro-oxydants) et les protecteurs contre les radicaux libres (Antioxydants) dans le corps peut entraîner des lésions tissulaires et donc des maladies. Ce déséquilibre est appelé stress oxydatif et peut causer ou contribuer au développement de plusieurs maladies, l'ADN, les lipides membranaires ou les protéines sont des cibles favorisées par ces oxydations. Ce déséquilibre est soit dû à une surproduction d'espèces radicalaires, soit les défenses de l'organisme contre les radicaux libres sont affaiblies.

La production des ERO est équilibrée par les antioxydants qui peuvent neutraliser ou réduire les dommages des radicaux libres. Les organismes empêchent les ERO d'affecter les composés cellulaires en donnant des électrons. Parmi les antioxydants les plus puissants on cite « les polyphénols » c'est un terme qui est souvent utilisé dans le langage courant et même dans les textes scientifiques pour désigner tous les composés phénoliques des substances d'origine naturelles. Les polyphénols sont des composés organiques qui existent sous forme de métabolites secondaires dans toutes les plantes à différentes concentrations (**Lund 2021**), ils existent dans toutes les parties des plantes supérieures (racines, tiges, feuilles, fleurs, pollen, fruits, graines et bois) (**Marwa and BENOUDINA 2019**).

Les composés phénoliques ont été décrits comme ayant un grand nombre de propriétés biologiques : antioxydants, antiviraux (**Ulomskiy, Ivanova et al. 2020**), antidiabétiques (**Ren, Xu et al. 2020**), anticancéreux (**Abdel-Moneim, Shehata et al. 2020**) .cardioprotecteur, neuroprotecteur, conservateurs, agents protecteurs cérébrovasculaires, hypocholestérolémiants, protection du foie (**Ganesan et Baojun, 2017**). Ainsi, les composés phénoliques ont été largement étudiés pour leur activité antioxydante leur permettant de capter les radicaux libres, à l'origine de différents états pathologiques et par extension du vieillissement des cellules, également de nombreux travaux publiés ont démontré que quelques composés phénoliques possèdent un pouvoir antioxydant encore plus puissant que la vitamine C ((**Dragan, Feoli et al. 2003**); (**Wang, Jin et al. 2010**), (**Ammar, Jeribi et al. 2018**))

En raison de l'importance des propriétés biologiques attribuées au miel, la présente étude, repose sur l'évaluation de la teneur en composé phénolique et de l'activité antioxydant de neuf échantillons de miel et de leurs combinaisons, deux parties seront développées :

- La première partie traite le matériel d'étude et les méthodes suivis pour cette recherche.
- La seconde partie est consacrée pour les résultats obtenus et leur discussion.

Matériels et méthodes

II. Matériel et méthodes

Notre travail de recherche a été réalisé au sein du laboratoire des sciences fondamentales et le laboratoire pédagogique du département des sciences fondamentales à l'université Amar Telidji de Laghouat.

II.1. Matériel

II.1.1. Miels

Notre étude a été faite sur neuf échantillons de miel collectés en 2022 provenant de différentes régions comme le montre le **Tableau 1**:

Tableau 1 : Présentation des différents échantillons de miels

Code des échantillons	Nom des échantillons	Date de récolte	Région de récolte
M1	<i>Ortica dioica</i> (الشوكي)	Juin 2022	Mssila
M2	<i>Ziziphus lotus</i> + <i>Euphobia guyoniana</i> Boiss. (سدر + لبينة)	Juin 2022	Oued Mzi
M3	<i>Bunium mauritanium</i> (تالفودة)	Juin 2022	Sougger -Tiaret
M4	<i>Ziziphus lotus</i> (السدر)	Juin 2022	Oued djedai
M5	<i>Euphobia guyoniana</i> Boiss. + <i>Retama raetam</i> (اللبينة + الرتم)	Juin 2022	Oued Twil
M6	<i>Ziziphus lotus</i> + <i>Atrachylis serraluloide</i> (سدر + سر)	Juillet 2022	Naama
M7	<i>Thapsia garganica</i> + <i>Peganum harmala</i> (درياس + حرمل)	Mai 2022	Ain Elibel
M8	<i>Euphobia guyoniana</i> Boiss. (اللبينة)	Juillet 2022	Aflou
M9	<i>Eruca vesicaria</i> ssp. الجرجير	Janvier 2022	Illizi

II.1. 2. Matériel et produits chimiques

Tous les produits utilisés dans ce travail sont d'un grade analytique élevé (**Tableau 2**)

Tableau 2 : Produits chimiques, appareillage et équipements utilisés dans ce travail

Produits chimiques	Firme et pays
Acide gallique ($C_7H_6O_5$), Ethanol absolu (C_2H_5OH)	Riedel-de Haën (Allemagne)
Quercétine hydraté ($C_{15}H_{12}O_8$), Carbonate de sodium (Na_2CO_3), DPPH (2,2 Diphényl-1-Picryl Hydrazyl), Folin-Ciocalteu ($H_3PW_{12}O_{40}$ - $H_3PMo_{12}O_{40}$), vitamine C ($C_6H_8O_6$), vitamine E ($C_{29}H_{50}O_2$)	Sigma-Aldrich (France)
Trichlorure d'aluminium ($AlCl_3$)	VWR Chemecals (USA)
Appareillage et d'autres équipements	
Balance analytique (KERN, ABS 220-4), Spectrophotomètre UV/Visible (Shimadzu 1800), Spectrophotomètre UV/Visible (Shimadzu 1601), Micropipette 100-1000 μ L (ISOLAB), Cuvette UV/visible à usage unique en plastique, Bain marie (Mettler), Etuve (Mettler), Bêchers, Fioles jaugées (100, 250), Burette graduée, Tube à essai en verre, Pissettes, Porte tube, Spatule, Vortex (VELP SCIENTIFICA)	

II.2. Méthodes

II.2.1. Préparation des extraits

Quarante-cinq extraits sont préparés (neuf extraits avec neuf variétés de miels et trente-six extraits avec une combinaison binaire de miels). Dans des tubes à essai, on met 1g de miel (ou 1g de mélange binaire de miels) est (sont) suivi de l'ajout de 20ml d'eau distillée, ensuite les tube sont mis dans un bain-marie pendant une demi-heure poursuivi d'une agitation de 3 à 4 minutes à l'aide d'un vortex.

II.2.2. Quantification des composés phénoliques

II.2.2.1. Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux a été déterminé par spectrophotométrie, selon la méthode colorimétrique utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu (**Singleton et Ross, 1965**). Depuis, son utilisation cette méthode c'est largement répandu pour caractériser les extraits végétaux d'origines diverses. Ce dosage est basé sur la quantification de la concentration totale de groupements hydroxyles présents dans l'extrait. Le réactif de Folin-Ciocalteu est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$). Il est réduit lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_{23}) (**Figure 01**). Cette coloration bleue dont l'intensité est proportionnelle aux taux de phénols totaux présents dans le milieu donne un maximum d'absorption à 760 nm.

100 μ l de chaque extraits sont introduits à l'aide d'une micropipette dans des tubes à essai, puis l'addition de 500 μ l du réactif de Folin Ciocaltau (10 fois dilué dans l'eau distillé). Après incubation pendant deux minutes, 2ml de carbonate de sodium Na_2CO_3 à 2% sont ajoutés. Les solutions sont immédiatement secouées et maintenues à l'obscurité pendant 30 min à température ambiante. L'absorbance de chaque solution a été déterminée à 760nm contre un blanc dans un spectrophotomètre UV-visible de type Shimadzu-UV-1601. On a préparé en parallèle une gamme étalon d'acide gallique à différentes concentrations dans les mêmes conditions. Les teneurs en composés phénoliques de chaque extrait ont été calculées à partir de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique et exprimées en milligrammes en équivalence en acide gallique par cent grammes de miel (mg EAG/100g miel).

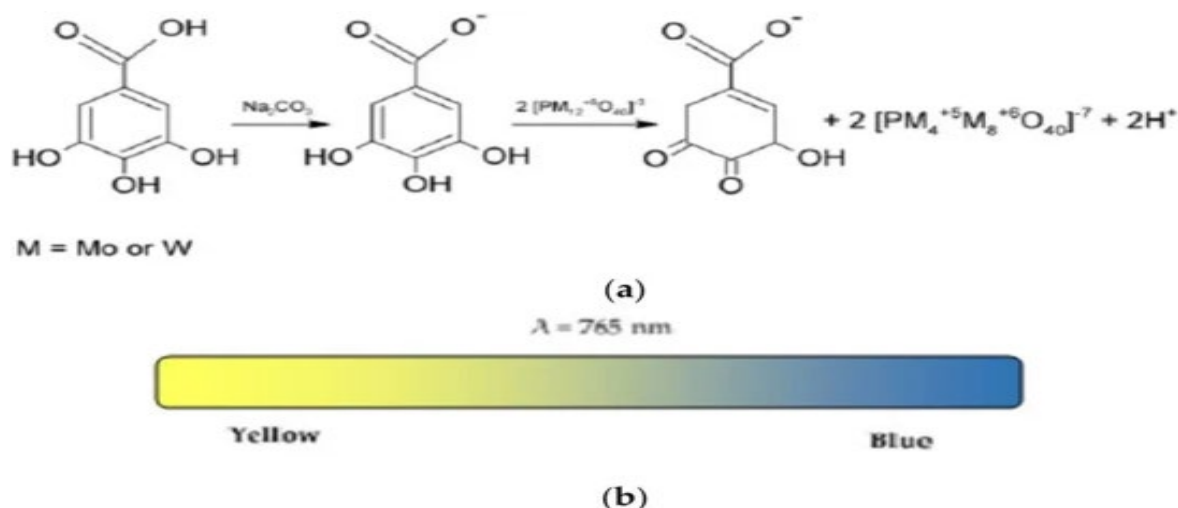


Figure 1 : Principe d'action de réactif de folin-Ciocalteu avec l'acide gallique (*adaptée à partir (Varga, Oliveira et al. 2009)*).

II.2.2.2. Dosage des flavonoïdes totaux

La détermination de la teneur et la concentration des flavonoïdes totaux de l'extrait aqueux a été réalisée par la méthode de trichlorure d'aluminium décrite par (Cui, Ndinteh et al. 2007)

Le principe de la méthode est basé sur l'oxydation des flavonoïdes par le trichlorure d'aluminium. Elle entraîne la formation d'un complexe jaune qui absorbe à 430nm (**Figure 02**). Un volume de 1 ml d'une solution de AlCl_3 2% (dans l'eau distillé) est additionné à 1 ml d'échantillon ou d'étalon. Après 20 min à la température ambiante, l'absorbance a été mesurée à 430 nm contre un blanc dans un spectrophotomètre UV-visible de type Shimadzu-UV-1601. La Quercétine a été utilisée comme standard pour tracer la courbe d'étalonnage.

La comparaison de la densité optique observée par rapport à celles obtenues par l'étalon de concentrations connues permet d'évaluer la concentration et la teneur en flavonoïdes totaux.

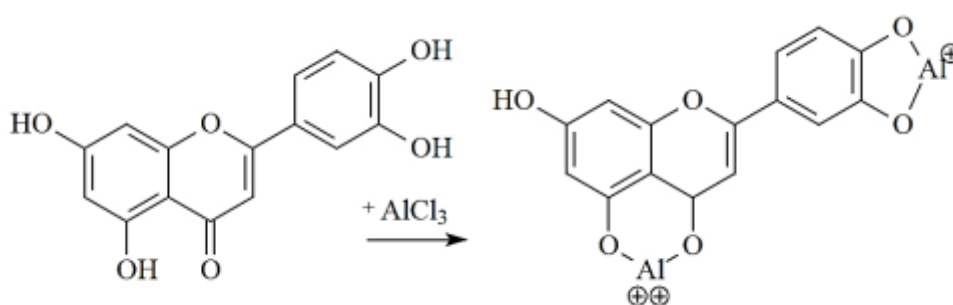


Figure 2 : Principe de réaction entre les flavonoïdes et AlCl_3 . (Chang, Yang et al. 2002)

II.2.3. Evaluation de l'activité antioxydant

Dans notre étude, la mise en évidence de l'activité antioxydante *in vitro* des extraits issus de miels étudiés est réalisée par la méthode du piégeage du radical libre DPPH.

• Activité antioxydante par le test de piégeage du radical DPPH

Le 2,2-difenil-1-picrilhydrazyl ($\text{DPPH}^\bullet$) est un radical stable qui absorbe dans le visible ((Molyneux 2004)), cette stabilité est due à la délocalisation des électrons libres au sein de la molécule. La présence de ces radicaux donne lieu à une coloration violet foncé de la solution, qui absorbe aux (environs de 517 nm et qui se dissimule généralement lorsque les molécules antioxydantes piègent ces radicaux libres $\text{DPPH}^\bullet$ (Cho, Kang et al. 2007) (**Figure 3**).

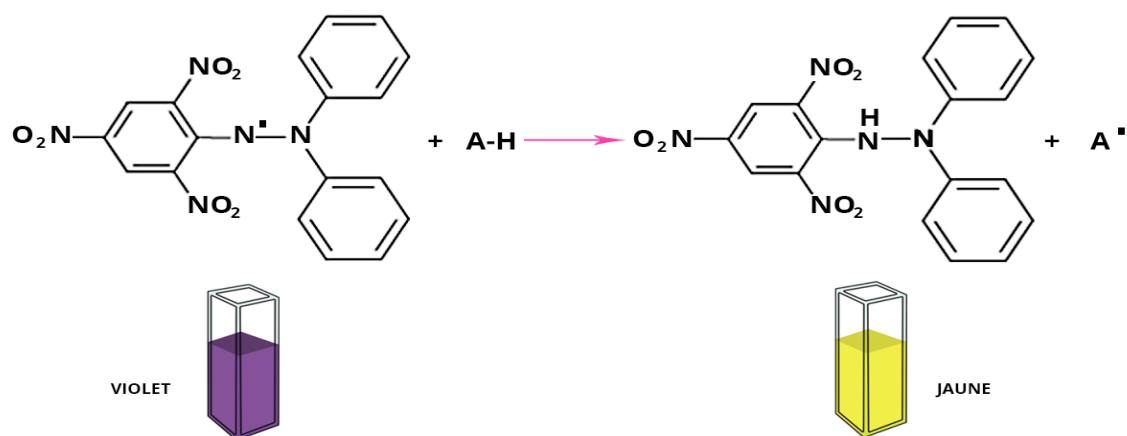


Figure 3:Réaction de test DPPH (2,2 Diphenyl 1 picryl hydrazyl) (Manga, El Khattabi et al. 2012).

1 ml de chaque extrait de miel est additionné à 1 ml d'une solution éthanolique de DPPH (125 μ M). Le mélange obtenu a été secoué immédiatement puis maintenu à l'obscurité pendant 30 min et à la température ambiante pour que la réaction s'accomplisse. L'absorbance est mesurée à 517 nm contre un témoin sur un spectrophotomètre UV-visible de type Shimadzu-UV-1800.

Les mesures de densités optiques en présence de chaque extrait nous ont permis de calculer le pouvoir antiradicalaire (PAR) et qui est déterminé selon l'équation ci-dessous puis il est exprimé par rapport à la vitamine C et à la vitamine E par les paramètres VCEAC (Capacité Antioxydante Equivalent en vitamine C) et VEEAC (Capacité Antioxydante Equivalent en Vitamine E) respectivement.

$$\text{PAR (\%)} = \frac{(A_0 - A_{\text{ext}})}{A_0} \times 100$$

Dont :

A_0 : Absorbance du témoin (ne contenant aucun antioxydant) après 30 min.

A_{ext} : Absorbance des échantillons mesurés après 30 min.

II.2.4. Analyse statistique

Tous les résultats des tests effectués sont exprimés en moyenne $\pm$ SD d'analyses en trois à cinq essais en utilisant le logiciel Excel 2018. Une analyse descriptive des résultats est réalisée à l'aide du logiciel XLSTAT 2018.5.03, avec une tolérance de 0,00001 et un intervalle de confiance de 95%, afin de déterminer le coefficient de corrélation (coefficient de Pearson) et de faire l'analyse en composantes principales (ACP).

Résultats et discussion

III. Résultats et discussion

III.1. Quantification des composés phénoliques

Le dosage des polyphénols totaux a été effectué avec le réactif de Folin-Ciocalteu. C'est l'une des méthodes adoptées dans la plupart des travaux concernant les antioxydants naturels. Elle est considérée comme étant la meilleure méthode spectrophotométrique pour la quantification de ce type de métabolites.

L'estimation globale de la teneur en différentes classes des composés phénoliques contenus dans tous les extraits de miels a été calculée à partir de la droite d'étalonnage de l'acide gallique (**Figure 4**) et exprimée en milligramme équivalent en acide gallique par cent gramme de miel (mg EAG/100g miel) et les résultats obtenus sont indiqués dans le **Tableau 3**.

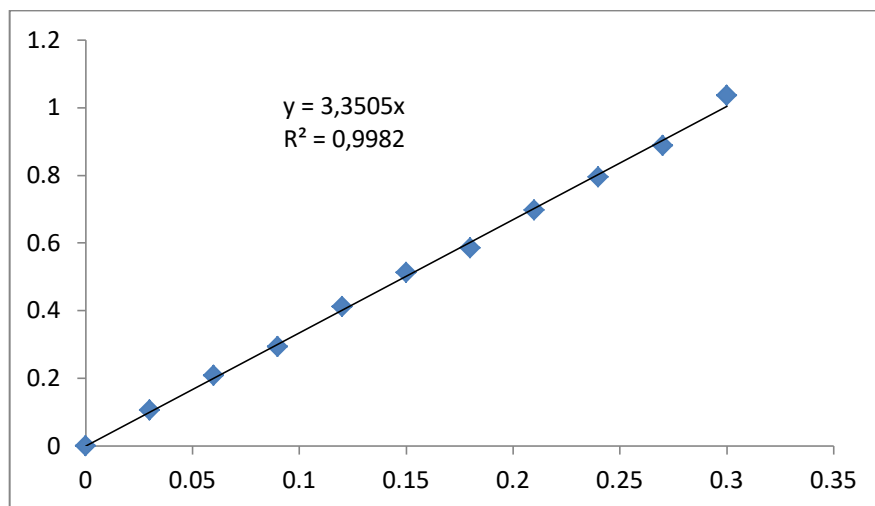


Figure 4 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

Les résultats obtenus indiquent des teneurs variables en polyphénols totaux. Ces derniers oscillent entre $61,6453 \pm 1.91$ mg EAG/100g pour M9 et $163,8293 \pm 4.05$ mg EAG/100g pour M3.

Ces données sont presque similaires à celles obtenues par (**Ali, Bahri et al. 2014**) sur des échantillons de miels tunisiens (32,17-119,42 mg EAG/100 g) ; aussi (**Tapia-Campos, Castañeda-Saucedo et al. 2017**) signalent des concentrations similaires allant de 62,13–136,84 mg/100g sur les miels mexicains.

Comparativement aux travaux réalisés sur d'autres miels algériens, ces résultats sont supérieurs à ceux obtenus par (**Baril**) et (**Mouhoubi-Tafnine, Ouchemoukh et al. 2016**) ; valeurs comprises entre 15,84-61,63 mg/100g. Cependant, ils semblent être inférieurs (90,06 à 289,19 mg EAG/100 g) à ceux trouvés par (**Ouchemoukh, Hachoud et al. 2012**). D'après l'étude réalisée par (**Cabrera, Perez et al. 2017**), la teneur en phénols totaux des miels argentins varie de 16,24 à 28,98 mg EAG/100 g.

(Selvaraju, Vikram et al. 2019) ont rapporté des valeurs très faibles variant de 6,567 et 11,438 mg GAE/100g dans des miels Malaisiens.

Les teneurs en phénols totaux peuvent être fortement influencés par l'origine florale du miel , l'origine géographique et le climat (Kek, Chin et al. 2014), en effet PT sont plus abondants dans les miels mono floraux : de M3 de *Bunium mauritanium* (163,83 mg EAG/100g) suivies respectivement de M4 de *Ziziphus lotus* (112,40 mg EAG/100 g) et M 8 *Euphobia guyoniana* Boiss. (86,96 mg EAG/100 g). Tandis que M1 de *Ortica dioica* affiche une valeur moyenne de l'ordre de 77,53 mg EAG/100 g suivis respectivement de M9 de *Eruca vesicaria ssp.* (61,64 mg EAG/100 g) comme l'indique la **Figure 5**.

Parallèlement, comme indiqué dans la **Figure 6**, les miels polyfloraux, présentent une moyenne rations en phénols totaux, sont respectivement M2 de *Ziziphus lotus* + *Euphobia guyoniana* Boiss. (91,130mg EAG/100 g) et M5 de *Euphobia guyoniana* Boiss.+ *Retama raetam* (89,8470 mg EAG/100 g) puis M6 de *Ziziphus lotus*+ *Atrachylis serraluloide* et M8 de *Thapsia garganica* + *Peganum harmala* notent les concentrations moyennes 78,5010 et 63,3717 mg EAG/100 g respectivement.

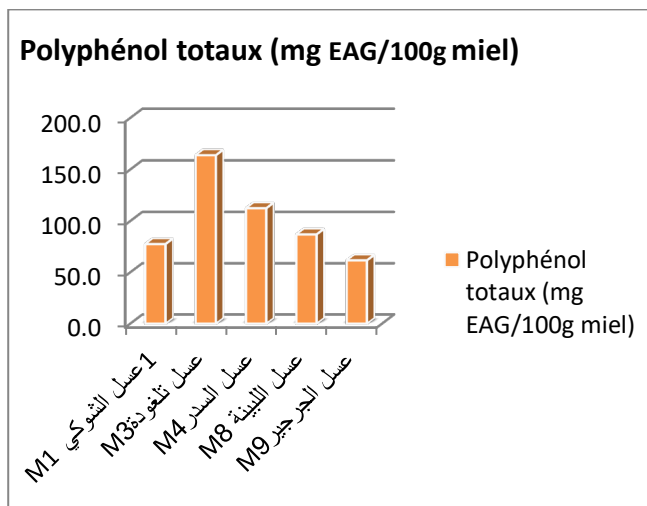


Figure 5 : Variation de teneur en polyphénols totaux des miels monofloraux

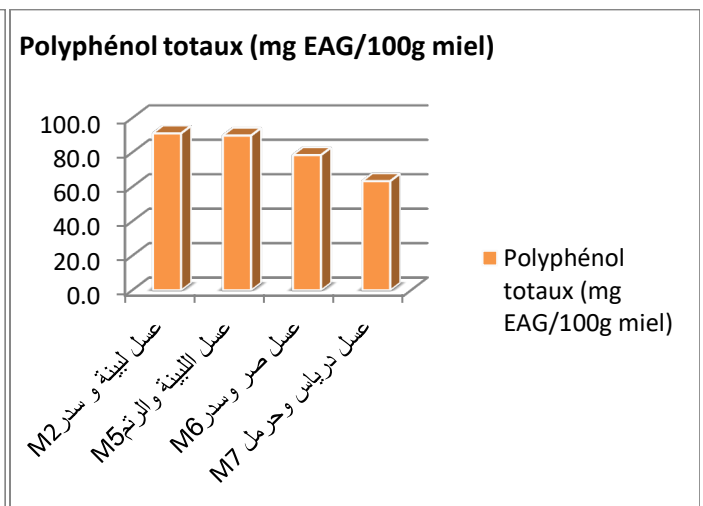


Figure 6: Variation de teneur en polyphénols totaux des miels polyfloraux

Tableau 3 : Teneurs des extraits de miels en phénols totaux

Miels	Phénols totaux mg EAG/100g miel	VCEAC ($\mu\text{g VC/1g miel}$)	VEEAC ($\mu\text{g VE/1gmiel}$)
M1	77,54 $\pm$ 5,46	47,54 $\pm$ 4,24	90,19 $\pm$ 8,04
M1-M2	85,63 $\pm$ 2,06	54,04 $\pm$ 2,37	102,51 $\pm$ 4,49
M1-M3	115,02 $\pm$ 2,15	92,94 $\pm$ 0,73	176,32 $\pm$ 1,39
M1-M4	91,18 $\pm$ 2,08	68,52 $\pm$ 0,70	129,98 $\pm$ 1,32
M1-M5	80,70 $\pm$ 2,14	71,83 $\pm$ 0,48	136,27 $\pm$ 0,92
M1-M6	71,59 $\pm$ 3,32	62,32 $\pm$ 1,91	118,23 $\pm$ 3,63
M1-M7	70,78 $\pm$ 3,00	54,17 $\pm$ 0,34	102,76 $\pm$ 0,64
M1-M8	89,54 $\pm$ 2,69	67,62 $\pm$ 0,67	128,29 $\pm$ 1,27
M1-M9	74,96 $\pm$ 1,57	34,24 $\pm$ 2,58	64,95 $\pm$ 4,89
M2	91,13 $\pm$ 3,59	52,37 $\pm$ 0,50	99,35 $\pm$ 0,95
M2+M3d	127,22 $\pm$ 1,91	257,57 $\pm$ 3,03	488,63 $\pm$ 5,76
M2-M4	102,06 $\pm$ 2,09	72,12 $\pm$ 0,42	136,82 $\pm$ 0,79
M2-M5	94,32 $\pm$ 4,11	76,41 $\pm$ 0,50	144,96 $\pm$ 0,95
M2-M6	75,48 $\pm$ 3,14	53,30 $\pm$ 0,91	101,11 $\pm$ 1,72
M2-M7	97,16 $\pm$ 1,79	54,68 $\pm$ 0,65	103,74 $\pm$ 1,22
M2-M8	107,20 $\pm$ 2,47	78,69 $\pm$ 0,61	149,28 $\pm$ 1,16
M2-M9	108,73 $\pm$ 4,82	59,44 $\pm$ 0,20	112,75 $\pm$ 0,38
M3	163,83 $\pm$ 4,05	247,23 $\pm$ 1,32	468,99 $\pm$ 2,50
M3-M4	127,06 $\pm$ 1,82	300,44 $\pm$ 3,13	569,95 $\pm$ 5,94
M3-M5	116,57 $\pm$ 3,06	294,18 $\pm$ 0,87	558,07 $\pm$ 1,65
M3-M6	116,78 $\pm$ 4,22	292,63 $\pm$ 3,05	555,12 $\pm$ 5,79
M3-M7	120,66 $\pm$ 3,64	281,55 $\pm$ 1,90	534,10 $\pm$ 3,61
M3-M8	134,43 $\pm$ 0,34	274,70 $\pm$ 3,56	521,12 $\pm$ 6,76
M3-M9	116,86 $\pm$ 2,15	306,23 $\pm$ 0,87	580,92 $\pm$ 1,65
M4	112,40 $\pm$ 5,66	64,52 $\pm$ 1,50	122,40 $\pm$ 2,84
M4-M5	83,02 $\pm$ 5,17	78,37 $\pm$ 0,38	148,67 $\pm$ 0,72
M4-M6	91,49 $\pm$ 2,40	68,06 $\pm$ 0,58	129,71 $\pm$ 1,10
M4-M7	73,14 $\pm$ 3,49	59,36 $\pm$ 3,09	110,74 $\pm$ 5,86
M4-M8	86,34 $\pm$ 2,09	68,09 $\pm$ 0,58	129,64 $\pm$ 1,10
M4-M9	82,28 $\pm$ 4,29	72,20 $\pm$ 2,97	133,72 $\pm$ 5,63
M5	89,85 $\pm$ 0,34	57,10 $\pm$ 1,12	108,32 $\pm$ 2,13
M5-M6	67,44 $\pm$ 2,25	72,60 $\pm$ 0,51	137,71 $\pm$ 0,96
M5-M7	70,21 $\pm$ 2,15	61,33 $\pm$ 0,61	116,35 $\pm$ 1,16
M5-M8	77,84 $\pm$ 4,23	76,19 $\pm$ 0,48	144,54 $\pm$ 0,91
M5-M9	72,07 $\pm$ 1,58	63,42 $\pm$ 0,40	120,31 $\pm$ 0,76
M6	78,50 $\pm$ 0,34	59,09 $\pm$ 1,70	112,10 $\pm$ 3,22
M6-M7	66,99 $\pm$ 0,34	52,26 $\pm$ 0,11	99,14 $\pm$ 0,21
M6-M8	64,20 $\pm$ 4,86	68,25 $\pm$ 0,59	129,47 $\pm$ 1,11
M6-M9	77,58 $\pm$ 4,10	56,33 $\pm$ 0,22	106,85 $\pm$ 0,42
M7	63,37 $\pm$ 1,91	48,14 $\pm$ 0,60	91,32 $\pm$ 1,14
M7-M8	72,89 $\pm$ 1,50	53,54 $\pm$ 0,29	101,57 $\pm$ 0,55
M7-M9	73,34 $\pm$ 1,23	57,37 $\pm$ 0,40	108,84 $\pm$ 0,76
M8	86,95 $\pm$ 0,34	58,26 $\pm$ 0,30	110,52 $\pm$ 0,57
M8-M9	98,69 $\pm$ 2,14	65,35 $\pm$ 0,49	123,12 $\pm$ 0,92
M9	61,65 $\pm$ 1,91	53,29 $\pm$ 0,20	101,09 $\pm$ 0,38

Les résultats des extraits issus des différentes combinaisons de miels (**Tableau 3**) ont montré que les concentrations en polyphénols enregistrée dans les combinaisons de miels avec M3 sont les plus importantes. Ces dernières oscillent entre 116.57 mg EAG/100g (M3-M5) et 134.44 mg EAG/100g (M3-M8) suivis par les combinaisons de M2 avec les autres miels (75,47 mg EAG/100g- 127,22 mg EAG/100g) la valeur la plus importante est présenté par la combinaison M2-M3. Des résultats qui attirent la tension indiquant que les combinaisons contenant le *Euphobia guyoniana* Boiss. en mélange biflorales ou monoflorales exhibent des teneurs importantes en composés phénoliques totaux.

Après une recherche bibliographique approfondie, nous n'avons trouvé aucun travail réalisé sur les combinaisons de miels.

Le dosage des flavonoïdes totaux a été réalisé par la méthode colorimétrique au chlorure d'aluminium ($AlCl_3$) en utilisant la quercétine comme étalon.

Les absorbances obtenues ont montré que tous les extraits aqueux ne contenaient pas de flavonoïdes.

III.2. Evaluation de l'activité antioxydante

➤ Piégeage du radical libre DPPH

L'activité antioxydante d'un composé correspond à sa capacité à résister à l'oxydation. Le test le plus couramment utilisé est le DPPH (activité de piégeage des radicaux libres)

Cette méthode est basée sur la mesure de la capacité des antioxydants à piéger le radical DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl. Le DPPH* est réduit en son hydrazine correspondant lorsqu'il réagit avec un donneur d'hydrogène (**Džugan, Tomczyk et al. 2018**).

La réduction du DPPH s'accompagne par le passage de la solution d'une couleur jaune à une couleur violette. Une forte activité de piégeage du DPPH confère des niveaux élevés d'activité antioxydante de l'échantillon. Les résultats de l'effet antioxydant des miels analysés sont illustré dans le **Tableau 04**.

Les résultats sont exprimés VCEAC (Pouvoir Antioxydant équivalent à la VC) et VEEAC (Pouvoir Antioxydant équivalent à la VE) en utilisant les courbes d'étalonnage de la VC et la VE (**Figures 7 et 8**).

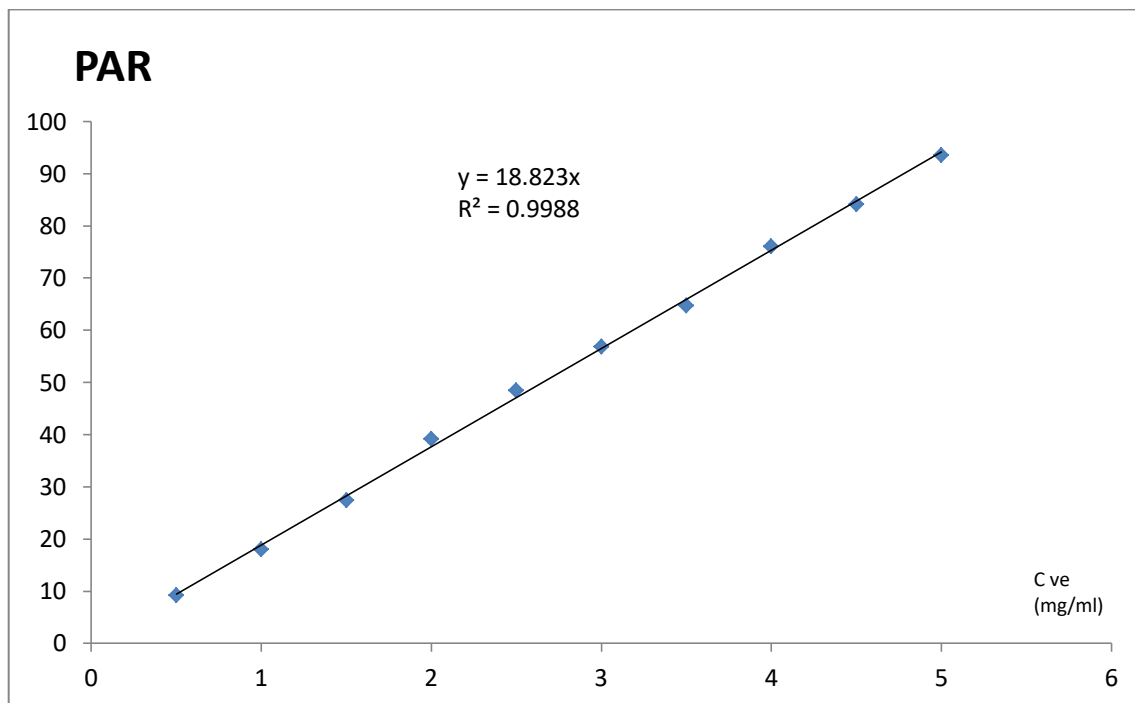


Figure 7 : la courbe d'étalonnage d'acide ascorbique VC

D'après les résultats obtenus, les miels algériens étudiés présentent une activité antioxydante importante.

Cependant, la puissance de cette activité varie considérablement, d'un échantillon à un autre. Ainsi, pour une concentration de 5% (1g/20ml d'eau), les résultats obtenus ont montré que le VCEAC et le VEEAC varient considérablement : de 47.54 (M1) à 247.23 (M3) $\mu\text{g VC}/1\text{g miel g}$ et de 90.19 à 468.99 $\mu\text{g VE}/1\text{g miel}$.

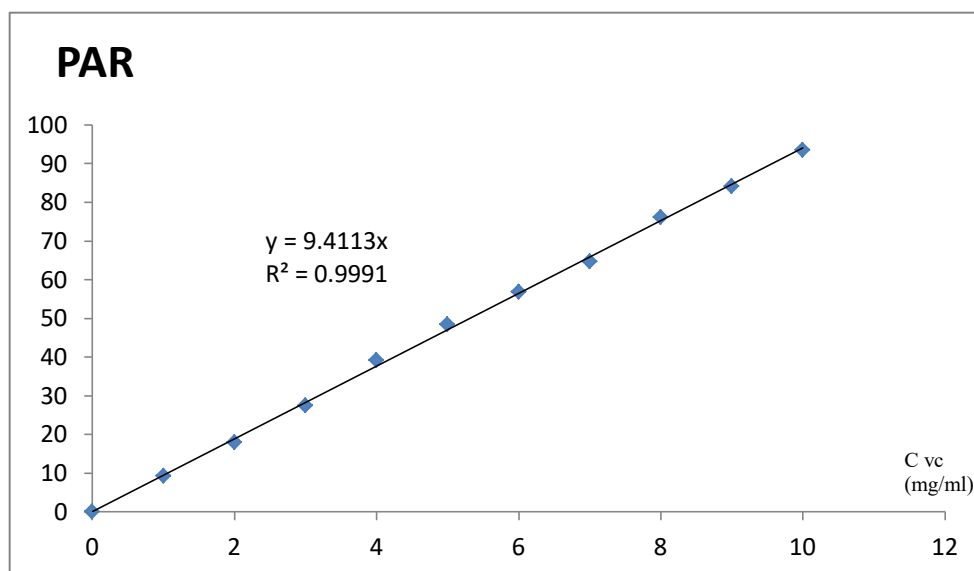


Figure 8 : la courbe d'étalonnage d'acide ascorbique VE

Le miel M1 de la région de Mssila présente l'activité antiradicalaire la plus faible avec un VCEAC de 47,54 $\mu\text{g VC}/1\text{g}$ miel et un VEEAC de 90,19 $\mu\text{g VE}/1\text{g}$ miel, tandis que celui de M3 (Sougger –Tiaret) exhibe la plus forte activité avec 247.23 $\mu\text{g VC}/1\text{g}$ miel et 468.99 $\mu\text{g VE}/1\text{g}$ miel, cela confirme son contenu important en composés accepteurs de radicaux libres et le plus grand potentiel antioxydant. Son piégeage des radicaux élevé peut être dû à son contenu en composés phénoliques (Beretta, Granata et al. 2005).

Comme indiqué dans le **Tableau 4** et les **Figures 7,8** suivantes, les miels M6 de Naàma et M8 d'Aflou M5 de Oued Twil, M9 de Illizi, M2 de Oued mzi ,M7 d'Ain elibel présentent des activités presque similaire avec des valeurs en VCEAC (59,09 ; 58,26 ; 57,10 ;53,29; 52,37 ;48,14 $\mu\text{g VC}/1\text{g}$ miel)et des valeurs en VEEAC(112,10 ;110,52 ; 108,32 ; 101,09; 99,35 ;91,32 $\mu\text{g VE}/1\text{g}$ miel)

Il est remarquable que les teneurs de VEEAC sont supérieures aux VCEAC donc ce qui signifie que l'acide ascorbique est plus actif que le vitamine E.

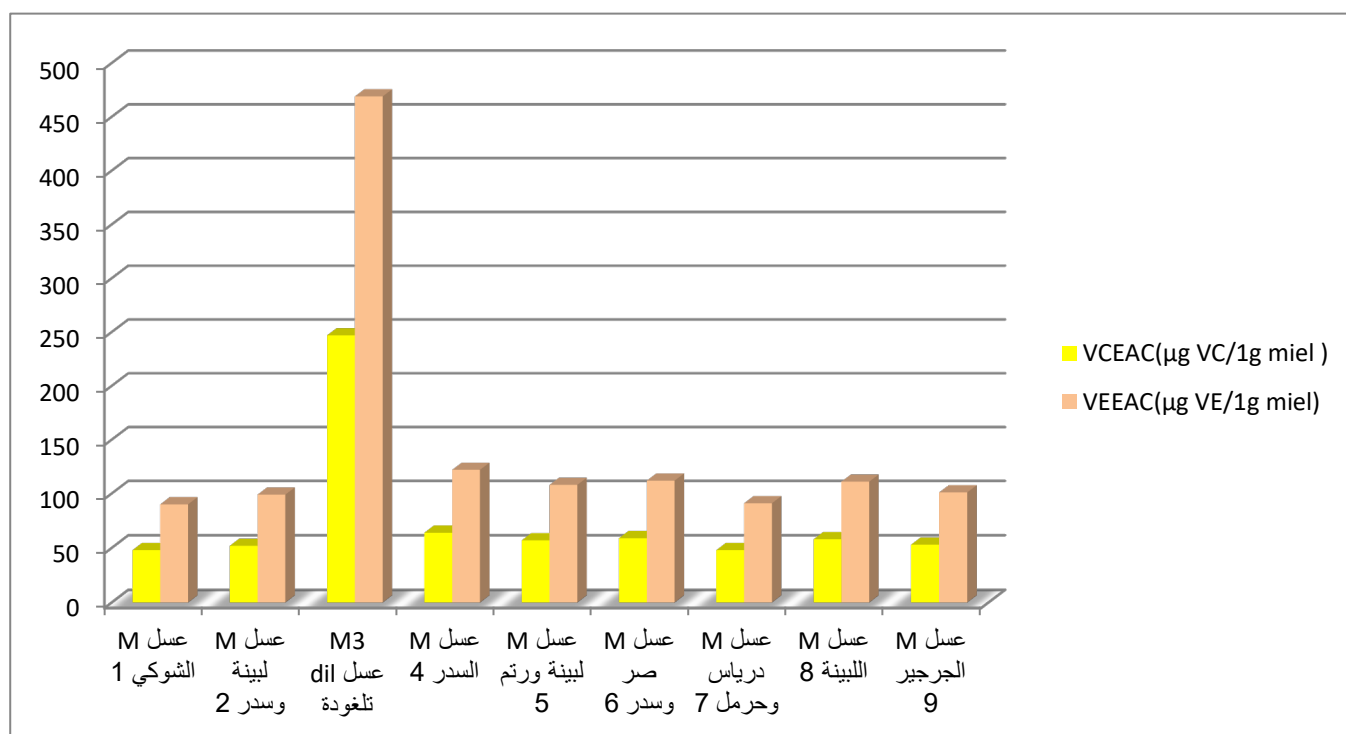


Figure 9 : Variation du VCEAC et VEEAC des miels analysés

Ces données sont presque similaires à celles obtenues par (Bouyahya, Abrini et al. 2018), sur des miels Marocains, indique des pourcentages d'inhibition compris entre 36,38 et 61,94%. De même, par rapport à plusieurs variétés de miels iraniens, le pouvoir antiradicalaire observé par les miels de *Ziziphus lotus* présentait un potentiel antioxydant moyen de $54,2 \pm 0,3\%$. Comparativement aux travaux réalisés sur d'autres miels, ces résultats sont supérieures à ceux réalisés par (Doukani, Tabak et al. 2014), les pourcentages d'inhibition des échantillons des miels étudiés varient entre 3,42 et 22,06%. Aussi selon (Dżugan, Tomczyk et al. 2018), l'activité du piégeage des radicaux libres des miels polonais dilués à 20% (p/v) est de $21,81 \pm 3,15\%$.

Les résultats des combinaisons de miels obtenus ont montré que VCEAC et VEEAC avec M1 varient considérablement de 34.24 à 92.94 $\mu\text{g VC/1g miel}$ et 64.95 à 176.32 $\mu\text{g VE/1g miel}$.

La valeur la plus importante est pour l'échantillon M1-M3. Par contre, la valeur la plus faible était pour M1-M9.

Par ailleurs les mélanges binaires des miels avec M9 sont presque similaire que les combinaisons de miel M1 et ont des activités faible, les valeurs de VCEAC et VEEAC enregistrée dans les combinaisons des miels avec M9 varient considérablement de 34,24 à 306,23 $\mu\text{g VC/1g miel}$ et de 64,95 à 580,92 $\mu\text{g VE/1g miel}$, la valeur la plus élevée est de l'échantillon M9-M3 et la valeur la plus basse est pour M9-M1.

Ensuite, les combinaisons de miels qui sont moyennement actif c'est avec M5, M6, M7, M8.

D'une part, Les résultats obtenus ont montré que les valeurs de VCEAC et VEEAC enregistrées dans les combinaisons des miels M5 oscillent considérablement entre 61,33 et 294,18 $\mu\text{g VC/1g}$ et de 116,35 à 558,07 $\mu\text{g VE/1g miel}$, la valeur la plus élevée est de M5-M3 et M5-M7 est la plus faible. D'autre part, Les valeurs de VCEAC et VEEAC enregistrée dans les combinaisons des miels avec M6 varient considérablement de 52,26 à 292,63 $\mu\text{g VC/1g miel}$ et de 99,14 à 555,12 $\mu\text{g VE/1g miel}$, la valeur la plus élevée était de l'échantillon M6-M3.

Tandis que les valeurs de VCEAC et VEEAC enregistrées dans les combinaisons des miels combinés avec M7 oscillent entre 52.26 et 281,55 $\mu\text{g VC/1g miel}$ de (99,14 à 534,10 $\mu\text{g VE/1g miel}$), et avec M8 de 53,54 à 274,70 $\mu\text{g VC/1g miel}$ (101,57 à 521,12 $\mu\text{g VE/1g miel}$), les valeurs les plus élevées était de l'échantillon M7-M3 et M8-M3.

On constate qu'il ya un effet synergétique très remarquable entre les miels et surtout avec M3.

les mélanges des miels qui ont des activité antiradicalaire très forte sont les combinaisons de M3 et puis de M4 et M2.

Comme indiqué dans le Tableau 3 les résultats des extraits combinés avec M3, M4 et M2 présentent des activités fortes et supérieures que les activités des autres miels. On observe que les valeurs de VCEAC et VEEAC enregistrées dans les combinaisons de miels avec M3 sont les plus

fortes . Ces dernières varient de 92.94(M3-M8) à 306.23 (M3-M9) $\mu\text{g VC/1g miel}$ et de 176.32 à 580.92 $\mu\text{g VE/1g miel}$,suivis par les combinaisons de miels avec M4 qui varient considérablement de 59,36 à 300,44 $\mu\text{g VC/1g miel}$ et de 110,74 à 569,95 $\mu\text{g VE/1g miel}$, la valeur la plus élevée était de l'échantillon M4-M3 et la plus faible était de M4-M5 ,et les combinaisons de M2 comme indiqué dans le tableau varient considérablement de 53.30 (M2-M6) à 257.38 (M2-M3) $\mu\text{g VC/1g miel}$ et de 101.11 à 488.63 $\mu\text{g VE/1g miel}$

Des résultats qui attirent l'attention indiquant que les combinaisons contenant le *Euphobia guyoniana* Boiss. en mélange biflorales ou monoflorales ont des activités anti-radicalaire forte . Cela confirme la possibilité qu'il y a un effet synergétique entre le contenu en composés phénoliques de chaque combinaison.

A côté de cela, une forte corrélation a été trouvée entre l'activité antioxydante et la couleur du miel (Al-Mamary, Al-Meeri et al. 2002). , on remarque que les miels de couleur foncée ont une capacité antioxydante élevée.

III.3. Corrélations entre tous les résultats obtenus

Le screening biologique d'un grand nombre d'échantillons produit une matrice de données dont il devient difficile d'en extraire toute l'information. À cette fin, l'utilisation de la méthode d'analyse en composantes principales (ACP) devient nécessaire pour faciliter l'interprétation des facteurs fondamentaux qui expliquent la variation des valeurs du dosage des échantillons. La distribution de variables dans une ACP est sous forme de nuage de points. Elle permet de différencier les groupes dans l'ensemble des variables en regardant celles qui se ressemblent et celles qui se distinguent des autres. C'est-à-dire, lorsque deux variables sont proches les unes par rapport aux autres, elles sont alors positivement corrélées. Si elles sont orthogonales les unes par rapport aux autres, alors elles sont non-corrélées. Si elles sont symétriquement opposées par rapport au centre, elles sont alors négativement corrélées. De ce fait, pour montrer l'existence ou pas de corrélation entre les teneurs en composés phénoliques et l'activité anti-radicalaire, nous avons réalisé une analyse en composantes principales (ACP) sur la matrice des 45 échantillons. Tout d'abord, la réalisation d'une matrice des corrélations permet une analyse deux à deux des corrélations entre variables explicatives. Pour cela, le coefficient de corrélation de Pearson entre toutes les variables étudiées a été calculé. L'analyse a été effectuée en utilisant les valeurs moyennes de chaque variable. Il est d'usage de considérer que l'obtention de coefficients de corrélations supérieurs à 0,5 est révélatrice d'un problème de multi colinéarité entre les variables concernées. Les coefficients de corrélation sont établis par le test de Pearson à matrice non carrée avec la probabilité $p < 0,05$. Les résultats sont regroupés dans le **Tableau 4**.

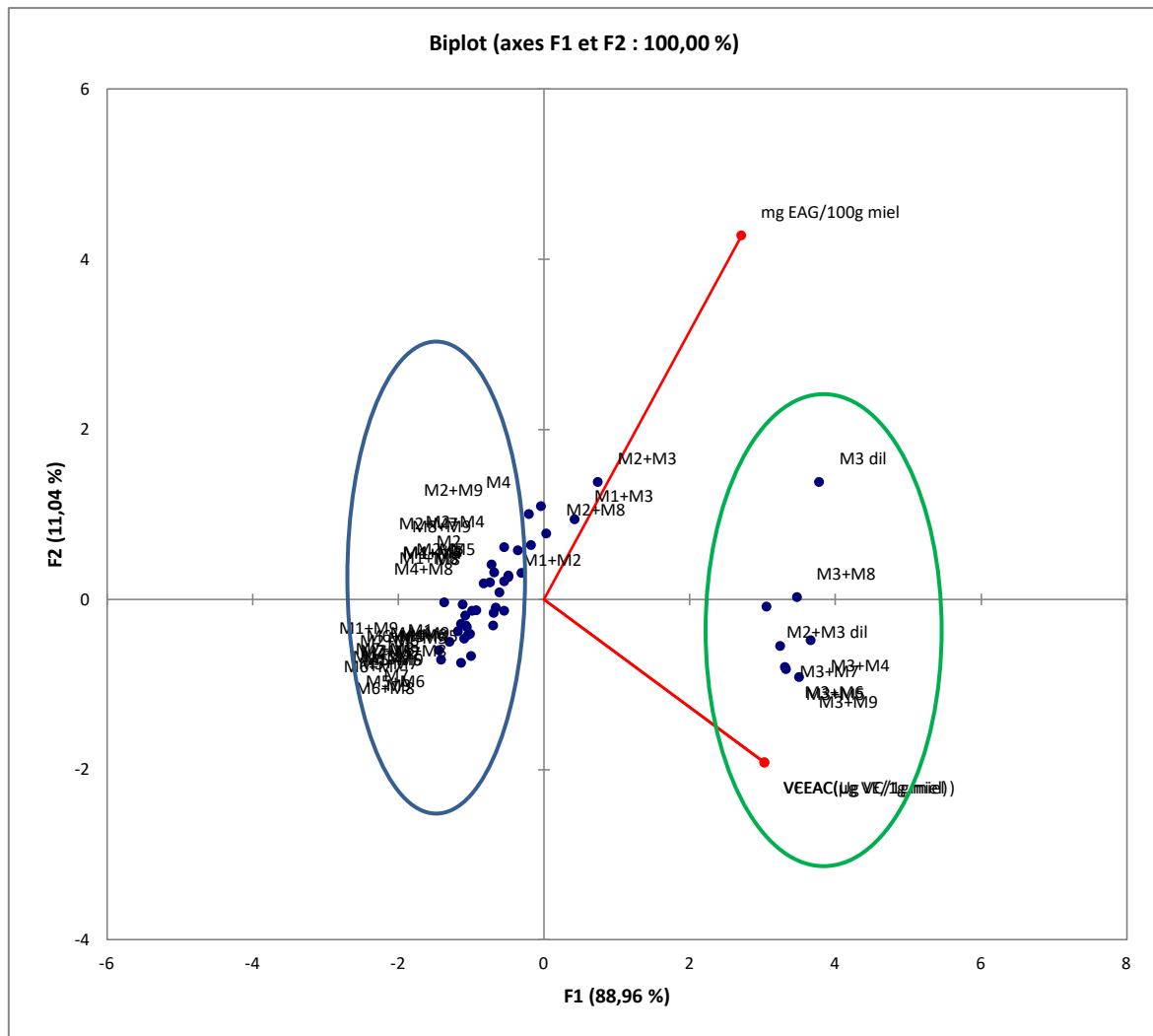
Tableau 4: Matrice des coefficients de corrélation de Pearson (r)(Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0,05$)

Variables	Phénols totaux mg EAG/100g miel	VCEAC ($\mu\text{g VC/1g miel}$)	VEEAC ($\mu\text{g VE/1g miel}$)
mg EAG/100g miel	1	0,7471	0,7472
VCEAC($\mu\text{g VC/1g miel}$)	0,7471	1	1,0000
VEEAC($\mu\text{g VE/1g miel}$)	0,7472	1,0000	1

Les résultats montrent clairement des corrélations positivement significatives avec le même coefficient ($r = 0,747$) entre les phénols totaux versus les VCEAC et les VEEAC respectivement. Ce résultat indique que la contribution quantitative des composés phénoliques dans l'activité antioxydante dans tous les extraits est de 74,7% , ce qui est confirmé par les travaux de **(Beretta, Granata et al. 2005)** montrant que le potentiel antioxydant du miel est proportionnel avec son contenu en polyphénols **(Beretta, Granata et al. 2005)** .

En revanche, une forte corrélation significative avec le même coefficient à savoir : $r = 0,747$ à été constatée entre le VCEAC et le VEEAC.

En outre, pour tenter de mieux identifier les principaux facteurs contribuant à la variation des teneurs en phénols totaux et du potentiel antioxydant selon les échantillons, nous avons effectué une analyse en composantes principales (ACP) à partir de la matrice de données des 45 extraits. Les résultats du plan factoriel de l'ACP sont représentés dans **la Figure 10**.



Selon la **Figure 10**, les deux composantes principales expriment une variance totale de 100%. La première composante principale (F1), a une influence dominante, avec une expression de 88,96% de la variation totale. Tandis que, le deuxième axe représente une variabilité de 11,04 % de la variance totale. La contribution de chaque variable dans l'expression de la composante principale est donnée par la valeur du rapport de corrélation entre la variable et l'axe factoriel considéré, autant que ce rapport est important, autant que la variable contribue à l'expression de l'axe.

Par ailleurs, le plan représentant la projection des variétés sur les deux axes F1 et F2 (Figure 9) révèlent une distinction claire entre les différents extraits étudiés. Peu d'individus se distinguent véritablement des autres. En examinant de plus près les projections des individus, on constate que les échantillons (Cercle vert) sont caractérisés par des teneurs fortes en phénols totaux et d'un pouvoir antioxydant puissant. Ce qui explique que les échantillons sont caractérisés par la même réponse en termes de teneurs en phénols totaux et en activité

antioxydante. En revanche, la situation est moins nette pour les autres échantillons ([Cercle bleu](#)), on remarque que les échantillons sont caractérisés par des teneurs moyennement faibles en composés phénoliques. En conclusion, l'ACP nous a permis de démontrer que le pouvoir antiradicalaire dépend du contenu des composés phénoliques totaux. Par ailleurs, il ressort de cette étude que les extraits de miel M3 de *Bunium mauritanium* individuel ou en combinaison avec les autres miels, nous amène à conclure que ce miel (M3) possède la capacité antiradicalaire la plus importante par rapport aux autres miels.

Conclusion générale

IV. Conclusion générale

Le miel est de plus en plus étudié pour ces effets nutritifs et thérapeutiques dans le monde. La présente étude a permis d'évaluer la teneur en composé phénolique et de l'activité antioxydante de neuf échantillons de miel et de leurs combinaisons (45 échantillons).

Les résultats que nous avons pu obtenir à travers cette étude, nous ont permis de tirer les Conclusions suivantes :

Dans la première partie de cette étude, nous avons évalué la teneur en phénols totaux dans les miels individuels et leurs combinaisons en adaptant la méthode Singleton et Ross, le réactif Folin Ciocalteu, les résultats obtenus de l'analyse quantitative révèlent que la teneur moyenne en phénols totaux dans les 45 échantillons est 91,65 mg EAG/100g miel, nous a confirmé que les miels étudiés sont riches en polyphénols ces derniers varient entre 61,65 et 163,83 mg EAG/100g miel.

Celles-ci sont plus élevées dans les miels de *bunium mauritanium* (تالغودة) de « Sougger », Miel de *Ziziphus lotus* (السدر) « d'Oued djedai » et le miel qui contient le miel d'*Euphobia guyoniana* Boiss (اللبينة) et parmi les mélanges binaires, le mélange avec M3 de *bunium mauritanium* (عسل تلغودة) qui présente la plus forte activité antiradicalaire ; tandis que celles des miels de M9 « d'Ilizi » et M7 « d'Ain elibel » sont les plus faibles. Les teneurs en PT peuvent être fortement influencées par l'origine florale du miel, l'origine géographique et le climat.

Les absorbances obtenues lors du dosage des flavonoïdes ont montré que tous les extraits aqueux ne contenaient pas ces substances.

Aussi, l'étude du pouvoir antioxydant a été réalisée, Les valeurs de VCEAC du test de DPPH des extraits étudiés variaient de $34,24 \pm 2,58$ à $306,23 \pm 0,87$ $\mu\text{g VC/lg}$ miel

Les valeurs de VEEAC des miels étudiés oscillent de $64,95 \pm 4,89$ à $580,92 \pm 1,65$

On signale que *bunium mauritanium* (تالغودة) présente l'activité antioxydante la plus forte suivie de miel de *frangula alnus* (السدر) et les miels qui contiennent le miel d'*Euphobia guyoniana* Boiss (اللبينة). On constate que M3 a également eu des effets synergétiques très positifs

Une forte corrélation entre l'activité antioxydante et la couleur du miel, on remarque que les miels de couleur foncée ont une teneur élevée en composés phénoliques totaux et par conséquent une capacité antioxydante élevée.

Une bonne corrélation positive de 0,7471 a été enregistrée entre l'activité antioxydante DPPH (exprimé par VCEAC et VEEAC) et les valeurs des quantités des phénols totaux,

indiquant que 74,71% du contenu en composés phénoliques contribuent à ce pouvoir antiradicalaire. Une très bonne corrélation de **1,000** a été enregistrée entre VCEAC et VEEAC.

Les corrélations obtenues montrent que l'activité antioxydante est généralement liée aux phénols totaux des extraits étudiés et sont fortement affectées par les sources florales et géographique du miel et des facteurs environnementaux ainsi que des conditions de stockage.

En conclusion, l'ACP nous a permis de démontrer que le pouvoir anti-radicalaire dépend du contenu des composés phénoliques totaux. De plus, on conclure que les extraits de miel M3 de *Bunium mauritanium* individuel ou en combinaison avec les autres miels procède la capacité antiradicalaire les plus importantes par rapport aux autres miels.

Cette étude affirme que le miel est une source d'antioxydants naturels, qui sont efficaces pour réduire le risque de maladies cardiaques, de cancer, de faiblesse du système immunitaire et des différents processus inflammatoires.

Référence bibliographique

Abdel-Moneim, A. E., A. M. Shehata, et al. (2020). "The role of polyphenols in poultry nutrition." J Anim Physiol Anim Nutr **104**(6): 1851-1866.

Al-Mamary, M., A. Al-Meer, et al. (2002). "Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey." Nutrition research **22**(9): 1041-1047.

Ali, I. B. E. H., R. Bahri, et al. (2014). "Phenolic content, antioxidant and allelopathic activities of various extracts of *Thymus numidicus* Poir. organs." Industrial Crops and Products **62**: 188-195.

Ammar, A., A. Jeribi, et al. (2018). "A characterization of the condition pseudospectrum on Banach space." Funct. Anal. Approx. Comput **10**(2): 13-21.

Baril, M. "les antibiotiques et l'utilisation des extraits végétaux en thérapie."

Baudin, B. (2020). "Stress oxydant et protections antioxydantes." Revue Francophone des Laboratoires **2020**(522): 22-30.

BELHAJ, O., J. OUMATO, et al. (2015). "Étude physico-chimique de quelques types de miels marocains." Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires **3**(3): 71-75.

Benmebarek, A. A., A. Gherib, et al. (2018). "STUDY OF PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS AND ANTIOXIDANT ACTIVITIES IN HONEY COLLECTED FROM DIFFERENT LOCATIONS OF ALGERIA." Carpathian Journal of Food Science & Technology **10**(3).

Beretta, G., P. Granata, et al. (2005). "Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric/fluorimetric assays and chemometrics." Analytica Chimica Acta **533**(2): 185-191.

Bouyahya, A., J. Abrini, et al. (2018). "Analyse phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante des échantillons du miel marocain." Phytothérapie **16**(S1): S220-S224.

Cabrera, M., M. Perez, et al. (2017). "Colour, antioxidant capacity, phenolic and flavonoid content of honey from the Humid Chaco Region, Argentina." Phyton **86**: 124.

Chang, C.-C., M.-H. Yang, et al. (2002). "Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods." Journal of food and drug analysis **10**(3).

Cho, S.-h., S.-e. Kang, et al. (2007). "The antioxidant properties of brown seaweed (*Sargassum siliquastrum*) extracts." Journal of medicinal food **10**(3): 479-485.

Cimpoi, C., A. Hosu, et al. (2013). "Determination of the floral origin of some Romanian honeys on the basis of physical and biochemical properties." Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy **100**: 149-154.

Cui, L., D. T. Ndinteh, et al. (2007). "Isoprenylated flavonoids from the stem bark of *Erythrina abyssinica*." Journal of natural products **70**(6): 1039-1042.

Doukani, K., S. Tabak, et al. (2014). "Étude physico-chimique et phyto-chimique de quelques types de miels Algériens." Revue Ecologie-Environnement **10**: 37-49.

Dragan, M., E. Feoli, et al. (2003). "Application of a spatial decision support system (SDSS) to reduce soil erosion in northern Ethiopia." Environmental Modelling & Software **18**(10): 861-868.

Dżugan, M., M. Tomczyk, et al. (2018). "Antioxidant activity as biomarker of honey variety." Molecules **23**(8): 2069.

Haouli Bouziani Hocine, C. S. Application de quelques extraits de plantes médicinales dans la conservation des denrées alimentaires 2023

Kek, S. P., N. L. Chin, et al. (2014). "Total phenolic contents and colour intensity of Malaysian honeys from the *Apis* spp. and *Trigona* spp. bees." Agriculture and Agricultural Science Procedia **2**: 150-155.

Lund, M. (2021). "Reactions of plant polyphenols in foods: Impact of molecular structure." Trends in Food Science & Technology **112**.

Manga, F. N., C. El Khattabi, et al. (2012). "Vascular effects and antioxidant activity of two *Combretum* species from Democratic Republic of Congo." Journal of ethnopharmacology **142**(1): 194-200.

Martos, I., F. Ferreres, et al. (2000). "Flavonoids in monospecific *Eucalyptus* honeys from Australia." Journal of agricultural and food chemistry **48**(10): 4744-4748.

Marwa, R. and M. BENOUDINA (2019). Le rôle des antioxydants dans la lutte contre le stress oxydatif, Abdelhafid boussouf university Centre mila.

Molyneux, P. (2004). "The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity." Songklanakarin J. sci. technol **26**(2): 211-219.

Mouhoubi-Tafnine, Z., S. Ouchemoukh, et al. (2016). "Antioxydant activity of some algerian honey and propolis." Industrial Crops and Products **88**: 85-90.

Ouchemoukh, S., S. Hachoud, et al. (2012). "Antioxidant activities of some dried fruits consumed in Algeria." LWT-Food Science and Technology **49**(2): 329-332.

OUMAR, E. H. and S. MOHAMED (2021). "Etude phytochimique et activité biologique du géranium rosat."

Ren, M., W. Xu, et al. (2020). "Qualitative and quantitative analysis of phenolic compounds by UPLC-MS/MS and biological activities of *Pholidota chinensis* Lindl." J Pharm Biomed Anal **187**(113350): 6.

Selvaraju, K., P. Vikram, et al. (2019). "Melissopalynological, physicochemical and antioxidant properties of honey from West Coast of Malaysia." Journal of food science and technology **56**: 2508-2521.

"<2. TP Dosage des flavones et flavonols.pdf>."

Tapia-Campos, E., M. C. Castañeda-Saucedo, et al. (2017). "Physical-chemical characterization, phenolic content and consumer preferences of Apis Mellifera honey in southern Jalisco, Mexico." Interciencia **42**(9): 603-609.

Ulomskiy, E. N., A. V. Ivanova, et al. (2020). "Synthesis and biological evaluation of 6-nitro-1,2,4-triazoloazines containing polyphenol fragments possessing antioxidant and antiviral activity." Bioorg Med Chem Lett **30**(13): 27.

Varga, S., A. C. Oliveira, et al. (2009). "Numerical assessment of steam ejector efficiencies using CFD." International Journal of Refrigeration **32**(6): 1203-1211.

Wang, H., X. Jin, et al. (2010). "Differences in the tensile properties and failure mechanism of PP/PE core/sheath bicomponent and PP spunbond fabrics in uniaxial conditions." Textile Research Journal **80**(17): 1759-1767.

Jin D., Russell J. M., Plant Phenolics : Extraction, Analysis and Their Antioxidant and Anticancer Properties. Molecules, 15 (2010), 7313-7352.

Mahfoudhi R. Contribution à l'étude de la relation structure-activité antioxydante des flavonoïdes synthétisés. Thèse de doctorat. Université Amar Têlîdji -Laghouat- (2018)

Oliveira. A.C, Valentim. I. B, Goulart. M. O. F, Silva. C. A, Bechara. E. J. H, Trevisan. M. T. S. (2009). Fontes vegetais naturais de antioxidantes. Química Nova, 32(3), 689-702.

Chang. C. C, Yang. M. H, Chern. J. C. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of Food and Drug Analysis. 10(3), 178-182

Congo. M, (2012). Etude des propriétés antiradicalaire et antiproliférative d'extraits de feuilles et de rameaux de *Salvadora Persica L.* (Salvadoraceae). Thèse de pharmacie. Université d'Ouagadougou Burkina Faso. 42

ملخص

يهدف هذا العمل إلى تقدير ومقارنة نشاط مضادات الأكسدة ومحتوى الفينول من أنواع مختلفة من العسل الفردي أو مجتمعة (مزيج) والتي تم إنتاجها عام 2022 في مناطق مختلفة من الجزائر (mssila ، oued mzi ، soulegger- tiaret ، oued djedai ، oued twil- Aflou ، Naama ، عين Elibel ، Aflou ، Illizi). تم تقييم جرعة البوليفينول الكلية وكذلك تحديد نشاط المضاد للأكسدة (DPPH) بواسطة قياس الطيف. أظهرت النتائج أن محتوى الفينولات الكلية يتراوح من 61.65 إلى 163.83 ملغ من العسل/100 جرام. أظهرت نتائج الدراسة أن قيمة النشاط المضاد للأكسدة (DPPH) تتراوح من 34.24 إلى 306.23 ميكروغرام من VC / 1g عسل ومن 64.95 إلى 580.92 ميكروغرام VE / 1g من العسل. وجدنا أن عسل تالغودة سواء فردي أو بالاشتراك مع عينات العسل الأخرى لديه أهم قدرة مضادة للأكسدة مقارنة مع العسل الأخرى. تظهر الارتباطات التي تم الحصول عليها أن نشاط مضادات الأكسدة يرتبط عمومًا بإجمالي الفينولات للمستخلصات التي تمت دراستها وتتأثر بشدة بالمصادر الزهرية والجغرافية للعسل.

الكلمات المفتاحية: العسل , الفينولات الكلية , النشاط المضاد للأكسدة ; DPPH

Résumé

Ce travail vise à estimer et comparer l'activité antioxydante et la teneur en phénols de différents types de miels individuels ou en combinaison (mélange) qui ont été produits en 2022 dans différentes régions de l'Algérie (Mssila, Oued Mzi, Sougger –Tiaret, Oued djedai, Oued Twil-Aflou, Naama, Ain Elibel, Aflou, Illizi). Le dosage de polyphénols totaux ainsi que la détermination de l'activité antioxydante (DPPH) ont été évalués par spectrophotométrie. Les résultats ont montré que la teneur en phénols totaux variait de 61,65 à 163,83mg EAG/100g miel. Les résultats de l'étude ont montré que la valeur de l'activité antiradicalaire (DPPH) variait de 34,24 à 306.23 µg VC/1g miel et de 64,95 à 580,92 µg VE/1g miel, il ressort que les extraits de miel M3 de *Bunium mauritanium* individuel ou en combinaison avec les autres miels procède la capacité antiradicalaire les plus importantes par rapport aux autres miels. Les corrélations obtenues montrent que l'activité antioxydante est généralement liée aux phénols totaux des extraits étudiés et sont fortement affectées par les sources florales et géographique du miel.

Mot clés : Miel , phénols totaux , activité antioxydante ,DPPH .

Abstract

This work aims to estimate and compare antioxidant activity and phenol content of different types of individual honeys or in combination (mix) which were produced in 2022 in different regions of Algeria (Mssila, Oued Mzi, Soulegger –Tiaret, Oued Djedai, Oued Twil-Aflou, Naama, Ain Elibel, Aflou, Illizi). The dosage of total polyphenols as well as the determination of antioxidant activity (DPPH) have been evaluated by spectrophotometry. The results have shown that the content of total phenols varied from 61.65 to 163.83mg EAG/100G honey. The results of the study showed that the value of the antiradical activity (DPPH) varied from 34.24 to 306.23 µg VC/1G honey and from 64.95 to 580.92 µg ve/1g honey, it appears that Extracts from Honey M3 from *Bunium Mauritanium* Individual or in combination with other honeys proceeds the most important anti -rat capacity compared to other honeys. The correlations obtained show that antioxidant activity is generally linked to the total phenols of the extracts studied and are strongly affected by the floral and geographic sources of honey.

Keyword: honey, total phenols, antioxidant activity, DPPH.