

**Directeur de la revue:** BOUTERFAIA Ahmed  
(Recteur de l'Université Kasdi Merbah-Ouargla)  
**Directeur de la publication:** KHELIFA Abdelkader  
**Directeur scientifique de la publication:** BISSATI Samia  
**Rédacteur en chef:** OULD EL HADJ Mohamed Didi

**ISSN 2170-1318**

**ADRESSE DE LA DIRECTION DE LA PUBLICATION**

*Algerian Journal of Arid Environment*

Laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi arides  
Faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de l'univers

BP 511, Université Kasdi Merbah-Ouargla

30000 Ouargla, Algérie

Tél. : (+213) 29 71 65 71/29 71 56 89 Fax. : (+213) 29 71 56 89

Web: [www.ouargla-univ.dz](http://www.ouargla-univ.dz) E-mail: [ecosys.infos@yahoo.fr](mailto:ecosys.infos@yahoo.fr)



**Université Kasdi Merbah-Ouargla  
(Algérie)**

*Algerian Journal of Arid Environment*

**Revue des Sciences de la terre et de la vie  
Editée par l'Université Kasdi Merbah-Ouargla**

*Laboratoire de Protection des Ecosystèmes  
en Zones Arides et Semi Arides (Ecosys)*

**ISSN 2170-1318**

**Directeur de la revue:** BOUTERFAIA Ahmed  
(Recteur de l'Université Kasdi Merbah-Ouargla)  
**Directeur de la publication:** KHELIFA Abdelkader  
**Directeur scientifique de la publication:** BISSATI Samia  
**Rédacteur en chef:** OULD EL HADJ Mohamed Didi

Volume 2, Numéro 1, Juin 2012





# ALGERIAN JOURNAL OF ARID ENVIRONMENT

REVUE DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE LA VIE  
LABORATOIRE DE PROTECTION DES ECOSYSTEMES EN ZONES ARIDES ET SEMI ARIDES  
UNIVERSITE KASDI MABAH-OUARGLA  
ISSN 2170-1318



<p><b>Directeur de la revue</b> Pr. BOUTERFAIA Ahmed</p>	<p><b>ADRESSE DE LA DIRECTION DE LA PUBLICATION</b> <i>Algerian Journal of Arid Environment</i> Laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi arides Faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de l'univers, BP 511, Université Kasdi Merbah-Ouargla 30000 Ouargla, Algérie Tél. : (+213) 29 71 65 71/29 71 56 89 Fax. : (+213) 29 71 56 89 Web: <a href="http://www.ouargla-univ.dz">www.ouargla-univ.dz</a> E-mail: <a href="mailto:ecosys.infos@yahoo.fr">ecosys.infos@yahoo.fr</a></p>
<p><b>Directeur de la publication</b> Mr KHELIFA Abdelkader</p>	<p><b>Instructions aux auteurs</b></p>
<p><b>Directeur scientifique de la publication</b> Pr. BISSATI Samia</p> <p><b>Rédacteur en chef</b> Pr. OULD EL HADJ Med Didi</p>	<p><b>1-</b> Les articles peuvent être rédigés dans deux langues (arabe, français ou anglais). Ils doivent subir deux expertises, à la fois scientifique et linguistique, avant acceptation.</p>
<p><b>Comité de rédaction</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dr CHELOUFI Hamid</li> <li>- Dr DADDI BOUHOUN Mustapha</li> <li>- Dr SAKER Med Lakhdar</li> <li>- Dr IDDER Mohamed Taher</li> </ul>	<p><b>2-</b> Le nombre total de pages de l'article dépend de sa nature : Originale (15 pages), synthèse (8 pages) et étude de cas (6 pages). Les articles doivent présenter des résultats non publiés, et ceux de synthèse et d'étude de cas doivent être synthétiques sans illustrations.</p>
<p><b>Mise en page</b> Mr CHAABENA Ahmed</p>	<p><b>3-</b> Leurs soumissions doivent parvenir à l'adresse électronique en format TNR pour le texte et JPG pour les illustrations.</p> <p><b>4-</b> L'auteur correspondant recevra après expertise et acceptation un tiré à part sous format PDF et un exemplaire de revue gratuitement.</p>
<p><b>Comité scientifique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pr. OULD EL HADJ M. D., Algérie</li> <li>- Pr. DADDA MOUSSA B., Algérie</li> <li>- Pr. MESSAITFA A., Algérie</li> <li>- Pr. HADJ-MAHAMMED M., Algérie</li> <li>- Pr. SOLTANI N., Algérie</li> <li>- Pr. BRINIS L., Algérie</li> <li>- Pr. BOUGHEDIRI L., Algérie</li> <li>- Pr. DOUMANDJI S., Algérie</li> <li>- Pr. DOUMANDJI-MITICHE B., Algérie</li> <li>- Pr. LAAMARI M., Algérie</li> <li>- Pr. HALITIM A., Algérie</li> <li>- Pr. BENALAOUA S., Algérie</li> <li>- Pr. DENDOUGUI H., Algérie</li> <li>- Pr. SAMRAOUI B., Algérie</li> <li>- Pr. COTE M., France</li> <li>- Pr. MICHAUD P., France</li> <li>- Pr. SERGE MARLET C., France</li> <li>- Pr. CHERITI A., Algérie</li> <li>- Pr. TAMISIER A. J., France</li> <li>- Pr. BOUTIN C., France</li> <li>- Pr. HAMDY AISSA B., Algérie</li> <li>- Dr BISSATI S., Algérie</li> <li>- Dr ESNAULT M. A., France</li> <li>- Dr SANON S., Burkina Faso</li> <li>- Dr CHELOUFI H., Algérie</li> <li>- Dr BOUTATAOU D., Algérie</li> <li>- Dr SIBOUKER O., Algérie</li> <li>- Dr O/ EL HADJ-KHELIL A., Algérie</li> <li>- Dr SAKER M. L., Algérie</li> <li>- Dr ADAMOUCHE A., Algérie</li> <li>- Dr IDDER M. T., Algérie</li> </ul>	<p><b>5-</b> Pour permettre une pérennité et une large diffusion à la revue un abonnement sera proposé sur le site de l'université et dans la revue aux particuliers, institutions et étudiants avec des tarifs étudiés selon la catégorie et la destination.</p>
	<p><b>6-</b> Le texte doit être en forme TNR taille 12 avec numérotation des lignes. Le titre de l'article en langue de rédaction et en anglais de forme TNR taille 14 gras, est suivi des nom et prénom des auteurs en forme TNR taille 12 avec adresses et Email en forme TNR taille 10, avec un astérisque sur l'auteur correspondant.</p>
	<p><b>7-</b> Les résumés doivent être rédigés en langue de rédaction, en arabe ou anglais, de forme TNR taille 10, italique. Ils doivent comporter cinq mots clés au maximum.</p>
	<p><b>8-</b> Les illustrations légendées ne doivent pas dépasser cinq illustrations avec mention dans le texte et numérotées en chiffres arabes (figure, photo 1, 2, etc.) et chiffres romains (tableau I, II, etc.).</p>
	<p><b>9-</b> Les références bibliographiques ne doivent pas être sélectives d'articles de revues, de livre et d'article de livres seulement. Ils seront classés par leur ordre d'apparition dans le texte et appelées dans ce dernier par leur numéro placé entre crochets :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exemple de revue : Maduakor H., 1991 - Efficient fertilizer. Fertilizer Research, 29: 65-79.</li> <li>- Exemple de livre : Steel R., Torrie J., 1960 - Principles and procedures. McGraw-Hill, London, 433 p.</li> <li>- Exemple d'article de livre: Tal M. Selection for stress tolerance. In : Evans D.A., Shap N.R., Ammirato P.V., eds. Handbook for plant cell culture. New York : Macmillan, 1992 : 101-112.</li> </ul>
	<p>Les thèmes des articles publiés dans <i>Algerian Journal of Arid Environment</i> concernent tout ce qui touche au développement et à la gestion durable de l'environnement des régions arides et semi arides de la planète.</p> <p style="text-align: right;"><b>Rédacteur en chef</b> Pr. OULD EL HADJ Med Didi</p>

# Algerian Journal of Arid Environment

“AJAE”

vol. 2, n° 1 - 2012

Sommaire

## Aperçu de l'avifaune du Sahel Algérois

MILLA Amel, MARNICHE Faiza, MAKHLOUFI Abdelhakim, DAOUDI-HACINI Samia, VOISIN Jean-François et DOUMANDJI Salaheddine ..... 3

## Réponse protéique d'une halophyte face aux stress salin

OUIS Miryam et BELKHODJA Moulay ..... 16

## Valorisation de la datte par la formulation d'une boisson à base de lait et de jus d'orange

BENCHABANE Ahmed, KECHIDA Farida, BELALOUI Djahida, AOUDJIT Razika, OULD EL HADJ Mohamed Didi..... 25

## Effet de la température sur l'évolution des fruits chez quelques variétés du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.)

BABAHANI Souad et EDDOUD Abdel Ghani ..... 36

## Comparison of Antioxidant Activity and Phenolic Content of Three Varieties of Algerian Dates

GHIABA Zineb, BOUKOUADA Mustapha, SAIDI Mokhtar, YOUSFI Mohamed, GHIABA Nadjat, KENDOUR Zaouia..... 42

## Activité antibactérienne des extraits phénoliques de la plante *Teucrium polium geyrii*

HAMMOUDI Roukia, HADJ MAHAMMED Mahfoud, RAMDANE Farah et KHODIR Abed Allah..... 49

## Contribution à l'étude de quelques caractéristiques physico-chimiques et hygiéniques des eaux usées issues de rejets de certaines localités de la cuvette de Ouargla (Sahara septentrional Est algérien): Impact sur le milieu récepteur

HAMDI Wassila\*, YUCEFI Mustapha, TOUIL Youcef., BOUGRINAT Radia, FERHI Naziha, et OULD EL HADJ Mohamed Didi..... 56

## Caractérisation géologique et climatique de la Daïa de M'Rara au plateau des Daïas orientaux dans le Bas Sahara

KOLLI Adil, AISSANI Belkassem..... 64

## Effet inhibiteur *in vitro* de l'huile essentielle d'*Artimesia herba alba* sur deux souches de *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*

KOLAI Naouel, SAIAH Farida, BOUDIA Abdelkader..... 71

## Action des boues résiduaires de la station d'épuration des eaux usées de Touggourt (algerie) sur un sol sableux cultivé

IDDER Abdelhak, CHELOUFI Hamid, IDDER Tahar, MAHMA Sid-Ali ..... 77



## APERÇU DE L'AVIFAUNE DU SAHEL ALGÉROIS

MILLA Amel<sup>1\*</sup>, MARNICHE Faiza<sup>2</sup>, MAKHLOUFI Abdelhakim<sup>3</sup>, DAOUDI-HACINI Samia<sup>4</sup>,  
VOISIN Jean-François<sup>5</sup> et DOUMANDJI Salaheddine<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Ecole nationale supérieure vétérinaire, El Harrach 16200 Alger, Algérie

<sup>2</sup>Faculté des sciences agro-vétérinaires et biologiques, Université Saad Dahleb, Blida, Algérie

<sup>3</sup>Institut nationale de recherche forestière de Baïnem, Alger, Algérie

<sup>4</sup>Département de zoologie agricole et forestière, Ecole nationale supérieure agronomique  
El Harrach 16200 Alger, Algérie

<sup>5</sup>UMS 305, CP 51 (Mammifères et Oiseaux) Muséum national d'Histoire naturelle  
Paris, France

Email: [amelmilla@yahoo.fr](mailto:amelmilla@yahoo.fr)

**Résumé-** Au cours de la présente étude sur l'avifaune du Sahel algérois, 78 espèces d'oiseaux sont recensées, appartenant à 56 genres, 35 familles et 15 ordres, parmi lesquels les Passeriformes dominent largement avec 43 espèces (55,1%). Le nombre des espèces varie en fonction des milieux. Il est de 51 dans les maquis et les forêts, 67 dans les parcs et jardins et 54 dans le Marais de Réghaïa. Nous avons classé ces oiseaux en fonction des types fauniques, phénologiques et trophiques. Quatorze types fauniques sont représentés dans l'avifaune du Sahel algérois. 75,3 % d'entre elles appartiennent à la grande région paléarctique. Les 78 espèces appartiennent à 5 statuts phénologiques, 46,1% sont sédentaires et 38,5% sont des migrateurs. Ces oiseaux se répartissent en sept 7 catégories trophiques, parmi lesquelles les insectivores (32,1%) et les polyphages (32,1%) dominent.

**Mots clés:** Sahel algérois, avifaune, catégories faunistiques, phénologiques et trophiques.

## SURVEY OF AVIFAUNA IN SAHEL OF ALGIERS

**Abstract-** In the present study on birds in the Sahel of Algiers, 78 species of birds are identified, belonging to 56 genus, 35 families and 15 orders, including Passeriformes dominate with 43 species (55.1%). The number of species varies depending on the area. It is 51 in the bush and forests, 67 in parks and gardens and 54 in Réghaïa. We classified birds according to the types of biogeographical origin, phenology and trophic. Fourteen types biogeographical origins are represented in the avifauna of the Sahel of Algiers. 75.3% of them belong to the large Palearctic region. The 78 species belong to 5 phenological status, 46.1% are sedentary and 38.5% are migratory. These birds are divided into seven trophic 7 categories, including insectivores (32.1%) and polyphagous (32.1%) dominate.

**Keywords:** Sahel of Algiers, avifauna, faunistics, phenology, trophic categories.

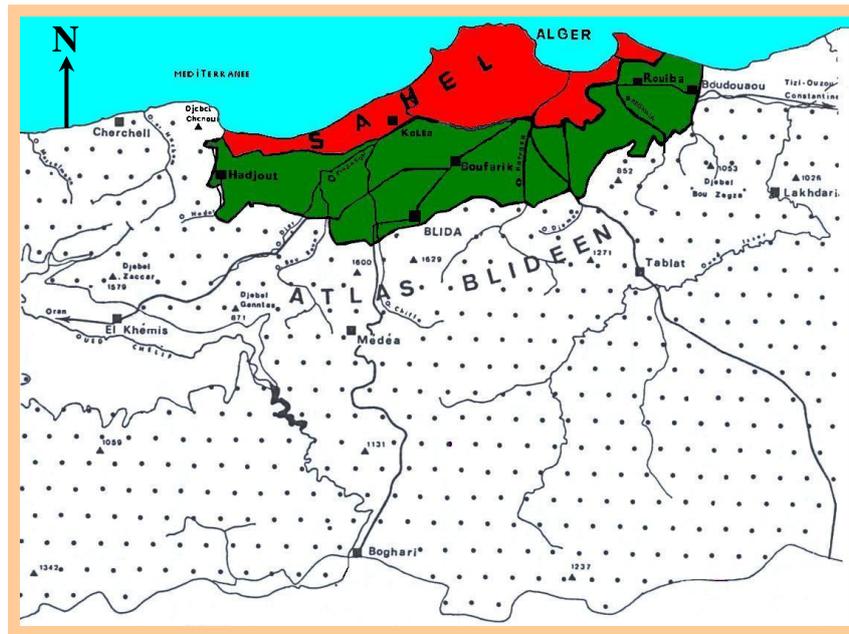
### Introduction

La capacité des oiseaux à franchir les obstacles ou à les contourner en volant leur a ouvert les portes de la planète. On en trouve sur tous les continents et dans tous les habitats, depuis les régions polaires jusqu'à l'équateur et même sur des îles océaniques [1]. En Algérie, l'intérêt pour les oiseaux est ancien, et de nombreuses études ont été réalisées dans des milieux très divers, forestiers [2,3,4], urbanisées [5,6,7], agricoles [8,9,10] et enfin dans les zones humides [11,12,13]. Le présent travail porte sur l'avifaune des différents milieux du Sahel algérois, qui est une région avec une flore et une faune diversifiées.

### 1.- Méthodologie d'étude

De faible altitude, le Sahel algérois est limité au nord par la Mer méditerranée, à l'ouest par le Mont Chénoua, au sud par la plaine de la Mitidja et à l'est par l'Oued Réghaïa (fig. 1). Il s'inscrit

parmi les grandes structures géographiques de la région d'Alger (36° 36' à 36° 46' N., 2° 24' à 3° 20' E.). L'influence de la mer fait que le Sahel algérois appartient à l'étage bioclimatique subhumide à hiver chaud ou doux [14]. Les précipitations y sont de 600 à 900 mm par an. Sept localités, regroupées en trois types de milieux, sont choisies. Le premier comprend des maquis et des forêts, et est représenté par trois stations (forêt de Bainem, maquis de Saoula et Tixeraine). Le deuxième type est celui des parcs et des jardins, et comprend également trois stations (Jardins de l'institut national agronomique d'El Harrach, Jardins d'essai du Hamma et centre cynégétique de Zéralda). Le troisième type est composé d'une zone humide, le Marais de Réghaïa.



**Figure 1.-** Situation géographique du Sahel algérois (modifié) [15]  
Echelle : 1/1.000.000

Située à 15 km à l'ouest d'Alger, la forêt de Bainem s'étend sur une superficie de 508 ha. Il y a encore quelques décennies, les pins et les eucalyptus en constituaient les principales essences [16]. Elle a été complètement modifiée par des travaux de reboisement entrepris au cours de ces dernières décennies. Située dans la région du même nom, à 20 km au sud-est d'Alger, la station de Saoula est couverte d'un maquis appartenant essentiellement au groupement de *Oleo-lenticetum*. Juste aux portes de la capitale Alger, Tixeraine jouit d'un environnement rural exceptionnel, avec 35,3 ha de forêt ainsi que des oueds dessinant de grands talwegs, surtout l'oued El Kerma. Dans les environs immédiats de la station se trouvent des vergers de pêchers et de néfliers, ainsi qu'un grand maquis dominé par le pin d'Alep et où des oléastres et des pistachiers alternent irrégulièrement avec des fourrés de ronces.

Les jardins de l'institut national agronomique d'El Harrach (10 ha), ainsi que le Jardin d'Essai du Hamma (30 ha) contiennent une collection de plantes ornementales très diversifiées, étagées sur trois strates, une arborescente de 2 à 20m de haut, une arbustive de 1 à 2 m et une herbacée de 0,1 à 1m [17]. Le Centre cynégétique de Zéralda est un établissement d'élevage du gibier, situé à 30 km à l'ouest de la ville d'Alger et s'étendant sur 19,75 ha. Les anciennes parcelles de l'arboretum forment actuellement les enclos d'élevage avec un couvert végétal assez dense, dotées d'une strate arborée et de sous-bois [18,19,20].

Le marais de Réghaïa est une zone humide côtière, correspondant à l'estuaire de l'oued Réghaïa dont les eaux étaient évacuées autrefois dans la Méditerranée. Ce dernier secteur comprend

un grand maquis où subsiste un boisement dépérissant d'Eucalyptus, de petites roselières, des plages de massettes, d'Iris et, loin en amont, un bosquet dense de saules. Il est partiellement entouré d'un groupement ripicole dégradé à base d'ormes et de ronces, formant d'épaisses broussailles [11].

L'inventaire des espèces de ces stations, en notant leur statut phénologique et trophique, à été établi dans les différentes stations. Il est utilisé d'une part une méthode qualitative, celle des échantillonnages fréquentiels progressifs (EFP), qui a pour but de simplement dresser la liste des espèces présentes sur la station. Il sera réalisé 15 relevés par mois. Ce travail est complété par l'utilisation de quatre méthodes quantitatives classiques. La méthode des indices ponctuels d'abondance (IPA), est relative. Son principe est de choisir un certain nombre de points représentatifs ou stations d'écoute du milieu étudié [21]. Deux séries d'IPA composée chacune de 15 relevés sont réalisées durant la période de reproduction dans les stations étudiées.

Pour plus de précision, la méthode quantitative absolue dite des "plans quadrillés" est utilisée [22,23]. Cette méthode est précise et aisée à mettre en œuvre. Trois relevés sont effectués par mois sur chaque station en utilisant cette méthode. Enfin, ce travail est complété en notant tous les oiseaux que nous avons observé hors du cadre de l'emploi de ces méthodes et recherché systématiquement les nids, encore trois fois par mois sur chaque station.

## **2.- Résultats**

### **2.1.- Richesse de l'avifaune de la région d'Alger**

Dans le tableau I, est consignée la liste des 78 espèces d'oiseaux recensées dans la région d'Alger. Le milieu le plus riche est celui des parcs et jardins (67 espèces), suivi de la zone humide de Réghaïa (54 espèces), et de celle des maquis et forêts (51 espèces). Les 78 espèces se distribuent en 15 ordres, 35 familles et 56 genres. Près de la moitié des espèces (43) appartiennent à l'ordre des Passeriformes. Les Columbiformes occupent le second rang avec seulement 5 espèces, et les autres ordres sont encore moins représentés. Cette distribution reste en gros vrai pour chacun des trois types de milieux séparément (tab. I), passereaux et pigeons venant en tête et les autres groupes variant en fonction des conditions écologiques, par exemple les espèces liées aux milieux aquatiques sont naturellement plus nombreuses à Réghaïa. La richesse des parcs et des jardins reflète leur grande diversité, car on y trouve toutes sortes de végétaux, des plantes herbacées, aux grands arbres, ainsi que des points d'eau, très importants dans un pays très sec en période estivale. De plus, les parcs et jardins offrent aux oiseaux une certaine protection contre la prédation humaine et animale.

### **2.2.- Origine biogéographique des espèces d'oiseaux observées**

L'avifaune du Sahel algérois est résolument paléarctique, avec environ les quatre-cinquième de ses espèces pouvant (75,3%) être qualifiées de telles, sans compter cinq espèces holarctiques (6,5%). Dans la grande région paléarctique, se trouve le type paléarctique qui domine avec 27,3% et suivi de loin du type européen avec 13% et du type européen-turkestanien avec 10,4 %. Les espèces éthiopiennes et paléotropicales ne jouent qu'un rôle effacé avec un peu plus de 9% des espèces pour les deux types, et encore, il y a-t-il 4 espèces introduites dans leur rang. Les autres catégories ne comptent que pour une proportion négligeable (tab. II).

**Tableau I.-** Richesse des espèces d'oiseaux selon les ordres, les familles et les genres et en fonction des milieux (N : Nombre; % : Pourcentage)

Ordres	Maquis et forêts						Parcs et jardins						Marais de Réghaïa						Ensemble des milieux étudiés					
	Familles		Genres		Espèces		Familles		Genres		Espèces		Familles		Genres		Espèces		Familles		Genres		Espèces	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Ciconiiformes	0	0	0	0	0	0	1	3,33	1	2,22	1	1,49	2	6,90	3	6,98	3	5,56	2	5,71	3	5,36	3	3,85
Ansériformes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3,45	2	4,65	2	3,70	1	2,86	2	3,57	2	2,56
Phoenicoptéridiformes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3,45	1	2,33	1	1,85	1	2,86	1	1,79	1	1,28
Falconiformes	2	8,0	3	7,69	3	5,88	2	6,67	3	6,67	3	4,48	2	6,90	2	4,65	2	3,70	2	5,71	4	7,14	4	5,13
Galliformes	1	4,0	1	2,56	1	1,96	0	0	0	0	0	0	1	3,45	2	4,65	2	3,70	2	5,71	2	3,57	2	2,56
Gruiformes	0	0	0	0	0	0	1	3,33	1	2,22	1	1,49	1	3,45	2	4,65	2	3,70	1	2,86	2	3,57	2	2,56
Lariformes	0	0	0	0	0	0	1	3,33	1	2,22	3	4,48	1	3,45	1	2,33	3	5,56	1	2,86	1	1,79	3	3,85
Columbiformes	1	4,0	2	5,13	4	7,84	1	3,33	2	4,44	5	7,46	1	3,45	2	4,65	4	7,41	1	2,86	2	3,57	5	6,41
Cuculiformes	1	4,0	1	2,56	1	1,96	1	3,33	1	2,22	1	1,49	0	0	0	0	0	0	1	2,86	1	1,79	1	1,28
Strigiformes	1	4,0	1	2,56	1	1,96	2	6,67	2	4,44	2	2,99	1	3,45	1	2,33	1	1,85	2	5,71	3	5,36	3	3,85
Apodiformes	1	4,0	1	2,56	2	3,92	1	3,33	1	2,22	2	2,99	1	3,45	1	2,33	2	3,70	1	2,86	1	1,79	2	2,56
Coraciiformes	2	8,0	2	5,13	2	3,92	2	6,67	2	4,44	2	2,99	2	6,90	2	4,65	2	3,70	2	5,71	2	3,57	2	2,56
Piciformes	1	4,0	2	5,13	2	3,92	1	3,33	2	4,44	3	4,48	1	3,45	1	2,33	1	1,85	1	2,86	2	3,57	3	3,85
Psittaciformes	0	0	0	0	0	0	1	3,33	2	4,44	2	2,99	0	0	0	0	0	0	1	2,86	2	3,57	2	2,56
Passeriformes	15	60,0	26	66,67	35	68,63	16	53,3	27	60,0	42	62,69	14	48,28	23	53,5	29	53,70	16	45,71	28	50,0	43	55,13
Total = 15	25	100	39	100	51	100	30	100	45	100	67	100	29	100	43	100	54	100	35	100	56	100	78	100

De même pour les différents milieux, les 3 types, paléarctique, européen et européo-turkestanien dominant. Alors que dans les forêts et maquis enregistrent l'importance d'un quatrième type faunique, c'est celui des espèces méditerranéennes.

**Tableau II.** - Origines biogéographiques des oiseaux du Sahel algérois

(N: nombre, %: pourcentage)

Régions		Maquis et forêts		Parcs et jardins		Marais de Réghaïa		Ensemble des milieux	
Type de distribution		N	%	N	%	N	%	N	%
Grande région holarctique	Holarctique	3	6,12	4	6,06	5	9,43	5	6,49
Région paléarctique 58 espèces (75,33%)	Paléarctique	9	18,37	17	25,76	14	26,42	21	27,27
	Paléarctique occidental	2	4,08	2	3,03	2	3,77	2	2,60
	Sarmatique	0	0,00	0	0,00	1	1,89	1	1,30
	Paléo-xérique	2	4,08	2	3,03	1	1,89	2	2,60
	Paléotropical	1	2,04	3	4,55	0	0,00	3	3,90
	Européo-turkestanien	7	14,29	7	10,61	7	13,21	8	10,39
	Turkestan-méditerranéen	4	8,16	4	6,06	3	5,66	4	5,19
	Méditerranéen	7	14,29	6	9,09	4	7,55	7	9,09
Région indo-africaine (5 espèces, 6,49%)	indo-africain	0	0,00	1	1,52	0	0,00	1	1,30
	Ethiopien	2	4,08	4	6,06	2	3,77	4	5,19
Espèces à très large distribution 9 (11,68%)	Cosmopolite	2	4,08	5	7,58	4	7,55	5	6,49
	Ancien monde	2	4,08	1	1,52	3	5,66	4	5,19

### 2.3.- Statuts phénologiques des espèces aviennes

Comme le montre le tableau III, tous milieux confondus, les espèces sédentaires dominent légèrement et représentent un peu moins de la moitié de l'ensemble, mais ne sont guère plus nombreuses que les migratrices totales si l'on exclut les espèces introduites. Les douze migratrices partielles représentent un contingent certes faible, mais quand même notable. En descendant dans le détail des espèces migratrices, on voit que, avec un quart des effectifs totaux, les visiteurs d'été, sont de loin les plus nombreux, les visiteurs d'hiver et les migrateurs de passage en nombre presque négligeable, même s'il est probable que des prospection futures permettent de découvrir quelques espèces de passage supplémentaires, avec des effectifs très faibles.

Ce schéma général reste valable dans chacun des quatre grands types de milieu considéré, avec des variations de détail, dont la plus notable est la proportion nettement plus forte des espèces sédentaires dans les parcs et jardins, du fait de la présence exclusive des espèces introduites. Il est remarquable que les migrateurs ne soient pas dominants dans la zone humide de Réghaïa, même si les migrateurs partiels y sont plus nombreux qu'ailleurs.

### 2.4.- Statut trophique des oiseaux du Sahel algérois

Dans la présente étude, les catégories des oiseaux insectivores et polyphages représentent chacune un tiers de l'avifaune, et distancent largement les granivores qui comptent pour à peine un cinquième des espèces seulement, et ce dans tous les milieux (tab. IV). Les espèces appartenant à d'autres groupes trophiques sont peu nombreuses quelque soit le milieu.

**Tableau III.** - Statuts phénologiques des espèces d'oiseaux de la région d'étude  
(N: nombre, %: pourcentage)

Milieux		Sédentaires		Migrateurs			
		Indigènes	Introduits	Partiels	Hivernants	Estivants	De passage
Maquis et forêts	N	23	0	7	3	16	2
	%	45,1	0	13,7	5,9	31,4	3,9
		41,2					
Parcs et jardins	N	28	4	8	6	18	3
	%	41,8	6	11,9	8,95	26,9	4,5
		40,3					
Marais de Réghaïa	N	23	0	11	6	13	1
	%	42,6	0	20,4	11,1	24,1	1,9
		37,0					
Ensemble des milieux (Sahel algérois)	N	32	4	12	7	20	3
	%	41,0	5,1	15,4	9,0	25,6	3,9
		38,5					

Au niveau des maquis et des forêts, de même les insectivores et les polyphages viennent en première position avec 18 espèces (35,3%) pour chacune des deux catégories. Elles sont suivies par celle des granivores avec 11 espèces (21,6 %). Les catégories des carnivores et des omnivores sont encore plus faiblement représentées. La situation est différente dans les parcs et les jardins où ce sont les insectivores qui dominent avec 22 espèces (32,8 %), tout comme la catégorie des polyphages avec 20 espèces (29,9%). Celle des granivores avec 13 espèces (19,4%) ne domine pas. Les caractéristiques du peuplement avien aux abords du Marais de Réghaïa sont différentes. En effet, ce sont les oiseaux polyphages qui dominent seuls avec 21 espèces (38,9%). La catégorie des insectivores intervient avec 15 espèces (27,8%), suivie par celle des granivores (19,2%). Il est à souligner que la catégorie des oiseaux insectivores et celle des polyphages dominent nettement quel que soit le type de milieu choisi. Les granivores interviennent en troisième position dans tous les cas.

**Tableau IV.**- Statuts trophiques des oiseaux dans le Sahel algérois (N: nombres; %: pourcentages; I: insectivore; P: polyphage; G: granivore; F: frugivore; C: carnivore; O: omnivore; Pisc.: piscivore)

Milieux	Paramètres	Statuts							Totaux
		I	G	F	C	O	Pisc.	P	
Maquis et forêts	N	18	11	0	2	2	0	18	51
	%	35,29	21,57	0	3,92	3,92	0	35,29	100
Parcs et jardins	N	22	13	2	5	4	1	20	67
	%	32,84	19,40	2,99	7,46	5,97	1,49	29,85	100
Marais de Réghaïa	N	15	10	0	4	3	1	21	54
	%	27,78	18,52	0	7,41	5,55	1,85	38,89	100
Ensemble des milieux	N	25	15	2	6	4	1	25	78
	%	32,05	19,23	2,56	7,69	5,13	1,28	32,05	100

### 3.- Discussion et conclusion

#### 3.1.- Richesse de l'avifaune du Sahel algérois

Au total 78 espèces aviennes dont la majorité sont nicheuses, sont inventoriées au cours de

la présente étude dans le Sahel algérois (tab. I et II). Elles se répartissent entre 56 genres, 35 familles et 15 ordres. Cette valeur représente 23,2% des 336 espèces de l'avifaune algérienne recensées par LEDANT *et al.* [24] et 19,2% de l'ensemble des espèces d'oiseaux citées pour l'Algérie par ISENMANN et MOALI [25] (406 espèces). En fait les services du ministère de l'aménagement du territoire et de l'écologie font état d'un nombre plus important, soit 250 espèces d'oiseaux signalées dans la partie littorale de la zone côtière algéroise [26]. Ce plus grand nombre s'explique par le fait que cet inventaire est fait sur une aire plus importante qui englobe l'ensemble forestier du Sahel Mandoura, le cordon dunaire de Zemmouri, le lac de Réghaïa, la forêt de Baïnem, la ride forestière du Sahel de Koléa et le massif du Chénoua. Le présent inventaire demeure modeste par rapport à celui effectué par BARREAU et BERGIER [27,28,29] dans la région de Marrakech où ils ont recensé 272 espèces, soit 60,3% du nombre total des espèces enregistrées au Maroc (451). Par contre, la richesse avifaunistique du Sahel algérois est combien même importante par rapport au nombre total des oiseaux nicheurs du biome méditerranéen français, situé à l'ouest du Rhône avec 187 espèces [30] et en comparaison avec l'ensemble du pourtour méditerranéen qui comprend 335 espèces nicheuses [31]. Le nombre des espèces nicheuses a tendance à augmenter au fur et à mesure qu'on descend depuis le Nord vers les régions méditerranéennes [32]. Il est donc fort probable que, compte tenu des méthodes employées, il est recensé la grande majorité des espèces vivant dans le Sahel algérois, et que des prospections plus intenses ne permettent pas d'en découvrir beaucoup plus. La comparaison des résultats du présent travail avec les travaux faits par différents auteurs en Algérie, au Maghreb et en Méditerranée est placée dans le tableau V. La richesse varie d'un milieu à un autre. Elle est égale à 51 espèces dans les maquis et les forêts, à 67 espèces dans les milieux suburbains et les parcs et les jardins et à 54 espèces dans la zone humide du Marais de Réghaïa. Les présents résultats dans les maquis et les forêts concordent avec des travaux réalisés au Maroc, en Europe, en particulier, en France et en Algérie. On note notamment ceux de THEVENOT [33] au Maroc, de MULLER [34] et de MARION et FROCHOT [35] en France et de DOUMANDJI *et al.* [2] en Algérie. Et ils diffèrent d'autres études faites dans l'Algérois [26], dans le Djebel Babor [4] et dans le Mont Ventoux [36]. Il faut noter que l'avifaune est plus riche dans les forêts de chênes et peu ou pas dans les boisements de pins [37]. Deux phénomènes importants peuvent agir sur la richesse et la diversité de l'avifaune forestière. Ce sont le feu et l'effet lisière. Le premier passage du feu est évidemment une diminution drastique du nombre d'oiseaux résidents, qui peut aller quelquefois jusqu'à la disparition totale de l'avifaune. Mais cette situation dure peu. Quelques jours à quelques semaines après le feu, des oiseaux réapparaissent qui cherchent à terre des graines ou chassent des insectes [38]. L'augmentation de la richesse spécifique en lisière, ne résulte pas obligatoirement de l'effet lisière : la juxtaposition de deux écosystèmes augmente évidemment le nombre d'espèces sur un échantillon chevauchant leur limite [39]. Dans le cadre de la présente étude, il est à remarquer que dans les milieux suburbains, représentés par les parcs et les jardins, la richesse avienne est plus élevée par rapport aux milieux forestiers. La richesse de ces milieux a déjà été soulignée par plusieurs auteurs. En effet BEHIDJ et DOUMANDJI [6] dans les jardins de l'institut national agronomique d'El Harrach, et MOULAÏ et DOUMANDJI [5] dans le Jardin d'essai du Hamma ont souligné la grande valeur de S dans ce type de milieu (tab. V). Il faut rappeler la vocation première du Jardin d'essai qui était celle de recevoir et d'acclimater de très nombreuses espèces végétales exotiques en vue de leurs utilisations éventuelles en industrie. Au cours des décennies beaucoup de ces espèces nouvelles ont été multipliées, dispersées dans l'Algérois et utilisés comme plantes d'ornement. Par ailleurs, dans les jardins, les plantes sont organisées en strates arborescentes, arbustives et herbacées. Ces deux facteurs combinés, soit la diversité des espèces végétales et leur structure en strates permettent d'expliquer la richesse spécifique du peuplement avien dans les parcs et les jardins. Cette hétérogénéité des plantes multiplie et diversifie les sites trophiques et de nidification, conditions favorables pour l'installation d'une riche avifaune. Précisément c'est ce qu'écrivent BOURNEAU et CORBILLE [40] et COATMEUR [41].

Dans la zone humide du Marais de Réghaïa, on retrouve le marais proprement dit et dans ses alentours immédiats, un maquis et des parcelles agricoles. La présente étude n'a pas ciblé les oiseaux d'eau en particulier. Elle est orientée vers un inventaire général des espèces aviennes au niveau du marais et du maquis. Ainsi, 54 espèces d'oiseaux d'eau, de rapaces et d'oiseaux forestiers sont recensées. Les résultats obtenus se rapprochent de ceux trouvés par MILLA *et al.* [42] avec 62 espèces. Pourtant lors des travaux réalisés dans la même zone par LEDANT *et al.* [11] 188 espèces dont 68 oiseaux d'eau et rapaces sont mentionnées. Une synthèse faite sur les travaux réalisés dans la même zone d'étude depuis 1977 jusqu'en 2001 signale 206 espèces appartenant à 16 ordres, 48 familles et 112 genres parmi lesquelles les Anatidae dominent avec 11 espèces [26]. Parmi les études récentes réalisées dans ce site, celles de OUARAB *et al.* [12,43] font état de 73 espèces en 2004 et de 59 espèces en 2007 (tab. V). Mais si on ne prend en considération que les oiseaux d'eau, on pourrait dire que c'est un milieu pauvre en comparaison avec les grandes zones humides de l'Est algérien. En effet, les lacs de la zone humide d'El Kala constituent une aire d'une haute valeur écologique [44,45]. Par rapport aux différentes zones humides du Maghreb, le Marais de Réghaïa reçoit beaucoup moins d'oiseaux d'eau. MEMMI [46] trouve 84 espèces dans le lac de Tunis. Quant à EL HAMOUMI *et al.* [47], il signale 63 espèces dans le complexe lagunaire de Sidi Moussa Walidia au Maroc.

Du fait de leur diversité, les différents milieux étudiés ont une avifaune riche, à laquelle ils offrent un grand nombre de niches écologiques, une diversité importante de sites de nidification ainsi que des ressources trophiques variées. Une seule espèce endémique en Afrique du Nord, soit *Alectoris barbara*, est signalée dans le Sahel algérois. MAKHLOUFI *et al.* [3] note également la présence du pic de Levallant (*Picus vallantii*). Par ailleurs il est à rappeler la nidification d'une espèce exotique, c'est la perruche à collier [48]. La reproduction d'une autre espèce de Psittacidae exotique est remarquée pour le youyou du Sénégal près de Ben Aknoun (REMINI, com. pers.).

**Tableau V.** - Comparaison entre le présent travail et les travaux réalisés dans les différents milieux en Algérie, au Maghreb et en Méditerranée (1: Maquis et forêts; 2: Parcs et jardins; 3: Zones Humides)

Travaux		Milieux	1	2	3
Présente étude			51	67	54
Algérie	DOUMANDJI <i>et al.</i> [2]	Parc de Taza	57		
	MAKHLLOUFI <i>et al.</i> [3]	Forêt de Bainem	22		
	BELLATRECHE [4]	Djebel Babor	80		
	M.A.T.E. [26]	Mont Chénoua	80		
	M.A.T.E. [26]	Forêt de Bainem	100		
	M.A.T.E. [26]	Sahel de Mandoura	60		
Maroc	THEVENOT [33]	Plateau central et la corniche du Moyen Atlas	55		
France	FERRY et FROCHOT [52]	Forêts de Citeaux	41		
	BLONDEL <i>et al.</i> [36]	Mont Ventoux	100		
	MULLER [53]	Vosges du Nord	14		
	MULLER [34]	Vosges du Nord	45		
	MARION et FROCHOT [35]	Douglas en Morvan	57		
Méditerranée	BLONDEL [31]	Forêts du bassin méditerranéen	74		
Algérie	MOULAÏ et DOUMANDJI [5]	Jardin d'essai du Hamma		73	
	BEHIDJ et DOUMANDJI [6]	Jardins de l'INA		67	
Maroc	BOURNEAU et CORBILLE [40]	Marrakech		84	
France	COATMEUR [41]	Créteil		78	

Algérie	LEDANT <i>et al.</i> [11]	Marais de Réghaïa		188
	M.A.T.E. [26]	Marais de Réghaïa		206
	MILLA <i>et al.</i> [42]	Marais de Réghaïa		62
	OUARAB <i>et al.</i> [12]	Marais de Réghaïa		73
	OUARAB <i>et al.</i> [43]	Marais de Réghaïa		59
Maroc	EL HAMOUMI <i>et al.</i> [47]	Sidi Moussa-Walidia		63
Tunisie	MEMMI [46]	Lac de Tunis		84

### 3.2.- Origines biogéographiques des oiseaux du Sahel algérois

D'une manière générale, l'avifaune du Sahel algérois est une avifaune paléarctique. Plus précisément les origines européenne, européo-turkestanienne et méditerranéenne y tiennent une large part (tab. II). Ce fait s'explique aisément par la situation géographique du Maghreb par rapport à l'Europe et à la partie occidentale de l'Asie. Mais la grande importance des trois premières origines est peut être due en partie au fait qu'elles contiennent les plus grands nombres d'espèces ubiquistes lesquelles peuvent plus facilement s'adapter aux différents milieux du Sahel algérois, comme par exemple les passereaux, l'étourneau sansonnet, le pigeon biset et le ramier. Parmi les espèces endémiques de l'Afrique du Nord, la seule mentionnée dans la présente région d'étude, c'est la perdrix gabra qui appartient au type méditerranéen. Nous constatons que dans l'Algérois l'importance relative des faunes boréale et particulièrement paléarctique est conforme aux conclusions de BLONDEL [49]. Le dernier auteur cité mentionne 37,2 % de l'ensemble des espèces d'oiseaux d'Algérie appartiennent au paléarctique. De même BLONDEL *et al.* [36] indique que les types paléarctique et européen sont de loin les plus importants en France. Et selon BLONDEL [31] et BLONDEL [50], l'avifaune actuelle de la région méditerranéenne en général, à quelques exceptions près est franchement paléarctique. Les autres 4 types de faunes soit européen, méditerranéen, holarctique et européo-turkestaniennes sont peu représentés. Ce même auteur ajoute que les faunes tropicales tertiaires ont été éliminées dès les premières détériorations climatiques du plio-pléistocène. De plus, les grandes ceintures désertiques orientées de l'ouest vers l'est, comme d'ailleurs les grands systèmes montagneux du paléarctique, ont joué depuis la fin du tertiaire un rôle de barrière qui contre la dispersion des faunes et des flores paléarctiques et afro-tropicales, ce qui explique le fait que les échanges nord-sud entre les continents ont joué un rôle plus discret dans l'ancien monde que dans le nouveau, où les grandes barrières montagneuses sont orientées du nord vers le sud.

Le type paléarctique caractérise également les différents milieux de la région d'étude, que ce soit les maquis et les forêts, les parcs et les jardins ou la zone humide du Marais de Réghaïa. Nos résultats concordent avec ceux trouvés près du Marais de Réghaïa par MILLA *et al.* [42], OUARAB *et al.* [12,43], dans le parc national de Taza par DOUMANDJI *et al.* [2], au Djebel Babor par BELLATRECHE [4] et dans l'Algérois par MOULAÏ et DOUMANDJI [5] et BEHIDJ et DOUMANDJI [6]. Une exception est à mentionner avec les résultats de THEVENOT [33], qui se sont penché sur l'écologie des passereaux forestiers du Plateau central et de la Corniche du Moyen Atlas au Maroc. Effectivement, les observations faites dans la présente étude diffèrent partiellement des conclusions de THEVENOT [33] lesquelles remarquent que l'avifaune des milieux ligneux étudiés se compose en majorité d'espèces d'origine boréale, mais parmi lesquels le type européen domine. Cette différence peut être expliquée par le fait que le Maroc est plus proche de l'Europe que l'Algérie et par les altitudes élevées dépassant même 4.500m pour certains pics dans le Haut Atlas, relief particulier qui sert de refuge à bon nombre d'espèces boréales.

### 3.3.- Statuts phénologiques des oiseaux du Sahel algérois

Le nombre important des espèces sédentaires (tab. III) s'explique par le fait qu'elles trouvent dans le Sahel algérois une alimentation suffisante, en insectes, en graines et en baies, ainsi

que des conditions climatiques favorables, même pendant la période humide et fraîche [51]. Il en est de même dans les différents milieux de la région d'étude. Les sédentaires viennent en premier. Mais les migrateurs demeurent importants, compte tenu des conditions trophiques favorables du milieu. Les résultats obtenus dans le présent travail concordent avec ceux des auteurs qui ont travaillé dans des milieux forestiers [33,2,4,26] et ceux qui se sont penchés sur l'avifaune des milieux suburbains, notamment les parcs et les jardins [5,41]. Les milieux forestiers à Bainem et à Saoula renferment un sous-bois diversifié offrant des conditions favorables à l'installation de bon nombre d'espèces d'oiseaux. Par contre les travaux effectués dans les zones humides montrent que les espèces recensées sont en quasi-totalité migratrices. Ce fait est indiqué dans le Marais de Réghaïa [26,42], dans les zones humides de l'est algérien [44], dans le complexe lagunaire de Sidi Moussa-Walidia au Maroc [47] et dans le Lac de Tunis en Tunisie [46]. Malgré la dégradation et les dérangements humains continus, ces sites continuent à renfermer une richesse ornithologique exceptionnelle et une grande diversité des habitats [47].

### 3.4.- Catégories trophiques des oiseaux du Sahel algérois

La prédominance des oiseaux insectivores et polyphages dans le Sahel algérois (tab. IV), s'explique par la très grande richesse de la faune des arthropodes, et par une grande production de fleurs, de graines, de fruits et de baies par des essences cultivées et ornementales indigènes et exotiques [51]. En introduisant bon nombre de plantes ornementales et utilitaires, l'homme est pour beaucoup à l'origine de cette importante production végétale, et donc de la diversité des oiseaux du Sahel algérois. Par ailleurs, leur régime alimentaire change au cours de l'année. En général, ils sont insectivores au moment de la reproduction, frugivores en automne. La dominance des insectivores ou des polyphages varie en fonction des milieux. Dans les maquis et les forêts, les deux types de régimes trophiques occupent également le premier rang. Pourtant DOUMANDJI *et al.* [2] trouvent que dans le parc national de Taza, les insectivores dominent. Les derniers auteurs cités indiquent que dès la fin d'octobre jusqu'au printemps suivant, la plupart des insectes se cachent sous leurs formes d'hivernation dans le sol, sous les pierres, sous les écorces ou bien dans les fentes des troncs et des branches des chênes. Les autres représentants de l'entomofaune ne supportent pas les effets rigoureux des intempéries. Dans ce cas ils migrent ou finissent par mourir. Au niveau des parcs et des jardins, ce sont les insectivores qui dominent. Ce qui est également signalé par MOULAÏ et DOUMANDJI [5] dans le Jardin d'essai du Hamma. Les effectifs des arthropodes s'élèvent au printemps, ce qui coïncide avec l'arrivée des oiseaux migrateurs estivants [51]. Par contre, au Marais de Réghaïa, ce sont les polyphages qui viennent au premier rang, fait mentionné auparavant par MILLA *et al.* [42] dans le même milieu. Parmi les polyphages, certaines espèces sont migratrices, d'autres demeurent sédentaires. Pour ces dernières leur régime alimentaire n'est pas immuable. Il varie et il diffère même d'une saison à l'autre selon les disponibilités en ressources nutritives du milieu [42]. Ces grandes potentialités d'adaptation trophique observées chez les oiseaux sédentaires sont à souligner. D'une manière générale le Sahel algérois renferme une très grande richesse floristique et faunique et par conséquent, offrent des ressources alimentaires importantes en diversité et en quantité, ce qui permet ainsi l'installation d'oiseaux appartenant à différentes catégories trophiques en particulier des insectivores et des polyphages.

### Références bibliographiques

- [1].- DE Wetter B., 2007 - Le règne animal. Caramel, Malaisie, 301 p.
- [2].- Doumandji S., Doumandji-Mitiche B., Kisserli O., Menzer N., 1993 - Le peuplement avien en chênaie mixte dans le parc national de Taza (Jijel, Algérie). *L'oiseau et R.F.O.*, 63 (2) : 139-146.
- [3].- Makhouloufi A., Doumandji S., Khemici M., 1997 - Etude de l'avifaune nicheuse dans la forêt de Bainem. 2<sup>èmes</sup> Journées Protec. Vég., 15 - 17 mars, Inst. nati. agro., El Harrach : 92.

- [4].- Bellatreche M., 1999 - Approche bioécologique et biogéographique de l'Avifaune nicheuse du Djebel Babor (Algérie). Ann. Rech. for. Algérie, 2 : 51-67.
- [5].- Moulai R., Doumandji S., 1996 - Dynamique des populations des oiseaux nicheurs (Aves) du Jardin d'essai du Hamma (Alger). 2<sup>ème</sup> Journée d'Ornithologie, 19 mars, Inst. nati. agro., El Harrach : 40.
- [6].- Behidj N., Doumandji S., 1997 - Quelques aspects de la bioécologie de l'avifaune nicheuse d'un parc d'El Harrach (Alger). Bull. Zool. agri. for., Inst. nati. agro., El Harrach, 14: 29-33.
- [7].- Milla A., Doumandji S. 2002 - Composition et structure de l'avifaune du Sahel algérois. 6<sup>ème</sup> Journée d'Ornithologie, 11 mars, Inst. nati. agro., El Harrach : 540.
- [8].- Boughelil N., Doumandji S., 1997 - La richesse d'un peuplement avien dans deux vergers de néfliers à Beni Messous et à Baraki. 2<sup>èmes</sup> Journées de Protec. Vég., 15 - 17 mars 1997, Inst. nati. agro., El Harrach : 103.
- [9].- Merabet A., Doumandji S., 1997 - Deuxième note sur les dégâts dus aux oiseaux dans un verger de néfliers à Beni Messous. 2<sup>èmes</sup> Journées Protec. Vég., 15 - 17 mars 1997, Inst. nati. agro., El Harrach : 76.
- [10].- Nadji F.Z., Doumandji S., Baziz B., 1997 - Etude des dégâts provoqués par les oiseaux sur fruits dans un verger d'agrumes à Staoueli (Sahel algérois). 2<sup>èmes</sup> Journées Protec. Vég., 15-17 mars 1997, Inst. nati. agro., El Harrach : 70.
- [11].- Ledant J.-P., Jacobs P., Hily C., 1979 - L'intérêt ornithologique du Marais de Réghaïa (Alger). Séminaire international sur l'avifaune algérienne, 6-11 juin, Dép. Zool. agri., Inst. nati. agro., El Harrach : 14.
- [12].- Ouarab S., Yanina K., Taleb A., Doumandji S., 2004 - Dénombrements hivernaux des oiseaux d'eau du marais de Réghaïa sur 25 ans (de 1977 à 2004). 8<sup>ème</sup> Journée d'Ornithologie 'les oiseaux d'intérêt agricole', 8 mars, Inst. nati. agro., El Harrach : 24.
- [13].- Si Bachir A., Bechim L., Bacha B., Righi Y., Hamchi A., 2006 - Diagnostic écologiques des zones humides et des populations d'oiseaux d'eau de la région du Sud-Constantinois. X<sup>ème</sup> Journée nationale d'ornithologie 'les oiseaux d'intérêt agricole', le 6 mars, Institut national agronomique d'El Harrach : 18.
- [14].- Benallal K., Ourabia K., 1988 - Monographie, géologique et géotechnique de la région d'Alger (Recueil de notes). Office Publ. Univ., Alger, 109 p.
- [15].- Mutin L., 1977 - La Mitidja - Décolonisation et espace géographique. Ed. Office Publ. Univ., Alger, 607 p.
- [16].- Bechkok L., 1978 - Etude de la productivité de l'*Eucalyptus cladocalyx* F.V.M. dans la forêt domaniale de Baïnem. Thèse Ingénieur, Inst. nati. agro., El Harrach, 44 p.
- [17].- Carra P., Gueit M., 1952 - Le Jardin d'essai du Hamma. Direction agri., Gouv. Gén. Algérie, Alger, 14 p.
- [18].- Khiari W., 2001 - Contribution à l'étude dendrométrique de quatre espèces introduites dans le centre cynégétique de Zéralda (*Pinus pinea*, *Pinus canariensis*, *Cupressus sempervirens* et *Taxodium districhum*). Mémoire Ingénieur écologie, Univ. Sci. techn. Houari Boumediène (U.S.T.H.B.), Bab Ezzouar, 69 p.
- [19].- Amara M., Bentaleb Ch., 2002 - Contribution à l'étude de la végétation des enclos d'élevage du Cerf de Berbérie (*Cervus elaphus barbarus* Bennett, 1833), au niveau du centre cynégétique de Zéralda et l'effet de cet élevage sur la végétation. Mémoire Ingénieur écologie, Univ. Sci. techn. Houari Boumediène (U.S.T.H.B.), Bab Ezzouar, 47 p.
- [20].- Lahmar B., Gouichiche M., 2002 - Bilan national sur le programme cerf de Berberie (*Cervus elaphus barbarus*) en Algérie. Rapport Direction générale des forêts, Alger, 47 p.

- [21].- Blondel J., Ferry C., Frochot B., 1970 - La méthode des indices ponctuels d'abondance (I.P.A.) ou des relevés d'avifaune par "station d'écoute". *Alauda*, 38 : 55-71.
- [22].- Pough R. H., 1950 - Comment faire un recensement d'oiseaux nicheurs ?. *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, 4 (4) : 203-217.
- [23].- Blondel J. Méthode de dénombrement des populations d'oiseaux. In : Lamotte M., Bourliere F., eds. Masson et Cie. Paris, 1969 : 97-191.
- [24].- Ledant J. -P., Jacob J.-P., Jacobs P., Malher F., Ochando B., Roche J., 1981 - Mise à jour de l'avifaune algérienne. *Le Gerfaut*, 71 : 295-398.
- [25].- Isenmann P., Moali A., 2000 - Oiseaux d'Algérie. Société d'études ornithologiques de France (S.E.O.F.), Paris, 332 p.
- [26].- M.A.T.E., 2005 - Programme d'aménagement côtier (P.A.C.) : zone côtière algéroise. Centre d'activité régionale (C.A.R.), Alger, 72 p.
- [27].- Barreau D., Bergier P., 2000 - L'avifaune de la région de Marrakech (Haouz et Haut Atlas de Marrakech, Maroc). 1 - Le cadre. *Alauda*, 68 : 301-310.
- [28].- Barreau D., Bergier P., 2001a - L'avifaune de la région de Marrakech (Haouz et Haut Atlas de Marrakech, Maroc). 2 - Les espèces non passereaux. *Alauda*, 69 : 167-202.
- [29].- Barreau D., Bergier P., 2001b - L'avifaune de la région de Marrakech (Haouz et Haut Atlas de Marrakech, Maroc). 3 - Les espèces passereaux. *Alauda*, 69 : 261-309.
- [30].- Lheritier J.-N., 1987 - Répartition géographique et habitat de l'avifaune nicheuse du biome méditerranéen français à l'ouest du Rhône. *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, 41 (suppl. 4) : 143-160.
- [31].- Blondel J., 1986 - Biogéographie évolutive. Masson, Paris, 221 p.
- [32].- Blondel J., Huc R., 1978 - Atlas des oiseaux nicheurs de France et biogéographie écologique. *Alauda*, 46 : 107-129.
- [33].- Thevenot M., 1982 - Contribution à l'étude écologique des passereaux forestiers du Plateau Central et de la corniche du Moyen Atlas (Maroc). *L'Oiseau et R.F.O.*, 52 (1) : 22-152.
- [34].- Muller Y., 1988 - Recherches sur l'écologie des oiseaux forestiers des Vosges du Nord: Etude de l'avifaune nicheuse de la succession du pin sylvestre. *L'oiseau et R.F.O.*, 58 (2) : 89-112.
- [35].- Marion P., Frochot B., 2001 - L'avifaune nicheuse de la succession écologique du sapin de douglas en Morvan (France). *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, 56 (1) : 53-79.
- [36].- Blondel J., David P., Lepart J., Romane F., 1978 - L'avifaune du Mont Ventoux, essai de synthèse biogéographique et écologique. *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, 32 (suppl.) : 111-145.
- [37].- Thiollay J.-M., Mostefaï N., 2004 - Le peuplement ornithologique de l'Ouest algérien : observations inédites en période de nidification. *Alauda*, 72 (4) : 335-337.
- [38].- Prodon R., 1987 - Impact écologique du feu sur l'avifaune et gestion du paysage en France méditerranéenne. *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, 42 (suppl. 4) : 107-113.
- [39].- Frochot B., Lobreau J.-P., 1987 - Etude quantitative de l'effet de lisière sur les populations d'oiseaux : définitions et principes méthodologiques. *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, 42 (suppl. 4) : 7-15.
- [40].- Bourneau M., Corbille M.-C., 1979 - Richesse comparée des peuplements d'oiseaux en milieux hétérogènes pour différentes densités de points d'écoute. *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, 33 (1) : 71- 94.
- [41].- Coatmeur J., 2002 - Avifaune des sites urbains, quel avenir?. *Alauda*, 70 (1) : 186-187.
- [42].- Milla A., Ouarab S., Merabet A., Makhloufi A.H., Molinari M., Nadji F.Z., Baziz B., Daoudi-Hacini S., Voisin J.-F., Doumandji S., 2006 - Richesse avifaunistique de la région du Sahel et du Littoral algérois (Algérie). Colloque international : l'Ornithologie algérienne à l'aube du 3<sup>ème</sup>

millénaire, 11-13 novembre, Univ. El Hadj Lakhdar, Batna : 65-66.

[43].- Ouarab S., Milla A., Doumandji S., 2007 - Oiseaux du maquis du marais de Réghaïa (Alger). Journées Internationales sur la Zoologie Agricole et Forestière, 8-10 avril, Inst. nati. Agro. El Harrach, Alger : 78.

[44].- Van Dijk G.V., Ledant J.-P., 1983 - La valeur ornithologique des zones humides de l'est algérien. *Biological Conservation*, 26 (2) : 215-226.

[45].- Doumandji S., Doumandji-Mitiche B., Harizia A., Khedim A., Ounada M., Aouissi K., Telailia S., Biche M., Benkouider M., Boukhemza M., Mordji D., Si Bachir A., Belabbes A., Belghit N., Boussentouh K., 1990 - Recensement hivernal des oiseaux d'eau en Algérie. Département de Zoologie agricole et forestière, Inst. nati. agro., El Harrach, 12 p.

[46].- Memmi L., 1970 - Observations biologiques sur les oiseaux du Lac de Tunis. Diplôme ét. approf. Océanogr. Biol. Mar., Fac. Sci., Univ. Tunis, 64 p.

[47].- El Hamoumi R., Dakki M., Thevenot M., 2000 - Composition et phénologie du peuplement d'oiseaux d'eau du complexe lagunaire de Sidi Moussa-Walidia (Maroc) : son importance nationale et internationale. *Alauda*, 68 (4) : 275-294.

[48].- Bendjoudi D., Voisin J.-F., Doumandji S., Baziz B., 2005 - Installation de la Perruche à collier *Psittacula krameri* (Aves, Psittacidae) dans l'Algéroise et première donnée sur son écologie trophique dans cette région. *Alauda*, 73 : 329-334.

[49].- Blondel J., 1979 - Biogéographie et écologie. Masson, Paris, 173 p.

[50].- Blondel J., 1990 - Biogéographie évolutive à différentes échelles : l'histoire des avifaunes méditerranéennes. *Acta 19, Congressus internationalis ornithologici*, 1 : 155-188.

[51].- Doumandji S., Doumandji-Mitiche B., 1992 - Relations trophiques insectes /oiseaux dans un parc du Littoral algérois (Algérie). *Alauda*, 40 (4) : 274-275.

[52].- Ferry C., Frochot B., 1968 - Recherches sur l'écologie des oiseaux forestiers en Bourgogne : II - Trois années de dénombrement des oiseaux nicheurs sur un quadrat de 16 hectares en forêt de citeaux. *Alauda*, 36 (1/2) : 61-82.

[53].- Muller Y., 1982 - Recherche sur l'écologie des oiseaux forestiers des Vosges du Nord : II. Etude de l'avifaune nicheuse d'une jeune plantation de Pins sylvestres 1979 à 1982. *Ciconia*, 6 (1) : 73-91.

[54].- Voous K. H., 1960 - Atlas of European birds. Nelson, London, 284 p.

# RÉPONSE PROTÉIQUE D'UNE HALOPHYTE FACE AUX STRESS SALIN

OUIS Miryam et BELKHODJA Moulay  
Laboratoire de physiologie végétale, faculté des sciences  
Université Es-Senia, Oran, Algérie  
E-mail : miryamouis@yahoo.fr- E-mail : moulay2009@yahoo.fr

**Résumé-** Afin d'évaluer la réponse protéique d'une halophyte *Atriplex halimus* L., des hautes concentrations en sels, 400 et 800 meq de NaCl ont été utilisées. Le comportement protéique des plantes est élucidé après neuf jours de stress à partir des plantes âgées de cinq mois. Les protéines solubles extraites à partir des feuilles, des tiges et des racines sont analysées par la méthode de BRADFORD et par électrophorèse SDS-PAGE. Les résultats obtenus montrent que les protéines s'accumulent plus dans les feuilles des plantes stressées à la salinité. Les analyses des protéines solubles par la technique d'électrophorèse concluent que les taux de polymorphisme les plus intéressants sont enregistrés sur les feuilles des plantes stressées à 800 meq de NaCl avec l'apparition de nouvelles bandes protéiques dans les feuilles (46 kDa, 40 kDa et 16 kDa).

**Mots clés :** Protéines, tolérance, stress salin, halophytes.

## PROTEINIC RESPONSE OF A HALOPHYTE UNDER SALINE CONDITIONS

**Abstract-** To evaluate the proteinic answer of a halophyte *Atriplex halimus* L., high salt concentrations made up of NaCl. The proteinic behavior of the plants is elucidated after nine days of stress starting from plants aged five months. Soluble proteins extracted starting from the sheets, stems and roots are analyzed by the method of BRADFORD and by electrophoresis SDS-PAGE. The results show that the proteins accumulate more in the sheets of the plants stressed with salinity. The analyses of soluble proteins by the technique of electrophoresis conclude that the most interesting rates of polymorphism are recorded on the sheets of the stressed plants with 800 NaCl meq with the appearance of new bands proteinic in the sheets (46 kDa, 40 kDa and 16 kDa).

**Keywords:** Proteins, tolerance, salt stress, halophytes.

## Introduction

L'introduction d'arbustes fourragers résistant à l'aridité et tolérant à la salinité, est l'un des moyens utilisés pour la valorisation des terres dégradées [1], de ce fait plusieurs espèces halophytes appartenant au genre *Atriplex*, s'adaptent bien aux conditions environnementales dures et constituent un matériel utile pour l'identification des mécanismes physiologiques et des gènes impliqués dans la résistance aux stress abiotiques [2], tel que la salinité, la sécheresse et le choc thermique [3].

L'ajustement osmotique est l'un des mécanismes adaptatifs principal de ces espèces, qui comporte l'accumulation des molécules en réponse à un stress hydrique [4] grâce à l'induction des gènes impliqués dans la synthèse des acides aminés comme la proline [5], la glycine bêtaïne [6, 7] des hormones tels que l'acide abscissique [8], des sucres totaux, des sucres réducteurs et des protéines totales [9]. Chez plusieurs espèces végétales, le sel induit également des modifications quantitatives et qualitatives dans la synthèse des protéines détectables par électrophorèse sur gel de polyacrylamide [10].

En effet les protéines sont considérées comme un critère biochimique dans la réaction des plantes lorsqu'elles sont soumises à des contraintes du milieu. Ainsi l'objectif de ce travail est

d'évaluer la réponse protéique de l'espèce *Atriplex halimus* L. conduite sous un stress salin par une analyse quantitative et qualitative des composants protéiques.

## 1.- Matériel et méthodes

Le matériel de base expérimental concerne une population d'*Atriplex halimus* L. récoltée à l'université d'Es-Senia (Oran). Les plantules sont repiquées dans des pots moyens contenant du terreau et du sable (2V/V) et arrosées par alternation d'eau distillée et la solution nutritive de HOAGLAND à 100% de la capacité de rétention du sol tous les trois jours jusqu'à l'application du stress. Pour chaque traitement, il est réalisé 10 pots: [(2 traitements) × 10 + 10 témoin] = 30 dans l'ensemble.

Les plantes sont soumises aux stress salin composé d'une solution saline de NaCl à 400 et 800 meq.l<sup>-1</sup> d'eau distillée. Le lot des plantes témoins est arrosé à la solution nutritive chaque 3 jours à 100% de la capacité de la rétention du sol.

Après 9 jours de l'application du stress salin, il est procédé aux prélèvements des plantes. Les feuilles, les tiges et les racines sont séparées pour la préparation des extraits protéiques. Le dosage des protéines, est effectué selon la technique de BRADFORD [11] où dans un tube à essais on verse 50 ul de l'extrait protéique et 2 ml de réactif de Bradford. Après 5 mn on mesure l'absorbance à 595 nm. Tous les traitements statistiques et la gestion des données de l'ensemble des résultats quantitatives obtenus ont été réalisés au moyen des logiciels: Microsoft STATISTICA 5.1 (1997) et Microsoft Excel (2003).

L'électrophorèse des protéines solubles est effectuée sur gel polyacrylamide en conditions dénaturantes [12]. Il est utilisé deux gels superposés de concentration et de pH différents. Le gel de concentration (T= 5%, pH= 6.8), tandis que le gel séparation (T= 12.5%, pH= 8.8). La polymérisation est déclenchée avec du persulfate et du tétraméthyl éthylène diamine (TEMED).

Grâce aux protéines marqueurs utilisées, il est possible de déterminer le poids moléculaire de chaque fraction protéique. La droite de calibration a été établie selon le modèle de FERGUSSON  $\log (PM) = a + (b.Rf)$  avec Rf étant la mobilité relative de chaque fraction protéique, calculée de la manière suivante [13]:

$$RF = \text{La distance parcourue par la fraction} / \text{distance parcourue par le front}$$

- Calcul du taux du polymorphisme: Pour chaque traitement, on calcule le pourcentage de similarité des profils protéiques des organes par rapport aux témoins, par la formule suivante :

$$\text{Pourcentage (\%)} \text{ de polymorphisme} = N/N+N'$$

N = nombre de bandes commune entre les deux organes

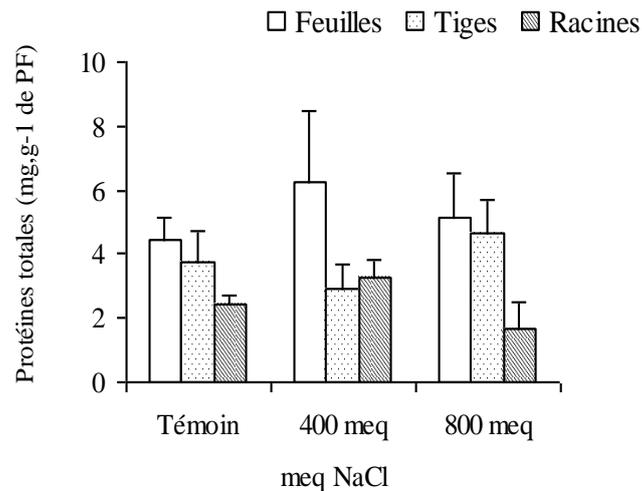
N' = nombre de bandes non communes entre les deux organes.

## 2.- Résultats

### 2.1.- Teneur en protéines solubles des différents organes de la plante sous le traitement salin au NaCl

Une augmentation de la teneur en protéines solubles dans les feuilles est observée (fig.1) jusqu'à 140,26% pour les plantes stressées à 400 meq, par rapport aux feuilles témoins, arrosées

à la solution nutritive; par contre pour les feuilles des plantes stressées à 800 meq, les teneurs en protéines solubles sont proches de celles du témoin (5.15 pour 4.47 mg.g<sup>-1</sup> de PF).



**Figure 1.-** Teneurs en protéines solubles des différents organes des plantes d'*Atriplex halimus* L. âgées de 150 jours sous stress au NaCl

Dans les tiges, les protéines solubles baissent de teneur sous le traitement à 400 meq de NaCl comparativement aux témoins (2.92 contre 3.77 mg.g<sup>-1</sup> de PF) puis augmentent de nouveau sous le traitement à 800 meq de NaCl; cette augmentation des protéines représente un taux de 23.07% comparativement à la teneur en protéines solubles enregistrée chez les tiges des plantes arrosées à la solution nutritive (3.77 pour 4.64 mg.g<sup>-1</sup> de PF). Il faut remarquer que les protéines des tiges des plantes stressées à 800 meq de NaCl ne varient pas beaucoup par rapport à celles des feuilles des plantes témoins (4.64 pour 4.47 mg.g<sup>-1</sup> de PF).

Dans les racines, les teneurs en protéines restent basses sous le traitement à 800 meq de NaCl et sous arrosage à la solution nutritive lorsqu'elles sont comparées aux autres parties de la plante.

Lorsque les plantes sont alimentées à 400 meq de NaCl, les protéines solubles augmentent sensiblement dans les racines sans différences importantes avec les racines des plantes soit traitées au NaCl ou sans traitement.

Les variations des teneurs en protéines solubles décrites sont analysées statistiquement à l'aide du test de Newman - Keuls (à P=5%) (tab. I).

**Tableau I.-** Test statistique de signification de Newman - Keuls (à P=5%) des teneurs en protéines solubles des différents organes des plantes d'*Atriplex halimus* L. âgées de 150 jours stressées au NaCl (\*: significativement inférieures, \*\*: significativement supérieures, NS: non significatif)

	Témoin	400 meq	800 meq
Feuilles	4.47 ± 1.02	6.27 ± 2.17 **	5.15 ± 1.39 NS
Tiges	3.77 ± 0.94 NS	2.92 ± 0.75 NS *	4.64 ± 1.02 NS NS
Racines	2.42 ± 0.29 *	3.24 ± 0.54 NS *	1.69 ± 0.79 NS *

L'effet traitement en sel, n'influe pas sur les teneurs en protéines solubles quelque soit

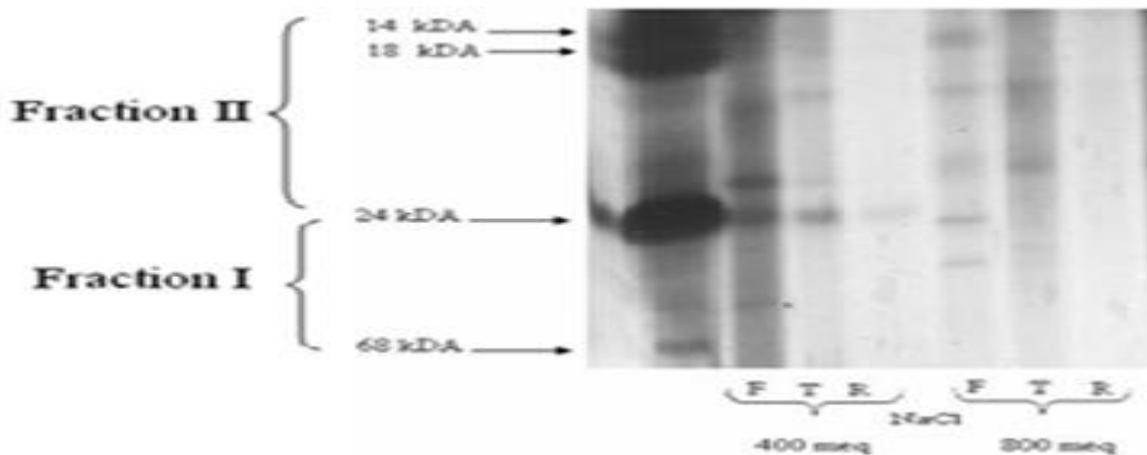
l'organe, excepte les feuilles des plantes stressées à 400 meq. En effet, au niveau de ces dernières, les teneurs en protéines sont significativement élevées comparant à celles des feuilles témoins.

Concernant l'effet organe, l'analyse statistique révèle que les teneurs en protéines solubles des racines des plantes témoins et celles alimentées à 800 meq, restent significativement inférieures par rapport aux feuilles et aucune différence significative n'apparaît dans les tiges par rapport aux feuilles.

Le traitement à 400 meq de NaCl agit significativement sur les protéines solubles au niveau des tiges et des racines puisque les teneurs donnent des valeurs remarquablement basses par rapport à celles des feuilles sous le même traitement.

### 2.3.- Electrophorèse des protéines des organes de la plante *Atriplex halimus* L.

D'une manière générale, les profils protéiques, illustrés sur la figure 2, des organes (feuilles, tiges et racines), des plantes soumises aux stress salin, présentent un nombre important de bandes, bien séparées, ces profils varient selon l'organe et le traitement.

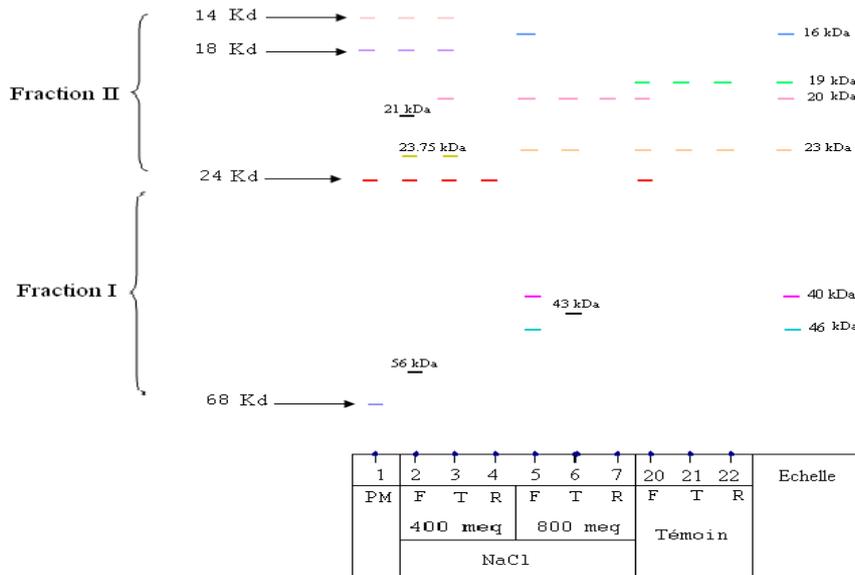


**Figure 2.-** Profils protéiques des extraits de feuilles (F), tiges (T) et racines (R) des plantes d'*Atriplex halimus* L., soumises à un régime salin pendant 9 jours.

#### 2.3.1.- Polymorphisme protéique des organes de la plante sous traitement salin au NaCl

Le profil protéique des organes des plantes traitées à la salinité au NaCl (fig. 3) montre que 21 bandes protéiques sont identifiées pour l'ensemble des plantes. Cet effectif se répartit pour les plantes stressées à 400 meq avec 12 bandes respectivement distribuées pour les feuilles avec 6 bandes, 5 pour les tiges et 1 bande pour les racines. Sous le traitement à 800 meq, les observations indiquent la présence de 9 bandes protéiques réparties sur 5 dans l'extrait de protéines foliaires, 3 bandes protéiques pour les tiges et seulement une bande pour les racines.

Dans les différents organes des plantes non stressées, aucune protéine à PM élevée n'apparaît dans la fraction I; lorsque les plantes sont stressées à la salinité, les protéines s'expriment dans cette fraction seulement pour les feuilles des plantes soumises à 400 meq de NaCl avec l'apparition d'une nouvelle bande polymorphe de 56 kDa. Dès que la concentration en NaCl double, deux bandes protéiques polymorphes de 40 et 46 kDa sont observées à partir de l'extrait de protéines des feuilles alors qu'une seule bande de 43 kDa est enregistrée pour les tiges.



**Figure 3.-** Protéinogramme des différentes bandes protéiques séparées sur gel SDS- PAGE, à partir d'extrait des feuilles, des tiges et des racines des plantes *Atriplex halimus* L. âgées de 150 jours après sous traitement au NaCl

Pour les plantes témoins, toutes les bandes protéiques de faible PM sont localisées dans la fraction II. Dans ce cas, seulement deux bandes polymorphes apparaissent de PM respectifs de 20 et 24 kDa dans les extraits protéiques des feuilles. Il faut remarquer que ces deux bandes sont absentes dans les extraits protéiques à partir des tiges et des racines.

Le profil protéique des feuilles témoins dans la fraction II regroupe quatre protéines, par contre les feuilles des plantes stressées à 400 meq, cinq nouvelles bandes protéiques sont observées, présentant dans l'ensemble du profil protéique un taux de polymorphisme très élevé (125%) par rapport aux feuilles témoins. A 800 meq, quatre bandes polymorphes apparaissent avec un taux de polymorphisme égal à 75%, dont deux dans la fraction II. Par contre les bandes protéiques de 19 et 23 kDa sont présentes dans les profils protéiques des feuilles, des tiges et des racines.

Dans les extraits protéiques des tiges des plantes traitées à 400 meq, le nombre de bandes protéiques est deux fois plus présent que pour les mêmes organes des plantes témoins. Selon cette distribution des bandes, les tiges des plantes stressées à cette concentration présentent un polymorphisme protéique très élevé de 250 % (5 bandes) comparés au témoin (2 bandes).

Au contraire sous le traitement à 800 meq, seulement une nouvelle bande polymorphe de PM 20 kDa s'illustre dans la fraction II dans les profils protéiques des tiges et des racines par rapport aux mêmes organes des plantes témoins.

En tenant compte de chaque traitement, le tableau 2 montre les variations des taux de polymorphismes établis selon les organes de la plante. En effet, les taux de polymorphismes les plus importants sont obtenus pour les feuilles des plantes recevant le traitement salin à 800 meq de NaCl (60%) et à 400 meq (33.33%) et pour les témoins (50%).

De même, le taux de similarité calculé (tab. II), par rapport au témoin pour chaque organe, indique que sous l'effet traitement salin à 800 meq de NaCl, ses valeurs sont 3 fois plus élevées pour les feuilles comparativement aux mêmes organes des plantes recevant la salinité à 400 meq de NaCl alors que pour les tiges ce taux arrive jusqu'à 33.33%.

**Tableau II.-** Taux de polymorphisme des bandes protéiques des organes des plantes d'*Atriplex halimus* L. conduites sous stress au NaCl

Organes	Pourcentage (%) de polymorphisme		
	Témoin	400 meq	800 meq
Feuilles	50%	33.33 %	60 %
Tiges	0%	20 %	33.33 %
racines	0%	0%	0%

### 3.- Discussion

Des résultats obtenus, il est possible de conclure que, l'accumulation protéique aux niveaux des différents organes de la plante prend la même allure pour les traitements salins. En effet, plusieurs travaux rapportent que le sel provoque généralement des changements métaboliques identiques à ceux observés sous stress hydrique [14].

Selon de nombreux auteurs, ces stress ont pour conséquence de réduire la photosynthèse ainsi que l'activité photochimique [15, 16, 17, 18], en produisant au niveau des résidus protéiques différentes modifications tel que la désamination, l'isomérisation et l'oxydation [19]. L'effet du sel se manifeste soit par une diminution des teneurs foliaires en protéines solubles [20], due à un ralentissement de la synthèse protéique et inhibition de l'activité enzymatique [21] ou par leurs augmentations [22], comme c'est le cas pour les feuilles des différentes plantes sous régime salin.

Les changements les plus importants s'effectuent aux niveaux des feuilles, cela s'accorde avec les résultats obtenus par DEEPIKA et ANIL [23], affirmant que les feuilles sont les organes les plus sensibles aux changements qui se produisent au niveau du métabolisme primaire, due en grande partie à la réponse générale aux stress environnementaux, tels que les stress hydriques et salins. Ces stress provoquent l'augmentation du taux des protéines, généralement due à une surexpression des enzymes impliquées dans la réparation des protéines pendant ces deux stress [19, 22]. La membrane thylakoïdienne des feuilles est visiblement, la plus sensible aux stress abiotiques, provoquant chez la plante des changements irréversibles des enzymes, des protéines et surtout des organites cellulaires entraînant la désorganisation de l'appareil photosynthétique [24].

Des protéines de sécheresses, ont été signalées dans des plantes soumises à un déficit hydrique analogues aux HPS [25], par exemple une protéine de 60 kDa dans les feuilles d'orge [26] ainsi qu'une osmotine de 26 kDa synthétisée lors d'un stress salin chez les cellules de tabac [2]. Un autre peptide de masse moléculaire 50 kDa qui est immunologiquement liée à l'osmotine de tabac a été détectée dans les cellules d'*Atriplex nummularia*. Cette protéine a été constitutivement exprimée dans les cellules de celle-ci lors d'un traitement au NaCl. Une prédominante osmotine de 24 kDa a été également trouvée dans des milieux de culture après la croissance des cellules [27].

La recherche de marqueurs de contraintes, élargie aux protéines, montre par électrophorèse, l'apparition des bandes correspondant aux protéines de stress (10 et 35 kDa) dans le mil [28]. Le sel induit la synthèse de 5 nouvelles protéines de 20 à 40 kDa chez les feuilles de l'orge [10] contrairement aux cellules du tabac où le taux de protéines a légèrement diminué lors d'un traitement au NaCl, par contre chez *Atriplex nummularia* un petit polypeptide de 24 kDa est synthétisé, probablement liée à l'osmotine dégradées.

## Conclusion

La réponse protéique des plantes d'*Atriplex halimus* L. vis à vis d'un régime salin varie selon l'organe et l'intensité du stress. Les analyses des protéines solubles à l'aide de la méthode de BRADFORD montrent que d'une manière générale, l'accumulation des protéines solubles s'effectue principalement aux niveaux des feuilles sous les différents traitements salins. Les racines présentent toujours des teneurs en protéines solubles remarquablement inférieures à celles des parties aériennes.

Les analyses des protéines solubles par électrophorèse montrent que les feuilles présentent toujours les profils protéiques les plus riches en bandes protéiques avec un taux de polymorphisme supérieur à 20%, selon le traitement appliqué:

Les feuilles des plantes témoins, traitées avec 100% de la solution nutritives présentent un taux de polymorphisme de 50% contrairement aux tiges et aux racines où il est nul. Le profil protéique de l'ensemble des organes, sous régime salin au NaCl est riche en bandes protéiques et présente le plus de bande protéiques polymorphe par rapport aux témoins.

Pour les plantes traitées par la salinité NaCl + CaCl<sub>2</sub>, le nombre de bandes protéique des feuilles diminue d'une manière croissante avec l'augmentation de la concentration de la solution d'arrosage.

Le polymorphisme protéique s'exprime seulement aux niveaux des feuilles, particulièrement à 800 meq. Plusieurs bandes polymorphes de PM= 56 kDa, 46 kDa, 43 kDa, 40 kDa, 23.72 kDa et 21 kDa apparaissent dans les différents profils protéiques des plantes stressées à la salinité aux NaCl et NaCl + CaCl<sub>2</sub>.

## Références bibliographiques

- [1].- Hartung W., Radin J. W. and Hendrix D. L., 1988.- Abscisic acid movement into the apoplastic solution of water-stressed cotton leaves. *Plant Physiol*, 86: 908-931.
- [2].- Singh N. K., Handa A. K., Hasegawa P. M. and Bressan R. A., 1987.- Proteins associated with adaptation of cultured tobacco cells to NaCl. *Plant Physiol*. 79: 126-137.
- [3].- Okushima Y., Koizumi N., Kusano T. and Sano H., 2000.- Secreted proteins of tobacco cultured bBY2 cell: identification of a new member of pathogenesis-related proteins. *Plant Mol Biol*. 49: 479-488.
- [4].- Zhang J., Nguyen H. T. and Blum A., 1999.- Genetic analysis of osmotic adjustment in crop plant. *Journal of exp. Bot.*, 50, 322 p.
- [5].- Di Martino C., Delfino S., Pizzuto R., Loreto F. and Fuggi A., 2003.- Free amino acids and glycine betaine in leaf osmoregulation of spinach responding to increasing salt stress. *New Phytologist*. 158: 455-463.
- [6].- Shen Y. G., Zhang W. K., Yan D. Q., Du B. X., Zhang J. S., Liu Q., Chenshiu S. H. and Bleeker A. B., 2001.- Plant receptor-like kinase gene family: diversity, function, and signaling. *Sci stke*, 22 p.
- [7].- Singh N. K., Handa A. K., Hasegawa P. M. and Bressan R. A., 1987.- Proteins associated with adaptation of cultured tobacco cells to NaCl. *Plant Physiol*. 79: 126-137.
- [8].- Cairney J., Chang S., Puryear J. D., Dias M., Funkhouser E. A. and Newton R. J., 1995.- Gene expression under water deficit in loblolly pine (*Pinus taeda* L.): isolation and characterization of cDNA clones. *Physiologia Plantarum*, 97 :139-148.
- [9].- Zerrad W., Hillali S., Mataoui B., Elantri S. et Hmyene A., 2006.- Etude comparative des

mécanismes biochimiques et moléculaire de résistance au stress hydrique de deux variétés de blé dur. Congrès International de Biochimie.

[10].- Ramagopal S., 1987.- Salinity stress induced tissue. Specific proteins in barley seedlings. *Plant Physiol.* 84: 324-331.

[11].- Bradford M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantisation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Annal. Biochem.* 72: 248-254.

[12].- Laemmli U. K., 1970.- Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage. *Nature*, 227: 680-685.

[13].- Billard J. P. et Binet P., 1975.- Ecophysiologie des *Atriplex* des milieux sableux littoraux. *Soc Bot France*, 122: 51-64.

[14].- Munns R., 2002.- Comparative physiology of salt and water stress plant. *Cell and Environment.* 25: 239-250.

[15].- Eastman P. and Camm E., 1995.- Regulation of photosynthesis in interior spruce during water stress: changes in gas exchange and chlorophyll fluorescence. *Tree physiology*, 15: 229-235.

[16].- Orcutt D. M. and Nilsen E. T., 2000.- Physiology of plants under stress. John Wiley and Sons, New York, 683 p.

[17].- Godde D., 1999.- Adaptation of the photosynthetic apparatus to stress condition. In: Lerner H. R eds. *Plant response to environmental stresses, from phytohormones to genome reorganisation.* Ed. Marcel Dekker 499 p.

[18].- Ortega J. L., Temples S. J., Bagga S., Ghoshroy S. and Sengupta G., 2004.- biochemical and molecular characterization of transgenic *Lotus japonicus* plants constitutively over-expressing a cytosolic glutamine synthetase gene. *Planta*, 219: 807-818.

[19].- Greelman R. A. and Mullet J. E., 1997.- Biosynthesis and action of jasmonates in plants. *Plant physiology*, 48: 355-381.

[20].- Bekki A., Trinchant J. C., Rigaud J., 1987.- Nitrogen fixation by Medicago nodules and bacteroids under sodium chlorid stress. *Physiol plant*, 71: 61-67.

[21].- Blaha G., Stelzl U., Spahn C. M. T., Agrawal R. K., Frank J. and Nierhaus H. K., 2000.- Preparation of functional ribosomal complexes and effect of buffer conditions on tRNA positions observed by cryoelectron microscopy. *Methods Enzymol*, 317: 292-309.

[22].- Khales A. et Baaziz M., 2006.- Etude des peroxydases d'écotypes d'*Opuntia ficus indica* L. en relation avec le développement dans les conditions de stress salin. Congrès international de Biochimie.

[23].- Deepika M. and Anil G., 1999.- Transcript levels of genes encoding various glycolytic and fermentation enzymes change in response to abiotic stress. *Plant Sci*, 146: 41-51.

[24].- Chakhparonian M., 1995. Développement d'un système biologique de surveillance de la pollution atmosphérique: Etude sur des populations d'*Arabidopsis thaliana* sous conditions contrôlées. Uni de Lausanne, Fac des Sci., 52 p.

[25].- Mazliak P., 1995.- Physiologie des stress. Ed. Hermann, 432 p.

[26].- Dasgupta AND Bewle Y., 1984.- Variation in proteins synthesis in different regions of green leaves of barley seedlings and effects of composed water stress. *J. Exp. Bot*, 35: 1450-1459.

[27].- Casas A. M. Nelson D. E. Raghothama K. G. D'urzo M. P. Shing N. K. Bressan R. A and Hasegawa P.M., 1992.- Expression of osmotin-like genes in halophyte *Atriplex nummularia* L. *Plant physiol*, 99: 329-337.

[28].- Moulineau C., 1994.- Le stress hydrique chez le *Pennisetum glaucum*: caractérisation et recherche des marqueurs moléculaire. Thèse doctorat. Uni de Montpellier, 24 p.

## VALORISATION DE LA DATTE PAR LA FORMULATION D'UNE BOISSON À BASE DE LAIT ET DE JUS D'ORANGE

BENCHABANE Ahmed<sup>1\*</sup>, KECHIDA Farida<sup>2</sup>, BELALOUI Djahida<sup>1</sup>, AOUDJIT Razika<sup>1</sup>,  
OULD EL HADJ Mohamed Didi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de technologie alimentaire et de nutrition humaine

Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie, El-Harrach 16200 Alger, Algérie

<sup>2</sup>Département de Biologie, Ecole Normale Supérieure, Kouba 16000 Alger, Algérie

<sup>3</sup>Université Kasdi Merbah-Ouargla,

Laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi-aride

3000 Ouargla, Algérie

E-mail: [a.benchabane@ensa.dz](mailto:a.benchabane@ensa.dz)

**Résumé-** Il est connu que la variété de datte Ghars n'offre pas de garanties de conservation, par ce fait, elle ne fait l'objet de commercialisation sur le marché intérieur que sous la forme de pâte. Pour valoriser au mieux cette variété, le recours à sa transformation s'avère nécessaire du point de vue économique. Dans ce sens, des essais de formulation d'une boisson lactée à base d'extrait de datte et de concentré de jus d'orange ont abouti à une boisson de qualités nutritive et organoleptique appréciables et à un prix de revient relativement intéressant. Cette boisson a été soumise à un test de stabilité qui a révélé son innocuité microbiologique.

**Mots clés:** Datte molle, extrait de datte, formulation, boisson, stabilité.

## VALUATION OF THE DATE BY THE FORMULATION OF A DRINK MILK AND ORANGE JUICE

**Abstract-** The variety of soft date Ghars not offering de guarantees of conservation in the subject of marketing on the national market only in the form of legs. To develop this variety as well as possible, resorts to its transformation in order to obtain new products to know dates' extract, prove to be necessary. In this direction, tests of formulation of a lacteous drink containing dates' extract and orange juice concentrate led by the jury testers to an appreciable organoleptic drink with food. Moreover, the drink was subjected to a stability test which revealed its microbiological harmlessness.

**Keywords:** Soft date, date juice, formulation, drink, stability.

### Introduction

Le palmier dattier *Phoenix dactylifera* a toujours été la clef de voûte de l'activité agricole et de l'organisation socio-économique des populations sahariennes. De nos jours, la variété Deglet-Nour prend le devant au détriment des autres variétés dites communes qui se retrouvent marginalisées et leur importance économique réduite; les dattes molles dont la variété Ghars font partie de ces variétés. Celle-ci est appréciée localement mais méconnue sur le reste du territoire national. N'offrant pas de garanties de conservation, elle ne fait l'objet de commercialisation sur le marché intérieur que sous la forme de pâte malgré que sa valeur marchande soit attrayante. Ce constat justifie l'intérêt de recourir à une transformation technologique en vue de l'obtention de nouveaux produits, dont le jus de datte, qui pourrait valoriser au mieux

cette variété. Le jus de datte clarifié a trouvé peu d'utilisations en tant que tel, en raison de son goût plutôt plat à la différence d'autres jus de fruits clairs tels que les jus de raisin, de pomme et d'orange [1]. Plusieurs tentatives ont été entreprises afin de préparer des boissons, gazeuses ou pas, à base de jus de datte, mais dans la plupart du temps, il s'est avéré nécessaire d'y ajouter des acides organiques et des saveurs additionnelles pour arriver à un produit acceptable [2]. Traditionnellement, les boissons fruitées sont prisées pour leur apport énergétique ainsi que pour leur apport hydrique, donc pour leur aspect rafraîchissant. Actuellement, de nouvelles missions dont l'apport en protéines, sont assignées aux boissons dont celles au lait obtenues par mélange de jus de fruit et de lait sont les seules qui peuvent assurer cet apport. C'est dans cette optique que s'inscrit ce travail qui porte sur l'essai de formulation d'une boisson lactée à base de datte et d'orange dans le but d'obtenir une boisson qui participerait à la diversification des boissons fraîches déjà mises à la disposition du consommateur et qui présenterait une valeur nutritive et thérapeutique appréciable, une bonne qualité organoleptique, un prix de revient relativement intéressant et surtout ajouter une plus-value à la datte de faible valeur marchande.

## **1.- Matériels et méthode**

### **2.1.- Matériel**

La variété Ghars provenant de la région des Zibans (Biskra) et récoltée au dernier stade de maturation (tamar) a été retenue pour cette étude. Le choix de cette variété, qui appartient à la catégorie des dattes molles, est justifié par :

- son abondance relative au niveau du territoire national associée à sa faible valeur marchande;
- ses qualités nutritionnelles et thérapeutiques, entre autres sa richesse en sucres simples, comme le fructose;
- la facilité relative qu'elle présente à en extraire les sucres (humidité relativement élevée).

### **1.2.- Extrait de dattes**

#### **1.2.1.- Extraction des sucres**

Les dattes préalablement lavées, dénoyautées et découpées sont trempées dans trois fois leur poids d'eau distillée puis mises dans un bain-marie thermostaté à une température de 90°C sous agitation maintenue tout au long de l'opération.

#### **1.2.2.- Filtration**

Après extraction le jus refroidi à température ambiante subit une filtration à l'aide du dispositif de filtration sous vide à travers du papier filtre sans cendres N°1.

#### **1.2.3.- Epuration du jus d'extraction à la chaux éteinte**

Cette méthode d'épuration a été inspirée de la technique employée en sucrerie de betterave [3]. Une solution de 250 g de CaO/l a été préparée par dissolution à froid, sous agitation magnétique, pendant une demi-heure. Une quantité de lait de chaux de 16 ml a été appliquée sur des fractions de 200 ml de jus d'extraction. Le lait de chaux est ajouté graduellement sous agitation magnétique continue. Après réaction de la chaux avec le milieu, la chaux en excès est précipitée par barbotage de gaz carbonique

(CO<sub>2</sub>) en 2 étapes. La première, qui correspond à la première carbonatation, a lieu jusqu'à 0,6 - 1g CaO/l. le contrôle de cette neutralisation est fait par titration avec HCl 1N en présence de phénophtaléine. Cette opération est suivie d'une centrifugation à 6 500 tr/min. La deuxième carbonatation ou neutralisation finale est poursuivie jusqu'à environ 0,2 g CaO/l par barbotage de gaz carbonique. Le jus d'extraction est ensuite centrifugé à 6 500 tr/min.

#### **1.2.4.- Conditionnement**

Après chauffage (80°C) du jus épuré, des bouteilles en verre (250 ml), préalablement stérilisées, sont remplies puis fermées aseptiquement. Le jus conditionné subit un traitement thermique à une température de 90°C pendant 20 min puis, est entreposé dans un endroit frais (6°C), à l'abri de la lumière.

#### **1.3.- Concentré d'orange**

Les principales caractéristiques du concentré d'orange industriel utilisé sont sa concentration en solides solubles, soit 65,5° Brix et sa teneur en acide ascorbique (vitamine C), soit 300 mg/l.

#### **1.4.- Le lait**

La poudre de lait utilisée est une poudre de lait écrémé dénommée 931 (29% de protéines, 1,5% de matières grasses, 42 % de lactose, pH = 4) pré- stabilisée pour une utilisation facile en milieu acide. Elle présente les avantages suivants:

- Substitution totale du lait écrémé,
- Protéines stabilisées permettant une pasteurisation,
- Pectine fonctionnalisée, plus besoin d'homogénéisation.

#### **1.4.2.- Formulation**

Le choix des proportions des ingrédients de la boisson formulée s'est basé sur deux paramètres importants: en premier, il s'agit d'utiliser le plus de jus de dattes pour une valorisation maximale de la datte et en second lieu, aboutir à un degré Brix compris entre 10 et 11 pour que la boisson soit normalisée.

La préparation de la boisson est entamée par le chauffage (30°C) de l'eau traitée, sous agitation, afin d'assurer une bonne homogénéisation ainsi qu'une bonne dissolution des ingrédients à savoir le sucre, la poudre de lait, l'extrait de dattes puis le concentré de jus d'orange. Ensuite, la boisson subit une pasteurisation à 90°C puis un refroidissement à 10°C. Plusieurs formules de boissons ont été mises au point.

#### **1.4.3.- Test de dégustation**

L'analyse sensorielle a été effectuée suivant les recommandations de SAUVAGEOT [4] qui concernent l'échantillon et le dégustateur. Dans ce sens, un essai d'amélioration de l'aspect de la boisson a permis de remédier à un problème technologique observé, après quelques heures, celui d'un phénomène de bi-phasage dû à la décantation du lait, et ceci par l'ajout d'un stabilisant, une pectine faiblement méthylée (Degussa). Il est à noter que le jus de datte et la boisson retenue à l'issue du test de dégustation, ont été soumis à diverses analyses physico-chimiques, microbiologiques ainsi qu'à un test de stabilité (pour la boisson).

### **1.5.- Analyses physico-chimiques**

La mesure du pH, la détermination du résidu sec total, du degré Brix, de la densité relative à 20 °C, de l'indice de formol, de la pulposité, le dosage des sucres totaux et des sucres réducteurs et la teneur en protéines sont réalisés par les méthodes classiques.

### **1.6.- Analyses microbiologiques**

Elles ont concerné la recherche des germes mésophiles totaux, des coliformes totaux, des levures et des moisissures.

### **1.7.- Test de stabilité**

Pour garantir au consommateur la meilleure qualité hygiénique, selon la législation en vigueur, tout produit nouveau sur le marché doit être soumis, au préalable, à un test de stabilité dont les différentes épreuves sont détaillées dans l'arrêté du 24/01/98 paru dans le Journal Officiel de la République Algérienne (JORA) n° 38 de l'année 1998.

## **2.- Résultats**

### **2.1.- Obtention de l'extrait de dattes**

#### **2.1.1.- Triage**

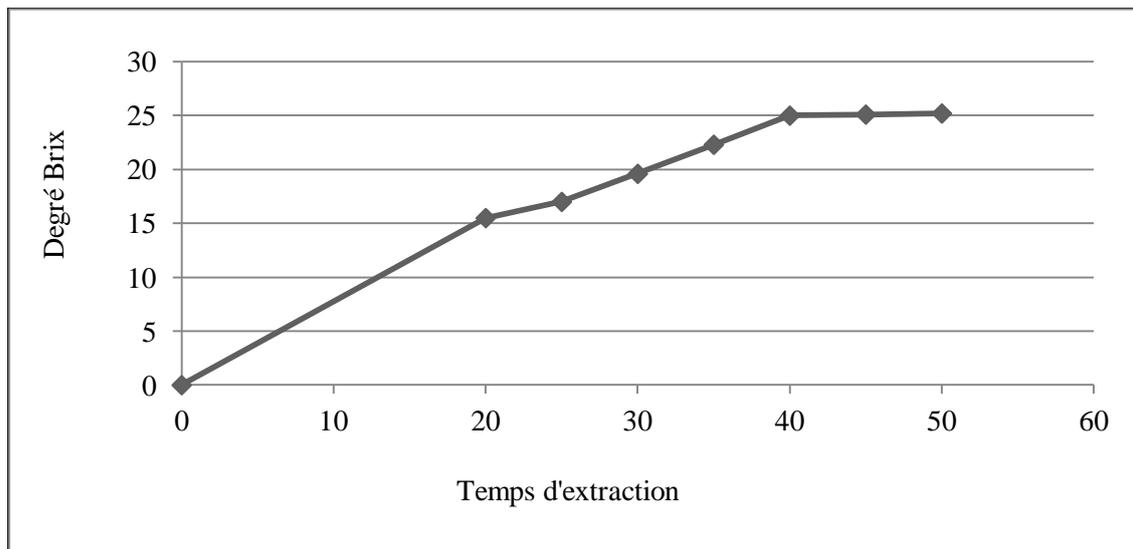
L'opération de triage a donné 4,1% de dattes parasitées, 1% de dattes non mures complètement et 0,5% de débris végétaux, soit au total 5,6% en poids de déchets. Après dénoyautage, le rendement obtenu (noyaux/pulpe) est de 15% environ. Pour obtenir 100 g de pulpe, il faut environ 133,5 g de dattes saines.

#### **2.1.2.- Extraction des sucres**

C'est l'étape qui conditionne le plus le rendement en sucres du produit final. Dans le procédé utilisé, soit le trempage dans l'eau chaude, l'extraction des sucres a lieu par diffusion. Le trempage est nécessaire car l'extraction du sucre n'est possible que si la datte entière est portée à une température suffisante pour que les liquides vacuolaires puissent passer du centre des cellules vers leur périphérie, au contact des membranes cellulaires [3].

A partir de la courbe d'extraction et en fonction des temps étudiés (fig. 1), il s'est avéré que le temps nécessaire à une extraction maximale (soit à 25° Brix) se situe entre 40 et 50 min.

Aussi, il n'est pas judicieux ni avantageux d'extraire aux environs de 100°C car, dans ce cas, la teneur en fibres et en matières colloïdales du jus augmenteraient [5,6].



**Figure 1.-** Courbe d'extraction des sucres

### 2.1.3.- Filtration

#### 2.1.3.1.- Caractères généraux du jus d'extraction filtré

Après filtration sous vide, le jus de dattes obtenu est de couleur foncée, trouble, et contient des impuretés; il s'émulsionne facilement d'où la nécessité d'effectuer une opération d'épuration. Les mousses qui en résultent sont révélatrices de la présence de substances tensioactives alors que l'aspect trouble du jus est dû aux impuretés en suspension, à savoir les pectines et les protéines [5, 6].

#### 2.1.3.2.- Rendement de l'extraction en volume de jus

Pour 300 ml d'eau et 100g de pulpe de dattes, 288 ml de jus filtré ont été obtenus, soit une diminution de 4% du volume initial. AGLI [7] a obtenu, pour 3 litres d'eau et 1kg de pulpe de dattes 3,5 litres de jus filtré, soit une augmentation de 16,66%. Cette dernière serait due à la diffusion des sucres et d'autres substances hydrosolubles (minéraux, pectines, protéines, tanins, etc.). Ceci peut s'expliquer, d'une part, par la non utilisation d'une pression mécanique, qui aurait aidé à l'expression totale du jus, et d'autre part, à l'évaporation de l'eau au cours de l'extraction du fait de l'application d'une température de 90°C durant un temps plus long.

#### 2.1.3.3.- Caractéristiques du résidu de filtration

A la fin de l'opération d'extraction, le poids du résidu est de 65,76g pour 100g de pulpe utilisée. L'étuvage de ce résidu à 100°C pendant 24 heures a révélé un taux d'humidité de 38% relativement plus élevé que celui obtenu par AGLI [7], soit 34%. Cette différence est due à l'utilisation, par ce dernier, d'une presse mécanique, après filtration (pour une expression maximale du jus) contrairement à l'utilisation d'une filtration sous vide uniquement.

### 2.1.4.- Epuration du jus d'extraction

Le but de cette opération est l'obtention d'un jus limpide. Il est donc nécessaire de précipiter ou faciliter la précipitation des substances causant le trouble. A cette fin,

un procédé d'épuration chimique utilisant la chaux éteinte a été suivi. Plusieurs auteurs ont trouvé que la chaux avait un effet épurateur en intervenant dans l'élimination de toutes les impuretés ou «non sucres» du jus [6, 7, 8, 9, 10]. De même, la chaux précipite les protéines et les autres colloïdes ainsi que les acides organiques, les minéraux, les pigments et les tanins [7, 8, 9]. La quantité de chaux nécessaire à l'épuration est susceptible de donner une bonne défécation et une bonne clarification. Tout excès de cette substance est pernicieux et se traduit par une augmentation de la teneur en chaux libre dans le jus [9].

## 2.2.- Caractérisation de l'extrait de dattes épuré

L'extrait ayant subi une épuration est très limpide et de couleur caramel. L'extrait épuré ainsi obtenu a subi un traitement thermique et a été conditionné dans des flacons en verre.

### 2.2.1.- Caractéristiques physico-chimiques

Il est à observer que le pH initial (5,8) du jus d'extraction, après précipitation de la chaux en excès par le gaz carbonique, a légèrement augmenté (6,2). Cette alcalinité résiduelle est provoquée par la libération des groupements hydroxyles après précipitation par la chaux des anions phosphates et sulfates sous forme de sels de potassium et surtout de sodium [3]. Les résultats d'analyses physico-chimiques du jus épuré sont résumés dans le tableau I.

**Tableau I.-** Caractéristiques physico-chimiques de l'extrait de dattes épuré

Caractéristiques	Jus filtré
pH	5,8 – 6,2
Acidité totale (meq/100ml)	2
Acide citrique (g/100ml)	0,14
Sucres totaux (g/l)	79,36
Sucres réducteurs (g/l)	36,9
Saccharose (g/l)	42,44
Saccharose/Sucres totaux	0,53
Résidu sec total (%)	10,57
Humidité (%)	89,43
Degré Brix (g/100g)	24 - 25
Pulposité (%)	2,97

### 2.2.2.- Caractéristiques microbiologiques

Les résultats de l'analyse microbiologiques du jus d'extraction épuré obtenus indiquent une absence totale des germes recherchés à savoir les germes totaux, les coliformes totaux, les levures et les moisissures. Cette innocuité microbiologique peut être attribuée à l'efficacité du traitement thermique.

## 2.3.- Caractérisation des boissons élaborées

### 2.3.1.- Chronologie du choix de la boisson

Trois formules ont été élaborées en respectant les paramètres utilisés pour l'identification de la qualité de la boisson lactée fruitée, à savoir l'acidité et le degré Brix. Le

tableau II donne les résultats du test de dégustation des boissons formulées.

**Tableau II.-** Test de dégustation des boissons formulées

	<b>Acidité</b>	<b>Goût du lait</b>	<b>Goût de la datte</b>	<b>Goût de l'orange</b>
Formule n°1	Très acide	Très prononcé	Imperceptible	Très prononcé
Formule n°2	Acide	Atténué	A peine perceptible	Très prononcé
Formule n°3	Moins acide	Légèrement perceptible	A peine perceptible	Moins prononcé

A priori, le panel de dégustation dans sa majorité a choisi la formule n°3 mais, a suggéré, d'une part, de diminuer encore l'acidité, et d'autre part, de faire ressortir plus le goût de la datte et moins celui de l'orange. Tenant compte de ces suggestions, d'autres formules ont été élaborées (tab. III). Pour cette étape, les dégustateurs ont opté pour la formule n°4, qu'ils ont jugé meilleure.

**Tableau III.-** Test de dégustation des boissons de la seconde formule

	<b>Acidité</b>	<b>Goût du lait</b>	<b>Goût de la datte</b>	<b>Goût de l'orange</b>
Formule n° 4	Relativement Acide	Légèrement perceptible	Imperceptible	Perceptible
Formule n° 5	Acceptable	Légèrement perceptible	A peine perceptible	Perceptible
Formule n° 6	Acceptable	Légèrement perceptible	Perceptible	Perceptible

### 2.3.2.- Amélioration de l'aspect de la boisson retenue

Afin de déterminer la quantité de pectine faiblement méthylée (F.M) à ajouter, deux essais ont été réalisés (tab. IV)

**Tableau IV.-** Aspect de la boisson retenue additionnée de différentes quantités de pectine

<b>Boissons</b>	<b>Observations</b>
Témoin (boisson sans pectine)	Complètement décanté
Boisson à 0,5‰ de pectine F.M	Légèrement décanté
Boisson à 1‰ de pectine F.M	Relativement stable

## 2.4.- Caractérisation de la boisson retenue

### 2.4.1.- Caractéristiques organoleptiques

Une fois la boisson choisie, un questionnaire adapté a été mis au point. Après avoir effectué le test de dégustation, il en ressort que les dégustateurs (%) ont jugé que la boisson élaborée était caractérisée par :

- Une couleur attrayante (90%)

- Un bon goût (85%) avec:
  - un goût de datte perceptible (30%)
  - un goût d'orange perceptible (70%)
  - un goût de lait peu perceptible (23%)
- Un arrière goût de datte moins prononcé que celui de l'orange avec des pourcentages respectifs de 32% et de 68%.
- Une consistance, un goût sucré et une acidité adéquats aux pourcentages respectifs de 80%, 95% et 85%.

#### 2.4.2.- Caractéristiques physicochimiques

Les résultats de l'analyse physico-chimique de la boisson élaborée, résumés dans le tableau V, font ressortir les points suivants:

**Tableau V.-** Caractéristiques physico-chimiques de la boisson fraîche

Caractéristiques	Valeurs
pH	4,22
Acidité totale (meq/100ml)	3,20
Acide citrique (g/100ml)	0,224
Sucres totaux (g/l)	111,11
Sucres réducteurs (g/l)	44,94
Saccharose (g/l)	66,17
Saccharose/Sucres totaux	0,59
Protéines (%)	0,54
Indice de formol	59,00
Résidu sec total (%)	10,57
Humidité (%)	89,43
Degré Brix (g/100g)	11,00
Pulposité (%)	5,34

#### - pH et acidité

Le pH égal à 4,22 de la boisson joue en faveur de sa qualité microbiologique. Cette acidité ne peut être expliquée que par sa teneur en concentré d'orange. L'acidité totale de la boisson se traduit par un teneur en acide citrique de 2,24 g/l. Cette teneur permet d'obtenir, a priori, une boisson acceptable. En effet, la libération d'un composé volatil, tel que le limonène ou de certains esters comme l'éthyl-hexanoate, à partir d'une solution aqueuse vers la phase vapeur, est modifié par les variations de la concentration d'acide citrique dans cette solution. A de faibles concentrations, l'acide citrique favorise la diffusion des composés volatils vers la phase vapeur. Cependant, à des concentrations élevées (supérieures à 10 g/l), l'acide citrique dissocié interagit avec les composés volatils, ce qui entraîne une diminution de la concentration de ce type de composés dans la phase vapeur.

#### - Eau

La boisson formulée est d'un apport hydrique notable qui permet d'assurer une partie considérable des besoins journaliers en eau d'une façon agréable pour le palais. En effet, elle couvre 36 à 45% des besoins hydriques journaliers.

## **- Sucres**

Loin d'être une simple boisson, elle constitue un véritable aliment liquide. C'est une boisson glucidique par excellence en raison de sa teneur en sucres qui fournit à l'organisme de l'énergie rapidement disponible, couvrant ainsi 20,2% des besoins énergétiques quotidiens.

## **- Protéines**

Comparée aux boissons fruitées, celle-ci présente un apport particulier en protéines presque absentes dans les boissons traditionnellement consommées. Elle couvre 9,64% des besoins quotidiens. Quant à l'indice de formol de la boisson, qui est élevé (59); il indique sa richesse en acides aminés libres.

## **- Vitamines**

La boisson élaborée est aussi une source appréciable d'acide ascorbique et de thiamine ainsi qu'en diverses autres vitamines mais à des teneurs moins importantes. En effet, sa teneur en vitamine C, exprimée en mg d'acide ascorbique contenue dans un litre de boisson fraîche, serait estimée à 10, couvrant ainsi 8,18% des besoins journaliers en vitamine C.

## **- Eléments minéraux**

La boisson formulée est riche en éléments minéraux indispensables pour l'organisme, particulièrement, le calcium, le potassium et le sodium. Les besoins en ces éléments étant respectivement de 1, 0,6 et 0,8 g/j; cette boisson contribuerait efficacement à les couvrir.

### **2.4.3.- Caractéristiques microbiologiques**

Les résultats de l'analyse microbiologiques de la boisson lactée ont montré une absence totale des germes recherchés. Cette innocuité microbiologique peut être attribuée à l'efficacité du traitement thermique appliqué à la boisson et aux bonnes conditions d'hygiène dans lesquelles la boisson a été préparée et analysée.

### **2.5.- Test de stabilité de la boisson**

Le test de stabilité a été effectué sur un échantillon de la boisson au lait préparée et analysée le jour même. Les résultats du test de stabilité sont interprétés selon les normes définies par l'arrêté du 24/01/98 paru dans le JORA n° 38 (tab. VI et VII). Ils montrent:

- qu'aucun défaut apparent n'a été constaté, en particulier, le bombage des bouteilles ;
- que la variation du pH entre les unités d'échantillonnages étuvées et les unités d'échantillonnages témoins mis à la température ambiante pendant les périodes retenues ne dépasse pas 0,5 unité,
- qu'il y a absence de la variation de la flore microbienne des points de vue qualitatif et quantitatif.

**Tableau VI.-** Examen physicochimique de bouteilles

Examen préliminaire	Nature du produit		Type d'emballage		Etiquetage		Inscription réglementaire		Code
Contrôle de la stabilité	Bouteilles à 25°C		Bouteilles à 30°C pendant 21 jours						Observation
Examen macroscopique organoleptique et physico-chimique	Aspect	Couleur	Odeur	pH témoin (pH <sub>t</sub> )	Aspect	Couleur	Odeur	pH étuvé (pH <sub>e</sub> )	pH <sub>e</sub> -pH <sub>t</sub> 0,06
Examen microscopique	Pas de bombage	Jaune orangé	/	4,22	Pas de bombage	Jaune orangé	/	4,16	
		n <sub>0</sub>				n			R = n <sub>0</sub> /n

En somme, le produit testé est jugé stable. L'absence de la flore microbienne dans les échantillons étuvés n'est qu'une affirmation des résultats de l'examen physico-chimique, en particulier l'aspect (non bombage des bouteilles) et la légère variation du pH. Ceci peut être attribué à l'efficacité du traitement thermique appliqué au jus de datte et à la boisson avant étuvage.

**Tableau VII.-** Examen microbiologique de la boisson étuvée

Désignation	Echantillons témoins		Echantillons étuvés	
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>
Germes totaux à 30 °C / ml	Abs	Abs	Abs	Abs
Coliformes totaux à 37 °C	Abs	Abs	Abs	Abs
Levures à 30 °C	Abs	Abs	Abs	Abs
Moisissures à 30 °C	Abs	Abs	Abs	Abs

## Conclusion

La formulation de boissons lactées à base d'extrait de dattes épuré et de concentré d'orange a été entreprise avec l'objectif d'utiliser le maximum d'extrait de datte. Suite au test de dégustation, le panel de dégustateurs a retenu une de ces boissons pour ses qualités organoleptiques et sensorielles. La boisson retenue est loin d'être banale, elle constitue un véritable aliment liquide. En effet, l'analyse physicochimique a révélé que cette boisson peut, a priori, couvrir :

- 36 à 45 % des besoins hydriques,
- 20,2 % des besoins énergétiques,
- 9.64 % des besoins protéiques,
- 8,18 % des besoins en vitamine C.

De plus, cette boisson a subi un test de stabilité qui consiste à une incubation à 30 °C pendant 21 jours. L'aspect général de la boisson ainsi que le pH ont été examinés et les analyses microbiologiques ont été effectuées. A l'issue de cette épreuve, par référence aux normes décrites par le Journal Officiel de la République Algérienne, la boisson a été jugée stable.

Au terme de ce travail, les objectifs fixés au départ peuvent être considérés comme atteints, il s'agit de:

- la valorisation de la variété de datte *Ghars* par l'utilisation du produit de sa transformation : l'extrait de datte. Ce dernier, par sa richesse en sucres notamment le fructose a permis de diminuer au quart la part de sucre habituellement ajoutée en industrie des boissons.
- l'élaboration d'une boisson présentant une valeur nutritive et thérapeutique appréciable, une

bonne qualité organoleptique et un prix de revient relativement intéressant ; participant ainsi à la diversification des boissons fraîches déjà mises à la disposition du consommateur.

### Références bibliographiques

- [1].- El-Shaaraway M. I., MESSALEM A. S., EL-NAKHAL H. M., WAHDAN A. N., 1989.- Preparation of date drinks. Proc. of Second Symposium on the Date Palm, Saudi Arabia, Vol. 2: 259–270.
- [2].- Al-Ogaidi H. K. H., AL-JANABI S. M., AL-SHAKHLI I. M., 1987.- Production of carbonated beverage using date juice. Effect of gelatin, tannin and pH on clarification of date juice. Date palm journal, 5 (2): 191-201.
- [3].- Dubourg J., 1952.- Sucrerie de betteraves. Ed. Baillière J. B. et Fils, Paris, 522 p.
- [4].- Sauvageot F., 1982. Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agro-alimentaires. Ed. Technique et documentation, Lavoisier, Paris, 195 p.
- [5].- Dhaia J.H, 1979.- Production de sirop de dattes (Debs). Projet réglementaire de recherche sur le palmier dattier et dattes dans le Proche-Orient et l'Afrique du Nord, 12-38, FAO, Baghdad, Irak: 12-38.
- [6].- Passat F. F., 1979.- Production de sucres à partir de dattes. Projet réglementaire de recherche sur le palmier dattier et dattes dans le Proche-Orient et l'Afrique du Nord, 12-38, FAO, Baghdad, Irak: 12-38.
- [7].- Agli A., 1981.- Influence de quelques facteurs technologiques sur la qualité du concentré de jus de dattes (variété Ghars). Mémoire d'ingénieur agronome, Institut National Agronomique, El-Harrach, Alger, 55 p.
- [8].- Estord G., 1958.- L'industrie du sucre de canne. Ed. Dunod, Paris, 628 p.
- [9].- Hugot E., 1970.- La sucrerie de canne. Ed. Dunod, Paris, 990 p.
- [10].- Berchet L., 1979.- Les industries agro-alimentaires. Ed. Larousse, Lavoisier, Paris: 120-130.

# EFFET DE LA TEMPÉRATURE SUR L'ÉVOLUTION DES FRUITS CHEZ QUELQUES VARIÉTÉS DU PALMIER DATTIER (*Phoenix dactylifera* L.) €

BABAHANI Souad et EDDOUD Abdel Ghani  
Université Kasdi Merbah-Ouargla, Laboratoire Bio-Ressources Sahariennes  
BP 511 Ouargla 30000, Algérie Email: bbhsouad@gmail.com

**Résumé-** L'étude de l'effet de la température sur l'évolution du poids, des dimensions et de la teneur en eau des dattes, chez trois cultivars de dattes: Deglet Nour, Ghars et Degla Beida, est réalisée dans la région de Ouargla en Algérie. Cette étude a permis de constater que le début de fructification chez le palmier dattier ne nécessite pas des températures relativement élevées. Le poids, les dimensions et la teneur en eau des dattes atteignent leurs maxima à des températures qui dépassent les 30°C. A la maturation des fruits, ces caractéristiques diminuent avec la diminution de la température. Les variations du poids, des dimensions et de la teneur en eau des dattes suivent les variations des températures. La connaissance préliminaire des températures d'une région donnée est impérative pour situer l'aire de culture des différents cultivars du palmier dattier.

**Mots clés :** évolution, fructification, Ouargla, *Phoenix dactylifera* L., température.

## THE EFFECT OF TEMPERATURE ON THE FRUITING PROCESS IN SOME VARIETIES OF DATE PALM TREE (*Phoenix dactylifera* L.)

**Abstract-** The study of the effect of temperature on the evolution of weight, size and moisture content of dates, in three cultivars of date palm: Deglet Nour, Ghars and Degla Beida is realized in the area of Ouargla in Algeria. This study found that, the onset of fruiting in the date palm does not require relatively high temperatures. The weight, size and moisture content of dates reach their maximum at temperatures that exceed 30°C. At fruit ripening, these characteristics decrease with decreasing temperature. The variations of weight, size and water content of dates follow the changes in temperature. Preliminary knowledge of the temperatures of region is imperative to locate area of cultivation of different cultivars of date palm.

**Keywords :** Evolution, fruiting, Ouargla, *Phoenix dactylifera* L., temperature

### Introduction

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est une espèce des régions arides et semi arides, c'est une espèce thermophile. Ses besoins en températures, surtout en fructification sont très élevés. L'activité végétative du palmier dattier se manifeste à partir d'une température située entre 7°C et 10 °C; selon les individus, les cultivars et les conditions climatiques locales. Cette activité atteint son maximum entre 30°C et 38°C [1]. Une bonne production de dattes, quantitativement et qualitativement ne peut être obtenue que si le dattier bénéficie d'une somme de températures bien déterminée. Les besoins thermiques des différentes variétés, au cours de la fructification, varient en fonction des catégories de dattes. Les variétés sèches et tardives ont des besoins qui dépassent 3500°C, les variétés demi-sèches et saisonnières présentent des besoins thermiques qui varient entre 2500°C et 3500°C. Les besoins thermiques des variétés molles oscillent entre 2000°C et 2500°C [2].

Très peu d'études sont réalisées, sur les besoins en températures de développement ou même de fructification du dattier. La présente étude est une contribution à l'analyse de ce facteur climatique sur la fructification du palmier dattier. Elle vise l'étude de l'effet de la température sur l'évolution des fruits de trois cultivars du palmier dattier: Déglet Nour, Ghars et Dégla Beida; considérés comme les principaux cultivars de l'Algérie.

## 1.- Matériels et méthode

L'étude est réalisée dans la région de Ouargla, située au Sud-Est de l'Algérie. Elle est considérée comme une zone potentielle de culture du palmier dattier. Son climat est aride, cette aridité se manifeste par un déficit hydrique dû à la faiblesse des précipitations, l'évaporation intense, les fortes amplitudes thermiques et la grande luminosité [3].

Le choix des cultivars est dicté par leur abondance dans la région, la représentation des trois catégories de dattes (molles, demi-molles et sèches); ainsi que leur importance économique. Les cultivars du palmier dattier choisis sont :

- Cultivar Ghars: à dattes molles; la chair est très aqueuse, lorsque les dattes sont fraîches [4]. Il vient en deuxième position après le cultivar Deglet Nour, du fait que ses dattes constituent la base de l'alimentation des populations locales. Le fruit de ce cultivar se caractérise par une taille moyenne et un poids de 20 dattes qui varient entre 94 et 340 g [5].
- Cultivar Dégllet Nour : à dattes demi-molles, la teneur en eau de la partie comestible est moins élevée que celle des dattes du cultivar précédent [4]. Il se caractérise par des dattes de taille petite à moyenne, ayant un poids de 20 dattes, variant de 82 à 230 g [5].
- Cultivar Déglta Beida : il se positionne en troisième classe (cultivar à dattes sèches). La taille du fruit est petite ou moyenne, avec un poids de 20 dattes qui varie entre 70 et 165g [5].

L'évolution des dattes chez le palmier dattier passe par cinq stades :

- Stade I (Loulou) : c'est le stade qui suit la pollinisation et qui dure environ cinq (05) semaines. Les dattes sont vertes et globuleuses, de la taille d'un pois.
- Stade II (Khalal) : le fruit prend sa forme et sa taille presque définitives. A la fin de ce stade, sa couleur commence à devenir jaune ou rouge, selon les cultivars. C'est le stade de maturation botanique.
- Stade III (Bser) : la couleur de la datte vire au jaune ou brune, suivant les clones.
- Stade IV (Martouba): les dattes sont riches en eau (70 à 80 %), elles sont parfois consommées à ce stade. Les cultivars à dattes demi-molles ou demi-sèches et sèches ne passent pas obligatoirement par ce stade.
- Stade V (Tmar) : la phase ultime de maturation, au cours de la quelle, le fruit perd une quantité importante d'eau. La couleur du fruit devient de plus en plus foncée, surtout chez les dattes molles [6].

Le suivi d'évolution des fruits, de chaque cultivar, se fait par prélèvement de dattes sur des régimes pollinisés à la même période (début avril) avec le même pollen.

Pour suivre l'évolution des fruits, les prélèvements des échantillons sont effectués chaque mois. Les quatre pieds du dattier de même âge pour chaque cultivar, se trouvent dans les mêmes conditions de culture.

Au cours de la fructification, les relevés de températures sont réalisés quotidiennement deux (02) fois par jour. Les thermomètres (mini, maxi) sont disposés dans le cœur de la couronne foliaire des pieds des trois cultivars.

Les caractères étudiés, au cours de la fructification, sont :

- le poids moyen d'un fruit (g): 10 dattes sont prélevées au hasard et pesées avec une balance de précision.
- La morphométrie du fruit (cm): à l'aide d'un pied à coulisse, est déterminée, la longueur et le diamètre (largeur) moyens de 10 fruits choisis au hasard.
- La teneur en eau des dattes (%): 5g de pulpe sont placés 24 heures à l'étuve, à une température de

105°C. La teneur est déterminée par la formule suivante:

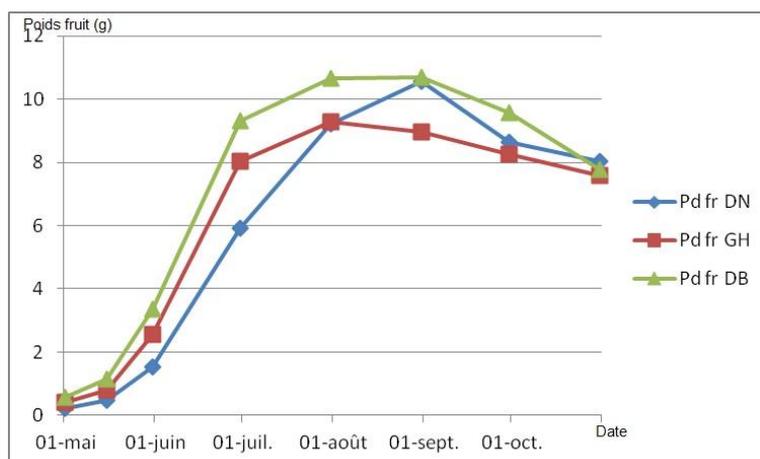
$$\text{Teneur en eau (\%)} = \frac{\text{poids frais} - \text{poids sec} \times 100}{\text{poids frais}} [6].$$

## 2.- Résultats et discussions

L'analyse des courbes d'évolution des caractères étudiés chez les trois cultivars : Deglet Nour, Ghars et Déglà Beida, montre qu'ils suivent la même évolution.

### 2.1.- Poids des fruits

L'étude des poids des trois cultivars permet de distinguer quatre phases (fig. 1).



**Figure 1.-** Evolution du poids moyen (g) d'un fruit chez 3 cultivars de dattes

- **Phase qui se termine au 15 mai:** elle se caractérise par une lente augmentation du poids, chez les trois cultivars. C'est le stade loulou ou nouaison. Les températures moyennes ne semblent pas augmenter d'une façon considérable, la différence des températures moyennes entre le premier et le 15 mai est de 2.74 °C.

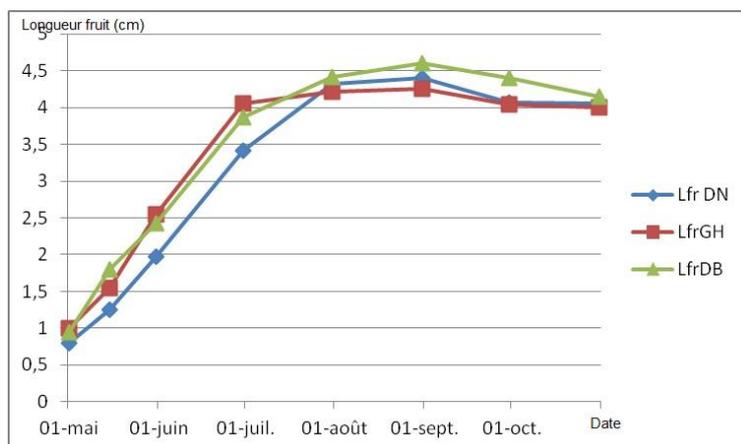
- **Entre 15 mai et 31 juillet:** l'augmentation du poids, durant cette phase, est très rapide surtout chez le cultivar Degla Beida. Cette phase se coïncide avec la période d'accumulation des éléments nutritifs surtout en sucres et en eau. C'est le stade Khalal. La courbe d'évolution de la température suit la même allure, le poids maximum coïncide avec des températures moyennes mensuelles de 34.74°C. Cette température permet une intensité végétative maximale qui se réalise à des températures qui varient entre 32°C et 38°C [4, 7].

- **Entre 31 juillet et le 31 août:** les dattes arrivent à leur poids maxima soit 10.56 g pour le cultivar Deglet Nour, 10.69g pour le cultivar Degla Beida au 31 août et 09.27g pour le cultivar Ghars au 31 juillet. Ces dates marquent la fin du stade Khalal, chez les trois cultivars. Les températures restent relativement élevées et plus au moins stables, la variation des températures au début et en fin de cette période n'est que de 0.59°C.

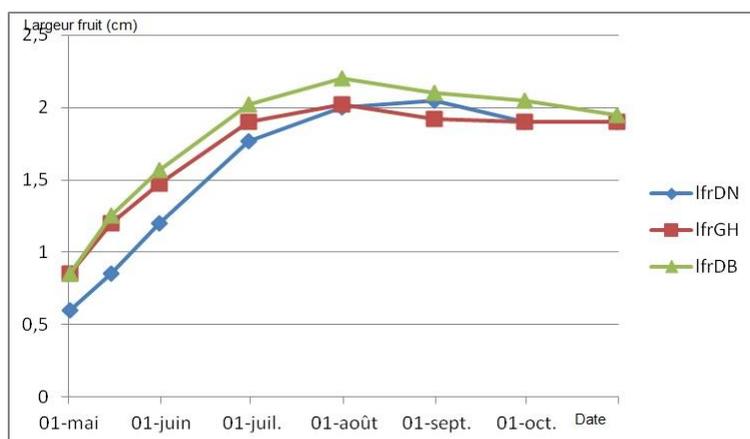
- **Entre 31 août et fin octobre:** le poids diminue à cause d'une perte considérable en eau. Cette période marque la maturation des dattes qui se caractérise par une perte de turgescence des fruits. A la fin de cette période, la température diminue également; la différence de températures entre le début et la fin de cette période est de 13.36°C

## 2.2.- Longueur et largeur moyennes d'un fruit

L'analyse des courbes d'évolution de la longueur et de la largeur des trois cultivars permet de distinguer trois phases d'évolution (fig. 2 et 3).



**Figure 2.-** Evolution de la longueur moyenne (cm) d'un fruit chez 3 cultivars de dattes



**Figure 3.-** Evolution de la largeur moyenne (cm) d'un fruit chez 3 cultivars de dattes

- **La phase qui s'étale jusqu'au 15 mai:** au cours de laquelle la croissance est lente. La température augmente de 2.74°C au cours de cette phase.

- **La phase qui s'étale entre 15 mai et 31 août:** se caractérise par une croissance rapide. Elle coïncide avec une augmentation de la température. Durant cette phase, les dattes des trois cultivars atteignent leur longueur maximum au mois d'août; soit 4.4 cm chez Déglet Nour, 4.25cm chez Ghars et 4.6 cm chez Déglà Beida.

La largeur maximale des dattes Deglet Nour, de 2.05 cm est atteinte au mois d'août; pour les deux autres: Ghars et Degla Beida, respectivement de 2.02 cm et 2.2 cm au mois de juillet.

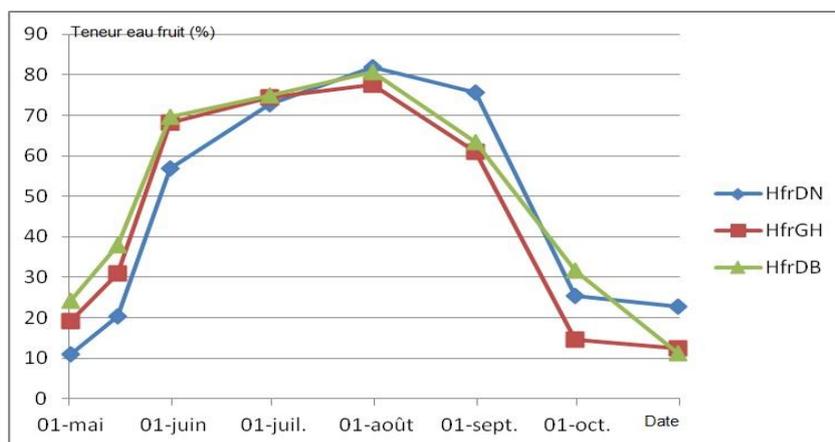
La taille maximale est atteinte au cours de la période chaude où les moyennes mensuelles avoisinent les 37°C. A cette température, l'activité végétative du palmier dattier est très intense.

- **La phase qui s'étale entre 31 août et 31 octobre:** elle est marquée par une diminution de la longueur et de la largeur ou diamètre des dattes, chez les trois cultivars. Cette diminution est due surtout à une perte d'eau. Les températures diminuent également, d'une façon considérable. Elle est

de 13.36°C entre le début et la fin de cette phase.

### 2.3.- Teneur en eau des dattes

L'analyse des trois courbes de la teneur en eau des dattes, chez les trois cultivars et de la courbe d'évolution des températures, au cours de la fructification, permet de remarquer, globalement, une même allure pour toutes les courbes. Trois phases sont nettement distinguées sur ces courbes (fig. 4).



**Figure 4.-** Evolution de la teneur en eau (%) d'un fruit chez 3 cultivars de dattes

- **La phase qui s'étale entre 01 et 15 mai:** l'augmentation de la teneur en eau suit la même allure, chez les trois cultivars. L'augmentation de l'humidité des dattes au début de cette phase est appréciable; alors que celle de la température reste plus faible. Au 31 juillet, l'humidité des fruits et les températures sont au maximum, c'est la fin du stade Khalal.

- **La phase entre 15 mai et 31 juillet:** les courbes sont également très proches. L'augmentation de l'humidité des dattes, au début de cette phase, est très importante alors que celle de la température reste plus faible. Au 31 juillet, l'humidité des fruits et les températures sont au maximum, c'est la fin du stade Khalal.

- **La phase entre 31 juillet et 31 octobre:** au cours de cette période, la teneur en eau des dattes diminue chez les trois cultivars.

A maturité, les dattes présentent des teneurs en eau, variant de 22.74 % pour le cultivar Déglet Nour, 12.41% pour Ghars, et 11.34% pour le cultivar Déglà Beida. Ces teneurs en eau des dattes restent faibles par rapport à celles rapportées par la bibliographie. Le cultivar Ghars se caractérise par des dattes molles, leur teneur en eau dépasse 30% [6].

### Conclusion

L'effet de la température est notable sur la maturation des dattes et leur qualité. L'augmentation du poids et la morphologie des dattes nécessitent des températures élevées. Le poids, la morphométrie et la teneur en eau des dattes atteignent leur maximum à des températures qui dépassent 30°C. A la maturation des fruits, ces caractéristiques diminuent d'une manière proportionnelle à la température. Les données préliminaires sur des températures d'une région restent impératives pour situer l'aire de culture des différents cultivars.

**Références bibliographiques**

- [1].- Ibrahim A. M., Khalif M. N. H., 1998.- Palmier dattier : sa culture, son entretien et sa production dans les pays arabes, Deuxième édition, Alexandrie, Egypte, 756 p (en arabe).
- [2].- Khalifa A. S., 1995.- Les conditions écologiques et leur relation avec les variétés de dattes, Session d'apprentissage des techniques de production pour les candidats des pays du Réseau de Recherche et Développement du Palmier Dattier, Egypte. 1- 14.
- [3].- Dubief J., 1953.- Essai sur l'hydrologie superficielle au Sahara. Ed : Service des Etudes Scientifiques, Alger : 26-103.
- [4].- Munier P 1973.- Le palmier dattier. Ed. G. P. Maisonneuve et la rose, Paris, 211p.
- [5].- Hannachi S., Khitri D., Benkhalifa A., Brac De La Perrière R. A., 1998.- Inventaire variétal de la palmeraie algérienne. Ed. Anep, Rouïba, Alger : 52-86.
- [6].- Dowson V. H. W., Aten A., 1963.- Composition et maturation, récolte et conditionnement des dattes. Collection FAO, Rome, 392 p.
- [7].- Djerbi M., 1994.- Précis de la phoeniciculture. FAO, Rome, 192 p.

## COMPARISON OF ANTIOXIDANT ACTIVITY AND PHENOLIC CONTENT OF THREE VARIETIES OF ALGERIAN DATES

GHIABA Zineb<sup>1</sup>, BOUKOUADA Mustapha<sup>1</sup>, SAIDI Mokhtar<sup>1</sup>, YOUSFI Mohamed<sup>2</sup>,  
GHIABA Nadjet<sup>1</sup>, KENDOUR Zaouia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire V.P.R.S, Université de Ouargla, BP 511 route de Ghardaia.30000 Ouargla

<sup>2</sup>Laboratoire de Chimie Organique, Université Amar Telidji-Laghouat

BP 37G Laghouat 03000 Algérie

Email: ghiaba\_zineb@yahoo

**Abstract-** The date palm is a typical plant of the arid and semi arid areas. Unfortunately, not all of its varieties profits from an economic interest except Deglet-Nour. This poses a danger to date palm genetic inheritance and the biodiversity. This study was initiated to investigate the antioxidant of methanol-water extracts from three date palm fruits (DPF) common in the region of Ouargla (Algeria); Degla Baidha (DB), Tamjhourt (Tam) and Tafezauine(Taf). The antioxidant capacities of these varieties were evaluated by using different methods, namely ABTS<sup>+</sup>(2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid)) scavenging activity expressed as Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC), DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radical scavenging activity, Reducing power expressed as Ascorbic acid equivalents antioxidant capacity (AEAC). Total phenol content (TPC) was determined by using Folin–Ciocalteu Reagent. Total flavonoid content (TFC) was determined by using aluminum chloride method. Concerning the ABTS scavenging activity (Trolox equivalent), the TEAC values decreased in the order of DB>Tam>Tef. Effective scavenging concentration (IC50) on DPPH radical decreased in the order of Tam>DB>Tef. Effectiveness in reducing power was in a descending order of Tam>DB>Tef. The TPC was found from 41.8 to 84.73 mg/100g gallic acid equivalents. The order of TPC of DPF is: DB>Tef>Tam, while TFC varied between 7.52 to 14.1 mg/100g rutin equivalents and in a descending order of DB>Tam >Tef. These results suggest that all date varieties serve as a good source of natural antioxidants and could potentially be considered as a functional food or functional food ingredient.

**Keywords:** date palm fruit; antioxidant capacity; ABTS; DPPH; reducing power.

### ETUDE COMPARATIVE DE L'ACTIVITE ANTIOXYDANTE ET LE CONTENU EN COMPOSÉS PHÉNOLIQUES DE TROIS VARIÉTÉS DE DATTES COMMUNES D'ALGERIE

**Résumé-** Le palmier dattier est une plante typique des zones arides et semis arides. Malheureusement, ce ne sont pas toutes les variétés de dattes qui bénéficient d'un intérêt économique, sauf pour la variété Déglét-Nour. Elle représente donc un danger pour le patrimoine génétique et la biodiversité. La présente étude recherche à évaluer l'activité antioxydant des extraits aqueux méthanoliques de trois variétés de dattes communes: Déglé Baidha (DB), Tamjhourt (Tam), et Tafezauine (Tef), de la région de Ouargla (Algérie). Les capacités antioxydantes de ces variétés ont été évaluées en utilisant différents méthodes, dont l'ABTS<sup>+</sup> (l'acide 2,2'-azino-bis-(3-éthylbenzthiazoline-6-sulfonique), balayage activité, exprimée en Trolox Equivalent Antioxydant a Capacité (TEAC), DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) ) comme radical libre, le pouvoir réducteur exprimée en acide ascorbique équivalent antioxydant a capacité (AEAC). Les phénols totaux ont été déterminés avec le réactif de Folin-Ciocalteu. Pour les flavonoïdes totaux (TFC), il est utilisé la méthode du chlorure d'aluminium. L'activité antiradicalaire ABTS (Trolox Equivalent) et les valeurs de TEAC présentent une diminution selon l'ordre suivant: DB> Tam> Tef. L'effet scavenger de la concentration (I50) sur le radical DPPH diminue en ordre suivant: Tam>DB>Tef. L'efficacité du pouvoir réducteur du fer décroissant est selon l'ordre suivant: Tam>DB>Tef. Le TPC varie de 41,8 à 84,73 mg/100g équivalents acide gallique, l'ordre du PTC de DPF est: DB>Tef>Tam. Cependant le TFC varie de 7,52 à 14,1 mg/100g équivalents rutine selon l'ordre décroissant suivant: DB>Tam>Tef. Les résultats obtenus dans la présente étude laissent apparaître que toutes les variétés de dattes constituent une bonne source d'antioxydants naturels et pourraient être considérés comme un aliment fonctionnel ou ingrédient d'aliment fonctionnel.

**Mots clés:** fruits du palmier dattier; capacité antioxydant; ABTS; DPPH; pouvoir réducteur.

## Introduction

In recent years, increasing attention has been paid to the role of diet in human health. Epidemiological studies have shown that high fruit and vegetable consumption has health benefits in the prevention of chronic diseases, such as atherosclerosis and cancer, cardiovascular, cataract, diabetes, coronary heart diseases, and neurodegenerative diseases, including Parkinson's and Alzheimer's diseases [1,2], as well as inflammation and problems caused by cell and cutaneous aging [3].

The date palm (*Phoenix Dactylifera*) is a monocotyledon of the family of the Palmae, one of the genera of which are the Coryphoideae, of which one species is *Phoenix Dactylifera* [4], cultivated mainly in North Africa but also in South Asia, USA and Australia. It covers a surface of about 800.000 ha and it is important directly or indirectly for the life of about 100 millions of inhabitants [5]. It offers a good food source of high nutritional value. This tree gives many date growing countries in remote areas, the main food for a considerable number of people and provides working conditions to considerable numbers of laborers in rural areas [6].

Dates are important crops in the southern regions of Algeria, where the estimated annual production is 468000 tons from an area of 140000 hectares planted with date palms [7]. More than 940 cultivars have been currently identified [8]. In the Wilaya of Ouargla, for instance, date palm trees cover an area palm of 20 622 hectares with a total number of palms of 2 341034 producing about 849082 tones in 2007 [9].

The aim of this study is to investigate *in vitro* the antioxidant capacities of the methanol-water extracts from three date palm fruit (DPF) varieties from the Ouargla region (Algeria). In the present study, methanol-water extracts were prepared from dried and powdered of plant material. The antioxidant activity was examined for all the three varieties using two antioxidant assays such as, free radical scavenging, reducing power. Furthermore, the total phenolic content and flavonoids contents were also measured from plant extracts.

## 1.- Materials and method

### 1.1.- Plant material

Three different Algerian ripe date palm fruit (DPF) varieties, Degla Baidha variety (DB) harvested on November 9th 2006, Tamjhourt variety (Tam) was harvested on October 11th 2006, Tafezauine variety (Taf) was harvested on October 29th 2006, fruits were collected from the Ouargla region (Algeria), the fruit were segmented and their seeds were carefully removed, and stored in paper bags in a refrigerator.

### 1.2.- Chemicals and reagents

Chemicals were purchased from Sigma (USA), Aldrich (Milwaukee, USA), Fluka Chemie (Buchs, Switzerland), Sigma-Aldrich (Steinheim, Germany) and Merck (Germany). Riedel-dhaen, Prolabo.

### 1.3.- Sample preparation and extraction

The plant material was air dried until dryness at room temperature in the dark for three weeks, and milled to a fine powder using a coffee-grinder. The phenolics from samples were isolated by a modified version of the method described by Djerridane et al (2006) [10]. 20 g of fine ripe date palm fruit powder macerated in 100 ml methanol:water (80:20, v/v) for 24 h at

room temperature. The crude preparation was filtered, and the residue re-extracted twice with 50 ml of the same hydrau-alcoholic solvent for 24 h at room temperature. The extract was filtered. The filtrates were combined. After removing the alcohol under vacuum at 40 °C, the Phenolic compounds were extracted three times with ethylacetate (1:1, v/v). The three organic phases were combined; the residual water in the ethylacetate was eliminated with anhydrous sodium sulphate, and then evaporated to dryness using a rotary evaporator. The extracted phenolics were dissolved in methanol and then filtered using filter paper. Methanolic solutions of phenolic were stored in a freezer for analysis. The storage conditions (time and temperature) were the same for all types of fruit.

#### **1.4.- Determination of antioxidant capacities**

##### **1.4.1.- ABTS<sup>•+</sup> scavenging activity**

The ABTS<sup>•+</sup> was prepared by enzymatic oxidation of ABTS with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and peroxidase [11], a green bluish complex was formed by mixing peroxidase, hydrogen peroxide, ABTS and solution PBS buffer (pH 6.8), the absorbance at 416 nm was recorded each minute after initial mixing. Appropriate solvent blanks were run in each assay, and all measurements are done at least 5 min. The results are expressed as the Trolox equivalent antioxidant capacity (μM TEAC).

##### **1.4.2.- DPPH radical scavenging activity**

Scavenging Radical activity of DPF extracts against stable DPPH<sup>•</sup> (2-diphenyl-2-picrylhydrazyl hydrate) was determined using the method of Brand-Williams, Cuvelier, & Berset,(1995) [12]. This method was determined spectrophotometrically. When DPPH<sup>•</sup> reacts with an antioxidant compound, which can donate hydrogen, it is reduced. The changes in colour (from deep-violet to light-yellow) were measured at 517nm on a UV-visible light spectrophotometer (UV-1601). The antioxidant activity of the extract was expressed as an IC50 value defined as the concentration (in mg/l) of the extract that inhibited the formation of DPPH radicals by 50% [10].

##### **1.4.3.- Reducing power**

The reducing power of DPF extracts was determined according to the method of Oyaizu (1986) [13]. Different concentrations of extracts were mixed with phosphate buffer and potassium ferricyanide . The mixture was incubated at 50 °C for 20 min. A portion (2.5 ml) of trichloroacetic acid was added to the mixture. The upper layer of solution (2.5 ml) was mixed with distilled water (2.5 ml) and FeCl<sub>3</sub> , and the absorbance was measured at 700 nm. Increased absorbance of the reaction mixture indicated increased reducing power. Reducing power (P<sub>R</sub>) was expressed as Ascorbic acid equivalents antioxidant capacity (mM AEAC).

#### **1.5.- Determination of total phenol content (TPC)**

The concentration of total phenolics (TPC) was determined by the Folin–Ciocalteu colorimetric method [14]. The total phenolic content (TPC) was expressed as gallic acid equivalents (GAE) in mg/100 g dry plant material. The concentration of phenolic compounds was calculated according to the following equation that was obtained from standard gallic acid graph.

#### **1.5.- Determination of total flavonoid content (TFC)**

The total flavonoid content (TFC) was determined according to the aluminum chloride

colorimetric method described of Chang, Yang, Wen, and Chern (2002) based on the method of Woisky and Salatino (1998) [15,16]. With slight modifications and results were expressed as mg rutin equivalents (RE) per 100 g of dry weight. The method is based on the quantification of yellow color produced by the interaction of flavonoids with  $AlCl_3$  reagent. The concentrations of flavonoid compounds were calculated according to the following equation that was obtained from the standard rutin graph.

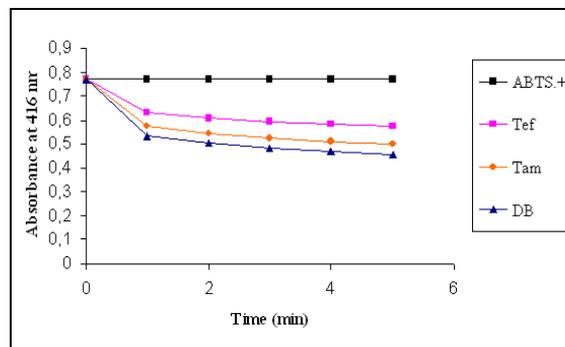
## 2.- Results and discussion

### 2.1.- Determination of antioxidant capacities

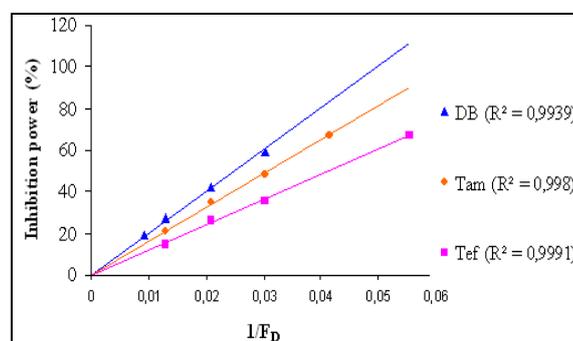
#### 2.1.1.- ABTS<sup>•+</sup> scavenging activity

The chromogen 2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) radical (ABTS<sup>•+</sup>) can be directly generated by the enzymatic system formed by hydrogen peroxide and horseradish peroxidase. The reaction is time- and concentration-dependent, and the ABTS<sup>•+</sup> generated shows excellent stability. The method is an adaptation of the decolouration method previously reported [17].

Fig. 1 illustrates the effects of the durational reaction of DPF on the suppression of the absorbance of the ABTS<sup>•+</sup>. To understand the effects of DPF concentration on the ABTS assay, the radical scavenging activities of the three DPFs were measured (fig. 2). The results showed that there was a concentration-dependency in the ABTS<sup>•+</sup> radical scavenging activity for all DPFs. The plots suggest that at lower concentrations, the relationship between concentration and the decrease in the Absorbance is linear too. The antioxidant activity measurements of DPF. The TEAC values decreased in the order of DB>Tam>Tef.



**Fig. 1.-** Plot of absorbance fall with respect to the concentration of plant extras (1–5 min)



**Fig. 2.-** Concentration-response curves for inhibition of the absorbance of ABTS<sup>•+</sup> cation at (416 nm) for DPF extracts

### 2.1.2.- DPPH radical scavenging activity

DPPH<sup>•</sup> radical is a stable lipophilic free radical which has been generally used for estimating antioxidant activity of food and medicine materials. The decrease in absorbance of the DPPH radical caused by antioxidant was due to the scavenging of the radical by hydrogen donation. It is visually noticeable as a colour change from purple to yellow [18]. In the current study, DPPH percent scavenging activities of plant crude extracts were measured in different concentrations and results are given for DPPH percent radical scavenging activity (% RSA) versus extract concentrations in g/l in figure 3. The scavenging effect was increased with increasing concentration.

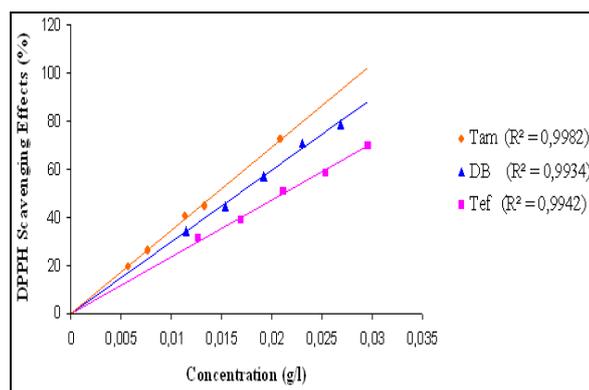


Fig. 3.- DPPH scavenging effect of DPF extracts

### 2.1.3.- Reducing power activity

Tanaka *et al.*, Duh have observed a direct correlation between antioxidant activity and reducing power of certain plant extracts [19,20]. The antioxidant potential of the DPF was further investigated through its reducing power. Figure 4 show the reducing power of different DPF using the potassium ferricyanide reduction method Compared to ascorbic acid standard curve. For the measurements of the reductive ability, it has been investigated from the  $Fe^{3+}$ - $Fe^{2+}$  transformation in the presence of extract samples. Highest activity was found in Tam, followed by DB and the lowest activity was found in Tef. The reducing power might be due to hydrogendonating ability, and is generally associated with the presence of reductones [20].

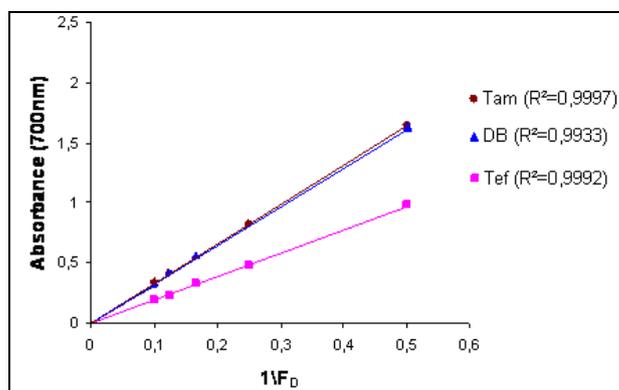


Fig. 4.-Reducing power effect of DPF extracts

## 2.3.- Total polyphenol and flavonoid contents

### 2.3.1.- Total phenolic content

The DB had the highest phenolic content, with 84.73 mg gallic acid equivalents/100 g dw sample, while lowest content was measured for Tam with 41.8 mg. The order of TPC of DPF is: DB >Tef >Tam.

### 2.3.2.- Total flavonoid content

Most of the flavonoids possess strong antioxidant properties following chain breaking mechanism. The highest TFC was observed for DB followed by Tam and Tef, respectively. A controversial order relative to other methods of antioxidant activity evaluation was observed.

The antioxidant activities of fruits (dates) of the date palm can be contributed to phenolic compounds, such as cinnamic acids and flavonoids (flavones, flavonols and flavanones) [20,21]. Thus, the DPPH radical scavenging activity of FDP extracts may be mostly related to their phenolic hydroxyl group. The concentration of hydrogen peroxide in water may vary according to the phenolic compounds. Since phenolic compounds present in the extract are good electron donors, they may accelerate the conversion of  $H_2O_2-H_2O$  [23].

## Conclusion

In this study, it was demonstrated for the first time that the methanol-water extracts from three date palm fruit varieties from the Ouargla region (Algeria) possessed a good antioxidant activity, which may be associated with their alleged health benefits.

## References bibliographiques

- [1].- Halliwell B., 1996. Antioxidants in human health and disease. *Annual Reviews in Nutrition*, 16: 33-49.
- [2] .- Podsędek A., 2007. A review of Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables. *LWT*, 40: 1-11.
- [3] .- Ames B. N., Shignaga M. K. and Hagen T. M., 1993. Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences, United States of America*, 90: 7915-7922.
- [4] .- Barreveld W. H., 1993. Date palm products, *FAO Agricultural Services Bulletin* 101: 29-63.
- [5].- Akkak A., Scariot V., Botta R., 2005. Isolation and characterization of nuclear microsatellite markers in date palm (*Phoenix dactylifera L.*). *Atti dell'International Workshop on The Role of Biotechnology for the characterization and conservation of crop, forestry, animal and fishery genetic resources*, 5-7 marzo, Torino (Italia): 147-148.
- [6].- Zaid A., Arias-Jiménez E. J., 2002. Date Palm Cultivation. *FAO Plant Production and Protection*, N° 156, Rev. 1, FAO, 110 p.
- [7].- FAOSTAT, 2007. All databases. Agricultural data. Agricultural production indices (<http://www.faostat.fao.org/>, visited 2 décembre 2008).
- [8].- Hannachi S., Khitri D., Benkhalifa A., Brac de la Perrière R. A., 1998. Inventory variety of palm Algeria, National Agency for Education and publishing (ANEP), Algeria, 12 p.
- [9] .- Ministry of Finance budget, 2007. Statistical Year Book. Directorate General of Planning and the Adjustment of Territory, Ouargla, Algeria.

- [10].- Djeridane A., Yousfi M., Nadjemi B., Maamrim S., Djireb F. And Stocker P., 2006. Phenolic extracts from various Algerian plants as strong inhibitors of porcine liver carboxylesterase. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 21: 719-726.
- [11].- Millar N. J., Rice-Evans C., Davies M. J., Gopinathan V., and Milner A. D., 1993. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clinical Science*, 84: 407-412.
- [12].- Brand-williams W, Cuvelier M. E., Berset C., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittelwissenschaft and technologie*, 28: 25-30.
- [13].- Oyaizu M., 1986. Studies on product of browning reaction prepared from glucose amine. *Japanese Journal of Nutrition*, 44: 307-315.
- [14].- Singleton V. L., and Rossi J. A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic – phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16: 144-158.
- [15].- Chang C. C., Yang M. H., Wen, H. M., and Chern J. C., 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10: 178-182.
- [16].- Woisky, R., and Salatino A., 1998. Analysis of propolis: Some parameters and procedures for chemical quality control. *Journal of Apicultural Research*, 37: 99-105.
- [17].- Cano A., Hernandez-Ruiz J., García-Canovas F., Acosta M., Arnao M. B, 1998. An end-point method for estimation of the total antioxidant activity in plant material. *Phytochemical Analyses*, 9: 196-202.
- [18].- Yen W. J., Chang L. W., and Duh P. D., 2005. Antioxidant activity of peanut seed testa and its antioxidative component, ethyl protocatechuate. *LWT*, 28: 193-200.
- [19].- Tanaka M., Kuie C. W., Nagashima Y. and Taguchi T., 1988. Applications of antioxidative Maillard reaction products from histidine and glucose to sardine products. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 54: 1409-1414.
- [20].- Duh P. D., 1998. Antioxidant activity of burdock (*Arctium lappa* Linne): its scavenging effect on free radical and active oxygen. *Journal of the American Oil Chemist's Society*, 75: 455-461.
- [21].- Mansouri A., Embarek G., Kokkalou E. and Kefalas P., 2005. Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera*). *Food Chemistry*, 89: 411-420.
- [22].- Vayalil P. K., 2002. Antioxidant and antimutagenic properties of aqueousextract of date fruit. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 50: 610-617.
- [23].- Ruch R. T., Cheng S. J., Klaunig J. E., 1984. Spin trapping of superoxide and hydroxyl radicals. *Methods in Enzymology* 105: 198-209.

## ACTIVITE ANTIBACTERIENNE DES EXTRAITS PHENOLIQUES DE LA PLANTE *Teucrium polium geyrii*

HAMMOUDI Roukia<sup>1</sup>, HADJ MAHAMMED Mahfoud<sup>1</sup>, RAMDANE Farah<sup>1</sup> et  
KHODIR Abed Allah<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Université Kasdi Merbah-Ouargla, laboratoire de biogéochimie des milieux désertiques  
30000 Ouargla, Algérie

<sup>2</sup>Laboratoire régional de contrôle de qualité (CAQE)  
30000 Ouargla, Algérie

E-mail : [rokia1811@yahoo.fr](mailto:rokia1811@yahoo.fr)

**Résumé-** Ce travail présente une contribution à la valorisation de l'une des plantes de la famille Lamiacées issue de la région de Tamanrasset (Sahara méridional Algérien), en l'occurrence *Teucrium polium geyrii*. Il s'agit d'une mise en évidence de l'activité biologique de certains de ses métabolites secondaires. La plante a été soumise à deux types d'extraction des composés phénoliques, par macération et au Soxhlet. L'analyse semi-quantitative des phénols totaux et des flavonoïdes des extraits phénoliques, réalisée par colorimétrie, a montré que l'extrait d'acétate d'éthyle obtenu par macération renferme plus de phénols totaux soit  $89.05 \pm 0.50$  mg/g en équivalent d'acide gallique, au même titre que le taux des flavonoïdes avec  $0.45 \pm 0.001$  mg/g en équivalent de vitexine. L'activité antibactérienne réalisée sur des souches bactériennes pathogènes et d'altération dont *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus cremoris*, *Clostridium perfringens*, *Klebsilla pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, par la méthode d'aromatogramme, a montré que les extraits testés sont doués d'activité antibactérienne appréciable avec des zones d'inhibition pouvant atteindre  $3.4 \pm 0.3$  cm de diamètre sur *Proteus mirabilis*.

**Mots clés :** *Teucrium polium*, plante médicinale, polyphénols, activité antibactérienne, aromatoigramme.

### ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF PHENOLIC EXTRACT FROM *Teucrium polium geyrii* PLANT

**Abstract-** This work presents a contribution to the detection of biological activity of some secondary metabolites of *Teucrium polium geyrii*, which is a Lamiaceae plant family of Tamanrasset (southern Algeria). The plant was subjected to two types of phenolic compounds extraction, maceration and Soxhlet apparatus. The semi-quantitative analysis of total phenols and flavonoids (phenolic extracts), was performed by colorimetry. It showed that the ethyl acetate extract obtained by maceration contains the largest amount of total phenols,  $89.05 \pm 0.50$  mg/g equivalent of gallic acid, as well as the rate of flavonoids with  $0.45 \pm 0.001$  mg/g equivalent of vitexin. The antibacterial activity carried on bacterial strains pathogenic and alterations, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus cremoris*, *Clostridium perfringens*, *Klebsilla pneumoniae*, *Escherichia coli* and *Proteus mirabilis*, by Aromatogram method, showed that the extracts tested are endowed interesting antibacterial activity with inhibition zones can reach  $3.4 \pm 0.3$  cm in diameter on *Proteus mirabilis*.

**Keywords:** *Teucrium polium geyrii*, medicinal plant, polyphenols, antibacterial activity, aromatoigram.

### Introduction

Les métabolites secondaires dont font partie les composés phénoliques contiennent des substances très recherchées par les industries des cosmétiques, de la pharmacie et de la phytothérapie [1]. *Teucrium polium geyrii* de la famille Lamiaceae, nommée Takmazzut par les Touareg, est une plante vivace souvent pérenne, recouverte de poils laineux qui lui donnent une couleur grise bleutée et sa taille varie entre 20 et 30 cm [2, 3, 4]. C'est une plante méditerranéenne, commune à l'Atlas saharien. Elle pousse surtout dans les lits pierreux des oueds et dans les roches, en altitude entre 1200 et 2600 m [3, 5]. En médecine traditionnelle africaine, cette espèce est utilisée en périodes de stress. Elle possède également une action bénéfique sur la

digestion. Ses propriétés anti-stress et anti-oxydantes permettent de lutter contre le vieillissement de la peau [6]. Elle est utilisée pour parfumer le thé. C'est l'aspirine des touaregs. En médecine traditionnelle, elle a une place importante en raison de ses indications thérapeutiques. Toutefois, elle semble n'avoir pas été suffisamment étudiée chimiquement, contrairement à d'autres sous espèces du même genre [2].

Cette étude s'intègre dans le contexte plus global de la mise en valeur de la biodiversité des plantes aromatiques algériennes pour leurs propriétés tant médicinales qu'alimentaires.

## **1.- Matériel et méthodes**

### **1.1.- Récolte du matériel végétal**

Le matériel végétal est constitué de la partie aérienne de la plante *Teucrium polium geyrii*, récoltée à Tamanrasset (Hoggar centre) en Novembre 2007. Les échantillons sont séchés à l'abri de la lumière et de l'humidité, à température ambiante et stockés soigneusement dans un endroit sec en vue de leur analyse.

La plante est été identifiée par S. BENHOUHOU, botaniste à l'institut national agronomique (INA) à El-Harrach-Alger (Algérie).

### **1.2.- Etude des composés phénoliques de *Teucrium polium geyrii***

#### **1.2.1.- Extraction par macération**

Un échantillon de 5 g de poudre végétale est soumise à macération dans un mélange hydroalcoolique (méthanol/eau 80/20: v/v) durant 36 heures à température ambiante et à l'obscurité, avec renouvellement du solvant toutes les 24 heures. Les extraits hydro-alcooliques sont évaporés sous vide à une température de 40°C. Après traitement à l'éther de pétrole pour éliminer les pigments [7], la phase aqueuse est extraite à l'acétate d'éthyle. L'addition de 4 ml du mélange: sulfate d'ammonium (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> à 20% (m/v) et l'acide orthophosphorique (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> à 2%) facilite le passage des composés phénoliques de la phase aqueuse vers le solvant organique. La phase organique obtenue est séchée sur sulfate de sodium anhydre (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) suivie d'une évaporation sous vide à 40°C [8,9].

#### **1.2.2.- Extraction au Soxhlet**

Un échantillon de 50 g de la partie aérienne de *Teucrium polium geyrii* est soumis à l'extraction par le méthanol au Soxhlet, pendant 7 heures. Après évaporation totale du solvant, 100 ml d'eau chaude sont additionnées au résidu sec puis conservé durant une nuit. L'extraction liquide-liquide a été ensuite réalisée avec un système de solvants de polarité croissante: éther de pétrole, l'hexane et le chloroforme, l'acétate d'éthyle et enfin le n-butanol [10].

### **1.3.- Quantification des composés phénoliques**

Le dosage des phénols totaux a été effectué par une méthode adaptée de SINGLETON *et al.* avec le réactif de Folin-Ciocalteu, tandis que les flavonoïdes sont quantifiés par dosage direct par le trichlorure d'aluminium [11,12].

#### **1.3.1.- Dosage des phénols totaux**

A partir d'une solution mère aqueuse préparée de l'acide gallique de concentration

massique 10mmol/l, des solutions filles sont préparées à des concentrations allant de 0.2 mmol/l jusqu'à 1.2 mmol/l. 50 µl de chaque solution, ou de l'extrait des polyphénols, sont introduits dans des tubes à essais. 100 µl de réactif de Folin-Ciocalteu et 1 ml d'eau bidistillée est ajoutée. Après 10 minutes, on ajoute 500 µl de carbonate de sodium Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> à 20% (m/v). Les solutions sont maintenues à l'obscurité pendant 2 heures à température ambiante. Les concentrations sont déterminées à l'aide d'un spectrophotomètre UV/Visible type LNICAM-DISCPD2000-1, à une longueur d'onde de 765 nm.

### 1.3.2.- Dosage des flavonoïdes

L'analyse quantitative des flavonoïdes est effectuée par la méthode de VENSKUTONIS *et al.* (2003). A partir de la solution mère de la vitexine (utilisée comme étalon) préparée dans le méthanol à une concentration de 1 mmol/l, des solutions filles de concentrations allant de 0.01 à 0.06 mmol/l sont préparées. 1 ml de chaque solution fille de la vitexine ou de l'extrait, est ajouté à 1 ml de trichlorure d'aluminium (AlCl<sub>3</sub>) à 20 % (m/v) dans l'eau. Après incubation à l'obscurité pendant 40 minutes à température ambiante, le dosage s'effectue par spectrophotométrie UV/Visible à 415 nm.

### 1.4.- Activité antibactérienne des extraits

La méthode des aromagrammes est utilisée pour rechercher l'activité antibactérienne au laboratoire de bactériologie de l'hôpital Mohamed Boudiaf et au laboratoire de contrôle de qualité de la localité de Ouargla. Le milieu de culture utilisé est la gélose Mueller-Hinton (4mm d'épaisseur). Les souches bactériennes choisies sont: *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus cremoris*, *Clostridium perfringens*, *Klebsilla pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*.

L'ensemencement de l'inoculum de 1 ml est réalisé en surface. Les disques pour aromagrammes des extraits dissous dans le DMSO (Ø 0.5 cm), sont déposés à la surface de la boîte. Chaque disque est imprégné d'une quantité variable (entre 1 et 10 µl) de l'extrait sélectionné. La boîte est incubée à l'étuve à 37° durant 12 à 18 heures. A la sortie de l'étuve, l'absence de la croissance microbienne se traduit par un halotranslucide autour du disque, identique à de la gélose stérile, dont le diamètre est mesuré et exprimé en centimètre. Le témoin est une boîte de Pétri ensemencée dans les conditions de l'expérience, sans disque.

## 2.- Résultats et discussion

Une investigation phytochimique préliminaire a été entreprise et a permis de mettre en évidence divers métabolites secondaires. Le Tableau I, regroupe les résultats des tests chimiques réalisés, après broyage de la plante *Teucrium polium geyrii*. Au vu des résultats, on déduit que la plante étudiée, comme d'autres espèces de la famille des Lamiacées, est riche en divers métabolites secondaires, ce qui explique l'intérêt et l'attention particulière portée à cette plante par plusieurs chercheurs [13]

**Tableau I.-** Tests chimiques préliminaires de la plante *Teucrium polium geyrii*

Test chimique	Présence
Tanins	+
Saponosides	+
Huiles essentielles	+
Cardénolides	+

Alcaloïdes	+
Anthraquinones libres	+
Stéroïdes et dérivés de stéroïdes	+
Flavonoïdes	+
Polyphénols	+

## 2.2.- Étude des composés phénoliques de *Teucrium polium geyrii*

### 2.2.1.- Extraction des flavonoïdes

Le tableau II est noté l'aspect, la couleur et le rendement de chaque extrait phénolique. Les résultats montrent un rendement élevé pour l'extraction réalisée par l'hexane au Soxhlet (7.50%) et le moins important est obtenu avec celle pour le chloroforme (2.66%). Cette différence peut être attribuée à la présence de composés lipophiles (acides gras, caroténoïdes, chlorophylles) de poids moléculaire élevé, plus solubles dans l'hexane. Toutefois, ces extractions peuvent être considérées comme complémentaires dans la mesure où les produits naturels présentent des polarités assez différentes.

**Tableau II.-** Caractéristiques des extraits phénoliques obtenus par macération et au Soxhlet de la plante *Teucrium polium geyrii*

Extraits	Couleur	Aspects	Rendement (%)
Hexane (soxhlet).	Vert foncé	Visqueux	7.50
Chloroforme (soxhlet)	Vert Jaune	visqueux	2.66
Acétate d'éthyle (soxhlet)	Jaune	poudre	5.31
n-butanol (soxhlet)	Jaune marron	poudre	5.58
Acétate d'éthyle (macération)	Jaune vert	poudre	3.70

### 2.2.2.- Analyse quantitative des polyphénols

La teneur en composés phénoliques de chaque extrait de plante est exprimée en milligrammes équivalents en acide gallique par gramme de la matière sèche. La quantification des flavonoïdes est exprimée en milligrammes équivalents en vitexine par gramme de la matière sèche. Les résultats sont regroupés dans le tableau III.

**Tableau III.-** Phénols totaux et flavonoïdes des extraits de la plante *Teucrium polium geyrii*

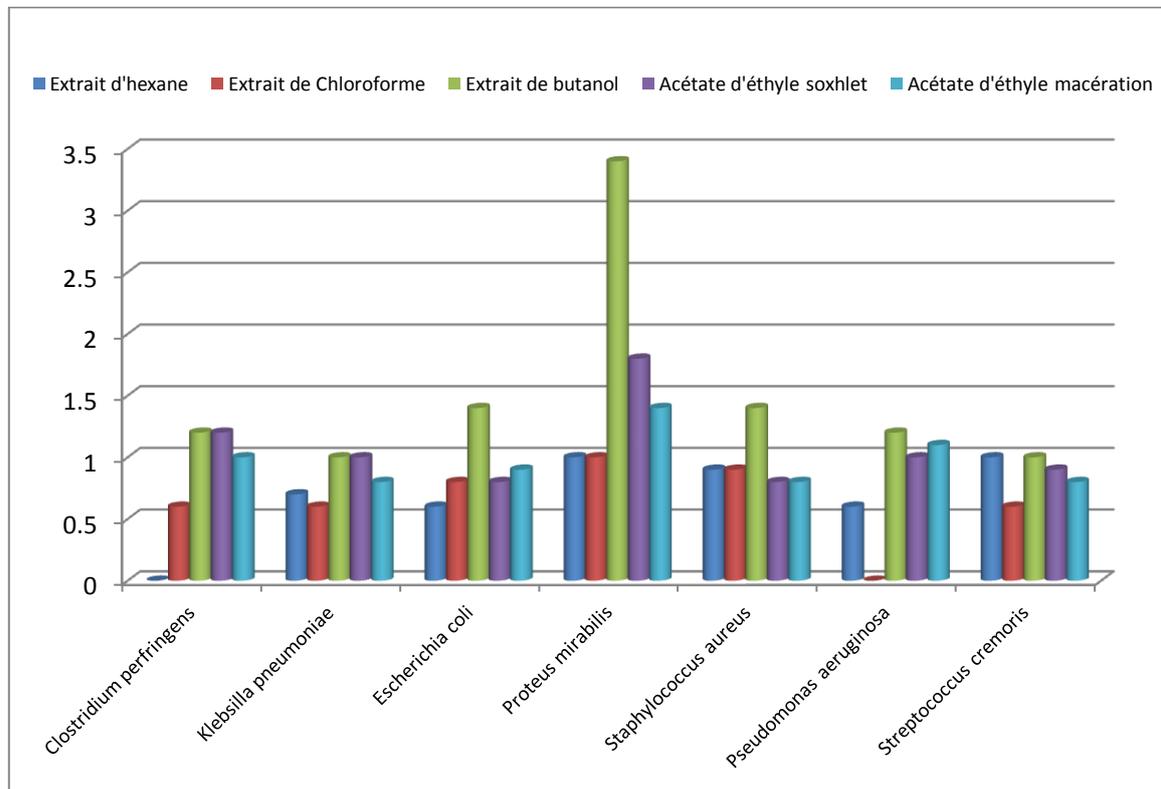
Extrait	Phénols Totaux (mg/g) équivalent en acide gallique	Flavonoïdes (mg/g) équivalent en vitexine
Acétate d'éthyle (macération)	89.05±0.50	0.45±0.001
Acétate d'éthyle (soxhlet)	1.81±0.05	0.06±0.097
n-butanol (soxhlet)	49.87±0.004	0.16±0.001
Chloroforme (soxhlet)	8.48±0.07	0.16±0.035
Hexane (soxhlet)	7.52±0.02	0.12±0.008

La teneur en polyphénols dans la plante *Teucrium polium geyrii* étudiée varie d'un extrait à un autre. L'extrait à l'acétate d'éthyle obtenu par macération renferme la plus grande quantité de phénols totaux (89.05±0.50 mg/g) au même titre que le taux des flavonoïdes (0.45±0.001 mg/g). La plus faible teneur en phénols totaux avec 1.81±0.05 mg/g est observée dans le cas d'extrait à l'acétate d'éthyle au Soxhlet. DJERIDANE *et al.* (2006) et PROESTOS *et al.* (2006), rapportent que la plante *Teucrium polium geyrii* provenant de Tamanrasset, est riche en

composés phénoliques.

### 2.3- Activité antibactérienne des extraits

La figure 1 indique les résultats des tests d'activité antimicrobienne des extraits issus de la plante *Teucrium polium geyrii* sur les souches bactériennes suivantes : *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus cremoris*, *Clostridium perfringens*, *Klebsilla pneumoniae*, *Escherichia coli* et *Proteus mirabilis*.



**Figure 1.-** Effet des extraits de *Teucrium polium geyrii* sur les différentes souches bactériennes

Il apparaît un effet antibactérien de la plante *Teucrium polium geyrii* sur différentes souches bactériennes Gram positif ou négatif. Cette efficacité est due à la présence des flavonoïdes qui sont des métabolites secondaires réputés pour leurs effets antibactériens [14,15].

De même, il est remarqué l'effet significatif de l'extrait butanolique de *Teucrium polium* sur les souches étudiées. L'effet de cet extrait est notable par rapport aux autres extraits testés, avec un maximum d'inhibition de  $3.4 \pm 0.3$  cm de diamètre chez *Proteus mirabilis* (fig. 2).

L'extrait à l'acétate d'éthyle possède un large spectre d'action couvrant les bactéries Gram positifs et négatifs, de la présente étude. Les extraits au chloroforme et à l'hexane, exercent des effets similaires mais avec des zones d'inhibitions différentes (fig. 2 et 3).

Les essais sur *Proteus mirabilis* montrent que les extraits présentent des diamètres d'inhibition supérieurs à 1 cm. Tous les extraits étudiés inhibent la croissance des souches de *S. aureus* en milieu gélosé. Une étude de OGANESYAN *et al.* a noté l'effet antimicrobien de l'extrait méthanolique de *Teucrium polium* sur *Klebsilla pneumoniae* et *Escherichia coli* [15].



**Figure 2.-** Activité des extraits du *Teucrium polium geyrii* sur *Proteus mirabilis*



**Figure 3.-** Activité des extraits du *Teucrium polium geyrii* sur *Klebsilla pneumoniae*

## Conclusion

Afin d'isoler de nouvelles substances naturelles permettant de mettre au point de nouvelles voies d'applications tant dans les domaines de la pharmacie, de la cosmétique, ce travail est une contribution à l'étude d'activités biologiques de certains métabolites secondaires de la plante *Teucrium polium geyrii* issue de la région de Tamanrasset (Algérie). La plante étant soumise à deux types d'extraction, la macération et au Soxhlet, l'analyse quantitative réalisée par spectrophotométrie a révélé des teneurs appréciables en polyphénols avec des quantités notables en flavonoïdes.

Le test de l'activité antibactérienne des différents extraits a montré que toutes les souches microbiennes testées sont inhibées par les extraits, dont l'extrait butanolique présente un effet plus marqué par rapport aux autres extraits testés, avec un maximum de zone d'inhibition de  $3.4 \pm 0.3$  cm de diamètre sur *Proteus mirabilis*.

## Références bibliographiques

- [1].- Gurib-Fakim A., 2006.- Medicinal plants: Traditions of yesterday and drugs of tomorrow. Molecular Aspects of Medicine, vol. 27: 1-93.
- [2].- Benchelah A C., Bouzian H., Maka M., 2004.- Fleurs du Sahara, arbres et arbustes, voyage au coeur de leurs usages avec les Touaregs du Tassili. Phytothérapie, vol. 6: 191-197.
- [3].- Abdallah H. et Sahki R., 2004.- Le Hoggar promenade botanique. Espèces herbacées. Edition Ésope, 311 p.
- [4].- Ashnagar A., Gharib N., et Foroozanfar S., 2007.- Isolation and identification of the major chemical components found in the upper parts of *Teucrium polium* plants grown in Khuzestan province of Iran. Chinese Journal of Chemistry, vol. 25:1171-1173.
- [5].- Ozenda P., 1979.- Flore du Sahara. CNRS, Paris, 423 p.
- [6].- Panovska T. K., Kulevanova S., Gjorgoski I., Bogdanova M., et Petrushevska G., 2007.- Hepatoprotective effect of the ethyl acetate extract of *Teucrium polium* L. against carbontetrachloride-induced hepatic injury in rats. Acta Pharm, vol. 57: 241-248.

- [7].- Torck M. et Pinkas M., 1992.- Les Flavonoides du Genre *Vicia*. *Biochemical Systematics and Ecology*, vol. 20, No. 5: 453-457.
- [8].- Stocker P., Yousfi M., Djerridane O., Perrier J., Amziani R., El Boustani S., Moulin A., 2004.- Effect of flavonoids from various Mediterranean plants on enzymatic activity of intestinal carboxylesterase. *Biochimie* 86: 919-925.
- [9].- Djeridane A., Yousfi M., Vidal N., Lesgards J. F., Stocker P., 2007.- Screening of some Algerian medicinal plants for the phenolic compounds and their antioxidant activity. *Food Chemistry*, vol. 97: 654-660
- [10].- Dastmalchi K., Damien Dorman H. J., Laakso I., et Hiltunen R., 2007.- Chemical composition and antioxidative activity of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) extracts. *LWT*, vol. 40: 1655-1663.
- [11].- Singleton V. L., Ortofer R., Lamuela-Raventos R. M., 1999.- Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*. Orlando. Academic Press: 152-178.
- [12].- Özkan G, Kuleaoan H, Çelik S, Gokturk R. S. et Ünal O., 2007.- Screening of Turkish endemic *Teucrium montbretii* subsp. *pamphylicum* extracts for antioxidant and antibacterial activities. *Food Control*, vol. 18: 509-512
- [13].- Naghibi F., Mosddegh M., Mohammadi M. S. et Ghorbani A., 2005.- Labiatae Family in folk Medicine in Iran: from Ethnobotany to Pharmacology Iranian. *Journal of Pharmaceutical Research*, vol. 2: 63-79.
- [14].- Havsteen B. H., 2002.- The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacology et Therapeutics*, vol. 96: 67-202
- [15].- Sosa M. E. et Tonn C. E., 2006.- Plant secondary metabolites from Argentinean semiarid lands: bioactivity against insects. *Phytochem Rev*, DOI 10.1007/s11101-006-9056-7.

## **CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DE QUELQUES CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES ET HYGIÉNIQUES DES EAUX USÉES ISSUES DE REJETS DE CERTAINES LOCALITÉS DE LA CUVETTE DE OUARGLA (SAHARA SEPTENTRIONAL EST ALGÉRIEN): IMPACT SUR LE MILIEU RÉCEPTEUR**

HAMDI Wassila\*, YOUCEFI Mustapha, TOUIL Youcef., BOUGRINAT Radia, FERHI Naziha, et OULD EL HADJ Mohamed Didi  
Université Kasdi Merbah-Ouargla  
Laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi-aride  
Ouargla 3000 Algérie Email : [mohameddidid@yahoo.fr](mailto:mohameddidid@yahoo.fr)

**Résumé-** La cuvette de Ouargla a connu durant ses dernières décennies, une urbanisation galopante se traduisant, par un accroissement accru en rejets d'eaux usées domestiques et industrielles avec toutes leurs conséquences sur le milieu récepteur aride. La présente étude sur terrain, laisse apparaître que les réseaux d'assainissement de la cuvette, jouent un rôle de transporteur des eaux usées brutes d'une partie de la ville vers une autre, bien que habitée. Les analyses physico-chimiques de ces eaux montrent qu'elles ont un pH qui ne semble pas varier d'une manière significative dans les différents échantillons d'eau. Mais la conductivité électrique varie suivant les sites. Cette variation va du simple au double. A Ouargla, l'origine des eaux d'alimentation a une influence sur la conductivité électrique. Les températures des différents échantillons d'eaux usées sont très proches d'une zone de prélèvement à l'autre, se situent entre 18,8°C à 23,9°C durant la période d'étude. Les matières en suspension sont d'origine minérale à savoir sable, limon, argile, etc., ou organique représentant des produits de la décomposition des matières végétales ou animales, acides humiques ou fulviques par exemple. La demande chimique affiche une variation allant, de 460 mg O<sub>2</sub>/l pour les eaux usées de l'hôpital à 7584 mg O<sub>2</sub>/l pour les eaux usées du Ksar. Pour la demande biologique en oxygène des eaux usées analysées, elle diffère entre les eaux usées domestiques et industrielles. Mais le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> reste faible. Ces eaux usées sont caractérisées par un taux de sels ammoniacaux NH<sub>4</sub><sup>+</sup> plus élevé que celles préconisées par les normes françaises. Les caractéristiques hygiéniques de nos échantillons révèlent l'existence de différentes espèces bactériennes avec une dominance de coliformes totaux, de coliformes fécaux et de clostridium sulfite-réducteurs. Ce dernier demeure responsable de la corrosion au niveau des canalisations. Mais au cours des différentes analyses hygiéniques, il est noté l'absence de Salmonella.

**Mots clés:** Eau usée, Ouargla, hygiène, chimie, domestique, industrie, Sahara.

## **CONTRIBUTION TO THE STUDY OF SOME PHYSICAL AND CHEMICAL AND HYGIENIC CHARACTERISTIC OF WASTEWATER DISCHARGE FROM CERTAIN LOCALITIES OF THE BASIN OF OUARGLA (NORTH EAST ALGERIAN SAHARA): IMPACT ON THE ENVIRONMENT RECEIVER**

**Abstract-**The basin of Ouargla has experienced during his last decades, resulting in rapid urbanization, increased by an increase in discharges of domestic sewage and industrial with all their consequences on the receiving environment dry. This field study, reveals that the sewerage of the basin, play a role of carrier of raw sewage a part of town to another, although inhabited. The physico-chemical analyzes of these waters indicate that they have a pH that does not appear to vary significantly in different water samples. But the electrical conductivity varies from site to site. This variation is a factor of two. In Ouargla, origin of water supplies has influenced one of the electrical conductivity. The temperatures of the different wastewater samples are very close to a picking area to another are between 18.8°C to 23.9°C during the study period. Suspended solids are of mineral origin namely sand, silt, clay, etc., Representative or organic products of decaying plant or animal matter, humic or fulvic acids, for example. The chemical demand shows a variation ranging from 460 mg O<sub>2</sub>/l for wastewater from hospital to 7584 mg O<sub>2</sub>/l for wastewater Ksar. For biological oxygen demand of wastewater analyzed, it differs between the domestic and industrial wastewater. But the report DCO/DBO<sub>5</sub> remains low. These wastewaters are characterized by a rate of NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ammonium salts higher than those recommended by French standards. The hygienic characteristics of our samples revealed the existence of different bacterial species with a dominance of total coliforms, fecal coliforms and Clostridium sulfite-reducers. The latter remains responsible for the corrosion in the pipes. But during various hygienic analyzes, noted the absence of Salmonella.

**Keywords:** Wastewater, Ouargla, hygiene, chemistry, domestic, industry, Sahara.

## **Introduction**

Le développement démographique et la croissance industrielle de notre ère, conditionnent notre environnement et notre mode de vie. Certes la croissance industrielle comporte des avantages sur le plan économique et social, et apporte une certaine amélioration de niveau social [1]. Le développement de l'industrie et la poussée démographique entraînent une demande en eau toujours croissante et par conséquent, un déversement quotidien d'un flux de polluants [2]. Les eaux usées sont généralement en croissance avec la taille de l'agglomération suite à une certaine habitude de vie et une plus grande activité du secteur industriel.

La cuvette de Ouargla se développe de nos jours d'une manière anarchique. Cet accroissement entraîne un flux de populations rurales et interurbaines qui sont en liaison directe avec une surexploitation des ressources hydriques. Tenant compte de la topographie de la cuvette, elle se heurte à des problèmes d'évacuation des eaux usées urbaines dont les volumes ne cessent de s'amplifier. Le problème majeur auquel doit faire face Ouargla demeure le manque d'un exutoire capable de drainer les volumes d'eaux usées déversés par jour et dont les quantités ne cessent d'augmenter dans le temps. Un tiers seulement de la cuvette de Ouargla est dépourvu de réseaux d'assainissement d'où la réalisation des fosses perdues sur un sol à structure sablonneuse sur un support gypseux. Face à ce constat, il est entrepris une étude de l'impact des eaux usées dans la cuvette de Ouargla. L'objectif s'articule autour de deux points à savoir l'action des eaux usées sur la cuvette mais aussi leur qualité hygiénique et physico-chimiques.

## **1.- Méthodologie de travail**

### **1.1.- Enquête**

Le réseau d'assainissement de la ville de Ouargla, a un rôle de transporteur des eaux usées brutes d'une partie de la ville de Ouargla vers l'exutoire principale d'Oum Raneb, avec tous les risques d'hygiéniques possibles. La situation de continentalité de la ville de Ouargla ne permet pas une évacuation des eaux usées en dehors de la cuvette.

### **1.2.- Investigations sur terrain**

Malgré les faibles précipitations, Ouargla dispose d'un réservoir hydrique souterrain important par rapport aux autres zones du Sahara algérien. Ces eaux ont des provenances diverses à savoir des eaux usées provenant des zones industrielles, des ménages, des hôpitaux, de l'agriculture, etc. Dans la cuvette de Ouargla l'industrie est caractérisée par un hôpital, un abattoir, des stations de lavage, des petites industries dont la plupart est localisée dans la zone industrielle comme par exemple l'unité de maintenance profonde ou l'unité de montage industriel, etc.

### **1.3.- Choix des sites**

Le choix des sites d'étude est orienté par les caractéristiques des eaux usées de la cuvette de Ouargla mais aussi en fonction de leur provenance. Vu les caractéristiques et les différents paramètres des eaux usées de la cuvette de Ouargla le choix a porté sur les eaux usées de l'abattoir, de l'unité de montage, de l'hôpital, du Ksar et de la maintenance industriel et de l'unité de maintenance de la société algérienne de transport routier (SNTV) de Ouargla.

## **1.4.- Analyses physico-chimiques**

Les analyses physico-chimiques concernent le pH, la conductivité électrique, les matières en suspension, la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biologique en oxygène (DBO5) et le dosage des sels ammoniacaux ( $\text{NH}_4^+$ ).

## **1.5.- Analyses microbiologiques**

Les analyses microbiologiques portent sur la recherche des coliformes totaux, les coliformes fécaux, les clostridium sulfite-réducteurs et les salmonellas.

## **2.- Résultats et discussion**

### **2.1.- Diagnostic sur terrain**

Des investigations de l'impact des eaux usées dans la cuvette de Ouargla laissent apparaître une dégradation des drains d'évacuations qui parfois inexistant à cause de leur mauvais entretien. La dégradation du niveau de vie des cultivateurs entraîne un délaissement de la palmeraie ou la conversion de certaines parcelles en habitation. L'extension de la ville de Ouargla est l'un des facteurs clés de la dégradation de l'écosystème la cuvette de Ouargla. Les constructions dans la palmeraie sans tenir compte du caractère de la cuvette ayant une nappe qui affleure en surface avec une salinité élevée, ont eu des répercussions sur l'environnement socio-économique mais aussi sur la santé des populations. Cette cause naturelle émane essentiellement de la situation géographique et topographique de la palmeraie rendant le problème de drainage d'une fragilité considérable. Il n'existe pas un lieu de rejet à cela s'ajoute la difficulté d'évacuation des excédents. Ce sont les conséquences d'une zone humide. Cette zone saharienne est caractérisée par des sols sablonneux. Ces sols vu les pores d'un trop grand diamètre, les eaux usées domestiques ou industrielles ne sont pas retenues dans les couches superficielles mais s'infiltrant et gagnent les couches profondes. La composition des eaux profondes dépend de la qualité hygiénique de ces eaux; une telle qualité que l'on retrouve dans la nappe phréatique.

### **2.2.- Analyses physico-chimiques des eaux usées échantillonnées de la cuvette de Ouargla**

Les résultats des analyses physiques et chimiques de la première et la deuxième campagne sont groupés dans le tableau I. Les valeurs du pH ne semblent pas varier d'une manière significative dans les différents échantillons d'eau. Cependant, ces eaux ont une provenance soit industrielle ou domestique. Elles sont légèrement alcalines. La valeur de pH, la plus faible est celle obtenue avec les eaux usées de l'abattoir égale à 6,91. La pollution dans cette zone d'activité est essentiellement organique. La dégradation des substances organiques entraîne une tendance générale à acidifier le milieu par suite de la fermentation rapide [3]. Selon, les normes Algériennes pour les pH des eaux usées publiés dans le journal officiel en 1993, les rejets sont admises avec des valeurs de pH comprises entre 5,5 et 8,5. Les valeurs de pH respectives pour les différents échantillons analysés dans la première campagne, au vu de normes nationales semblent sans impact sur le milieu naturel. Pour les mesures du pH de la deuxième campagne, laisse apparaître tous les échantillons soit domestiques ou industriels, de pH légèrement alcalins. Cette légère alcalinité variée de 7,13 pour le Ksar 7,13 à 7,85 pour l'hôpital 7,85. Un pH élevé peut conduire à des dépôts incrustants dans les circuits [4]. Avec 6,89, l'abattoir présente des eaux usées acides à cause de la dégradation des substances organiques comme le sang par exemple. Mais l'unité de montage et maintenance industriel avec un pH 6,35 suite à la dégradation de la matière organique existante en anaérobiose sous la suspension huileuse. Un pH inférieur à 7 peut conduire la corrosion du ciment ou des métaux de canalisations avec l'entraînement de plomb par exemple [4].

**Tableau I.-** Analyses physiques et chimiques des deux compagnes

Caractères	Paramètres									
	Echantillons	pH	CE ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	T ( $^{\circ}\text{C}$ )	MES ( $\text{mg}/\text{l}$ )	DCO ( $\text{mg}/\text{l}$ )	DBO <sub>5</sub> ( $\text{mg O}_2/\text{l}$ )	DCO/DBO <sub>5</sub>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> $\text{mg}/\text{l}$	
Premiere campagne	Eaux usées industrielles	Abattoir	6.99	5.7	19.3	704	2764	680	4.06	-
		Unité de montage	7.21	5.1	19.1	5800	>19008	1000	>19.00	-
		Unité de maintenance	7.15	5.4	19.2	1708	2150	200	10.75	-
		Station de lavage	7.32	4.4	19.1	1058	3417	520	6.57	-
	Domestiques	Hôpital	7.34	2.6	18.8	451	460	70	6.57	-
		Ksar	6.94	3.8	19.0	6924	7584	1700	4.59	-
		Villas sahariennes	7.14	2.9	19.1	40	730	200	3.65	-
		Cite 460	7.47	4.4	19.3	89	614	170	3.61	-
Deuxieme campagne	Eaux usées industrielles	Abattoir	6.89	4.9	23.9	4254	18432	840	21.04	42
		Unité de montage	6.35	2.7	17.1	15058	>20928	>2500		203
		Unité de maintenance	7.37	5.4	21.2	2846	3360	650	5.16	42
		Station de lavage	7.35	2.5	18.3	102	1421	60	23.6	175
	Eaux usées domestiques	Hôpital	7.85	1.5	20.4	56	768	230	3.33	308
		Ksar	7.13	2.1	18.6	379	672	450	1.49	140
		Villas Sahariennes	7.33	2	22.5	139	595	340	1.75	322
		Cité 460	7.20	2.4	17.3	168	806	490	1.64	231

La conductivité électrique indique le degré de la salinité ou bien la concentration des sels dissous dans l'eau. Elle est utilisée pour le contrôle de la qualité de l'eau [5]. Les valeurs de la conductivité électrique variables d'un site à l'autre. Cette variation va du simple au double (Tab. I). Donc dans ses eaux les sels solubles sont faibles mais jamais nulles. Ceci peut s'expliquer par l'auto-dissociation [6]. Les valeurs de la deuxième campagne apparaissent proches les unes aux autres surtout pour l'unité de montage et maintenance industriel avec  $2,7 \mu\text{s}/\text{cm}$  et, la station de lavage avec  $2,5 \mu\text{s}/\text{cm}$  qui se situe dans la zone d'activité cette dernière est alimentée par deux complexes différents. Elle se trouve dans la zone de partage. L'hôpital et le Ksar présentent toujours une conductivité électrique faible. Toutefois, les valeurs de la CE pour l'abattoir, l'unité de maintenance profonde restent presque constantes. Selon RODIER (1996) dans les rejets d'eaux usées des modifications importantes de la conductivité électrique peuvent intervenir rapidement au cours de la journée [4]. Les températures des différents échantillons d'eaux usées sont très proches d'une zone de prélèvement à l'autre (Tab. I). Cependant une température supérieure à  $15^\circ\text{C}$  favorise le développement des micro-organismes dans les canalisations en même temps qu'elle peut intensifier les odeurs et les saveurs [4].

Les matières en suspension peuvent être d'origine minérale à savoir sable, limon, argile, etc., ou organique représentée par les produits de la décomposition des matières végétales ou animales, acides humiques ou fulviques par exemple. A ces composés s'ajoutent les micro-organismes tels que les bactéries, les planctons, les algues et les virus (tab. I). Ces substances sont responsables en particulier de la turbidité et de la couleur [3].

La demande chimique en oxygène est la teneur en  $\text{O}_2$  consommée par les matières oxydables (réductrices) dans des conditions définies [6]. Le tableau I montre une variation considérablement des valeurs allant de  $460 \text{ mg O}_2/\text{l}$  pour l'hôpital à  $7584 \text{ mg O}_2/\text{l}$  pour le Ksar. Les normes algériens des rejets d'eaux usées admises sont de l'ordre de  $120 \text{ mg O}_2/\text{l}$ . Des nuisances du milieu récepteur sont perceptibles s'il y a un apport élevé de matières organiques dans les eaux usées, alors une prolifération importante des micro-organismes pathogènes. La représentativité de la DCO n'est plus satisfaisante pour les eaux chargées en halogénures (rejets salins par exemple) ou des teneurs en chlorures supérieurs à  $2 \text{ g/l}$  [3]. La DCO est élevée pour tous les échantillons sauf pour celui de la station de lavage du Ksar et des villas sahariennes. Cette augmentation est due à l'augmentation de la matière en suspension qui contient des matières oxydables (tab. I).

La Demande biologique en oxygène, est la quantité d'oxygène en ( $\text{mg/l}$ ) consommée pour épurer biologiquement l'eau en cinq jours à  $20^\circ\text{C}$  et à l'obscurité [6]. Le tableau I montre pour les eaux usées analysées une différence de la  $\text{DBO}_5$  entre les eaux usées domestiques et industrielles. Il y a également une différence entre les sites de prélèvement. Pour les eaux usées industrielles, la valeur la plus faible, est celle de l'hôpital égale à une moyenne de  $70 \text{ mg O}_2/\text{l}$ . Les normes algériennes fixent pour les rejets d'eaux usées la  $\text{DBO}_5$  à  $40 \text{ mg O}_2/\text{l}$ . C'est au Ksar que la valeur élevée de la  $\text{DBO}_5$  est perceptible soit  $1650 \text{ mg O}_2/\text{l}$  d'eaux usées. La richesse en matière organique biodégradable diffère en fonction du mode de vie et l'utilisation des détergents. D'une manière globale les valeurs de la  $\text{DBO}_5$  élevée durant la deuxième campagne sont dues à une activité microbienne intense pendant la période estivale.

Le rapport  $\text{DCO}/\text{DBO}_5$  est l'indice de la biodégradabilité en milieu liquide d'un effluent. Il caractérise son aptitude à un traitement biologique. En moyenne le rapport  $\text{DCO}/\text{DBO}$  des effluents bruts domestiques et agroalimentaires, varie de 2 à  $2,5 \text{ mg O}_2/\text{l}$  [7]. Plus le rapport est faible plus l'effluent est biodégradable. Le rapport  $\text{DCO}/\text{DBO}$  pour la première campagne est compris entre 3.61 et 4.59 pour les eaux usées domestiques. Il y a une tendance vers une

dégradation des produits chimiques comme les détergents pour les eaux usées industrielles. Un rapport DCO/DBO<sub>5</sub> situé entre 6.57 et 10.75, mais ces valeurs sont très loin du rapport standard des effluents résiduaires urbaines donc la biodégradabilité est mauvaise. Pour la deuxième campagne les eaux usées domestiques, le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> va de 1.49 à 1.75. C'est le fait que l'eau est fraîche et ne subit pas encore une biodégradabilité. Tandis que les eaux usées industrielles ont une mauvaise biodégradabilité à cause de l'existence de certains produits inhibiteurs de ce phénomène tels que les huiles, les graisses, les phénols, ou une charge importante en matière organique. Pour les sels ammoniacaux NH<sub>4</sub><sup>+</sup> les valeurs obtenues de l'abattoir à l'unité de maintenance profonde. La valeur maximale est de 322 mg/l dans les villas sahariennes par dégradation de l'azote organique. En comparant avec les normes françaises des eaux urbaines marquées par une variation de valeurs entre 20-80 mg/l de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> [3]. Les eaux usées des différents échantillons, sont caractérisées par un taux de sels ammoniacaux NH<sub>4</sub><sup>+</sup> plus élevé que celles de la France. Les sels ammoniacaux n'ont pas un effet appréciable sur la santé de l'homme. Leur présence est un indicateur de pollution. Il permet à certaines bactéries de proliférer dans les réseaux. Il s'agit essentiellement de la prolifération de mauvaises odeurs dans le cas de conditions anaérobies [3]. L'entraînement par percolation à travers le sol ou par ruissellement apporte une pollution non négligeable des eaux souterraines et superficielles particulièrement dans le cas de l'azote et des micropolluants minéraux [3].

### 2.3.- Paramètres bactériologiques

Les analyses hygiéniques des différents échantillons montrent l'existence de différentes espèces microbiennes, sont groupées dans le tableau II. Dans les échantillons des eaux usées, la nature de la population bactérienne est très variée [3]. Le nombre de coliformes totaux apparaît plus ou moins constant dans ces eaux usées. Il est en moyenne égale à  $14.10^4$  germes /ml dans tous les échantillons sauf dans celui de l'unité de maintenance où le nombre chute jusqu'à  $25.10^2$  germes /ml. Pour les coliformes fécaux, le nombre est de même égale à celui des coliformes totaux  $14.10^4$  germes /ml, une exception pour l'unité de maintenance avec  $2.5.10^2$  germes /ml. A l'abattoir, ils sont de  $11.10^4$  germes /ml et la station de lavage seulement 25 germes /ml. Cette variation de concentration des germes est due à la nature des rejets. Pour RODIER (1996) ces germes vivent en abondance dans les matières fécales des animaux à sang chaud et constituent des indicateurs fécaux de la première importance [4]. Le nombre de streptocoques et de streptocoques fécaux est égale à  $14.10^4$  germes /ml pour l'abattoir et l'unité de maintenance d'une part et à l'hôpital et ksar d'autre part respectivement  $65.10^3$  germes /ml et  $2.10^4$  germes /ml. La présence des staphylocoques est remarquable pour l'abattoir, l'unité de montage, l'unité de maintenance, et la cité 460. Ce groupe de bactéries est presque absent dans les autres échantillons. Pour les salmonella les résultats laissent apparaître une absence totale dans tous les échantillons. Les résultats obtenus montrent que les eaux usées de quelle nature que soit sont colonisées par les clostridium sulfite-réducteurs. Ils sont responsables de mauvaises odeurs et peut être à l'origine de la corrosion au niveau des conduits. Les bactéries sont dites pathogènes quant elles sont capables de proliférer dans un organisme pluricellulaire en provoquant chez ce dernier des troubles de santé plus ou moins graves quand les conditions de milieu leur sont favorables et pénètrent par accident dans une voie biologique inhabituelle par ex: colibacilles dans le sang [3]. En présence de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dans les eaux usées des bactéries nitrifiantes peuvent développer une nitrification acidifiante [3], ce qui justifie des pH de l'unité de montage acide ou il a été constaté une valeur de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> importante soit 203 mg/l.

**Tableau II.-** Analyses bactériologiques

Echantillons	Germes Coliformes (Nombre/ml)	Coliformes fécaux (nombre/ml)	Streptocoques (nombre/ml)	Streptocoques fécaux (nombre/ ml)	Staphylocoques (Présence ou absence)	Salmonella (Présence ou absence)	Clostridium sulfito- réductrices
Abattoir	$14.10^4$	$11.10^4$	$14.10^4$	$14.10^4$	+	-	Envahissement
Unité de montage	$14.10^4$	$14.10^4$	$14.10^4$	$14.10^4$	+	-	Envahissement
Unité de maintenance	$25.10^2$	$2.5.10^3$	0	0	+	-	Envahissement
Station de lavage	$14.10^4$	25	0	0	-	-	Envahissement
Hôpital	$14.10^4$	$14.10^4$	$6.5.10^3$	$6.5.10^3$	-	-	Envahissement
Ksar	$14.10^4$	$14.10^4$	$2.10^4$	$2.10^4$	-	-	Envahissement
Villas sahariennes	$14.10^4$	$14.10^4$	$3.5.10^3$	$3.10^2$	-	-	Envahissement
Cité 460	$14.10^4$	$14.10^4$	$14.10^4$	$25.10^3$	+	-	Envahissement

### 3.- Conclusion

Les réseaux d'assainissement dans cette bande aride, jouent un rôle de transport des eaux usées brutes d'une partie de la ville à une autre partie habitée, avec tous les risques d'hygiéniques possibles. Les eaux usées qui s'y déversent, s'infiltrent et peuvent regagner la nappe phréatique avec toutes les conséquences hygiéniques. L'extension de la ville de Ouargla est l'un des facteurs clés de la dégradation de l'écosystème la cuvette de Ouargla. Les analyses physiques et chimiques de quelques échantillons d'eaux usées prélevées à différents points laissent apparaître des valeurs du pH qui ne semblent pas varier d'une manière significative dans les différents échantillons d'eau. La conductivité électrique varie du simple au double. Les matières en suspension peuvent être d'origine minérale. Les sels ammoniacaux  $\text{NH}_4^+$  les eaux usées de nos échantillons sont caractérisées par un taux plus élevé que celles de la France.

Les analyses hygiéniques des échantillons montrent que les eaux usées de la cuvette de Ouargla, sont caractérisées bactériologiquement par l'absence de salmonelles, une dominance de coliformes totaux, de coliformes fécaux et de clostridium sulfito-réducteurs qui provoquent la corrosion de canalisation.

### Références bibliographiques

- [1].- Gaid A., 1984. Epuration des eaux usées urbaines. Ed. Office de Publication Universitaire (T1), Ben Aknoun, Alger: 5-7.
- [2].- Anonyme, 2001. Maîtrise de la croissance urbaine de la métropole de Ouargla. ANAT, Ouargla: 2-15.
- [3].- Brault J. L., 1989. Mémento Technique de l'eau. Ed. Technique et Documentation, Paris: 3-119.
- [4].- Rodier J., 1996. L'analyse de l'eau. Ed. DOIN, 8<sup>ème</sup> édition, Paris: 644-1047.
- [5].- Satin M, Selmi B., 1999. Guide technique de l'assainissement. Ed. Le Moniteur, 2<sup>ème</sup> édition, Paris: 37-86.
- [6].- Ouali M. S., 2001. Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux. Office des publications universitaires, Ben Aknoun, Alger: 10-15.
- [7].- Mustin M., 1989. Le compost gestion de la matière organique. Ed. François Dubux, Paris: 266-269.

# CARACRERISATION GEOLOGIQUE ET CLIMATIQUE DE LA DAIA DE M'RARA AU PLATEAU DES DAIAS ORIENTAUX DANS LE BAS SAHARA

KOLLI Adil\*, AISSANI Belkassem

Département des sciences de la terre et de l'univers,  
Université Kasdi Merbah-Ouargla BP 511 Ouargla 30000 Algérie

\*Email : [adkogeol@yahoo.fr](mailto:adkogeol@yahoo.fr)

**Résumé-** Le Sahara algérien couvre une superficie de plus de deux millions de kilomètres carrés, s'étendant de l'Atlas Saharien et des Aurès jusqu'aux frontières maliennes, nigériennes et libyennes. Entre la bordure septentrionale du Hoggar et la bordure méridionale de l'Atlas saharien se situe le grand bassin sédimentaire du Bas Sahara. De l'Ouest à l'Est, il s'étend de la bordure du Grand Erg occidental jusqu'au-delà de la frontière libyenne. La Daïa M'Rara au plateau des Daïas orientaux se trouve à une altitude d'environ 100 m dans une cuvette à remplissage plio-quadernaire. Cette cuvette constitue un point de rupture de pente au niveau duquel les alluvions fluviales transportés par Oued R'Tem passant par M'Rara s'accumulent depuis probablement la fin du pliocène. Cependant le remplissage sédimentaire de la daïa ne comporte qu'un seul encroûtement calcaire, c'est une Daïa de la deuxième génération.

**Mots clés :** Daïa, M'Rara, Bas Sahara, cuvette, Oued.

## GEOLOGICAL AND CLIMATIC CHARACTERISATION OF THE DAIA M'RARA AT THE ESTERN DAIAS PLATEAU IN THE LOW SAHARA

**Abstract-** The Algerian Sahara covers an area of more than two millions square kilometers stretching from the Saharan Atlas and the Aures to the borders of Mali, Niger and Libya. Between the northern border of the Hoggar and the southern edge of the Saharan Atlas lies the great Sahara sedimentary basin bottom. From West to East, it extends from the edge of the Great Western Erg until after the Libyan border. Daïa M'rara in eastern daïas plateau lies at an altitude of about 100 m in a basin filled with Plio-Quaternary. This bowl is a point of break in slope at which the alluvium transported by river R'tem through M'rara accumulate since probably the late Pliocene. However, the sedimentary fill of Daïa has only one calcareous crust, this is a second generation daïas.

Keywords: Daïa, M'Rara, low Sahara, bowl, wadi.

### Introduction

Le Sahara algérien constitue de nos jours encore l'objet de multiples études universitaires, articles scientifiques et rapports techniques. Entre autres, des études ont porté sur la reconnaissance géologique et hydrogéologique du système aquifère du Sahara septentrional [1]. Certains travaux portent sur l'étude de la géochimie des chotts et des sebkhas, alors que d'autres travaux s'intéressent à l'étude des Daïas et des effondrements caractérisant le plateau des daïas dans le bas Sahara algérien. Cette recherche vise à déterminer la succession lithostratigraphique caractérisant la Daïa de M'Rara et à mettre en évidence les problèmes posés par les crues de l'oued R'Tem qui immergent la daïa pendant plusieurs jours.

### 1.- Approche méthodologique

La Daïa de M'Rara au plateau des Daïas orientaux constitue un terrain vierge pour la recherche scientifique dans le Bas Sahara algérien. Notre méthodologie d'étude et d'analyse est basée tout d'abord sur la consultation et l'exploitation de toute la documentation existante et les

archives disponible du secteur d'étude et en second lieu de faire des investigations géologiques sur le terrain afin de mettre le point sur la situation actuelle de la Daïa M'Rara.

## 2.- Résultats

### 2.1.- Géologie de la Daïa de M'Rara

La succession litho-stratigraphique caractérisant la daïa de M'Rara, de bas en haut est la suivante :

- **Le Néogène** : est représenté par le Pontien. Ce sont en majeure partie des formations d'altération, provenant du démantèlement de l'Atlas du Crétacé, composé d'argiles gréseuses, de sables, de cailloux, d'argiles, des bancs de calcaires ou gypseux. L'épaisseur de ces alluvions varie de 0m au contact du Turonien de la chebka à 300m dans la fosse de Laghouat [2].

- **Le quaternaire**, est représenté par 03 couches, de bas en haut on a :

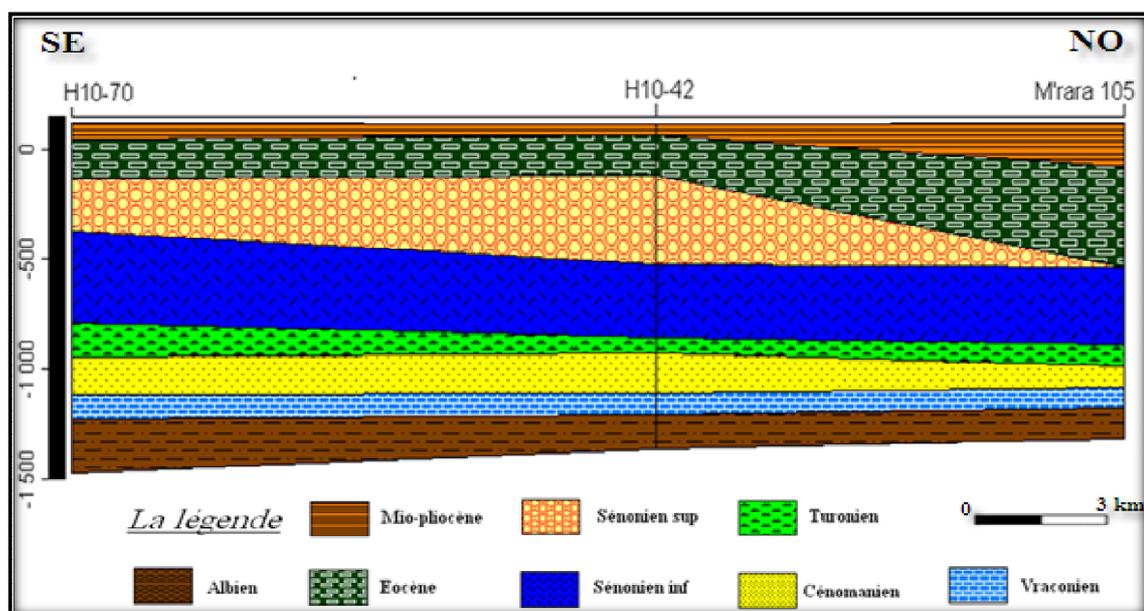
- Couche de conglomérats monogéniques, blanchâtres, très peu consolidés, calcaireux, d'une épaisseur de 4 à 6 m environ.

- Une croûte de calcaire nodulaire appelée croûte à dragée, sous forme de blocs basculés, d'une épaisseur de 1 m environ. Elle constitue de nodules gréseux, de dimensions centimétriques, entourées de zone d'accroissement concentrique, plus calcaire donnant une structure zonée.

- Couche argilo-sableuse épaisse de 3 à 4 m environ, qui est constituée de sable, d'argile, de limon en proportions variables selon les stations.

### 2.2.- Corrélation stratigraphique de la Daïa de M'Rara

La corrélation stratigraphique entre les forages de M'Rara<sub>105</sub>, H<sub>10-42</sub>, H<sub>10-70</sub> (fig. 1), qui sont presque alignés, et qui traversent la Daïa de M'Rara du Nord-Ouest vers le Sud-Est, révèle les caractéristiques géologiques suivantes :



**Figure 1.-** Corrélation stratigraphique entre les forages (M'Rara 105, H<sub>10-42</sub>, H<sub>10-70</sub>)

- Géologie homogène avec une stratification quasi horizontale des couches;
- Abondance des formations carbonatées; des calcaires, des dolomies;

- Existence des formations évaporitiques; des gypses, des anhydrites et des sels;
- Existence de quelques changements d'épaisseurs, notamment dans le Sénonien supérieur, l'Eocène et le Mio-pliocène;
- Il n'existe pas de variations lithologiques notables
- Absence du sénonien salifère qui peut causer des problèmes lors des opérations de forages pétroliers, surtout dans le cas de mauvaise cimentation des puits.

### 2.3.- Données climatiques de la Daïa de M'Rara

La Daïa de M'Rara est caractérisée par un climat aride, de type saharien, avec des étés secs et chauds et des hivers plus doux. Les écarts entre les températures diurnes et nocturnes sont importants, dépassent souvent les 20° [3].

La station de Touggourt, d'après sa situation géographique représente la station la plus proche de la zone d'étude (tab. I). A cet effet, l'étude climatique s'est basée sur les données de la station de Touggourt, vu sa représentativité.

**Tableau I.-** Distribution mensuelle moyenne des caractéristiques climatiques de la Daïa de M'Rara pour la période (1967-2007) [4]

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
T (°c)	10,5	12,6	16	20	25,3	30	32,9	32,7	28,5	22,3	15,4	11,3	21,45
Vent (m/s)	2,58	2,74	3,3	3,9	4	3,82	3,34	2,91	2,89	2,67	2,48	2,56	3,1
H (%)	65	55,6	49,3	44,6	42,2	37	33	34,7	44,2	52,3	42,6	66,8	47,3

#### - Température

La température de l'air est un paramètre particulièrement important qui contrôle les phénomènes suivants :

- L'infiltration de l'eau dans le sol, en fonction de l'évaporation et de la transpiration des végétaux;
- La nature des précipitations solides ou liquides [5].

D'après une étude des normales mensuelles de la température de l'air dans la station de Touggourt qui est basée sur une chronique de 40 ans (1967-2007), les mois les plus chauds en degrés sont Juin (30), juillet (32,9), Aout (32,7), septembre (28,5), et les plus froids demeurent Décembre (11,3), Janvier (10,5), Février (12,6). La température moyenne annuelle est égale à 21,45°C.

#### - Vent

Les vents sont importants au printemps et peuvent atteindre des vitesses de 40 à 50km /h [6]. L'étude des normales mensuelles des vents dans la station de Touggourt sur une chronique de 40ans (1967-2007), a permis de déterminer le régime des vents. La vitesse maximale a été enregistrée au mois de Mai (4 m/s). La vitesse minimale est de 2,48 m/s. La vitesse moyenne annuelle du vent est égale à 3,1 m/s.

#### - Humidité relative

D'après le tableau I de l'humidité relative dans la station de Touggourt d'une période de 40ans; la valeur maximale est de l'ordre de 66,8% au mois de décembre, tandis que la minimale est de l'ordre de 33% au mois de juillet, avec une valeur moyenne mensuelle de 47,3%.

## - Précipitations

Généralement, les précipitations sahariennes sont rares, de faible importance, de courte durée et qu'elles ont un pourcentage élevé de pluies avortées à cause de la sécheresse de l'atmosphère [7].

**Tableau II.-** Série pluviométrique (mm) annuelle de 40 ans (1968-2007) [4]

Année	Pluviométrie	Année	Pluviométrie	Année	Pluviométrie	Année	Pluviométrie
1968	39	1978	35	1988	54,5	1998	38,6
1969	78,3	1979	51,9	1989	11,5	1999	77,5
1970	31	1980	153,8	1990	146,6	2000	21,2
1971	60,1	1981	71,6	1991	40,5	2001	38,7
1972	85,4	1982	72,5	1992	126,1	2002	32,9
1973	72,7	1983	31,6	1993	55,2	2003	77
1974	46,3	1984	31,1	1994	48,6	2004	168,7
1975	118,1	1985	54,5	1995	61,4	2005	25,7
1976	100,7	1986	81,3	1996	88,4	2006	84,9
1977	44,7	1987	42,1	1997	69	2007	77,1

D'après une étude d'une série de quarantaine (1968-2007) dans la station de Touggourt, il apparaît que les précipitations ne sont pas réparties d'une manière homogène. La moyenne interannuelle est de l'ordre de 66,14mm. Les précipitations d'une année sèche et d'une année humide sont respectivement de 168,7mm pour l'année 2004 et 11,5mm pour l'année 1989.

## 2.4.- Réseau hydrographique

Il existe trois oueds principaux qui drainent la moitié orientale de la région du plateau des Daïas. Ce sont du Nord au Sud, les Oueds : Ittel, R'Tem et El Attar. Seul le premier atteint encore son niveau de base primitif, le chott Merouane et les deux autres se perdent dans les bas-fonds, Daïas ou Sebka [8].

### - Oued R'Tem

Il atteint une longueur de 196 km environ, en prenant comme tête l'oued Berriche. Il coule sensiblement Ouest-Est de la région de Mchibigue à 720m d'altitude, à la Daïa de M'Rara, située à la cote 100, qu'il gagne après être infléchi brusquement vers le Sud dans les derniers kilomètres de son parcours.

### - Crues de l'oued R'Tem

L'écoulement dans les régions sahariennes se résume au passage des crues provoquées généralement par des pluies de courte durée qui se manifestent de façon catastrophique constituant ainsi une contrainte pour les activités et une entrave pour le développement. D'après DUBIEF [8], Oued R'Tem connaît souvent à l'occasion de pluies diluviennes des crues torrentielles durant lesquelles l'eau traverse les secteurs de M'Rara, avec une certaine violence (tab. III). Des structures ont été installées en amont de l'oued pour contenir la force des torrents, mais en vain, puisque celles-ci n'ont pas résisté.

**Tableau III.-** Tableau récapitulatif des crues de l'oued R'Tem

Année	Mois des crues	Nature des crues	Temps de séjour des eaux de crues	Débits max évalués (m <sup>3</sup> /s)
1956	Septembre	Violentes	deux semaines	-
1957	-	-	un mois	-
1960	-	Très importantes	-	-
1961	Juin	Fortes	plusieurs jours	-
1963	-	Fortes	plusieurs jours	-
1964	fin	Modestes	-	-
1966	Septembre	-	-	-
1969	Septembre	Très violentes	Plusieurs j (> 15 j)	-
1973	Mars. Mai	Importantes	-	-
1977	Janvier	Assez fortes	-	-
1984	Mars. Mai. Novembre	Fortes	Quelques jours	-
1987	Octobre. Décembre	Fortes	2 à 3 jours	-
1989	Novembre	Moyennes	2 jours	-
1994	Septembre. Octobre	Violentes	4 jours	162
1995	Septembre	Fortes	2 jours	115
1996	Septembre	Moyennes	1 jours	78
1997	Avril	Très fortes	2 jours	208
1997	Décembre	Moyennes	1 jours	56

### 3.- Discussion

#### 3.1.- Paléogéographie du Sahara

D'après CONRAD [7], au Tertiaire, l'érosion va accumuler des sédiments au pied des montagnes de l'atlas saharien, pour former un vaste glacis incliné vers le Sud. Ces formations de sable et d'argile rouge vont se déposer en discordance sur le continent intercalaire au Nord et plus au Sud sur le substrat primaire à l'Ouest et sur l'éocène à l'Est.

Au cours de l'éocène des événements tectoniques importants vont donner au Sahara son visage définitif. Le mouvement alpin se traduit au Nord par la surrection des chaînes telliennes et plus au Sud de l'atlas saharien dans le Hoggar, le bombement des boucliers anciens s'accompagne d'un volcanisme important qui va se poursuivre jusqu'au Quaternaire. La période Quaternaire s'ouvre sur une phase plutôt humide, installée dès la fin du Tertiaire et qui va durer un bon million d'années [9].

C'est au villafranchien supérieur que le paysage actuel s'élabore dans ses grandes lignes. Le grand réseau hydrographique du Sahara algérien s'organise, les vallées sont creusées presque partout sensiblement au niveau des écoulements actuels et remblayées en partie par les alluvions de la haute terrasse des oueds, des petites hamadas à sédimentation détritique et calcaire se constituent, le conglomérat de base du villafranchien supérieur qui est formé de galets de toutes natures très bien roulés dont les plus remarquables sont les galets allochtones calcaires du crétacé supérieur et de l'éocène marin [7]. Ce quaternaire n'a connue que des transformations géologiques limitées. Mais les événements climatiques ont eu une importance capitale sur le modelé. Les bancs calcaires des dalles hamadiennes sont partiellement dissous et karstifiés et vont donner naissance au Daïa [9].

#### 3.2.- Plateau des Daïas

Le plateau des Daïas est un haut plateau dont l'altitude moyenne passe de 1000 à 500 mètres de l'Ouest à l'Est, sous la forme approximative d'un rectangle d'un peu plus de 300 km sur un peu moins de 100 km de coté. Il couvre environ 30 000 kilomètres carrés. Il longe l'Atlas

saharien central par son grand côté, s'appuie au Sud sur la dorsale turonienne de la chebka du M'Zab, à l'Ouest sur des plateaux descendant vers le grand Erg occidental qui presque le confronte, et à l'Est s'atténue en pente douce, en direction des grands oueds fossiles quaternaires issus du Sahara central, et plus loin de la dépression du Grand Erg oriental qui commence à 500 km au-delà [2].

Le plateau des Daïas ne reçoit pas les eaux de l'Atlas saharien. Il en est séparé par un accident complexe qui le déborde à peine au Nord-Ouest, et prend régulièrement de l'ampleur à l'Est en direction de cette subsidence. On l'appelle la flexure saharienne [2].

### 3.3.- Daïas

Les Daïas sont des formes karstiques élaborées sur les plateaux calcaires des hamadas du Sahara septentrional, pendant les périodes pluviales plio-quaternaires [7]. Le caractère spécifique des Daïas et d'avoir un fond très plat et jamais complètement imperméable. Appareil de karstification superficielle sous climat aride ou semi aride, elles sont abondantes de part et d'autre de l'atlas saharien [2].

En matière de creusement des Daïas, l'hypothèse de MONJAUZE [2], serait un peu différente de celle de CAPPOT-REY et ESTORGES, non dans le principe mais dans l'application. Un véritable tassement n'est pas forcément le moteur initial. La moindre irrégularité dans la dureté de la couche superficielle, une légère ondulation originelle de sa surface peuvent amener la création sur quelques mètres carrés d'un faible lit limoneux, le processus est alors enclenché [2].

Trois générations de Daïas se développent dans le Sahara septentrional; la première est représentée par les daïas en neurones qui sont très vastes et plus anciennes. Elles ont évolué dès la fin de la sédimentation néogène et présentent jusqu'à deux niveaux d'encroutements calcaires. La deuxième génération est établie sur des surfaces morphologiques plus récentes que les Daïas en neurones et de ce fait, elle ne comporte qu'un seul encroutement calcaire au sein du remplissage. Ces daïas ont évolué pour l'essentiel pendant le villafranchien supérieur et l'encroutement qui scelle le remplissage doit être formé à la même époque que l'encroutement calcaire des petites Hamadas. Alors que les Daïas post-villafranchien constituent une troisième génération, qui va évoluer sur les dalles calcaires des petites hamadas formées pendant le villafranchien supérieur. Ces Daïas sont généralement de petites dépressions, d'aspect de doline et ne comportent pas d'encroutement calcaire au sein de leur remplissage [7].

### Conclusion

La Daïa de M'Rara au plateau des Daïas orientaux, est une zone agricole grâce à l'exploitation des nappes artésiennes, ses affleurements sont d'âges tertiaires et quaternaires. Ses terrains sont fertiles à cause des alluvions fluviales transportés par l'oued R'Tem, ceci pourrait en partie expliquer la fertilité de la terre de M'Rara qui lui a aussi valu le surnom de petite Mitidja en référence au champ fertile algérois. Le remplissage sédimentaire de la Daïa de M'Rara ne comporte qu'un seul encroutement calcaire, c'est une Daïa de la deuxième génération.

### Références bibliographiques

- [1].- Nezli I. E., 2009.- Approche hydrogéochimique à l'étude des aquifères de la basse vallée de l'oued M'Ya (Ouargla). Thèse. Doc. Sciences hydrauliques, Univ. Biskra., 117 p.
- [2].- Monjauze A., 1980.- Le pays des Dayas et *Pistacia atlantica* Desf. dans le Sahara algérien. Revue forestière française: 277-291.

- [3].- Guemache M. A., Bouzid A. et Abtout A., 2008.- Etude géophysique à M'Rara, Daïra de Djâmaa, W. El Oued, rap inédit. Centre de recherche en astronomie, astrophysique et géophysique, 124 p.
- [4].- ONM, 2007.- Office National Météorologique. Bulletin climatologique de la station de Touggourt, Service archive, Ouargla, Algérie, 5 p.
- [5].- Mathevet T., 2002.- Analyse du fonctionnement du système karstique de Bange- L'eau-Morte (Bauges, Savoie et Haute-Savoie, France). Mém. DEA. Hydrologie et hydrogéologie quantitative. Univ. Pierre et Marie Curie, Paris-Sud, 59 p.
- [6].- Khadraoui A., 2007.- Eau et impact environnemental dans le Sahara Algérien. 78 p.
- [7].- Conrad G., 1969.- L'évolution continentale post-hercynienne du Sahara Algérien (Saoura, Erg Chech-Tanezrouft, Ahnet-Mouydir). Centre de recherche sur les zones arides, série de géologie n°10, 465 p.
- [8].- Dubief J., 1963.- Essai sur l'hydrologie superficielle au Sahara. Institut de météorologie et de physique du globe de l'Algérie, service des études scientifiques. Banlieue d'Alger, 457 p.
- [9].- Dubost D., 2002.- Ecologie, aménagement et développement agricole des oasis algériennes. Centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides, 423 p.

## **EFFET INHIBITEUR *IN VITRO* DE L'HUILE ESSENTIELLE D'*Artemisia herba alba* SUR DEUX SOUCHES DE *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici***

KOLAI Naouel, SAIHAH Farida, BOUDIA Abdelkader  
Laboratoire de protection des végétaux, Université Abed El Hamid Ibn Badis Mostaganem  
BP 300 Mostaganem 27000 Algérie  
E-mail: kolainaouel@yahoo.fr

**Résumé-** *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, est parmi les champignons telluriques les plus agressifs, causant des flétrissements et des pourritures sur tomate. Dans le but de chercher d'autres alternatives de lutte contre ce champignon, nous étudions dans ce travail le pouvoir antifongique de l'huile essentielle de l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) extraite par hydrodistillation. Cette aptitude a été recherché *in vitro*, sur un milieu solide gélosé vis-à-vis de deux souches ; la 1<sup>ère</sup> isolée de la variété Marmande et la 2<sup>ème</sup> de la variété Agora. L'huile à différentes concentrations (0.1%, 0.5%, 1%, 2%, 3% et 5%) ont été ajoutées au milieu PDA à une température de 40°C puis versées dans des boîtes pétri. Chacune d'elle est inoculée à l'aide d'un explant mycélien de 5 mm de diamètre environ, provenant d'une culture de champignon âgée d'une semaine. Pour chacune des concentrations de l'huile ainsi que pour le témoin, trois répétitions sont effectuées. Les boîtes sont ensuite incubées à 25°C à l'obscurité pendant 07 jours. L'efficacité de chaque concentration étudiée, est estimée par le calcul du pourcentage d'inhibition de la croissance du champignon testé, selon la relation de LEROUX et CREDET [1]. Avec un rendement de 1%, l'huile essentielle de l'armoise a montré une efficacité remarquable sur les deux souches avec une concentration minimale inhibitrice CMI de 2%. Ces résultats bien que préliminaires, témoignent d'une bonne activité antifongique, permettant de limiter et même de stopper le développement de l'agent pathogène.

**Mots clés :** *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, *Artemisia herba-alba*, huile essentielle, activité antifongique, CMI

### **INHIBITING EFFECT OF ESSENTIAL OIL FROM *Artemisia herba alba* ON TWO STRAINS OF *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici***

**Abstrat-** *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* is among the most aggressive soil fungi causing wilt and rot on tomato. In order to look for other alternatives to fight against this fungus, we study in this work the power of antifungal essential oil of *Artemisia herba-alba* extracted by steam distillation. This ability was investigated *in vitro* on solid medium agar against two strains, isolated from the first and the second variety Marmande and Agora. The oil at different concentrations (0.1%, 0.5%, 1%, 2%, 3% and 5%) were added to PDA medium at a temperature of 40°C and then poured into petri boxes. Each is inoculated with mycelial an explants of about 5 mm in diameter, from a fungus culture aged one week. For each concentration of oil and for the control, three replicates were performed. Plates are then incubated at 25°C in the dark for 07 days. The effectiveness of each concentration studied, is estimated by calculating the percentage inhibition of growth of the fungus tested, according to relationship LEROUX and CREDET [1]. With a yield 1%, the essential oil of artemisia has shown remarkable efficacy of both strains with a minimum inhibitory concentration MIC of 2%. These results, although preliminary, show a good antifungal activity, to limit and inhibe stop the development of the pathogen agent.

**Keyword:** *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, *Artemisia herba-alba*, essential oil, antifungal activity, MIC.

### **Introduction**

Le *Fusarium oxysporum* est un représentant typique de la microflore du sol. Bien que saprophyte à pouvoir compétitif très étendu, il peut développer une phase parasitaire des plus dommageable [2]. On connaît chez cette espèce, de nombreuses formes spéciales [3], parasites racinaire de diverses espèces chez lesquelles, elles engendrent une flétrissure appelée communément fusariose racinaire [4]. La forme spécial (*radicis lycopersici*) attaque la tomate,

causants ainsi la maladie la plus redoutable de cette culture. Elle se traduit par une altération du système racinaire et aérien. Bien qu'il soit difficile d'évaluer précisément son incidence, les pertes qu'elle occasionne sont suffisamment importantes pour contraindre certains producteurs à abandonner la culture de la tomate, faute de méthodes de lutte efficace. En effet, plusieurs méthodes de lutte ont été utilisées tel que la méthode chimique, génétique, culturelle, ainsi que la méthode biologique, mais toutes ces méthodes sont restées vaines. Par contre une nouvelle discipline voie le jour qui fait parti des méthodes biologique, cette méthode consiste a utilisé les huiles essentielles. Dans notre présent travail, l'objectif est d'intéresser à étudier l'activité antifongique de huile essentielle d'*Artemisia herba-alba*, poussant à l'état spontané et qui sont plus fréquemment employé dans la tradition algérienne; vis-à-vis de *Fusarium Osysporum* f. sp *radicis lycopersici*.

## **1.- Matériels et méthodes**

### **1.1.- Matériel végétal**

Le matériel végétal est constitué de la partie aérienne de la plante (*Artemisia herba-alba*). Il est laissé à l'ombre dans un endroit sec et aéré en attendant leur utilisation pour l'extraction.

### **1.2.- Extraction de l'huile essentielle**

L'extraction de l'huile essentielle a été effectuée par hydrodistillation pendant une durée de cinq heures. L'huile essentielle obtenue est conservée au réfrigérateur à 4°C.

#### **1.2.1.- Calcul du rendement**

Le rendement en huile essentielle est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids de la plante à traiter [4]. Le rendement exprimé en pourcentage est calculé par la formule suivante:

R: Rendement de l'huile en pourcentage

$$R = \frac{P_x}{P_y} . 100$$

P<sub>x</sub>: Poids de l'huile en gramme

P<sub>y</sub>: Poids de la plante en gramme

#### **1.2.2.- Mesure de la densité**

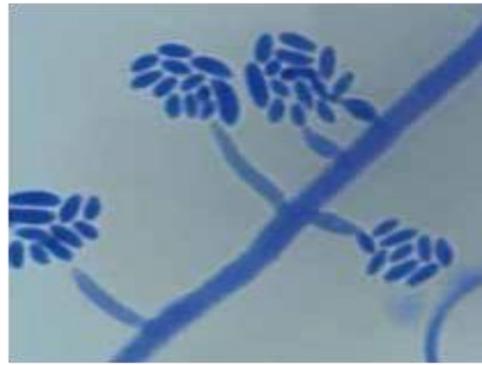
La densité relative de l'huile essentielle est le rapport de la masse d'un certain volume de l'huile à 20°C et la masse d'un égal volume de l'eau distillée à 20°C [5].

### **1.3.- Souches fongiques utilisées**

Pour ce teste nous avons utilisé deux souches représentant les deux formes spéciales de l'espèce *Fusarium oxysporum* : F<sub>1</sub> et F<sub>2</sub> provenant du laboratoire de protection des végétaux de l'université de Mostaganem, l'origine de ces deux formes spéciales est Sidi maarouf et Cap blanc respectivement.



**Figure 1.-** Aspect macroscopique de Forl



**Figure 2.-** Aspect microscopique de Forl (x400)

**1.4.- Milieu de culture:** Milieu PDA (Potatoes Dextrose Agar).

**1.5.- Etude de l'effet des huiles essentielles sur la croissance mycélienne de *Fusarium oxysporum* f. sp *radicis lycopersici***

Après stérilisation et répartition des milieux dans des boîtes de pétri à raison de 15 ml par boîte, l'extrait de l'huile essentielle est dilués avec le D.M.S.O (diméthyle sulfoxyde) jusqu'à l'obtention des concertations désirées (0%, 0.1%, 0.5%, 1%, 2%, 3% et 5%). Une quantité de 1ml de chaque concentration sont rajoutées à chaque boîte de Pétri contenant le milieu de culture en surfusion. Après solidification du milieu l'ensemencement se réalise avec des explants de 5 mm de diamètre prélevés d'une culture âgée de 7 jours, à l'aide d'un emporte pièce stérile. Ces explants sont déposés dans un puits creusé préalablement avec une pipete pasteur stérile au centre de la boîte de pétrie contenant des doses croissante de l'huile essentiel. Trois répétitions sont retenues pour chaque concentration.

**1.5.1.- Estimation de la croissance mycélienne**

La technique consiste à mesurer la croissance linéaire et diamétrale des colonies en utilisant la formule suivante [6,7]:

$$L = D - d / 2$$

L: croissance mycélienne

D: diamètre de la colonie

d: diamètre de l'explant

**1.5.2.- Evaluation du taux d'inhibition de la croissance mycélienne**

Les résultats obtenus à partir de l'estimation de la croissance mycélienne sont aussi exprimés en pourcentage (%) par rapport a la croissance mycélienne du témoin selon la formule décrite par LEROUX et CREDET [1].

$$T (\%) = (L - I / L) \times 100$$

T : taux d'inhibition.

L : croissance mycélienne du témoin.

I : croissance mycélienne des champignons subissant le traitement

### 1.5.3.- Détermination des concentrations inhibitrices (CMI)

Il s'agit en parallèle d'évaluer la CMI (Concentration Minimale Inhibitrice), plus petite concentration pour laquelle aucun développement n'est visible à l'œil nu.

### 1.5.4.- Analyse statistique des donnés.

Les analyses de variance ont été réalisées par le logiciel statistique Stat box version 6,4 copyright Grimmer logiciels 1997-2002, Paris). Pour chaque cas, les différences ont considérées hautement significatives a  $p < 0.01$ .

## 2.- Résultats et discussion

*Artemisia herba alba* présente un rendement de 1% et une densité de 0.82 d'huile essentielle. Pour les tests sur la croissance mycélienne des deux formes spéciale ( $F_1$  et  $F_2$ ) du *Fusarium Oxysporum* f. sp. *Radicis lycopersici* avec les différentes concentrations d'huile essentielle extraite, ont remarque que la croissance mycélienne démarre après le deuxième jour pour la concentration de 0,1% et après le troisième jour pour la concentration de 0.5%, par contre pour la concentration de 1% ; elle démarre après le cinquième jour, au-delà de cette concentration ont observe aucune croissance (tab. I et II)

**Tableau I.-** Croissance mycélienne (cm) de FORL  $F_1$  en fonction du temps et de la concentration en HE d'*A. herba alba*

Concentration d'HE d' <i>A. herba alba</i>	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7
Témoin	0	0.93	1.75	2.57	3	3.32	4
0.1%	0	0.56	0.75	1.3	1.5	1.77	2.2
0.5%	0	0	0.07	0.13	0.3	0.43	0.54
1%	0	0	0	0	0.1	0.21	0.35
2%	0	0	0	0	0	0	0
3%	0	0	0	0	0	0	0
5%	0	0	0	0	0	0	0

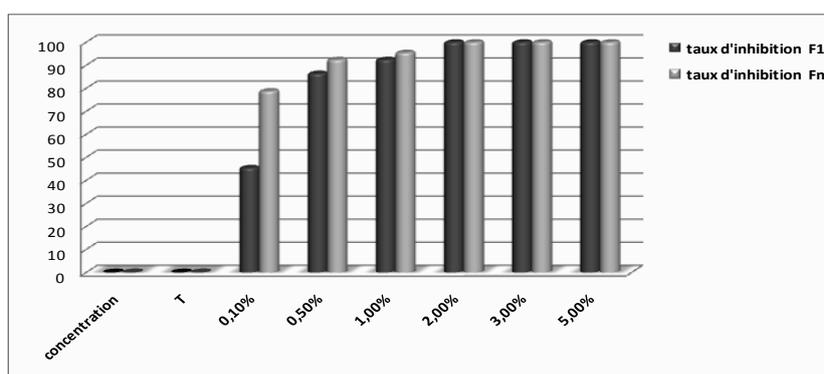
**Tableau II.-** Croissance mycélienne (cm) de FORL  $F_2$  en fonction du temps et de la concentration en HE d'*A. herba alba*

Concentration d'HE d' <i>A. herba alba</i>	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7
Témoin	0	0.72	1.38	1.82	2.65	3.32	4
0.1%	0	0.15	0.26	0.43	0.6	0.82	0.9
0.5%	0	0	0.06	0.13	0.17	0.22	0.28
1%	0	0	0	0	0	0.16	0.22
2%	0	0	0	0	0	0	0
3%	0	0	0	0	0	0	0
5%	0	0	0	0	0	0	0

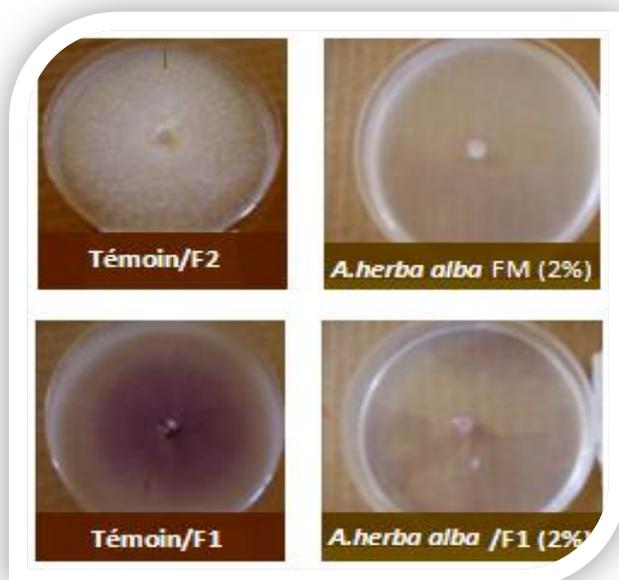
Des différentes de sensibilité ou de résistance sont notées selon les concentrations et les différentes souches testées car ont observe que la souche  $F_1$  est plus résistante par rapport à la souche  $F_2$ . Les témoins des deux souches ( $F_1$  et  $F_2$ ) présente des résultats négatives ceci implique que l'activité antifongique est due uniquement aux substances renfermées dans les extraits d'HE.

En général, les résultats obtenus avec les différentes concentrations de l'extrait révèlent que l'activité inhibitrice croît au fur et à mesure que la concentration augmente. En effet, des études récentes ont montrés que l'importante action antimicrobienne d'huile essentielle de la plante étudiée est en relation avec leurs fortes teneurs en  $\alpha$ -thuyone et en camphre. Ces composés phénoliques sont réputés a avoir une grande action antibactérienne et antifongique [8].

Une activité inhibitrice de 100% a été remarquée par l'application d'une concentration de 200  $\mu$ l/ml (fig. 3); la valeur de CI50 semble être proche aux environs de concentration qui est : 0.1 % de l'extrait d'HE sur les deux souches F<sub>1</sub> et F<sub>2</sub>. (fig. 4)



**Figure 3.-** Taux d'inhibition de F<sub>1</sub> et F<sub>2</sub> en fonction de la concentration d'huile essentielle d'*A. herba alba*



**Figure 4.-** Concentration minimale inhibitrice de l'HE d'*A. herba alba* sur la croissance mycélienne de FORL (F<sub>1</sub> et F<sub>2</sub>)

## Conclusion

Les plantes médicinales représentent une source inépuisable de substances et composés naturels bioactifs. Les huiles essentielles ont été obtenues à partir d'une hydrodistillation, dans lequel le distillat a subi une décantation en utilisant un solvant de l'hexane, alors qu'on sait qu'il n'y avait aucun effet de ce solvant sur les souches testées. La détermination des rendements en

huiles essentielles ont montré une rentabilité en huile volatile chez La plante d'*Artemisia herba-alba*.

A travers cette étude et d'après les résultats obtenus, on constate que l'huile essentielle *Artemisia herba alba* s'est avérée un agent antifongique efficace contre FORL (F<sub>1</sub> et F<sub>1</sub>) à une dose de 200µl/ml. L'activité inhibitrice croît au fur et à mesure qu'augmente la concentration en extrait naturel pour les deux souches fongique de *Fusarium Oxysporum* f. sp *radicis lycopersici*. Il ressort que l'armoise pourrait être valorisée d'avantage particulièrement dans la lutte contre de nombreuses espèces fongique responsables des différentes formes phytopathogènes. L'efficacité *in vitro* pourrait être expliquée par la richesse de cette plante spontanée en composés aromatique.

En fin, l'ensemble de ces résultats obtenus *in vitro* ne constitue qu'une première étape dans la recherche des substances de source naturelle biologiquement active. Des essais complémentaires seront nécessaires et devront pouvoir confirmer les performances mises en évidence.

### Références bibliographiques

- [1].- Leroux, P., Credet A., 1978.- Document sur l'étude de l'activité des fongicide. INRA, Versailles, France, 12 p.
- [2].- Minaud J. et Pelossier S., 1979.- La biologie des sols. Ed Presses universitaire de France, 98 p.
- [3].- Beckman C. H., 1987.- The nature of wilt diseases of plants. St Paul MN American, phytopathological Society, 175 p.
- [4].- Caree P., 1953.- Précis de technologie et de chimie industrielle. Ed. Ballière JB. et fils, 238p.
- [5].- Afnor, 1996.- Détermination des huiles essentielles, Indice de classement. N F-75-006, Paris.
- [6].- Brewer D., 1960.- Studies in Asochyta piri. Canadian Journal of botanic, 38: 705-717.
- [7].- Leach C. M., 1962.- The quantitative and qualitative relation ship ultraviolet and visible radiation in the induction of reproduction in Asochyta pisi. Canadian Journal of botanic, vol. 40: 1577-1602.
- [8].- Saleh Mahmoud A., Belal Mohamed H. et El-Baroty G., 2006.- Fungicidal activity of *Artemisia herba alba* Asso (Asteraceae) vol. 41 (3): 237-244.

# ACTION DES BOUES RÉSIDUAIRES DE LA STATION D'ÉPURATION DES EAUX USÉES DE TOUGGOURT (ALGERIE) SUR UN SOL SABLEUX CULTIVÉ

IDDER Abdelhak, CHELOUFI Hamid, IDDER Tahar, MAHMA Sid-Ali  
Université KASDI Merbah-Ouargla  
Laboratoire de Protection des Ecosystèmes en Zones Arides et Semi-arides  
30000 Ouargla, Algérie  
[idder\\_haki@yahoo.fr](mailto:idder_haki@yahoo.fr)

**Résumé-** Dans le cadre de la valorisation des boues résiduares issues de la station d'épuration des eaux usées de Touggourt, nous avons appliqué des doses croissantes sur un sol sableux cultivé en pastèque. Les résultats obtenus attestent d'une corrélation hautement significative entre le niveau d'amendement organique et la productivité : le meilleur rendement étant obtenu avec un apport de 25 tonnes de boues/hectare. Par ailleurs, les boues appliquées ont amélioré le taux de matière organique et par conséquent le taux en humus, élément auquel s'attache la fertilité et la vie d'un sol qui s'est traduite essentiellement par l'augmentation de la capacité d'échange cationique qui est passée de 15,4 à 21,5 méq/100 g, et celle de la capacité de rétention de l'eau passant de 16,07 à 20,49%. Enfin, les métaux lourds, au vu de leurs concentrations dans les boues utilisées et par la suite dans le végétal et le sol, se présentant sous forme de traces, ne pourraient constituer un danger pour l'activité agricole à court et moyen terme.

**Mots clés:** Boues résiduares, valorisation agricole, sol sableux, Touggourt.

## ACTION OF SEWAGE SLUDGE OF WASTEWATER TREATMENT OF WASTEWATER OF TOUGGOURT (ALGERIA) ON A SANDY SOIL CULTIVATED

**Abstract-** In the enhancement of the waste sludge wastewater treatment of wastewater of Touggourt, we applied increasing doses on a sandy soil grown watermelon. The results obtained show a highly significant correlation between the level of organic amendment and productivity: the best performance is obtained with an intake of 25 tonnes of sludge/hectare. Moreover, applied sludge improved the rate of organic matter and therefore the rate in humus, element that attaches the fertility and life of a soil which resulted in essentially by the increase of the cation exchange capacity from 15.4 to 21.5 mEq/100 g and water holding capacity from 16,07 to 20,49%. Finally, heavy metals, in the light of their concentrations in sludge used and the plant and soil with traces, then could not constitute a danger to the agricultural activity in the short and medium term.

**Keywords:** Sewage sludge, agricultural development, sandy soil, Touggourt.

### Introduction

L'Algérie compte plus de 2 millions de km<sup>2</sup> de zones arides, ce qui représente environ les 4/5 de la superficie totale du pays [1]. Les sols y sont squelettiques et pauvres en éléments nutritifs indispensables à la vie des plantes, c'est dire que leur fertilité naturelle est moindre, ce qui limite la mise en culture des terres si on ne manifeste aucun travail d'amélioration envers ces sols. Toutefois, cette amélioration doit porter sur la connaissance préalable des caractéristiques physico-chimiques de ces sols pour mieux cerner le déficit et le corriger ultérieurement [2]. Ainsi, les matières organiques de toutes sources qu'elles soient semblent être les mieux appropriées pour l'amélioration des conditions physico-chimiques des sols pauvres [3]. Dans ce cas, la recherche d'autres sources pour l'approvisionnement en matières organiques demeure indispensable. Parmi ces sources figurent les boues des stations d'épuration des eaux usées domestiques dont l'utilisation en agriculture peut contribuer à la solution de leur élimination et offrir un bénéfice appréciable à l'exploitation agricole.

Ce travail a été réalisé dans le but de tester l'efficacité de l'utilisation des boues résiduaires urbaines en agriculture par rapport à l'utilisation des engrais minéraux. Ce choix a été effectué compte tenu de la richesse diversifiée de ces boues en éléments indispensables aux végétaux et au maintien de la fertilité des sols. Cette étude a également pour objectif l'élaboration d'un bilan du sol traité aux boues afin de déterminer l'efficacité et l'intérêt de ces boues vis-à-vis du sol et de la culture en place.

## 1.- Matériel et méthodes

### 2.1.- Sol

Il s'agit d'un sol de l'exploitation du département des sciences agronomiques (ex. ITAS). Ce sol possède les caractéristiques suivantes :

- Texture sableuse à sablo-limoneuse en fonction de la profondeur, pH légèrement alcalin (8.23), conductivité électrique (C.E) égale en moyenne à 4.48 mmhos/cm.
- faible teneur en matière organique (< 1%), teneurs en éléments majeurs (N, P, K) faibles et capacité d'échange cationique (C.E.C) très faible (Tableau I).

**Tableau I.-** Caractéristiques physico-chimiques et chimiques du sol expérimenté

Eléments	MO (%)	N (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	CaCO <sub>3</sub> (%)	CEC (méq/100g)	pH
Concentrations	0,59	590	70	60	0,23	15,40	8.23

### 2.2.- Boues

Elles proviennent de la station d'épuration des eaux usées urbaines de la ville de Touggourt. Elles ont été puisées dans les lits de séchage et n'ont subi aucun traitement préalable.

### 2.3.- Matériel végétal

Il s'agit d'une culture de pastèque de la variété «Greybell», à feuillage abondant et aux fruits oblongs avec une écorce vert-pale.

### 2.4.- Méthodologie de travail

Nous avons utilisé un dispositif à bloc aléatoire complet comprenant 24 parcelles d'une surface de 3 m<sup>2</sup> chacune, disposées côte à côte et séparées par des rigoles. Les traitements appliqués correspondent à l'application au sol de quatre doses de boues (b1, b2, b3 et b4) soit 10, 15, 20, 25 tonnes/ha, avec un témoin qui correspond à un sol sans aucun apport de boues.

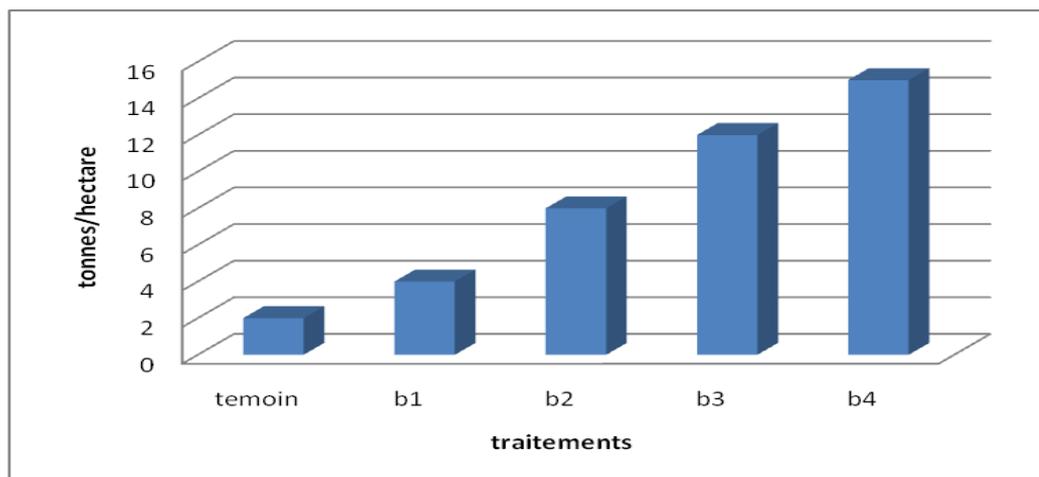
## 3.- Résultats et discussion

Les analyses physico-chimiques des boues utilisées mettent en évidence une teneur en matière organique acceptable qui montre leur aptitude à être utilisées à des fins agricoles [4]. Les teneurs en éléments fertilisants trouvées permettent de subvenir aux besoins des cultures même les plus exigeantes (tab. II). Les métaux lourds sont présents en faibles concentrations, sous forme de traces n'excédant pas les valeurs indiquées dans la norme AFNOR, ce qui limite donc les risques vis-à-vis de la contamination de la culture en place et l'homme.

**Tableau II.-** Caractéristiques physico-chimiques des boues de la STEP de TOUGGOURT

Paramètres	Valeurs
MS (%)	93,69
pH	7,96
CE (mmhos/cm)	4,94
CRE (%)	25,65
CEC (meq/100g)	15,00
H (%)	6,13
MO (%)	23,62
C (%)	14,42
N (%)	1,55
C/N	9,30
P (%)	0,52
K (%)	0,20
Mg <sup>++</sup> (ppm)	0,32
Fe <sup>++</sup> (ppm)	2,16
Zn <sup>++</sup> (ppm)	0,25
Cd <sup>++</sup> (ppm)	0,31
Cu <sup>++</sup> (ppm)	0,46
Pb <sup>++</sup> (ppm)	0,05
Mn <sup>++</sup> (ppm)	0,69
Na <sup>+</sup> (ppm)	150,00
Cl <sup>-</sup> (ppm)	720,00
Ca <sup>++</sup> (ppm)	955,00

Les observations sur la culture, concernant les stades phénologiques de la plante en place, s'étalant du mois de mars au mois de juillet, montrent que le meilleur rendement a été obtenu avec la dose de 25 tonnes de boues à l'hectare (fig. 1). Le plus faible étant obtenu pour le témoin (T0). Cela est dû à l'effet des boues par l'apport d'éléments nutritifs nécessaires à la production de récoltes [5].

**Figure 1.-** Evolution des rendements en fonction des doses de boues appliquées

Il a été constaté par ailleurs que les métaux lourds transportés par la plante sont simultanément présents dans le feuillage et dans le fruit sous forme de traces sans excéder les normes AFNOR recommandées. Seul le Plomb a montré sa migration entière vers le fruit. Ces faibles concentrations peuvent généralement être dues soit au pH alcalin des sols et des boues,

provoquant ainsi leur non assimilabilité par la plante, soit par le lessivage excessif de ces éléments à travers le sol squelettique par suite d'irrigation [6]. Les résultats obtenus montrent que l'épandage d'une dose de 25 tonnes de boues/hectare permet l'augmentation de la teneur du sol en matière organique. L'apport de cette matière organique a contribué à l'amélioration de la capacité d'échange cationique et à la rétention de l'eau nécessaire pour la culture. Ces résultats ont été confirmés par d'autres auteurs [7]. D'autre part, les concentrations des éléments minéraux en général se sont maintenues à des niveaux stables dans le sol. Nous avons en revanche constaté un apport en plomb dans le sol, sous forme de traces, élément qui était absent avant la mise en place de l'expérience (Tab. III).

**Tableau III.-** Comparaison des analyses initiales et post-culturales du sol après l'application de la dose de 25 tonnes/hectare

Paramètre	Sol	
	Avant culture	Après culture
pH	8,23	7,89
CE (mmhos/cm)	4,40	4,84
CRE (%)	16,07	20,49
CEC (mécq/100g)	15,40	21,50
MO (%)	0,59	1,84
N (%)	0,06	1,02
P (ppm)	70,00	65,00
K (ppm)	60,00	44,00
Mg <sup>++</sup> (ppm)	40,00	23,40
Ca <sup>++</sup> (ppm)	2149,00	530,00
Na <sup>+</sup> (ppm)	720,00	200,00
Cl <sup>-</sup> (ppm)	200,00	150,00
Mn <sup>++</sup> (ppm)	0,08	0,08
Fe <sup>++</sup> (ppm)	0,08	0,08
Zn <sup>++</sup> (ppm)	0,10	0,00
Cd <sup>++</sup> (ppm)	0,02	0,02
Cu <sup>++</sup> (ppm)	0,20	0,20
Pb <sup>++</sup> (ppm)	0,00	0,10

## Conclusion

Dans les régions sahariennes à sols très peu fertiles et à faible potentiel de mise à la disposition de l'activité agricole des amendements organiques classiques, l'utilisation des boues des stations d'épuration des eaux usées s'avère une alternative pour l'amélioration des propriétés bio-physico-chimiques des sols. Cette étude met en évidence l'intérêt notable de l'utilisation des boues des stations d'épuration pour le sol et la culture. L'application de ces boues a en effet permis d'améliorer la richesse du sol en matière organique et d'augmenter la production de la culture expérimentée qui est passée de 2 tonnes sur un sol non amendé à 15 tonnes sur un sol recevant 25 tonnes de boues résiduaires par hectare. L'apport des boues résiduaires a également contribué à l'amélioration de la capacité d'échange cationique du sol qui est passée de 15,4 à 21,50 méq/100 g; il en est de même pour la capacité de rétention de l'eau passant de 16,07 à 20,49%. Par ailleurs, le séchage des boues sous des températures très élevées sur des durées assez longues suggère une diminution très significative des germes pathogènes.

Enfin, les boues issues de la station d'épuration de Touggourt se sont distinguées par de très faibles concentrations en métaux lourds ce qui n'a pas engendré un transfert significatif vers le sol et la biomasse végétale produite affichant des valeurs très en deçà des normes AFNOR.

### Références bibliographiques

- [1].- Boutebila A. S., 1973.- Rapport de la délégation algérienne (MARA). Séminaire FAO/PNUD sur la bonification et la mise en valeur des sols sableux au Proche Orient et en Afrique du nord : 24-26.
- [2].- Gonde H., Carre G., Jussiux Ph., Gonde R., 1968 - Cours d'agriculture moderne. La maison rustique, 628 p.
- [3].- Idder T., Bellaloui M., 1990.- Etude du compostage des ordures ménagères de la ville de Blida. Mémoire Ing. Génie de l'Environnement, Ecole Nationale Polytechnique, Alger, 83 p.
- [4].- Balland D., Bauvois F, 1980.- Les boues : un amendement et un engrais. Perspectives agricoles, 35: 54-58.
- [5].- Katterman F., Day A.D., 1980.- Wastewater chemical affects plant growth. Water and Wastes Engineering, 17 : 33-36.
- [6].- Igoud S., 2001.- Valorisation des boues résiduaires issues des stations d'épuration urbaines par leur épandage dans les plantations forestières. Rev. Energ. Ren. : Production et Valorisation-Biomasse: 69-74
- [7].- Haddouche I., 1991.- Etude de la valeur fertilisante des boues issues de la S.E. de BARAKI : leur aptitude à libérer l'azote et le phosphore. Thèse Ing. Agr., INA, El Harrach, Alger, 190 p.