

Original Article

**Etude chimique et biologique des extraits de la plante halophyte  
*Halocnemeum strobilaceum* (Pall.) Bieb**

Malek BESBES HLILA<sup>1,\*</sup>, Ameni BEN SAAD<sup>1</sup>, Hichem BEN JANNET<sup>2</sup>, Mahjoub AOUNI<sup>1</sup>, Maha MASTOURI<sup>1</sup> & Boulbaba SELMI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire des Maladies Transmissibles et des Substances Biologiquement Actives, Faculté de Pharmacie, 5019 Monastir, Tunisie.

<sup>2</sup>Laboratoire de Chimie Hétérocyclique, Produits Naturels et Réactivité, Equipe: Chimie Médicinale et Produits Naturels, Faculté des Sciences de Monastir, Université de Monastir, Avenue de l'Environnement, 5019 Monastir, Tunisie.

<sup>3</sup>Laboratoire des Bioresources: Biologie intégrative et exploitation, Institut Supérieur de Biotechnologie de Monastir. Avenue Taher Hadded Avenue, Monastir 5000.

\*Auteur correspondant. Email : [angelkm2007@yahoo.fr](mailto:angelkm2007@yahoo.fr)

Mots clés :

*H. strobilaceum*  
(Pall.) Bieb.  
Extraits acétoniques  
Extraits  
chloroformiques  
Polyphénols  
Flavonoïdes  
Activité antioxydante

**Résumé**

La conservation des aliments est l'une des principales préoccupations de l'industrie agro-alimentaire. La peroxydation des lipides dans les aliments au cours des processus de fabrication et de stockage conduit à la perte aussi bien de la qualité que de la sécurité de ces aliments. La recherche de substances végétales naturelles à la propriété antioxydante bénéficie donc d'une valeur affective exceptionnelle pour l'industrie agro-alimentaire.

Dans ce contexte que nous nous sommes intéressés à l'étude des extraits chloroformiques et acétoniques des tiges et des feuilles de la plante *Halocnemeum strobilaceum* (Pall.) Bieb (Chénopodiacées) en déterminant les taux des polyphénols et des flavonoïdes totaux. Puis on a déterminé l'activité antioxydante de ces extraits par deux méthodes: le piégeage du radical libre DPPH et du radical ABTS<sup>+</sup>. Les résultats révèlent des valeurs encourageantes en molécules bioactives: les taux des polyphénols varient (de 23,15 à 31,27 mg EAG/g d'extrait) et les taux des flavonoïdes (oscillent de 33,49 à 44,35 mg EQ/g d'extrait). Les extraits testés montrant une importante activité antioxydante via les deux méthodes déterminées avec des valeurs des  $IC_{50}$  inférieures à celle du BHT. Une corrélation importante est observée entre l'activité antioxydante et les teneurs en polyphénols et en flavonoïdes totaux avec des coefficients de corrélation  $R^2 = 0,937$  et  $R^2 = 0,996$ , respectivement.

Keywords:

*H. strobilaceum*  
(Pall.) Bieb.  
Acetone extracts  
Chloroform extracts  
Polyphenols  
Flavonoids  
Antioxidant activity

**Abstract**

**Chemical and biological study of the halophyte plant extracts; *Halocnemeum strobilaceum* (Pall.) Bieb.** The food preservation is one of the main concerns of the food industry. Lipid peroxidation in food during the manufacturing process and storage leads to loss of quality as well as the safety of these foods. The search for natural plant substances with antioxidant property therefore has an exceptional emotional value for the food industry.

In this context we are interested in the study of acetone and chloroform extracts of the stems and leaves of the plant *Halocnemeum strobilaceum* (Pall.) Bieb (Chenopodiaceae) by determining the rate of polyphenols and total flavonoids. After that, the antioxidant activity of these extracts was determined by two methods: trapping the free radical DPPH and ABTS + radical. The results showed encouraging values of bioactive molecules: polyphenols rates vary (from 23.15 to 31.27 mg EAG / g extract) and flavonoids rate (vary from 33.49 to 44.35 mg EQ / g of extract). The tested extracts showing significant antioxidant activity via both methods determined with  $IC_{50}$  values lower than that of BHT. A significant correlation was observed

between the antioxidant activity of the polyphenol contents and total flavonoids with correlation coefficient  $R^2 = 0.937$  and  $R^2 = 0.996$ , respectively.

## INTRODUCTION

Les plantes halophytes sont des plantes adaptées à vivre dans un environnement salin. Elles sont capables de pousser dans une grande variété d'habitats salés: chaud, aride, salins, semi-arides, les côtières et les marais salants. En effet, grâce à leurs grande capacité d'accumuler les ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$ , ces végétaux ont la tendance de s'adapter à leur milieu. Leurs organes végétaux produisent une grande variété de métabolites secondaires leurs permettent d'être potentiellement utiles pour des applications économiques (fourrages, production de métabolites...) (Mohsen *et al.*, 2015). En outre, c'est grâce à leurs qualités médicinales, que ces dernières ont été recueillies depuis les temps anciens (Ventura *et al.*, 2013).

*Halocnemum strobilaceum*, la plante de notre présent travail, appelée aussi *Salicornia strobilacea* (Le Floch *et al.*, 2010) est très tolérante à la salinité et peut se développer naturellement dans un sol avec un sel total (Qu *et al.*, 2008). Elle possède un arbrisseau jaunâtre de rameaux florifères allongés dressés et couverts de petits chatons absorbifs globuleux portant de nombreux chatons fertiles opposés deux à deux (Pottier-Alapetite, 1979). Cette espèce est très répandue dans les sables et les vases salés de Tunis, Kairouan, Kerkennah, Sobria, Tozeur, El Guettar, Gabés, Sidi Salem bou Grara et Djerba (Pottier-Alapetite, 1979). On trouve aussi cette espèce dans les habitats salins de l'Afrique du nord, Afghanistan, Pakistan, Kazakhstan, Mongolie, sud de la Russie, sud-ouest de la Chine, Asie occidentale, Europe; dans le littoral, les prairies, les lagunes et les marais salants (Qu *et al.*, 2008).

Les antioxydants sont l'ensemble des molécules susceptibles d'inhiber directement la production, de limiter la propagation ou de détruire les espèces réactives de l'oxygène (qui sont des radicaux libres dérivant de la molécule d'oxygène, par addition d'un électron). Ils peuvent agir en réduisant ces espèces en les piégeant pour former un composé stable (Bartosz, 2003). Ces antioxydants, constituent donc des micronutriments essentiels apportés principalement par les métabolites secondaires, préviendrait les dommages oxydatifs cellulaires à l'origine du vieillissement et des pathologies cancéreuses et cardiovasculaires (Leccia, 2008). Cependant, les conservateurs chimiques y compris les antioxydants synthétiques sont considérés comme responsables pour de nombreux attributs cancérigènes ainsi que la

toxicité résiduelle. Pour ces raisons, les consommateurs ont tendance à se méfier des additifs chimiques et donc la demande pour des conservateurs naturels devient de plus en plus intensifiée (Sharifzadeh *et al.*, 2015).

C'est dans ce contexte qu'on s'est intéressé aux dosages des polyphénols totaux et des flavonoïdes et l'étude de l'activité antioxydante des extraits acétoniques et chloroformiques à base des tiges et des feuilles d'*Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Bieb.

## MATERIEL ET METHODES

### Matériel végétal

La plante *Halocnemum strobilaceum* (Figure 1) a été récoltée au mois de Février en 2010, de la région de Monastir. L'identification botanique a été réalisée par le professeur Féthia Harzallah-Skhiri (Laboratoire de génétiques, biodiversités et valorisation de bioressources, Institut Supérieur de Biotechnologie de Monastir). Les différents organes de la plante: tiges et feuilles sont séparées, séchées à l'ombre dans un droit bien aéré pendant deux semaines. Après séchage, ces différents organes de la plante ont été broyés pour obtenir des poudres fines qui ont servi pour la préparation des extraits.

### Préparation des extraits

Les tiges et les feuilles d'*Halocnemum strobilaceum* ont été soumises à une extraction par macération à froid avec le chloroforme suivi de l'acétone. La Figure 2 résume les différentes étapes d'extraction.

### Analyses phytochimiques quantitatives des extraits d'*H. Strobilaceum*.

**Dosage des polyphénols totaux :** La méthode de dosage des polyphénols totaux est celle de Folin – Ciocalteu (Vilioglu *et al.*, 1998). 750  $\mu\text{l}$  du réactif de Folin-Ciocalteu (diluée 10 fois) on été introduit dans 100  $\mu\text{l}$  des différents extraits testés puis, 750  $\mu\text{l}$  d'une solution de Carbonate de sodium ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ont été ajouté. Après le mélange a été incubé à l'obscurité et à une température ambiante pendant 90 minutes. L'absorbance est mesurée à 765 nm. La teneur des polyphénols totaux est déduite à partir d'une gamme d'étalonnage établie avec de l'acide gallique (0-250  $\mu\text{g/ml}$ ) dans les mêmes conditions que les extraits testés. Les résultats sont exprimés en milligramme d'équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait (mg EAG/g d'extrait).

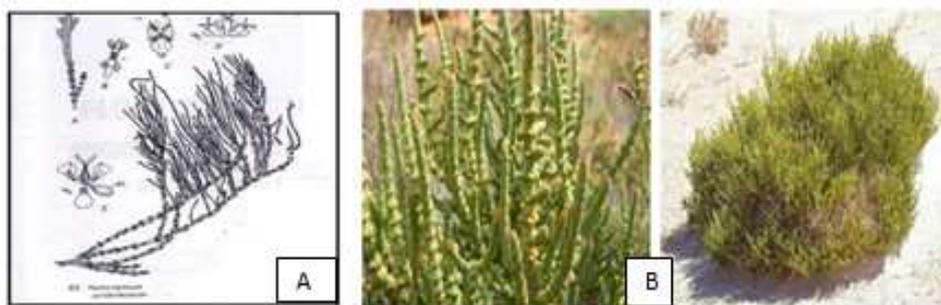


Figure 1. *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Bieb. (A) in Pottier-Alapetite (1979), (B) Google image.

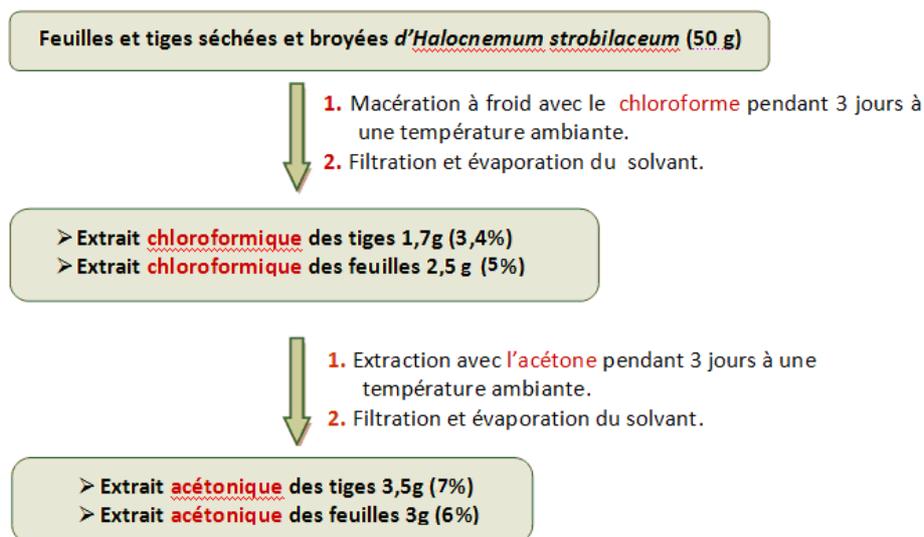


Figure 2. Préparation des extraits chloroformiques et acétoniques à partir des tiges et des feuilles d'*H. Strobilaceum*.

**Dosage des flavonoïdes totaux :** La méthode du trichlorure d'aluminium ( $AlCl_3$ ) (Lamaison et Carnel, 1990) a été adoptée pour quantifier les flavonoïdes dans les différents extraits préparés. On introduit 1, 5 mL des différentes solutions des extraits dissous dans l'eau distillé puis 1,5 mL de la solution d' $AlCl_3$  à 2% a été ajouté, le mélange est vigoureusement agité, puis l'ensemble est incubé à l'ombre à la température ambiante pendant 10 minutes, l'absorbance est lue à 430 nm. La quantification des flavonoïdes est déduite à partir d'une gamme d'étalonnage établie avec la quercétine (0-50  $\mu g/mL$ ), respectivement. Les résultats sont exprimés en milligramme d'équivalent de quercétine par gramme d'extrait (mg EQ/g d'extrait).

#### L'étude de l'activité anti-oxydante

**La méthode du radical d'ABTS (sel d'ammonium de l'acide 2,2'-azino-bis 3 éthylbenz-thiazoline -6-sulfonique) :** La méthode d'ABTS est basée sur la capacité d'une molécule à piéger le radical  $ABTS^{\bullet+}$  de couleur bleu pour le convertir à la forme non radicalaire sans couleur. Ce test a été réalisé selon la méthode décrite par Re *et al.* (1999).

Le radical cation  $ABTS^{\bullet+}$  est généré chimiquement en mélangeant une solution de 2,45 mM de persulfate de potassium ( $K_2S_2O_8$ ) et une solution stock d'ABTS (7 mM), est conservé à l'abri de la lumière à température ambiante durant 16 heures. On introduit 10  $\mu l$  de chaque extrait ont été ajoutés à 990  $\mu l$  de la solution d' $ABTS^{\bullet+}$ . L'absorbance a été mesurée après 20 min à une longueur d'onde de 734 nm.

#### La Méthode du radical DPPH (1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle) :

Le DPPH est un radical libre stable violet en solution, il présente une absorbance caractéristique à 517 nm, cette couleur disparaît rapidement lorsque le DPPH est réduit par un capteur de radicaux libres. On peut résumer cette réaction par l'équation suivante:



AH : représente un composé capable de céder un hydrogène au radical DPPH $^{\bullet}$  (violet) pour le transformer en molécule DPPH-H (Brand-Williams *et al.*, 1995).

La méthode décrite par Hatano *et al.* (1988) a été employée pour différentes concentrations comprises entre 0,03-1 mg/mL des extraits étudiés et un témoin (BHT: antioxydant de référence). Une solution de DPPH a été préparée par solubilisation de 2,36 mg de DPPH dans 100 mL d'éthanol, pour préparer une solution de DPPH de concentration de 60 µM.

Chaque concentration des différents extraits (0,5 mL) a été mélangée avec le même volume du DPPH, après incubation de 30 min à l'obscurité, la densité optique est mesurée à 517 nm. Les pourcentages d'inhibition des radicaux libres par l'échantillon à tester sont donnés par la formule suivante:

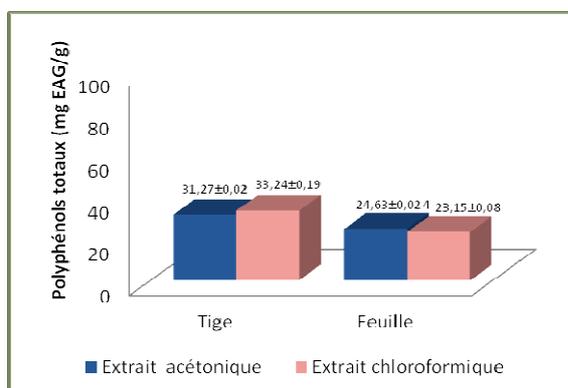
$$\text{Pourcentage d'inhibition (\%)} = (1 - (\text{Absorbance de l'échantillon} / \text{Absorbance du contrôle})) \times 100$$

Les résultats ont été exprimés par la moyenne de trois mesures ± écart type. La valeur CI<sub>50</sub> (Concentration Inhibitrice des 50% des radicaux libres) a été déterminée pour chaque extrait. Les valeurs CI<sub>50</sub> moyennes ont été calculées par les régressions linéaires des trois essais séparés, où l'abscisse est représentée par la concentration des extraits testés et l'ordonnée par l'activité antioxydante en pourcentage.

## RESULTATS ET DISCUSSION

### Analyses phytochimiques quantitatives des extraits d'*H. Strobilaceum*

L'étude phytochimique quantitative des extraits, préparés à partir des tiges et des feuilles d'*Halocnemeum strobilaceum*, la Figure 3 enregistre que les teneurs en polyphénols enregistrées en équivalent d'acide gallique en mg par g d'extrait montre que les extraits chloroformique et acétonique des tiges sont les plus riches en composés phénoliques avec des valeurs de l'ordre de 33,24 ± 0,19 mg EAG/g d'extrait et 31,27 ± 0,02 mg EAG/g d'extrait, respectivement.



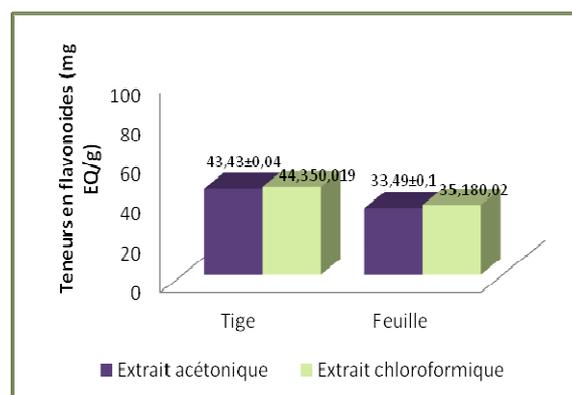
**Figure 3:** Teneurs en polyphénols totaux dans les extraits chloroformiques et acétoniques des tiges et des feuilles d'*H. strobilaceum* exprimées en mg EAG/g d'extrait.

Dans la littérature, une seule étude qui a étudié le dosage des polyphénols totaux d'une espèce appartenant à la famille des Chénopodiacées,

(*Salicornia herbacea*). Ainsi, l'extrait méthanolique de la plante entière de cette espèce, présente une teneur en polyphénols de l'ordre de 53,8 mg EAG/g d'extrait (Essaidi *et al.*, 2013) qui est légèrement supérieur à ceux qu'on a trouvé avec les extraits des tiges et des feuilles d'*H. strobilaceum*.

Concernant la teneur en flavonoïdes, les résultats sont exprimés en équivalent de quercétine en mg par g d'extrait (Figure 4).

L'extrait chloroformique des tiges est le plus riche en flavonoïdes (44,35 ± 0,019 mg EQ/g d'extrait) suivi par l'extrait acétonique des tiges (43,43 ± 0,04 mg EQ/g d'extrait). De même les extraits chloroformique et acétonique des feuilles présentent des teneurs importantes en flavonoïdes avec des valeurs de l'ordre de 35,18 ± 0,02 mg EQ/g d'extrait et 33,49 ± 0,1 mg EQ/g d'extrait, respectivement.



**Figure 4.** Teneurs en flavonoïdes dans les extraits acétoniques et chloroformiques des tiges et des feuilles d'*H. strobilaceum* exprimées en mg EQ/g d'extrait.

Comme pour les polyphénols une seule étude a déterminé le dosage des flavonoïdes (Essaidi *et al.*, 2013). L'extrait méthanolique de la plante entière de *Salicornia herbacea* (Tunisie) a présenté une teneur en flavonoïde de l'ordre de 13,9 mg EQ/g de matière sèche.

**L'étude de l'activité antioxydante**

L'activité anti-radicalaire des extraits d'*Halocnemeum strobilaceum* vis-à-vis le radical DPPH a été évaluée spectrophotométriquement à 517 nm en suivant la réduction de ce radical qui s'accompagne par son passage de la couleur violette à la couleur jaune. Les valeurs de  $CI_{50}$  des différents extraits sont représentées dans le Tableau 1.

**Tableau 1.**  $CI_{50}$  (DPPH) des extraits acétoniques et chloroformiques d'*H. Strobilaceum*.

Extraits	$CI_{50}$ (DPPH) ( $\mu\text{g/ml}$ )
Extraits acétoniques	
Feuilles	$23 \pm 0,01$
Tiges	$12 \pm 0,02$
Extraits chloroformiques	
Feuilles	$21 \pm 0,012$
Tiges	$10 \pm 0,06$
Produit de référence	
BHT	$18 \pm 0,01$

La comparaison des valeurs des  $CI_{50}$  des extraits des tiges et des feuilles révèle que les extraits chloroformique et acétonique des tiges sont les plus actifs avec des valeurs des  $CI_{50}$  de l'ordre de  $10 \pm 0,06 \mu\text{g/ml}$  et de  $12 \pm 0,02 \mu\text{g/ml}$ , respectivement. Ces valeurs sont intéressantes en les comparant à celle de l'antioxydant standard utilisé (BHT) ( $CI_{50} = 18 \pm 0,01 \mu\text{g/ml}$ ). Pour des valeurs des  $CI_{50}$  moyennement importantes, on trouve l'extrait chloroformique des feuilles est plus actif ( $CI_{50} = 21 \pm 0,012 \mu\text{g/ml}$ ) suivie par l'extrait acétonique des feuilles qui représente une  $CI_{50}$  la plus faible ( $23 \pm 0,01 \mu\text{g/ml}$ ).

L'activité anti-radicalaire des combinaisons des extraits d'*Halocnemeum strobilaceum* (deux à deux) vis-à-vis le radical DPPH a été également testée et évaluée spectrophotométriquement à 517 nm. Les valeurs des  $CI_{50}$  des différentes combinaisons sont illustrées dans le Tableau 2.

La comparaison des valeurs des  $CI_{50}$  des extraits des

**Tableau 2.** Les  $CI_{50}$  (DPPH) des combinaisons des extraits d'*H. Strobilaceum*

Extraits	$CI_{50}$ (DPPH) ( $\mu\text{g/ml}$ )
Chloroformique des tiges + Chloroformique des feuilles	$15 \pm 0,02$
Acétonique des tiges + Acétonique des feuilles	$17 \pm 0,01$
Chloroformique des tiges + Acétonique des tiges	$3,2 \pm 0,013$
Chloroformique des feuilles + Acétonique des tiges	$9,8 \pm 0,09$
Chloroformique des feuilles + Acétonique des feuilles	$6 \pm 0,022$
Chloroformique des tiges + Acétonique des feuilles	$4,3 \pm 0,04$

Ces résultats révèlent des valeurs des  $CI_{50}$  intéressantes pour les différentes combinaisons en les comparant aux  $CI_{50}$  précédentes. Le résultat le plus remarquable est celui de la combinaison entre les extraits qui ont montré les teneurs en polyphénols et en flavonoïdes les plus élevés. Ainsi la  $CI_{50}$  du mélange d'extrait chloroformique des tiges avec l'extrait acétonique des tiges est de l'ordre de  $3,2 \pm 0,013 \mu\text{g/ml}$ . Ces résultats mettent en évidence l'activité synergique des différents composés qui se trouvent dans ces extraits couplés pour piéger plus des radicaux DPPH.

**Méthode d'ABTS**

On remarque que les extraits chloroformique des feuilles, et des tiges ont présenté des activités antioxydantes les plus importantes avec des  $CI_{50}$ , de l'ordre de  $6,77 \pm 0,01 \mu\text{g/ml}$ ,  $11 \pm 0,013 \mu\text{g/ml}$ , respectivement. Cependant, la plus faible valeur de  $CI_{50}$  est enregistrée pour l'extrait acétonique des feuilles ( $CI_{50} = 12 \pm 0,015 \mu\text{g/ml}$ ) (Tableau 3). Le présent travail est la première tentative pour

l'étude de l'activité antioxydante du genre *Halocnemeum*.

**Corrélation**

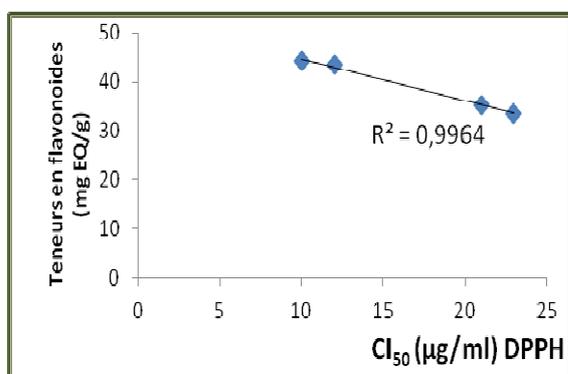
L'étude de corrélation entre les composés phénoliques et l'activité antioxydante des différents organes d'une plante est une analyse intéressante, elle permet de montrer si l'activité antioxydante d'un extrait est totalement ou partiellement due à la présence de ces composés phénoliques (Duh et Yen, 1999).

**Tableau 3.** Les valeurs des  $CI_{50}$  (ABTS) des extraits acétonique et chloroformique des tiges et des feuilles d'*H. Strobilaceum*

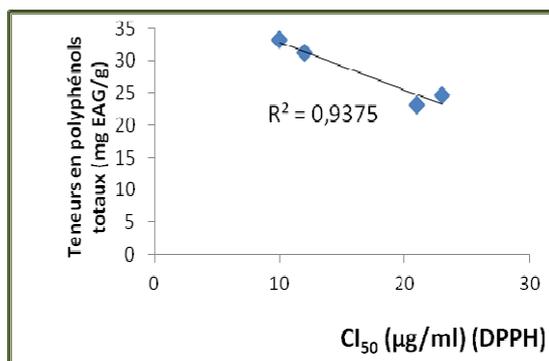
Extraits	$CI_{50}$ (ABTS) ( $\mu\text{g/ml}$ )
Extrait acétonique	
Feuilles	$12 \pm 0,015$
Tiges	$24 \pm 0,02$
Extrait chloroformique	
Feuilles	$6,77 \pm 0,01$
Tiges	$11 \pm 0,013$
Produit de référence	
BHT	$50 \pm 0,01$

L'analyse des corrélations a été effectuée entre les différents paramètres pour les tiges et les feuilles de la plante étudiée.

**Corrélation entre les teneurs en polyphénols totaux, flavonoïdes et la capacité du piégeage du radical DPPH exprimée en valeur  $CI_{50}$  des extraits des tiges et des feuilles d' *H. strobilaceum* :** Une corrélation très importante est observée entre les valeurs des  $CI_{50}$  du radical DPPH des tiges et des feuilles, les polyphénols totaux et les flavonoïdes avec des coefficients de corrélation respectivement,  $R^2 = 0,937$  et  $R^2 = 0,996$  (Figures 5, 6). Cette corrélation suscite l'idée que le piégeage du radical DPPH est dû principalement à la présence de ces composés phénoliques.



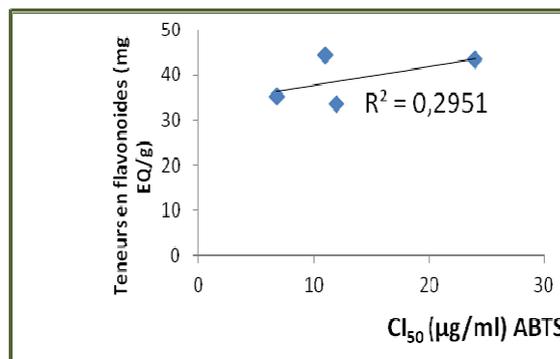
**Figure 5.** Corrélation entre les teneurs en flavonoïdes et la capacité de piégeage du radical DPPH exprimée en valeur  $CI_{50}$  des extraits des tiges et des feuilles d' *H. strobilaceum*



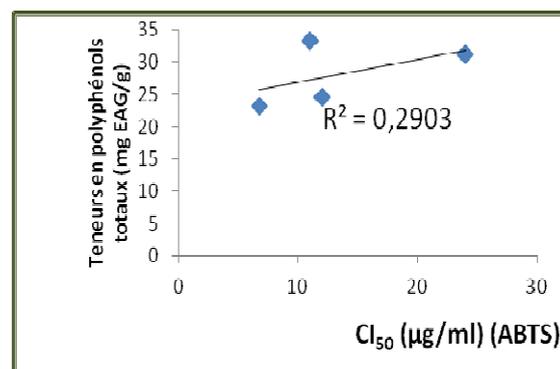
**Figure 6.** Corrélation entre les teneurs en polyphénols totaux et la capacité de piégeage du radical DPPH exprimée en valeur  $CI_{50}$  des extraits des tiges et des feuilles d' *H. strobilaceum*

**Corrélation entre les teneurs en polyphénols totaux, flavonoïdes et la capacité de piégeage du radical ABTS exprimée en valeur  $CI_{50}$  des extraits des tiges et des feuilles d' *H. strobilaceum* :** L'activité antioxydante dans le test ABTS des extraits des tiges et des feuilles de la plante d'étude est faiblement corrélée avec les polyphénols totaux et les flavonoïdes avec des coefficients de

corrélation de l'ordre de  $R^2 = 0,290$  et  $R^2 = 0,295$ , respectivement (Figures 7,8). Cette corrélation signale à la présence d'autres métabolites piègeurs du radical ABTS autre que les polyphénols et les flavonoïdes.



**Figure 7:** Corrélation entre les teneurs en flavonoïdes et la capacité de piégeage du radical ABTS exprimée en valeur  $CI_{50}$  des extraits des tiges et des feuilles d' *H. strobilaceum*



**Figure 8:** Corrélation entre les teneurs en polyphénols totaux et la capacité de piégeage du radical ABTS exprimée en valeur  $CI_{50}$  des extraits des tiges et des feuilles d' *H. strobilaceum*

## CONCLUSION

D'après nos résultats, on peut soulever les conclusions suivantes, les extraits acétoniques et chloroformiques des tiges et des feuilles d'*Halocnemeum strobilaceum* possèdent une quantité en polyphénols et en flavonoïdes leur contribuant à exercer une activité antioxydante importante dans le test DPPH, ceci est confirmé par la corrélation trouvée entre ces teneurs en métabolites secondaires et cette activité biologique, alors que, la faible corrélation entre ces composés phénoliques et l'activité antioxydante dans le test ABTS peut être expliquée par la présence d'autres composés responsables de cette activité.

## REMERCIEMENT

Les auteurs de ce travail remercient madame le professeur Fethia HARZALLAH SKHIRI (Professeur à l'Institut Supérieur de Biotechnologie de Monastir) pour l'identification botanique de la plante étudiée, ainsi que les membres du laboratoire des maladies transmissibles et substances biologiquement actives, faculté de pharmacie de Monastir, Tunisie, pour leur aide dans la réalisation de ce travail.

## RÉFÉRENCES

- Bartosz G. 2003. Generation of reactive oxygen species in biological systems. *Comments on Toxicology*. 9: 5-21.
- Brand-Williams W., Cuvelier M.E. Berset C. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm. Wiss Technol*. 28: 25-30.
- Duh P.D., Yen G.C. 1999. Antioxidant activity of water extract of HarngJyur (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) varieties in soybean oil emulsion. *Food Chem*. 66: 471-476.
- Essaidi I., Brahmi Z., Snoussi. A., Koubaier. H., Casabianca H.A.N., El Omri. A., Chaabouni M. M., Bouzouita N. 2013. Phytochemical investigation of Tunisian *Salicornia herbacea* L., antioxidant, antimicrobial and cytochrome P450 (CYPs) inhibitory activities of its methanol extract. *Food control*. 32(1): 125-133.
- Hatano T., Kagawa H., Yasuhara T., Okuda T. 1988. Two new flavonoids and other constituents in licorice root; their relative astringency and radical scavenging effects. *Chem Pharm Bull*. 36: 2090-2097.
- Lamaison J.L.C., Carnet A. 1990. Teneurs en principaux flavonoïdes des fleurs de *Crataegus monogyna* Jacq et de *Crataegus lavecigata* (Poiret D. C) en fonction de la végétation. *Pharm Acta Helv*. 65: 315-320.
- Le Floch É., Boulos L., Vela E. 2010. Catalogue synonymique commenté de la flore de Tunisie, Tunis, Ministère de l'Environnement et du Développement durable, 202 p.
- Leccia M.T. 2008. Antioxydants et photoprotection: prudence. *Annales de dermatologie et de vénéréologie*. 135: 807-809.
- Mohsen A.A., Elhaak M.A., Hamada E.A.M., El-Gebaly F.E. 2015. Adaptation potential of two common halophytes to salinity stress in the Salt Marshes of lake Burullus in Egypt. *International journal of advances in pharmacy, biology and chemistry*. 4: 809-820.
- Pottier-Alapetite G. 1979. Flore de la Tunisie, Angiospermes-Dicotylédones/Apétales-Dialypétales; Première partie. 57 p.
- Qu X. X., Huang Z. Y., Baskin J. M., Baskin C. C. 2008. Effect of temperature, light and salinity on seed germination and radicle growth of the geographically widespread halophyte shrub *Halocnemeum strobilaceum*. *Annals of Botany*. 101(2): 293-299.
- Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice E. 1999. Antioxidant activity applying an improvised ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*. 26: 1231-1237.
- Sharifzadeh A., Javan A., Jebeli S. H., Abbaszadeh S., Keykhosravy K. 2015. Evaluation of antioxidant and antifungal properties of the traditional plants against foodborne fungal pathogens. *Journal of Medical Mycology*. 26: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mycmed.2015.11.002>.
- Ventura Y., Sagi M. 2013. Halophyte crop cultivation: the case for *Salicornia* and *Sarcocornia*. *Environmental and Experimental Botany*. 92: 144-153.
- Velioglu Y.S., Mazza G., Oomah B.D. 1998. Antioxydant activity and total phenols in selected fruits, vegetables, and grain products. *Agric Food Chem*. 464: 113-117.