



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة الشهيد حمزة لخضر الوادي
Université Echahid Hamma Lakhdar - El OUED
كلية علوم الطبيعة والحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
قسم البيولوجية الحيوية والجزئية
Département de biologie Cellulaire et Moléculaire



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences
biologiques

Spécialité : Toxicologie

THEME

*Effets des émissions atmosphériques de l'industrie du gypse
sur la santé environnementale de la région de Robbah et
d'El-Foulia-Eloued.*

Présentés Par :

M^{elle} OUCIF KECHEHA Naziha.

M^{elle} GUETROUN Salima.

Devant le jury composé de :

Présidente : M^{elle} ZAIME S.

M.A.A

Université d'El Oued.

Examinatrice : M^{me} AOUIMEUR M.

M.A.A

Université d'El Oued.

Promotrice : M^{elle} GUEMOUDA M.

M.C.B

Université d'El Oued.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remercîment

« La connaissance est la seule chose qui s'accroît lorsqu'on la partage » avant toute chose, on remercie Dieu, le tout puissant, pour nous avoir donné la force et la patience.

On tient à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à l'encadreur de ce travail, Mam GEMOUDA Messaouda pour son assistance et ses conseils pour assurer le succès de ce travail.

A M zaimé sihem. d'avoir accepté de juger ce travail en qualité de président de jury.

A M aouimeur meriem. d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.

On remercie également tous nos amis et la promotion du Master de biologie de toxicologie appliqué 2018/2019

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

*A celle qui m'a ouvert les portails et m'a donné la tendresse et le
courage*

A celle qui endeuillée pour me rendre heureuse

A celle qui attend chaleureusement ce jour: «ma chère Mère»

A celui qui a fait des grands efforts pour mon bonheur

A celui qui a rêvé de voir cette journée

A celui qui m'a orienté et m'a pris les secrets de la vie

« mon Père »

A celui qui m'a aidée par sa prière «ma grand-mère»

À mes chers frères

À ma sœur, mon amour, Rania

À mon fiancé Zouhir

A tous mes amis, surtout Randa et Naziha.

À quiconque contribue à ce travail de près ou de loin

À toute ma famille.

Salima

Dédicaces

Je dédie ce travail : A l'aide de dieu le tout puissant

A maman

A papa

A mes frères et mes sœurs :

Djoumana, Hayet, Said,

A tous mes amies. Et particulièrement :

Salima, khadidja, Mbarka, Razika

A toute le famille, OUCIF KECHEHA.

Naziha

Sommaire

Titre	Page
Remercîment	
Dédicaces	
Dédicaces	
Sommaire	
Liste de figures	
Liste des tableaux	
Résumé	
Liste des abréviations	
Introduction générale	01
Synthèse bibliographique	
Chapitre I Généralités sur le gypse	
I. Généralité	05
I.1. Gypse	05
I.2. Formation du gypse	05
I.3. Caractéristiques de gypse	07
I.4. Usages du gypse	11
I.5. Utilisation du gypse dans la gestion de l'environnement	17
I.6. Effet du gypse	17
I.7. Étude écologique	18
Chapitre II Etude structure du sol	
I. Généralité	20
I.1. Définition du sol	20
I.2. Phases du sol	20
II. Propriétés physicochimiques du sol	22
II.1. Propriétés physiques du sol	22
II.2. Propriétés chimiques du sol	23
Chapitre III Présentation de la plante étudiée	
I. Généralité	26
I.1. Description botanique	27
I.2. Taxonomie de la plante	27
I.3. Plantation	28
I.4. Usages thérapeutiques traditionnelles	28
I.5. Étude les critères morphologiques	28
Deuxième partie Etudes expérimentales	
Chapitre IV Matériels & Méthodes	
I. Situation géographique la région d'El-Oued	31
I.1. Climat de la région	32
I.2. Site de prélèvement:	32
I.3. Matériel végétal	34
II. Analyse de sol	35
II.1. Détermination des paramètres physico-chimiques du sol	35
III. Paramètres physiologiques de <i>Zygophyllum album</i>	40
III.1. Dosage des pigments photosynthétiques	40
III.2. Contenu biochimiques des feuilles	40

III.3. Analyses phytochimiques	44
Chapitre V Résultats et Discussion	
I. Résultats des paramètres physico-chimiques du sol	48
II. Tests phytochimiques	50
III. Dosage des composés polyphénoliques totaux	50
IV. Paramètres physiologiques de <i>Zygophyllum album</i>	51
IV.1. Paramètre de pigments photosynthétiques	51
V. Résultats études biochimiques de <i>Zygophyllum album</i>	53
V.1. Contenu biochimiques des feuilles	53
V.2. Résultats dosage des antioxydants	54
Conclusion général	
Références bibliographiques	
Annexe	

Liste de figures

N	Figure	Page
01	Roché du gypse	05
02	Différentes formes de cristaux de gypse	08
03	Carrière du gypse	11
04	Vue générale de la plante <i>Zygophyllum album</i>	26
05	Plante <i>Zygophyllum album</i>	28
06	Situation géographique de la région d'El-Oued	31
07	Situation géographique de la région Reguiba (Elfoulia).	33
08	Situation géographique de la région de Robbah(P.D.A.U.willaya	34
09	Vue générale de la plante <i>Zygophyllum album</i>	34
10	Paramètres physico-chimiques du sol.	49
11	Contenu de chlorophylle a et b et a+b dans les feuilles de <i>Zygophyllum album</i> .	52
12	Contenu de caroténoïde dans les feuilles de <i>Zygophyllum album</i>	52
13	Contenu des sucres totaux dans les feuilles de <i>Zygophyllum album</i>	53
14	Contenu des protéines totales dans les feuilles des plantes de <i>Zygophyllum album</i> .	54
15	Activité enzymatique de la catalase chez la plante <i>Zygophyllum album</i> .	55

Liste des tableaux

N	Titre	Page
01	Propriétés du gypse et de l'anhydrite	09
02	Taxonomie <i>Zygophyllum album</i>	27
03	Gamme de pH des sols selon	36
04	Echelle de salinité du sol	36
05	Classification des sols d'après leurs teneurs en calcaire,	37
06	Classification des sols d'après leur teneur en matière organique	38
07	Métabolites secondaires mis en évidence dans les extraits aqueux de <i>Zygophyllum album</i> .	50
08	Teneurs des polyphénols totaux des extraits aqueux d' <i>Zygophyllum album</i> .	51

Résumée

Le but de ce travail est pour évaluer, et identifier l'effet des flux atmosphériques de l'industrie du gypse sur l'environnement de la région d'Elfoulia qui considérée comme un site contaminé et la région de Robbah comme un site témoin (propre), pour étudier et comparer les données physicochimiques du sol, les résultats phytochimique d'une espèce prélevée des deux échantillons, et les données de dosage de stress oxydatif. Les résultats obtenus montrent qu'il n'existe pas un effet néfaste sur les paramètres du sol étudié, avec des résultats similaires et certains proches, enregistrés par les analyses phytochimiques de la plante *Zygophyllum album* prélevée de deux régions étudiées. Concernant les paramètres du stress nous trouvons une augmentation de l'activité de la catalase chez la plante de la région d'Elfoulia avec une légère augmentation du taux de GSH, qui confirme l'état de stress chez la plante prélevée d'Elfoulia.

Mots clé : gypse, sol, plante, Elfoulia, dosage, contaminé, stress oxydatif.

Liste des abréviations

ANOVA : Analysis of Variance

AFNOR : Association Française de Normalisation.

APX : Ascorbate peroxidase

ASS : Acide Sulfosalicylique

BBC : Coomassie Brilliant Blue R-250

BSA : Bovine serum albumin .

Ca Co₃ : Carbonates de calcium

CaSO₄ : Sulfate de calcium

SR : Sucres réducteurs.

g : gramme.

Dh : Dihydrate.

SH : Semi-hydrates.

MO : Matière Organique.

CAH : Complexe Argilo-Humique.

CEC : Capacité d'échange cationique.

Na: Sodium.

Ca: Calcium.

H₂O: Eau.

Car : Caroténoïde.

CAT : Catalase .

CDNB : 1-chloro-2-4-dinitrbenzene

CE : Conductivité électrique

Chl : Chlorophylle

DO : Densités optiques

DTNB : Acide 5-5'- dithio-bis-2-nitrobénzoïque

EDTA: Ethylène diamine tétra-acétique

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations

GSH: Glutathion

GST: Glutathion S – transferase

H₂O₂ : Peroxyde d'hydrogène

ITDAS : Institut technique pour le développement agricole de la saharienne

M : Molarite

MF : Matière frais

mmol : Millimole

PPT : polyphénols totaux

FT : flavonides totaux

NTU : Nephelometric Turbidity Units

Ph : Potentiel d'hydrogene

ROS : Réactives de l'oxygène

SOD : Superoxyde dismutase

T : Température

TCA : Acide trichloracétique

TDS : Taux d'adsorption de sodium

μ: Micron

°C : Degré Celsius.

% : Pourcentage.

H : Humidité.

Pt : Porosité Total.

Vs : Volume Solide.

Va : Volume Apparent.

Introduction générale

INTRODUCTION

Le développement économique et social est considéré comme l'ensemble des mutations positives dans une zone géographique donnée. La croissance économique n'est pas synonyme de développement, ce dernier passant par une modification des structures sociales aboutissant à l'amélioration des conditions de vie de la plus grande partie de la population.

Malheureusement les populations des pays en voie de développement sont plus vulnérables aux polluants chimiques qui proviennent des processus industriels par manque de connaissance, de bonnes pratiques, de règles de sécurité. De surcroît, elles souffrent d'un déficit d'infrastructures de santé ou n'y ont pas suffisamment accès. Enfin, les populations les plus pauvres sont souvent carencées au niveau de l'alimentation et de l'hygiène de vie, ce qui augmente les risques sanitaires et la vulnérabilité aux polluants industriels, particulièrement chez les enfants. **(MOKRANE& SADLI,2016).**

Les polluants environnementaux de tous genres contaminent l'eau, l'air et la terre, mettant en péril la vie humaine et les écosystèmes. De plus, ils sont souvent sources de conflit entre populations et industrie. En adoptant une approche écosystémique globale pour examiner les intérêts divergents et leurs conséquences, les approches écosanté s'efforcent de protéger la santé tout en assurant un équilibre entre les besoins des divers intervenants et la préservation de l'écosystème. **(Khosla & Flickr ,2010).**

La pollution du sol peut être diffuse ou locale, d'origine industrielle, agricole (suite à d'engrais ou de pesticides qui s'infiltrent dans les sols). Ces pollutions agricoles peuvent avoir plusieurs impacts sur la santé humaine, en touchant des nappes phréatiques d'une part et en contaminant par bioaccumulation les cultures poussant sur ces sols d'autre part **(GUERMAZI ,2016)**, Mais c'est probablement plus la forme chimique de l'élément que sa teneur qui pourra provoquer un effet négatif sur le fonctionnement du sol ou sur la qualité des produits végétaux **(Forneris, 2002).**

Le gypse est largement utilisé dans de nombreux domaines industriels, mais aussi dans l'agro-alimentaire. Sous forme crue, ses propriétés particulières sont une stabilité et une inertie chimique (insolubilité dans l'eau, dans les solutions acides à froid), un indice de blancheur élevée sous forme micronisée quand le gypse est pur, des qualités d'abrasif doux, un bon pouvoir flocculant pour liquides alimentaires, etc. On l'utilise donc, après broyage ou micronisation :

- dans l'industrie cimentière en addition du clinker (3% en moyenne, jusqu'à 5%) pour réguler la prise des ciments et augmenter leur résistance ;

- comme charge minérale pour plastiques, peintures, papiers, insecticides, pharmacie (indice de blancheur > 95, pureté > 96,75% et teneurs en éléments toxiques très faibles)

- dans l'industrie chimique et la verrerie: indice d'absorption de 25 cc/100g ;

- dans le traitement des eaux et l'alimentation (floculant, anti-agglomérant) et pour l'alimentation animale (**Marteau, 2004**).

Donc, quel est l'effet de gypse sur l'environnement ?

Synthèse

bibliographique

Chapitre I

Généralités sur le

gypse

I. Généralité sur le gypse :

Le gypse et l'anhydrite d'origine sédimentaire sont des roches salines de la famille des évaporites. Ils se forment également en milieu hydrothermal, ou comme produits d'oxydation de sulfures.

I.1. Le gypse

I.1.1. Définition :

Le gypse est une espèce minérale composée de sulfate di hydraté de calcium de formule $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Le mot gypse désigne ainsi à la fois un corps chimique composé minéral naturel et une roche évaporite majeure (Mokrane & Sadli, 2016)



Figure 01 : Roché du gypse.

I .2. Formation du gypse :

Le gypse est une roche sédimentaire dite évaporitique qui se forme au niveau des lagunes : de l'eau salée se retrouve piégée et s'évapore rapidement, entraînant des dépôts de calcium et de sulfate. D'un point de vue chimique, on classe cette roche dans les sels.

Le gypse est une forme naturelle hydratée du sulfate de calcium (CaSO_4), qui se forme par dépôts de roches sédimentaires. Il peut également être synthétisé en laboratoire (MATHE,2017).

I.2.1 La taille des particules de gypse :

Généralement, il est observé une augmentation de la solubilité du minéral avec l'affinement des cristaux de gypse (Kemper et al., 1975 ; F.A.O, 1990). A l'inverse, la présence de gros cristaux provoque une diminution du processus (Porta, 1998), et la dissolution du minéral pourrait ne pas être totale (OUAMER-ALI, K. 2008).

I.2.2. Gypse naturel :

C'est un cristal assez fragile dont la taille varie du grain microscopique au centimètre de plus de 20 cm. Le phénocrystal de gypse est d'ailleurs une splendeur de pure transparence, qui se retrouve en partie dans ses formes « rocheuses », tout particulièrement la sélénite (pierre de lune), belle pierre incolore d'aspect mystérieux, un peu perlé. Autre gypse prestigieux et poétique : la rose des sables, formée dans des eaux très minéralisées dans des conditions particulières d'évaporation et de tarissement. Le gypse est une roche blanche, d'aspect mat, finement cristallin tendrable à l'ongle, de densité 2,3. Quelques traces de soufre peuvent apparaître. Constitué en majeure partie de sulfate de calcium hydraté et cristallisé, il masque généralement en surface, l'anhydrite. Plus dure et plus dense (Mokrane & Sadli, 2016).

De couleur blanche, parfois jaunâtre à rougeâtre, gris, finement lité ou en feuillets transparents, il existe environ soixante-dix différentes formes cristallines les plus courantes sont : les plaquettes, les prismes, les aiguilles, les lenticulaires, les macles, en agrégats fibreux, gypse saccharoïde à grains fins, pierre réputée pour ses qualités en sculpture, gypse fibreux, gypse « rose des sables ». lorsqu'il est compact à grain blanc et finement cristallisé, il prend le nom d'albâtre (gypse blanc pur) (Mokrane & Sadli, 2016).

I.2.3. Gypse de synthèse

Le gypse de synthèse est le produit d'une réaction chimique industrielle. Les principales sources de gypse chimique sont :

La fabrication de l'acide phosphorique (phosphogypse) par attaque sulfurique du phosphate naturel la fabrication d'autres acides minéraux (acide borique : borogypse, acide fluorhydrique : fluorogypse) ou organiques : organo-gypses (acide citrique, tartrique, etc...)

La fabrication de l'oxyde de titane (TiO₂) conduit également à une production de gypse appelé titano gypse la désulfuration des gaz et des fumées : l'oxydation de l'anhydrite

sulfureux SO_2 (Énanhydride sulfurique) puis sa réaction avec de la chaux, produit un gypse appelé désulfogypse pour des raisons techniques et économiques, la production de gypse de synthèse est limitée. En effet, l'élimination des impuretés produites au cours de ce type de réaction nécessite des traitements chimiques coûteux. (Mokrane & Sadli, 2016).

I.3. Caractéristiques de gypse

I.3.1. Pétrographie et Minéralogie :

Le gypse est un minéral tendre (niveau 2 dans l'échelle de Mohs), plus ou moins translucide, de couleur blanc beige à gris ou rosé, cristallisant dans le système monoclinique, souvent maclé (gypse fer de lance) (Mokrane & Sadli, 2016). Plaques souvent transparentes et incolores présentant la propriété de se laisser cliver parallèlement à la surface en minces lamelles qui ont l'éclat du verre ou le brillent de la nacre (Kebier, 2016).

Les autres dénominations ou formes du gypse en tant que minéral sont comme suite:

- L'albâtre, variété de gypse pur très finement cristallisé, blanc et translucide, utilisé pour la sculpture d'objets décoratifs (statues, vases, bougeoirs...).

- La sélénite (de grec selene-lune) désignant un gypse en cristaux transparents, bien formé, pouvant atteindre mètres de développement (Mokrane & Sadli, 2016).

- Le gypse saccharoïde (du grec saccharose, sucre) en masses granulaires pulvérulentes. Ce gypse est caractérisé généralement par une structure moyennement cristallisé. Il est de couleur blanche (Kebier, 2016).

- Le gypse fibreux, en couches à fibres parallèles, ou en concrétion à fibres courbées.

Ce sont de longues fibres cristallines. Ils forment généralement le remplissage des fractures et des diaclases. Ce gypse se développe dans les principales discontinuités sédimentaires (plan de stratification, fractures... etc.). (Kebier, 2016)

- La rose des sables, gypse en cristaux lenticulaires à inclusions sableuses, disposés en macles de forme radiée. (Mokrane & Sadli, 2016).

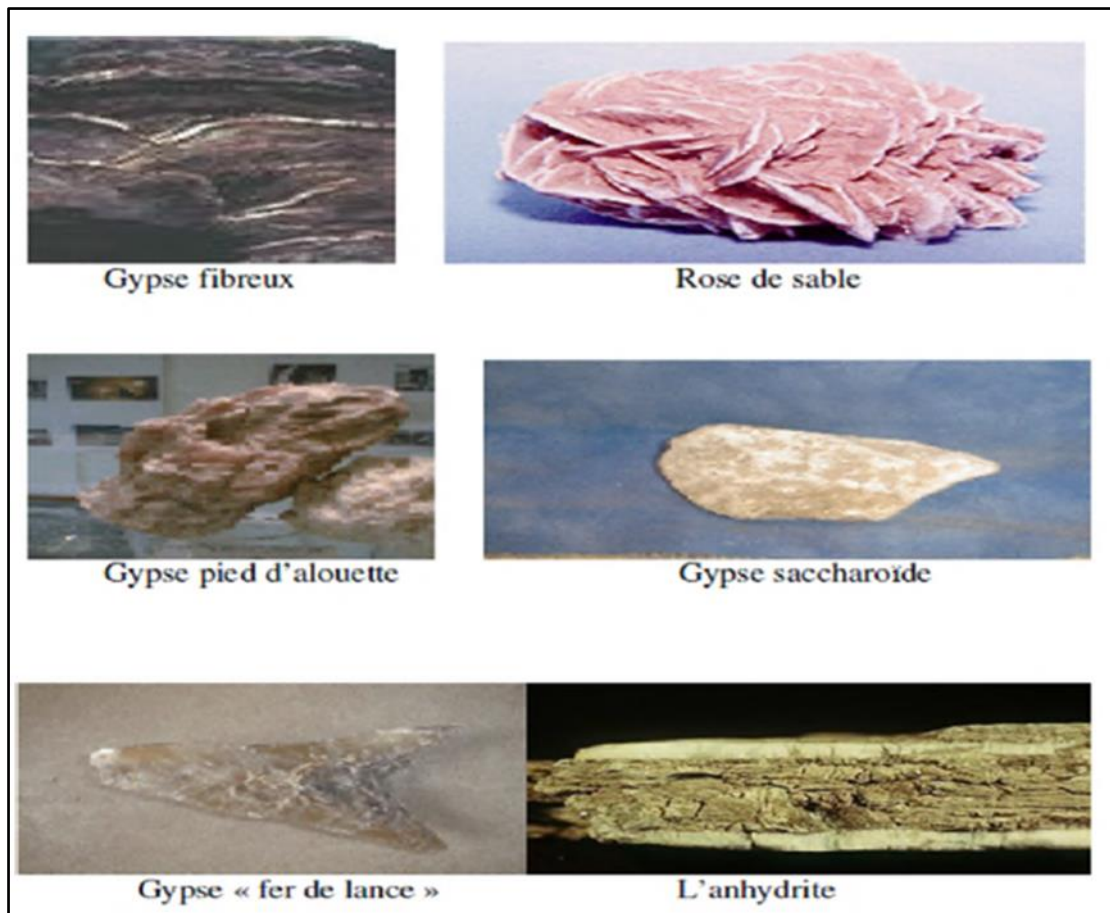


Figure 02 : Différentes formes de cristaux de gypse (Mokrane & Sadli ,2016).

I.3.2. Caractéristiques physico- chimiques :

- **Couleur** : blanche,
- **Formule chimique** : $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$,
- **Masse volumique** : 2,31 Kg/dm³,
- **Système cristallin** : monoclinique,
- **Solubilité (en gramme de sulfate de calcium par kilogramme d'eau)** :
 - A 3°C : 1,81.
 - A 20°C : 2,04.
 - A 38°C : 2,1(solubilité maximale).
 - A 100°C : 1,69.

La solubilité du gypse est sensiblement plus forte dans l'eau salée (eau de mer par exemple).

•**Dureté** : (échelle de MOHS) est de 1,2 à 2 suivant l'orientation de la face cristalline.

(Mokrane & Sadli ,2016)

I.3.3. Caractéristique chimique du gypse :

•**Densité** : 2.28 à 2.36 g/cm³ .

•**Température de cuisson** : devient de l'hémihydrate de 100 à 130 °C, devient anhydre 200 °C .

•**Fusibilité** : Assez difficilement fusible. Des feuillets se détachent à la calcination et fondent en libérant de l'eau. Formation de plâtre poudreux et opaque à partir de 120°C, puis en général d'anhydrite au-delà de 200°C .

•**Solubilité** : Le gypse est un minéral soluble. Sa solubilité est exprimée en gramme de sulfate de calcium (CaSO₄) dans 1000g d'eau pure. Elle est égale à 2g/l à température ambiante (18- 20C°). Le degré de solubilité du minéral est différemment caractérisé : peu soluble, faiblement soluble, semi-soluble .

•**Le pH** : pH >7. (Kebier ,2016)

Les différentes propriétés du gypse et de l'anhydrite sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 01 : Propriétés du gypse et de l'anhydrite (Mokrane & Sadli ,2016).

Propriétés	Gypse
Formule brute	CaSO ₄ .2H ₂ O

Masse moléculaire	172 ,17 g/mol
Couleur	Incolore, blanc, jaunâtre, de gris à noir, de marron à brun, de rose à rouge foncé.
Système cristallin	Monoclinique
Clivage	Parfait à {010}, net à {100} et {011}
Fracture	Conchoïdale, parfois fibreuse
Eclat	Vitreux à soyeux, nacré
Indice de référence	1,522
Polychroïsme	aucun
Solubilité	ne réagit pas à l'acide
Magnétisme	Aucun
Radioactivité	Aucun

I.3. L'extraction du gypse :

Lorsque le gypse est exploité à partir de gisements naturels, celui-ci est extrait sur carrières à ciel ouvert ou sur carrières souterraines, selon son état de recouvrement. Pour des raisons sanitaires le gypse est utilisé à un haut degré de pureté de l'ordre de 99% en industries alimentaires et donc les carrières sont davantage utilisées pour une exploitation destinée à un usage non agroalimentaire. (MATHE ,2017). L'extraction se pratique généralement en carrière, soit souterraine, soit à ciel ouvert.

I.3.1. L'extraction en galeries souterraine :

Cette extraction se pratique lorsque l'épaisseur de terre de recouvrement est importante (>5fois épaisseur de gypse) ou que la couche de gypse se trouve sous unité classé ou protégé, l'extraction se fait en galeries souterraines par la méthode des chambres piliers abandonnés. (Mokrane & Sadli,2016)

I.3.2. L'extraction a ciel ouverte :

Ce mode d'exploitation permet l'enlèvement total de la masse de gypse (le contraire de la première extraction ou l'enlèvement est partiel), mais présente des inconvénients en période d'intempéries (difficultés d'accès, humidification de gypse) (Mokrane & Sadli ,2016).



Figure 03 : Carrière du gypse (Mokrane & Sadli ,2016).

I.4. Usages du gypse :

Les gisements de gypse sont principalement utilisés dans le secteur du bâtiment pour la fabrication de plâtre. Effectivement, le gypse présente naturellement de bonnes propriétés en matière d'isolation thermique et acoustique, de résistance au feu et de régulation hygrométrique, qui sont particulièrement recherchées pour l'habitat .

Le gypse présente également des bonnes propriétés qui rendent son utilisation intéressante pour l'industrie agroalimentaire. Comme mentionné précédemment, le degré de pureté doit être supérieur ou égal à 99% .

En outre le gypse est aussi utilisé dans l'alimentation animale en tant que complément alimentaire ; et également en pharmacologie, notamment en tant qu'excipient (substance autre que la molécule active permettant de faciliter la prise du médicament ou déterminant la forme galénique). Finalement, le gypse est aussi présent dans le domaine de la médecine comme substitut osseux et en dentisterie lors de réalisation de modèles d'étude ou bien dans la pâte à empreinte .

Ces différentes utilisations seront expliquées plus en détails dans la suite de notre étude.

I.4.1. Domaine pharmaceutique :

Le sulfate de calcium joue le rôle de charges dans les produits pharmaceutiques (comprimés, excipient inerte). Il est également présent dans les cosmétiques, dentifrices et autres pâtes (Mokrane & Sadli ,2016).

1.4.2. Domaine médical :

1.Plâtre médical :

Le plâtre médical est un plâtre issu du gypse naturel mais qui possède des propriétés bien précises pour permettre de l'utiliser dans le domaine médical comme substituts osseux, ou comme plâtre dentaire ou après l'association de plâtre avec le gaz en formant des bandes plâtrée pour l'immobilisation, et chacun de ces trois domaines préfèrent des propriétés plus ou moins différentes de l'autre (Mokrane & Sadli ,2016).

2.Les types de plâtre médical :

A- Le plâtre pour empreinte (tendre) : ce type de plâtre utilise pour la coulée d'empreintes d'étude ou d'alcades antagonistes mais reste mieux indique pour les montages en articulateur.

B- Plâtre dentaire : est fabriqué en réduisant le gypse en fine poudre et en l'échauffant à l'air libre (c'est un chauffage rapide et direct) la poudre résultante est constituée de particules irrégulières et d'agrégats poreux.

C- L'immobilisation orthopédique des osseuses : il s'agit de faire une réduction de la fracture par manœuvre externe et d'immobiliser le membre dans le plâtre (botte plâtrée), l'avantage théorique est de ne pas ouvrir les foyers de fracture (pas de risque d'infection) (Mokrane et Sadli ,2016).

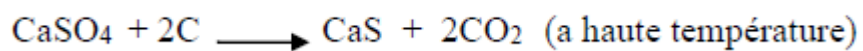
D- La bande plâtrée : Est un pansement rigide fait de compresses enduites de plâtre ces bandes son moulées puis appliquées de façon à prendre la forme de la région anatomique, pour maintenir, les fragments osseux dans leurs rapports normaux jusqu'à la formation d'une cale osseuse solide. La fonction de la bande plâtrée est d'immobiliser et de maintenir les fragments osseux en place, une immobilisation totale du membre est nécessaire jusqu'à ce que le plâtre soit durci, ce qui prend au moins d'une heure (Mokrane & Sadli ,2016).

I.4.3. Domaine d'industrie chimique :

Le sulfate de calcium peut être utilisé comme matières premières pour la fabrication de nombreux produits chimiques d'application industrielle (Mokrane & Sadli, 2016).

1. Fabrication de sulfure de calcium et de soufre :

Le sulfure de calcium CaS s'obtient par réduction de sulfate de calcium à haute température (Mokrane & Sadli, 2016).



L'attaque de CaS par acide chlorhydrique forme de l'hydrogène sulfuré H₂S qui peut ensuite être transformé en soufre par oxydation à l'air ou par grillage (Mokrane & Sadli, 2016).

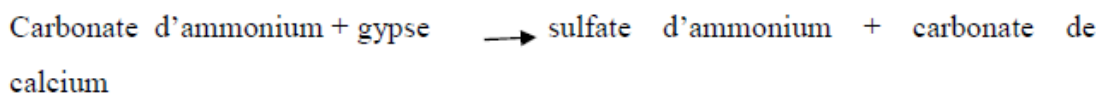


a. Acide sulfurique

Plusieurs usines dans le monde emploient l'anhydride naturel pour obtenir de l'acide sulfurique H₂SO₄, mais cette opération n'est rentable que si elle est combinée à d'autres réactions chimiques permettant d'obtenir d'autres produits. (Mokrane & Sadli, 2016)

b. Sulfate d'ammonium

Le sulfate d'ammonium est habituellement préparé par neutralisation directe de l'ammoniac par l'acide sulfurique, le gypse peut servir de produits de substitution quand les matières sulfurées ne sont pas disponibles (Mokrane & Sadli, 2016).



I.4.4. Domaine d'agriculture et engrais :

Les épandages de gypse broyé sur terrain agricole peuvent présenter plusieurs avantages sur le plan organique.

En effet le gypse apporte une correction des sols salins ou alcalins se trouvent en région arides ou semi-arides et en bordure de mer, le chlorure de sodium ayant une action inhibitrice asphyxiante sur la croissance des plantes et créant des sol dure et grossiers par défloculation des argiles, le gypse en solution permet un remplacement des cations Na^{++} par Ca^{++} , ce qui fait flocculer les argiles et rend le sol plus aéré et léger (Mokrane & Sadli,2016).

Par ailleurs l'alcalinité est réduite et la teneur en calcium assimilable augmente.

Sur sol acides, le gypse semble neutraliser l'acide en libérant Ca^{++} , tandis que SO_4^{--} serait absorbé par les plantes.

Les amendements sulfates ont également une action bénéfique pour certaines cultures, comme les légumineuses, la vigne, le tabac, ou ils diminuent les carences en soufre. Le gypse entre dans la composition des engrais aux super phosphates, et il permet de conserver la teneur en azote des fumures organique en éliminant les bactéries dénitrifiâtes (Mokrane& Sadli ,2016).

I.4.5. Domaine d'industrie cimentière :

Le principal constituant entrant dans la fabrication des ciments est le clinker· obtenu par cuisson de mélange de clinker et d'argile dans des fours industriels à des températures élevées, de l'ordre de 1500C0(Mokrane & Sadli,2016).

Les sulfates de calcium mélangés au clinker ont une action retardatrice sur la prise du ciment et augmentent sa résistance, dans la limite d'une teneur minimale de2%.

Les ciments portland actuels sont constitués de clinker finement broyés· additionnés de 3% à 6 % de gypse destiné à régulariser la prise. On explique l'action de gypse par la propriété de former, par dissolution puis précipitation, une fine couche protectrice autour de grains de clinker (Mokrane& Sadli ,2016).

I.4.6. Charge minérale

Le caractère neutre et inerte du gypse, sa faible abrasivité, sa facilité à être finement broyé ainsi que sa blancheur qui peut être élevée, en font un bon produit de charge dans les secteurs industriels suivants (Mokrane & Sadli,2016):

-plastiques.

-peintures et colles, pâtes à modeler.

- papiers, tissus.
- verrerie.
- insecticides en poudre.
- pharmacie.

I.4.7. Domaine d'industrie alimentaire :

Le gypse est toujours utilisé et depuis fort longtemps pour la purification des eaux de brasserie (Burtonizing), il a été aussi longtemps employé en France pour réduire la teneur en tartre et contrôler la clarté des vins (plâtrage du vin).

Aujourd'hui, le gypse broyé est également utilisé dans la préparation de nourritures pour le bétail, il combat le manque de soufre et évite l'utilisation de matières azotées (Telle l'urée) pour améliorer les fourrages de mauvaise qualité (**Mokrane & Sadli,2016**).

I.4.8. Domaine de génie civil :

Depuis plusieurs années, des études se poursuivent en France sur les utilisations possibles des phospho-gypses dans le génie civil c'est ainsi qu'ont été mises au point des techniques d'utilisation du phospho-gypse en assises de chaussées sous forme de grave –laitier de cendres volantes ou de grave –ciment activées par un mélange de phospho-gypse et de soude, des travaux se poursuivent également en vue d'utiliser le phospho-gypse en terrassement (accotements de chaussées, couches de forme) (**Mokrane & Sadli,2016**).

I.4.9. Fabrication des plâtres :

Dans le principe, la fabrication du plâtre peut apparaître comme une opération relativement simple.

Cependant dans la réalité les processus sont complexes et phénomènes physico-chimiques sont difficiles à maîtriser. Ils sont liés aux impuretés contenues dans le gypse en faibles quantités, mais qui influent sur les transformations cristallines au cours de la cuisson et de la mise en œuvre, et donc sur les propriétés des produits obtenus.

Le gypse est un sulfate de calcium hydraté à deux molécules d'eau, ou dihydrate (DH) donnant par décomposition thermique à la cuisson une série de produits partiellement hydratés ou anhydres, qui sont à base des plâtres.

- Ver 120-160 C°, on obtient les semi-hydrates (SH). α ou β par le processus :



Selon que l'on opère respectivement sous pression de vapeur d'eau en autoclaves, ou à l'aire libre en fours tournants ou statique, le SH α est plus dure que le SH β , qui est le constituant essentiel de tous les plâtrés. Ver 200 C°, on obtient anhydrite III ou anhydrite soluble instable, qui se réhydrate très rapidement en semi-hydrate au contact de l'eau en phase vapeur. Entre 220 et 450 C°, on obtient en fours tournants l'anhydrite II stable, ou surcuit, qui se peut réhydrater lentement au contact de l'eau, et qui rentre dans la composition de nombreux plâtres, comme s'eux pour enduit.

Au-delà de 450 C°, l'anhydrite II se transforme en anhydrite I, qui se réhydrate très difficilement (Mokrane & Sadli, 2016).

I.4.10. Utilisation dans d'autres industries :

Le gypse broyé est utilisé dans diverses industries, citons en particulier :

-la clarification des eaux trouble

-le raffinage des huiles

-le polissage de certains métaux (étain...)

-Il s'emploi broyé très finement (ou sous forme de plâtre également) pour constituer le lit de polissage des glaces et des pierres précieuses ou ornementales.

L'industrie du verre utilise également le sulfate de calcium sous forme d'anhydrite naturelle très pure broyée finement comme agent réactif en lieu et place de sulfate de sodium. (Mokrane & Sadli, 2016).

I.5.Utilisation du gypse dans la gestion de l'environnement :

Le sulfate de calcium peut être épandu en agriculture comme engrais pour les cultures. Il est alors une source de calcium et de sulfate pour les plantes. Néanmoins il est nécessaire qu'il soit d'une pureté minimale de 50% pour avoir une activité optimale et ne pas apporter trop d'éléments extérieurs dans les sols. Un autre avantage du gypse en agriculture est celui de la conservation de la teneur azotée dans le sol. Le sulfate de calcium agit sur les bactéries dénitrifiâtes en les éliminant, grâce à cela les plantes ont accès à plus d'azote contenu dans le sol. Mais là ne s'arrête pas les intérêts du gypse, car il peut aussi corriger la salinité (alcalinité) des sols, grâce à la floculation des argiles, l'allègement et l'aération du sol. Ces propriétés entraînent une meilleure perméabilité et réduit le risque d'érosion (MATHE ,2017).

Enfin le gypse a des propriétés dans le traitement des eaux. En effet, il clarifie les eaux troubles, lors de son injection sous forme de solution saturée. S'en suit une complexation qui est ensuite éliminée (MATHE ,2017).

I.6.Effet du gypse :

I.6.1. Effet du gypse sur sol et la végétation :

Il est généralement admis qu'en petites quantités, le gypse a un effet favorable sur les propriétés fonctionnelles des sols et la croissance des plantes.

En sols très argileux et très dispersés, le gypse améliore l'infiltration, diminue l'érosion et augmente la floculation. En sols sodiques, le gypse améliore la structure en déplaçant les ions Na^+ du complexe absorbant et les remplacer par les ions Ca^{+2} , il s'agit de la désalinisation du sol. En sols acides, le gypse change les propriétés de ces sols en déplaçant les ions Al et diminuant la toxicité par cet élément, la présence des teneurs élevées en gypse dans la rhizosphère affecte la teneur et la disponibilité des éléments nutritifs (N, P, K.....) et affecte la croissance des plantes et leur productivité. Quand le sol est constitué de roches gypseuses peu profondes, la végétation est pauvre, quand il est plus évolué la biomasse et la végétation qui couvre le sol est plus développé. Les communautés typiquement gypsophiles des régions méditerranéennes et sud méditerranéens sont incluses dans les cortèges gypsophiles. (Belmabrouk & Laroui,2016).

I.6.2. Effets toxiques du gypse :

Bactéries communes sont des bactéries anaérobies qui existent dans le plâtre n'est pas traité de manière appropriée. Lorsque le plâtre est encore humide, la bactérie fonctionne avec l'oxygène de l'eau et convertit le sulfate de calcium de sulfure de calcium, ce qui produit toxique du sulfure d'hydrogène gazeux. Le gaz a une répulsion semblable à l'odeur d'œufs pourris mais des problèmes de santé graves peuvent commencer de temps après l'odeur est évidente.

Le sulfure d'hydrogène dans le plâtre peut affecter le système respiratoire, provoquant une irritation et une éruption cutanée et peut provoquer une inflammation des yeux. Une exposition prolongée peut entraîner un danger grave et comprend des symptômes tels que l'essoufflement et la respiration sifflante, et pourrait conduire à l'arrêt respiratoire, le coma et même la mort (Crusher ,2011).

I.7.Étude écologique :

I.7.1. La biodiversité :

1.Généralité :

La biodiversité comprend la diversité des espèces (les espèces animales, végétales, les champignons et les bactéries), leur diversité génétique (p.ex. les sous-espèces, les variétés et les races), ainsi que la diversité des écosystèmes (p.ex. les forêts et les cours d'eau)

Comme toute espèce vivante, nous dépendons de ce qui nous entoure de manière plus ou moins évidente, donc plus ou moins consciente. Nous sommes en interaction permanente avec les milieux terrestres ou aquatiques et la grande diversité d'animaux, de végétaux et de micro-organismes qui les compose. De notre naissance à notre mort, nous consommons de la biodiversité, nous rejetons des déchets qui alimentent la biodiversité, nous abritons de la biodiversité... Il nous faut interagir pour coopérer, pour modifier l'environnement dans lequel nous évoluons et pour nous adapter aux évolutions naturelles de cet environnement⁽¹⁾.

2.L'importance de la biodiversité dans l'étude de la pollution :

Du climat local et global lié au rôle des végétaux, des forêts sur la température, l'humidité, de la pollution (épuration de l'eau, de l'air, du sol) : les écosystèmes, les macro et micro-organismes filtrent l'air, l'eau, le sol, détoxiquent les déchets et nous donnent des conditions de vie compatibles avec nos besoins.⁽¹⁾.

Chapitre II

Etude structure

du sol

I. Généralité :

Les sols sont des systèmes multiphasiques complexes et hétérogènes, composés d'air, d'eau et de solide (sable, limon, argile, matière organique (MO), nutriments, écosystèmes...etc.) en outre, les sols sont des médias ouverts et dynamiques, échangeant de la matière et de l'énergie avec l'atmosphère, la biosphère et l'hydrosphère (**Sposito, 1997**).

I.1. Définition du sol :

Le sol est la couche superficielle meuble de la lithosphère terrestre, présentant une épaisseur variable de quelques centimètres à plusieurs mètres. Il est constitué par un mélange de matériaux minéraux et organiques, qui sert de support et milieu naturel pour la croissance des plantes (**Glossary, 1965 ; Legros, 2007**).

Qui est dénommée couverture pédologique, est la résultante au cours du temps de plusieurs facteurs :

- ❖ La roche-mère sur laquelle s'est développé ;
- ❖ Environnementaux tels que le climat, le relief et la végétation (**Duchaufour, 1984 ; Boulaine, 1989**).

I.2. Phases du sol**I.2.1. Phase liquide du sol :**

La phase liquide du sol est souvent désignée par le terme « solution du sol », occupe une partie plus ou moins importante de la porosité du sol, est constituée d'eau où se trouvent diverses substances organiques et minérales dissoutes et des particules en suspension.

La composition de la solution du sol varie selon :

- Le climat,
- Les apports anthropiques (fertilisants, produits de traitement phytosanitaire...etc.)

L'activité biologique du sol (exsudats racinaires, produits de synthèse et de dégradation microbienne ...etc.).

I.2.2. Phase gazeuse du sol :

Dans un sol bien aéré, les gaz qui règnent dans l'atmosphère du sol sont :

- L'azote (78 à 80%)
- L'oxygène (18 à 20%)

- Le dioxyde de carbone (0.2 à 3%).

• D'autres molécules gazeuses d'origine anthropique telles que les pesticides ou les HAP peuvent également être détectées dans l'atmosphère du sol. Ces gaz peuvent exister dans le sol :

- Soit à l'état libre ;
- Soit dissous dans la solution du sol.

Cependant, dans certaines conditions (d'hydromorphie par exemple), la phase gazeuse peut être absente ; tout l'espace poral du sol est alors occupé par l'eau et le sol est dit saturé (Duchaufour, 1984 ; Hillel, 1982 ; Calvet, 2003).

I.2.3. Phase solide du sol :

La phase solide du sol est en général majoritairement minérale qui comprend :

A. Eléments grossiers :

Ce sont les éléments > 2mm et on les classe par dimensions :

- ❖ 0.2 cm à 2 cm : graviers
- ❖ 2 à 5 cm : cailloux
- ❖ 5 à 20 cm : pierres
- ❖ > 20 cm : blocs.

Leur expression se fait en pourcentage, qu'on donne sur le terrain en fonction du volume et en laboratoire en fonction de la masse (sur un échantillon de sol, au laboratoire, on estime le pourcentage après passage au tamis de 2mm).

B. Terre fine :

La terre fine est la fraction de terre qu'il reste lorsqu'on retire les éléments grossiers (donc < 2 mm, au tamis). On peut classer les éléments de la terre fine par dimensions :

- ❖ 2mm à 0.2 mm : sable grossiers
- ❖ 0,2 mm à 50 µm : sable fins
- ❖ 50 µm à 20 µm : limons grossiers
- ❖ 20 µm à 2 µm : limons fins
- ❖ < 2 µm: argiles

Elle comprend aussi une fraction organique dont le taux varie selon le type de sol et les conditions de pédogenèse. Les sols cultivés présentent des taux de matière organique compris dans une gamme allant de moins de 1% à 20% de la masse du sol (**Calvet, 2003**).

II. Propriétés physicochimiques du sol

II.1. Propriétés physiques du sol :

II.1.1. Structure :

La structure d'un sol est l'assemblage, a un moment donné, de ses constituants solides. La stabilité structurale dépend de la matière organique des sols. Le complexe argilo-humique joue un rôle structural, ce rôle est plus ou moins important selon les teneurs en eau du sol et varie en fonction du type d'argile. La matière organique augmente la stabilité des agrégats. Une mauvaise structure peut donc empêcher l'écoulement des eaux dans le sol, les échanges gazeux entre le sol et l'atmosphère. Une bonne structure va assurer une grande facilité de circulation d'eau, donc laisse s'écouler l'excès, assure une bonne aération des racines, une bonne germination, une pénétration profonde des racines et une bonne exploration par les racines des ressources nutritives du sol (**Soltne, 2004**).

II.1.2. Texture :

Texture du sol traduit de manière globale la composition granulométrique de la terre fine (**CHEIAKH, M. O. 2018**).

La texture du sol est à la base de toutes les autres propriétés, c'est la propriété du sol qui traduit de manière globale la composition granulométrique de la terre fine (**Gobat, 2010**).

La texture constitue un caractère fondamental du sol, car elle influe sur :

A. Perméabilité du sol à l'eau et à l'air :

La granulométrie d'un sol est indépendante de la nature et de la composition minéralogique ou organique mais intervient bien dans la définition de sa structure (**KOMBATE.A, 2013**).

La perméabilité est indépendante du taux de la matière organique. Le critère retenu pour mesurer la perméabilité est la vitesse de percolation de l'eau exprimée en Cm³/h. Le taux élevé de la matière organique n'implique pas forcément une bonne perméabilité (**Redlich,1975**). Cependant, son degré de décomposition a une influence sur cette dernière ; plus la matière organique est décomposée, plus la perméabilité est faible et vice-versa.

B. Rétention de l'eau :

Sous forme de vapeur ou liquide, l'eau occupe environ un quart du volume d'un sol, quand ce dernier est saturé, l'eau qui percole à travers une tranche du sol le fait sous l'influence de la gravité (Emilian, 2004).

La teneur en air est complémentaire de la teneur en eau, puisque ces deux fluides se partagent l'espace poreux (Blanc, 1985).

$$\text{Porosité totale (\% vol)} = \text{humidité (\%)} + \text{teneur en air (\%)}$$

II.1.3. Porosité :

La porosité d'un sol est une grandeur physique qui exprime le rapport entre le volume occupé par ses pores et son volume totale. Considérons un échantillon de matériau terreux. Soient V_t le volume total de cet échantillon qui est qualifié d'apparent puisque c'est le volume qui est directement aperçu et V_s le volume occupé par les particules du sol. La porosité totale θ_t est définie par l'équation (Calvet, 2003).

$$P_t = (1 - v_s) / v_a$$

P_t : Porosité Total

V_s : Volume Solide

V_a : Volume Apparent

II.1.4. Connectivité :

Elle exprime l'importance des connexions entre les pores qui est un déterminant de la continuité de la phase gazeuse, donc de l'écoulement de l'air (Boudouch, 2009).

II.2. Propriétés chimiques du sol :

Le sol est une matrice réactive qui est composée d'éléments chargés, minéraux et organiques. Ces éléments interagissent entre eux et confèrent au sol des propriétés chimiques qui interviennent, entre autres, dans la nutrition des plantes.

II.2. 1. Ions :

Les ions présents dans les sols proviennent essentiellement des processus de dégradation de la roche mère et de minéralisation de la matière organique. Ils peuvent également être introduits par l'intermédiaire de fertilisants chimiques et d'amendements organiques.

II.2.2. Complexe argilo-humique :

Le complexe argilo-humique (CAH), ou complexe adsorbant est le résultat de l'association de l'humus et des argiles. Ces deux substances s'associent par l'intermédiaire de ponts calciques, de ponts constitués d'hydroxydes de fer et d'aluminium et de ponts aluminium positionnés aux points de rupture des feuillets d'argile. Le CAH présente une charge globale négative qui lui permet de fixer des cations, et dans une moindre mesure des anions. Les ions sont retenus sous forme échangeable et sont en équilibre avec la solution du sol. Lorsque la concentration en ions est modifiée dans la solution du sol (prélèvement par les racines des plantes, par exemple), certains ions fixés sur le CAH passent en solution (désorption) et sont remplacés par d'autres ions présents auparavant dans la solution du sol (adsorption) (Gobat *et al.*,2010).

II.2. 3. Capacité d'échange cationique :

La capacité d'échange cationique (CEC) est la quantité totale de cations qu'un poids déterminé de sol (habituellement 100 grammes) peut adsorber sur son complexe argilo humique et échanger avec la solution du sol dans des conditions de pH données. Autrement dit, c'est la somme des charges négatives du sol disponible pour la fixation des ions H^+ et Al^{3+} ainsi que les cations basiques Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ et K^+ . La CEC dépend donc de la nature des colloïdes présentant un nombre variable et spécifique de sites négatifs et, bien sûr, du pH du sol (Gobat *et al.*,2010).

II.2. 4. Taux de saturation en cations basiques :

Le taux de saturation est le rapport entre la somme des cations basiques échangeables divisé par la CEC. Pour une même valeur de la CEC, le taux de cations basiques peut varier d'un sol à l'autre en fonction de la composition chimique de la roche mère, de l'ajout de fertilisant et du lessivage du sol (Gobat *et al.*,2010).

II.2. 5. PH :

L'acidité, exprimée par le pH, est définie par la concentration d'ions H^+ qui sont fixés sur le CAH ou en mouvement dans la solution du sol. L'alcalinisation d'un sol se traduit généralement, pour les colloïdes négatifs, par une augmentation des charges négatives ce qui tend à accroître la CEC. Inversement, l'acidification du sol se traduit par une diminution de la CEC du sol (Gobat *et al.*,2010).

Chapitre III

Présentation de la plante étudiée

I. Généralité :

On sait que le Wilaya d'El-Oued est réputée pour de nombreuses plantes du désert, telles que les alliées et les plantes épineuses. Où ils se trouvent dans les zones aridités telles que la zone de Robbah et Elfoulia, malgré la variété de couverture des plantes, mais ils ont les mêmes plantes, comme la plante *Zygophyllum album* dans les images suivantes :



Figure 04 : Vue générale de la plante *Zygophyllum album*(**Debouba,2013**).

Le *Zygophyllum album* connu sous le nom « aaggaya » et le nom vernaculaire : "Bougriba"(**Debouba,2013**), est une espèce du genre *Zygophyllum* de la famille des *Zygophylaceae*, cette famille comprend approximativement 27 genres et 285 espèces, elle est représentée principalement dans les régions arides et semi arides : ainsi au Sahara Algérien on observe 7 genres et 27 espèces, elle constitue plus de 3% de la flore du désert dont plus du tiers est endémique. Le genre *zygophyllum* est le plus répondeur de la famille. Ce sont des plantes très adaptées au milieu désertique par leur système de racines horizontales qui parcourent de longues distances et absorbent la moindre goutte d'eau (**Debouba ,2013**).

Les espèces qui appartiennent au genre *tetraena* possèdent des propriétés thérapeutiques, elles sont non seulement utilisées dans la médecine traditionnelle, mais aussi dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique (**Debouba ,2013**).

Et parmi ses espèces on trouve notre plante étudiée *Zygophyllum album*.

I.1. Description botanique

Les espèces du genre *Zygophyllum* se présentent souvent sous forme de buissons bas, ramifiés dont les feuilles opposées, composées en général de 2 folioles cylindriques, charnues et gorgées d'eau, ont donné le nom à la famille. Les fleurs axillaires ont 10 étamines à base élargie. Le fruit de *Z. album* est une capsule portée par un pédoncule court. Elle est formée d'une partie inférieure soudée et d'une partie supérieure dont les 5 lobes libres ont à peu près la même longueur que la partie soudée. (MNAFGUI, K. et al. 2015).

I.2. Taxonomie de la plante

Le genre *Tetraena* a été érigé par Karl Maximovich en 1889 pour l'espèce *Tetraenamongolica*. Jusqu'en 2003, il s'agissait de la seule espèce reconnue dans le genre. Des études phylogénétiques moléculaires ont suggéré que le genre *Zygophyllum* n'était pas monophylétique, car *Tetraena* et certains autres genres y étaient imbriqués. Pour créer des genres monophylétiques, Björn-Axel Beier et Mats Thulin ont transféré environ 40 espèces de *Zygophyllum* à *Tetraena*, créant beaucoup des genres plus développés (MNAFGUI, K. et al. 2015).

Tableaux 02 : Taxonomie *Zygophyllum album*. (Debouba, 2013)

Règne	Plantae
Phylum	Angiospermes
Sous règne	Angiosperms
Embranchement	Eudicots
Sous embranchement	Rosids
Classe	Magnoliopsida(Eudicotylédones)
Sous classe	Rosidae II
Ordre	Zygophyllales
Famille	Zygophyllaceae
sous famille	Zygophylloideae
Division	Magnoliophyta (flowering plants)
Superdivision	Spermatophyta (seed plant)
Genre	<i>Tetraena</i>
Espèce	<i>Zygophyllum album</i> .

I.3 Plantation

Bougriba c'est une plante permanente qui pousse en toutes saisons et fleurit à la fin du printemps et au début de l'été (Heliss,2005).

I.4. Usages thérapeutiques traditionnelles :

Beaucoup d'espèces du genre *Zygophyllum* possèdent des effets biologiques qui sont exploités par la médecine traditionnelle : le *Z. coccineum* est utilisé contre les rhumatismes et l'hypertension, le *Z. gaetulum* est connu pour ces propriétés antidiabétiques, antispasmodiques et il est utilisé aussi contre l'eczéma. En Algérie, *Z. album* est utilisée pour le traitement du diabète, des spasmes et des dermatites. (Crusher ,2013)

I.5. Etude les critères morphologiques :

Espèce saharo-méditerranéenne commune dans le sud-tunisien et le Sahara égyptien, plus rare dans le sud-algérien et le Hoggar.

Taille : 20 à 50 cm, Petit buisson ramifié.

Feuilles à deux folioles charnues.

Le pétiole est aussi long et charnu que les deux folioles.

Les feuilles deviennent oranges en séchant. Petites fleurs blanc-jaune ou crème. Le fruit comprend 5 lobes soudés à leur base puis s'évasant au sommet, le pédicule du fruit est plus court que le fruit. (Debouba,2013)



Figure 05 : Plante *Zygophyllum album*. (Debouba,2013).

Deuxième partie

Etudes

expérimentales

Chapitre IV

Matériels & Méthodes

Notre travail a été réalisé au niveau de laboratoires pédagogiques de notre Faculté (Université de El oued).

La première phase a pour but d'extraire de *Zygophyllum album* et de caractériser son milieu de vie par l'analyse physico-chimique du sol, et dans la deuxième on a fait des études phytochimiques par le dosage des composants primaires et secondaires de *Zygophyllum album*. Et en fin on a évalué les biomarqueurs de stress chez cette plante échantillonnée des régions d'Elfoulia (contaminé) et la région de Robbah (propre).

I. Situation géographique la région d'El-Oued :

La région de Souf est une partie de la wilaya d'EL-Oued, située dans le Sud-est Algérien et au Nord du grand Erg oriental (**BOUKHEZN.B,2008**), aux confins septentrionaux du Grand Erg Oriental, entre les parallèles : (33° et 34°) Nord, et (6° et 8°) Est. Cette immense étendue sablonneuse se trouve, d'une part, à mi-chemin entre la mer méditerranéenne au Nord et la limite méridionale du Grand-Erg Oriental au Sud, et d'autre part, à égales distances entre le golfe de Gabès à l'Est et l'Atlas Saharien à l'Ouest. La zone est délimitée par :

La frontière Algéro-Tunisienne (chotts El-Djerid : région de Tozeur) à l'Est

Le chott Melghir et Merouane au Nord (région de Biskra)

L'Oued-Righ (région de Touggourt) à l'Ouest (**BOULIF.A,2012**)

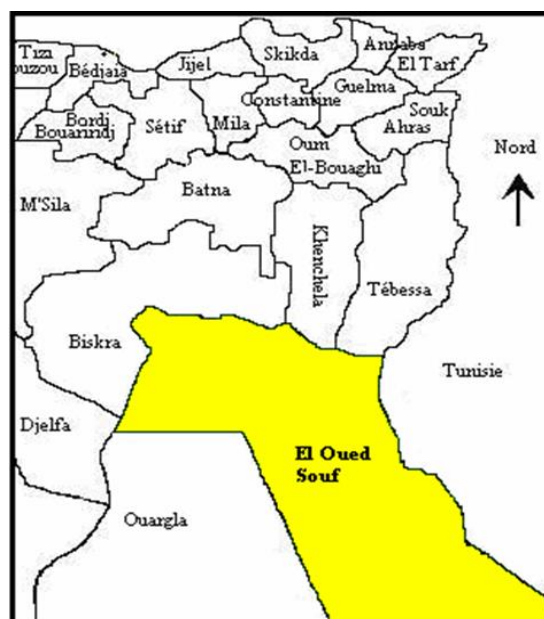


Figure 06: Situation géographique de la région d'El-Oued (**FAO ,2016**).

I.1 Climat de la région

Le climat est caractérisé par une aridité extrême (climat hyper aride). L'hyper aridité et la chaleur sont ses caractères essentiels.

Les vents, par l'évaporation qu'ils provoquent, contribuent à la hausse de son aridité. Leurs régularités sont souvent contrariées. L'agitation de l'air est souvent provoquée, localement, par les contrastes de températures.

Les mois d'été sont très chauds, et les températures atteignent 49° à l'ombre et plus de 50° les jours de sirocco (Chihili). La couche superficielle du sable frôle les 60°, mais la température chute à la nuit tombante d'une vingtaine de degrés.

Les températures sont très élevées, très contrastées (l'écart entre le jour et la nuit), ainsi que l'écart entre le minima et le maxima, peut atteindre 50° C (**BOULIFA, 2012**).

I.2 Site de prélèvement :

Le choix des régions d'études était basé strictement sur la disponibilité et la possibilité de faire les différentes études écotoxicologiques, phytochimiques, pour cela nous avons choisis 2 régions d'étude :

- Sites contaminés (région d'Elfoulia)
- Site propre (région de Robbah (Témoin) : très éloigné de toutes sources de pollution à raison de 50km).

I.2.1. Situation géographique de la région reguiba (elfoulia) : Le village de Foulia est situé dans la municipalité de Reguiba, à 40 km au nord de la capitale de l'état de la vallée. (Chuikh ,2017)

Figure05 : Situation géographique de la région Reguiba (Elfoulia).

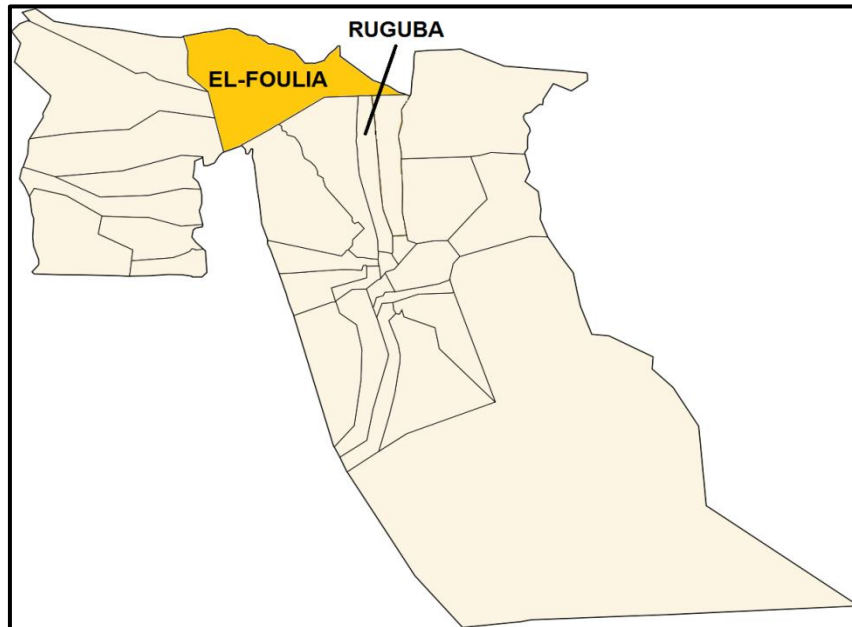


Figure07 : Situation géographique de la région Reguiba (Elfoulia). (P.D.A.U.willaya d'El Oued 1997).

I.2.2. Situation géographique de la région de Robbah :

Robbah (arabe: Rabah) est une ville et une commune du chef-lieu du district de Robbah, dans la province d'El-Oued, en Algérie. La ville se situe à environ 10 km au sud-est de la capitale de la province, El-Oued, et fait partie de sa plus grande zone urbaine.



Figure08 : Situation géographique de la région de Robbah (P.D.A.U.wilaya d'El Oued 1997).

I.3. Matériel végétal

Le matériel Végétale utilisé est la plante *Zygophyllum album* à partir dans les deux régions d'étude ; Robbah et El-Foulia wilaya d'El Oued, L'identification botanique de l'espèce a été réalisée au niveau du département de biologie, faculté de science de la nature et de la vie, Université d'El Oued.



Figure 09 : Vue générale de la plante *Zygophyllum album* (oroginal,2018).

II. Analyse de sol

Cette analyse vise à déterminer les caractéristiques physico-chimiques de sol dans le quelle l'essai a été installé et le différent entre ces caractéristiques et le comportement de sol dans les deux régions.

II.1. Détermination des paramètres physico-chimiques du sol

II.1.1. Préparation des échantillons étudiés

Pour la plus par des analyses physico-chimiques, les normes AFNOR sur la qualité des sols (AFNOR, 1994) ont été utilisées.

La norme **NF X31-101** consiste à sécher l'échantillon dans une étuve à une température de 40°C jusqu'au la masse soit constaté. Les échantillons tamisés pour obtenir un diamètre inférieur à 2mm. Ainsi toutes les analyses physico-chimiques seront menées avec des échantillons préparés de cette façon.

II.1.2. Détermination du pH

La mesure du pH se fait le plus fréquemment dans une suspension aqueuse, le rapport de la masse De sol au volume d'eau varie suivant les méthodes, ou la texture du milieu. Le ratio le plus souvent rencontré est de 1/2,5 (Guevara-Riba, 2004 ; Cappuyns, 2004) et 1/5 (Tack, 1996 ; Vandecasteele, 2002). Les valeurs su pH obtenus par cette méthode de mesure sont considérées comme les plus proches du pH du milieu considéré. Elles expriment l'acidité réelle et prennent en compte les ions H_3O^+ libres dans la phase liquide.

Cette mesure est décrite par la norme **NF X31-103**. Le principe de la méthode est la mise en équilibre ionique d'une certaine masse de solide avec un volume donné déminéralisée. Le ratio de la masse de sol au volume d'eau étant fixé à 1/2,5.

Les échantillons (10 g) sont préparés pour analyse dans un bêcher. On y ajoute 25 ml d'eau distillée, on agite ensuite avec un agitateur magnétique pendant 60 min à la température ambiante 25°C. Cela permet de mettre en suspension la totalité de l'échantillon et d'obtenir ainsi un équilibre entre la phase solide et la phase liquide. La suspension est ensuite laissée au repos 2 heures, puis on mesure le pH de la suspension à l'aide d'un pH-mètre (GUEMOUDA, M.2014).

On compare les valeurs du pH avec les valeurs décrites par (Le référence pédologique, 1995) pour classer de nos échantillons (Tableau 03).

Tableau 03 : La gamme de pH des sols selon (Le référence pédologique, 1995).

pH	Type de sol
< 3,5	Hyper acide
3,5 – 4,2	Très acide
4,2 – 5,0	Acide
5,0 – 6,5	Peu acide
6,5 – 7,5	Neutre
7,5 – 8,7	Basique
> 8,7	Très basique

II.1.3. Détermination de la conductivité électrique

La conductivité électrique est une mesure qui donne une approximation de la concentration des sels solubles présents dans l'échantillon. La norme utilisée est la **NF X31-113** qui est basée sur l'extraction des sels d'un échantillon, solubles dans l'eau, dans des conditions bien définis et dans un rapport sol sec/ eau égal à 1/5.

On pèse 10 g d'échantillon de sol préparé pour essai qu'on transvase dans un flacon en polyéthylène, on y ajoute 50 ml d'eau distillée, on ferme le flacon et on place dans l'agitateur mécanique à mouvement horizontal, on agite pendant 30 min. après filtration, on mesure la conductivité des sédiments à l'aide d'un conductimètre.

Elle est mesurée au conductimètre à partir de l'extrait du sol dont le rapport sol/eau (GOUBI, 2017).

(GUEMOUDA, M.2014).

Les valeurs sont comparées à une étude de salinité, résumées dans le tableau 04.

Tableau 04 : Echelle de salinité du sol (USSSL, 1981).

Conductivité électrique (ms/cm)	Salure
< 0,6	Non salé
0,6 – 1,4	Peu salé
1,4 – 2,4	Salé
> 2,4	Très salé

II.1.4. Détermination du taux de calcaire

La mesure du pourcentage du calcaire contenant le sol, selon la méthode de **Duchauffour (1970)**. Le principe est basé sur le volume de gaz carbonique dégagé lors de l'attaque d'un échantillon par l'acide chlorhydrique.

Peser 5 g du sol, le mettre dans un erlenmeyer, puis ajouter 50 ml d'acide chlorhydrique (HCl à 0,5 N). Ensuite mettre l'erlenmeyer sur une plaque chauffante jusqu'à voir la première goutte de la vapeur. Laisser refroidir et filtrer la solution. On prélève 20 ml de filtrat, le verser dans un bécher et on ajoute 2 gouttes de phénophtaléine, titré le mélange par NaOH jusqu'à que la solution aura une couleur rose. Le calcaire total est calculé selon la formule suivante :

$$\text{CaCO}_3 (\%) = \frac{20 \text{ ml (HCl)} \times 0,5 \text{ N} - X \text{ ml (NaOH)} \times 0,25}{\text{Poids du sol (g)}} \times 5$$

La classification de nos échantillons se fait selon les teneurs en calcaire qui sont présentées dans le tableau 05.

Tableau 05 : Classification des sols d'après leurs teneurs en calcaire, **Duchauffour (1970)**.

Calcaire en %	Désignation des sols
0 – 5	Peu calcaire
5 – 15	Moyennement calcaire
15 – 30	Calcaire
> 30	Très calcaire

II.1.5. Matière organique :

.9.7.5. Détermination de la matière organique

Le pourcentage de la matière organique est déterminé selon la méthode d'Anne (1945) qui consiste à mesurer la teneur en carbone par addition à l'échantillon du mélange de bichromate de potassium/acide sulfurique, il y a décomposition des combinaisons organiques accompagnée d'un fort dégagement chaleur. Le bichromate non transformé est titré par le sel de Mohr jusqu'à virage de la couleur violette à la couleur verte .

On met 1 g (P) du sédiment dans un erlenmeyer, on ajoute 10 ml de bichromate de potassium (8 %) avec 15 ml d'acide sulfurique concentré. On laisse pendant quelque minute jusqu'à voir

la première goutte de la vapeur, puis transvaser le contenu dans une fiole de 100 ml, ajuster avec l'eau distillée, prélever 20 ml (V) et verser dans un bécher de 400 ml. Diluer à 200 ml, ajouter une pincée de NaF pour rendre le virage plus visible, verser 3 à 4 gouttes de diphénylamine. Titrer avec une solution de sel de Mohr (0,2 N), jusqu'à virage de la solution qui passera de la couleur violette à la couleur verte, le volume de sel de Mohr utilisé est X, on fait un témoin dans les mêmes conditions que l'échantillon, mais sans sédiments, soit Y, le volume de sel de Mohr utilisé pour le titrage du témoin .

La classification des sédiments se fait par comparaison de valeurs obtenues avec les teneurs en matière organique selon (Solter, 1981) qui sont présentées dans le tableau 05. La matière organique est calculée à partir de la relation suivante:

$$\text{Matière organique (\%)} = c (\%) * 1,72 ; \text{ où}$$

$$C (\%) = 6,15 \times \frac{Y-X}{V \times P}$$

X : Volume de sel de Mohr utilisé pour titrer l'échantillon à doser

Y : Volume de sel de Mohr utilisé pour titrer le témoin

6,15 : Facteur d'équivalence entre le sel de Mohr et le carbone (en mg) fois 10

P : Poids du sédimen

1,72 : Coefficient de passage du carbone à la matière organique

Tableau 06 : Classification des sols d'après leur teneur en matière organique (Solter, 1981).

Matière organique (%)	Appréciation
< 1	Extrêmement faible
1 – 1,5	Très faible
1,5 – 2,5	Faible
2,5 – 3,5	Moyen
3,5 – 4,5	Moyennement élevé
4,5 -5	Elevé
> 5	Très élevé

II.1.6 Humidité

L'humidité est un paramètre important dans les processus de dégradation des composés organiques simples ou complexes. Il est connu que les faibles humidités inférieures à 2% limitent la vitesse de biodégradation (**Davis & Madsen, 1996**).

Inversement, des teneurs trop élevées vont influencer sur la perméabilité des sols aux gaz et générer des conditions de limitations de transfert d'oxygène et donc de limitation de métabolisme microbien aérobie (**Ballerini, 1999**).

III. Paramètres physiologiques de *Zygodhllum album*

III.1 Dosage des pigments photosynthétiques

Les pigments photosynthétiques sont des substances très différentes en structure chimique ; ils sont présents sous forme de porphyrine. Les pigments totaux des feuilles comprennent la chlorophylle a, b et les caroténoïdes qui sont nécessaires pour le processus de la photosynthèse. Le dosage des pigments photosynthétiques est réalisé selon méthode (Mazliak, 1979), qui suit les étapes suivantes :

- ✓ Peser 100mg des feuilles vert Fraîche de chaque échantillon.
- ✓ Les broyer dans un mortier avec pince de carbonates de calcium (CaCo₃) pour neutraliser l'acidité vacuolaire et on ajoute 12.5ml d'acétone (80%) ensuite faire la filtration.
- ✓ Lecture des densités optiques (DO) des extraits par appareil spectrophotomètre sur les longueurs d'ondes suivants : 645nm-663nm-640nm.

L'estimation des teneurs des chlorophylles a, b et chlorophylle a+b, caroténoïde en (µg/g), selon les formules suivantes :

$$\text{Chl a} = 12 \times \text{DO (663)} - 2,67 \times \text{DO (645)}$$

$$\text{Chl b} = 22,5 \times \text{DO (645)} - 4,68 \times \text{DO (663)}$$

$$\text{Chla+b} = 8,02 \times \text{DO (663)} + 20,2 \times \text{DO (645)}$$

$$\text{Caroténoïde} = \frac{5 \times \text{DO}(640) - [(\text{chl a} \times 3,12) - (\text{chl b} \times 130,3)]}{200}$$

III.2. Contenu biochimiques des feuilles

III.2.1. Dosage des sucres solubles

Le dosage des sucres est réalisé selon la méthode **Dubois (1956)**. Le principe de la réaction est basé sur la coloration des produits de dégradation des oses neutres par l'acide sulfurique concentré, transforme à chaud les glucides en dérivés sulfuriques se colorant en jaune orange avec le phénol.

- ✓ Elle consiste à Peser 100 mg des feuilles vert Fraîche de chaque échantillon.
- ✓ Place des feuilles vert Fraîche dans des tubes à essais et ajoute 3ml d'éthanol à 80% et laisser 48h.
- ✓ Après 48 h nous évaporons totalement l'éthanol dans bain mariné (T=80°C).

- ✓ Ajoute 20ml de l'eau distillée.
- ✓ Prendre 1ml d'extrait puis on ajoute 1ml de phénol 5%, 5ml d'acide sulfurique concentré.
- ✓ Laisser les solutions dans bain marquée (T=30°C) durée de 15min.
- ✓ Lecture densité optique par spectrophotomètre sur longueur d'onde 490nm.

Pour déterminer le contenu des sucres solubles en se référant à la courbe d'étalonnage dressée à partir de concentrations connues de glucose.

III.2.2. Dosage des protéines totales

Le dosage des protéines est réalisé selon la méthode **Bradford (1976)** qui se base sur changement de couleur du pigment de Coomassie Brilliant Blue R-250 (BBC) de la couleur rouge vers la couleur bleue conséquence de la liaison avec la protéine.

- ✓ Peser 100mg de feuilles vertes fraîches de chaque échantillon.
- ✓ Broyage des feuilles vertes fraîches avec 5 ml de l'eau distillée dans un mortier, ensuite faire filtration puis on ajoute 5ml de l'eau distillée des solutions.
- ✓ Prendre 0.2ml de solution puis ajouter 0.2ml de réaction de BBC et 1.6ml de l'eau distillée aux solutions.
- ✓ Agitation des solutions par vortex, Laisser les solutions pendant 5min à 1h.
- ✓ Lecture de la densité optique en longueur d'onde 595nm.

Pour déterminer le contenu des protéines totales en se référant à la courbe d'étalonnage dressée à partir de concentrations connues de BSA.

III.2.3. Dosage des antioxydants

Le mécanisme de défense antioxydant est impliqué directement ou indirectement dans le piégeage des ROS, les principaux antioxydants, à la fois enzymatiques et non enzymatiques, protègent les organismes contre les dommages dus au stress oxydatif qui sont décrits. Les caractéristiques biochimiques et moléculaires des enzymes antioxydantes superoxyde dismutase (SOD), catalase (CAT) et ascorbate peroxydase (APX) sont discutées car elles jouent un rôle crucial dans le nettoyage des ROS dans les différents compartiments cellulaires et en réponse à des conditions de stress (**Racchi, 2013**). Et les réactions en chaîne oxydatives dans les tissus et membranes.

III.2.3.1. Dosage de l'activité de la catalase(CAT)

La catalase ou CAT est une enzyme tétramérique, la décomposition du H₂O₂ en H₂O et O₂ (Philippe, 2012).Le dosage de l'activité de catalase(CAT) est réalisé selon la méthode de Cakmak& Horst (1991) comme suit:

- ✓ Peser 500mg des feuilles vert Fraîche de chaque échantillon.
- ✓ Broyage dans un mortier avec 25ml de solution tampon (à 50 mmol /l et pH=7) et récupéré le broyat dans des tubes à essais.
- ✓ Centrifugation pendant 5min à 5000 tr/min.
- ✓ Récupération du surnageant (extrait enzymatique).
- **Dosage**
 - ✓ Dans des tubes à essais on ajoute 50µl d'extrait enzymatique et 2850µl de solution tampon (à 50 mmol /l et pH=7) puis on ajoute 20µl de l'eau d'oxygénée à 0,3% et agitation les solutions.
 - ✓ Lecture de densité optique en longueur d'onde 240nm toute 20 seconde pendant 3 minute.

Estimation d'Activité du catalase (CAT) en µmol/min/mg de protéine, selon formule suivant:

$$\text{Activité catalase} = \frac{\Delta DO / \text{min}}{0.040 \times \text{mg protéines dans la cuve}}$$

ΔDO : Différence entre densité optique.

0.040: Coefficient d'extinction moléculaire de l'eau oxygénée à 240nm en cm⁻¹.mmole⁻¹.l.

III.2.3.2. Dosage du glutathion réduit (GSH)

Le taux du glutathion est quantifié selon la méthode de (Weckberker& Cory, 1988), dont le principe repose sur la mesure colorimétrique de l'acide 2-nitro 5-mercapturique,résultant de la réduction de l'acide 5-5'- dithio-bis-2-nitrobenzoïque (DTNB) par lesgroupements thiol (-SH) du glutathion mesuré à une longueur d'onde de 412nm comme suit :

- ✓ Peser 25mg des feuilles vert Fraîche.
- ✓ Broyage dans mortier avec 2ml de solution tampon phosphate (0,1 M pH=6,5) ensuite on fait une filtration de broyage.

- ✓ Centrifugation du filtre pendant 15min à 5000 tr/ min puis récupération de homogénat.
- ✓ Prendre 0.8ml de homogénat dans tube à essais puis ajoute 0,2ml d'ASS à 0,25%.
- ✓ Agitation par vortex et laisser les solutions dans un bain de glace pendant 15min.
- ✓ Centrifugation pendant 5min à 1000tr / min puis récupération de surnageant (extrait enzymatique).
- ✓ Dans des tubes à essais on ajoute 0,5ml de surnageant et 1ml de tampon tris/EDTA à 0.02M puis on ajoute 0,025ml de DTNB, le volume de la solution finale est 1,525ml.
- ✓ La lecture de la densité optique en longueur d'onde de 412nm.

Le taux du glutathion (GSH) est exprimé en nmol/mg de protéines, et estimé selon formule suivante:

$$\text{glutathion (GSH)} = \frac{DO}{13.1} \times \frac{1}{0.8} \times \frac{1.525}{0.5} / \text{mg des protéines}$$

DO: Densité optique.

13,1: Coefficient d'absorption (concernant le groupement (-SH) à 412nm).

1: Volume total des solutions utilisées dans la déprotéinisation = 0.8ml d'homogénat + 0,2ml d'ASS.

0,8: Volume de l'homogénat trouvé dans 1(ml).

1,525: Volume total des solutions utilisées dans le dosage de la GSH au niveau du surnageant

(0,5ml surnageant +1ml Tris – EDTA+0,025ml DTNB).

0,5: Volume du surnageant trouvé dans 1,525.

mg des protéines : quantité des protéines exprimée en mg.

III.3. Analyses phytochimiques

Les tests photochimiques ont été réalisés sur les extraits préparés de la plante macérât.

III.3.2. Alcaloïdes

Quelques gouttes de chlorure d'hydrogène (HCl) concentré sont ajoutées à 1 ml de la solution d'extrait aqueux, l'apparition d'un précipité brun-rouge, après l'ajout de deux gouttes du réactif de Dragendorff, indique la présence des Alcaloïdes (**Prashantetal, 2011**).

III.3.3. Tannins

Dans un tube à essai, introduire 5 ml d'extrait à analyser et ajouter 1 ml d'une solution aqueuse de chlorure ferrique (FeCl₃) à 2%, la présence des tanins est indiquée par une coloration bleu-noirâtre ou verte (**Koffi et al., 2009**).

III.3.4. Flavonoïdes

Dans un tube à essai, mettre 5 ml d'extrait à tester (macérât ou décocté) plus 5 ml d'ammoniaque (NH₃) dilué et 1 ml d'acide sulfurique (H₂SO₄). L'apparition d'une couche supérieure avec une couleur jaune prouve la présence des flavonoïdes (**Prashant et al., 2011**).

III.3.5. Saponines

Test de mousse, Dans un tube à essai, introduire 1 ml de l'extrait à analyser, le tube est agité vigoureusement pendant 5 minutes puis laissé au repos 15 minutes. La formation d'une mousse persistante et supérieure à 1 cm indiquait la présence des Saponines (**Koffi et al., 2009**).

III.3.6. Sucres réducteurs

Dans un tube à essai, 1 ml de liqueur de Fehling est ajouté à 1 ml de l'extrait à analyser la préparation est incubé dans un bain marie de type MEMMERT, bouillant. L'apparition d'un précipité rouge brique indique la présence des sucres réducteurs (**Bekroetal., 2007**).

III.3.7. Terpénoïdes

Dans un tube à essai, ajouter à 5 ml d'extrait de plante, 2 ml de chloroforme (CHCl₃) et 3 ml d'acide sulfurique (H₂SO₄) concentré. La formation d'une couleur brune rougeâtre indique la présence des Terpénoïdes (**Dharmendra et al., 2012**).

III.3.8. Stéroïdes

Dans 1 ml d'extrait végétal ajouter 0.5 ml de solution d'acide acétique (C₃H₆O₃), suivi par 0.5 ml d'acide sulfurique (H₂SO₄) concentré. Si la solution ne donne aucune couleur verte

cela prouve la présence des stéroïdes non saturés. Dans un deuxième tube, le même volume de H₂SO₄ est ajouté à 1 ml d'extrait végétal. L'apparition d'une couleur rouge indique la présence des dérivés stéroïdes (Dharmendra *et al.*, 2012).

III.3.9. Dosage des composés phénoliques totaux des extraits

Les composés phénoliques totaux ont été estimés par méthode colorimétrique en utilisant le réactif de Folin Ciocalteu (Singleton *et al.*, 1999). Pour cela 100 µl des extraits brut aqueux sont mélangés à 200 µl du réactif de Folin et 3,16 ml d'H₂O. Le mélange est incubé à température ambiante pendant 3 minutes. Ensuite 600 µl de la solution carbonate de sodium anhydre (Na₂CO₃) 20 % sont ajoutés au mélange. Après 2 heures d'incubation à température ambiante et dans l'obscurité, l'absorbance des préparations est déterminée à 760 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-VIS de type OPTIZEN POP 1A.

La quantification est faite selon une gamme-étalon établie dans les mêmes conditions avec de l'acide gallique (0 à 200 µg/ml). Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait sec.

- **Dosage**

Est réalisé selon la méthode **Bradford (1976)**.

- ✓ Prendre 0.5ml de surnageant et ajoute 2.5ml de BBC et laisser les solutions durée 5min.
- ✓ La lecture de densité optique à 595 nm permet de déterminer le contenu des protéines totales en se référant à la courbe d'étalonnage dressée à partir des concentrations connues de BSA.

Analyses statistiques

Les résultats expérimentaux sont mentionnés comme moyen de trois mesures parallèles. Les valeurs de $p < 0.05$ ont été considérées comme significatives. L'analyse statistique a été effectuée à analyse de variance ANOVA par le logiciel MINITAB.15.

Chapitre V

Résultats

& Discussion

I. Résultats des paramètres physico-chimiques du sol

Les résultats d'analyse physicochimiques du sol sont présentés dans la figure 9.

La valeur de pH de sol (Robbah) enregistre une valeur de 8.15 et la valeur de pH Foulia est de 8, on constate que les deux valeurs sont très proche qui n'indique aucune différence entre les deux sites d'étude.

Selon la classification de **référence pédologique (1995)**. Le pH de sol pour les deux régions retrouvé dans la même gamme de pH (7.5-8.7) qui nous permet de classer nos échantillons dans le type de sol basique (alcalin).

Nos résultats sont cohérents avec des revues bibliographiques in **Aquaportail (2019)**, qui montre que le pH du sol de 7,4-7,8 est classé comme légèrement alcalin et supérieur à 9 classé comme très fortement alcalin.

Hamaddache et al. 2016, ont constaté que le PH de sol des quatre stations étudiés est basique faible ($7,6 < \text{pH} < 8,08$). Cette basicité est due essentiellement à la nature géologique de la région et la présence de carbonate dans le site.

La conductivité électrique de sol enregistre une valeur de 0,8 ms/cm dans la région de Robbah. Ces résultats montrent que le sol de Robbah est peu salé selon **USSL, (1981)**. Et la conductivité du sol dans la région de Foulia est de 2,4 ms/cm. Ces résultats indiquent que le sol de Foulia est très salé selon **USSL, (1981)**.

Une forte salinité enregistrée dans le sol de Foulia par rapport au sol de la région de Robbah. **Zalidis et al (2002)** ont reconnu l'intervention de multiples facteurs susceptibles d'affecter la salinité des sols, tels que: la gestion de l'eau, les activités humaines; y compris des erreurs dans la conception et la construction de projets d'irrigation et la dégradation continue de la qualité des eaux souterraines.

Concernant le taux de calcaire dans le sol de Robbah est de 8 %; qui inférieur à celui dans le sol de région de Foulia avec 5 %. C'est-à-dire le sol de Robbah peu calcaire et sole de région El-Foulia moyennement calcaire selon **Duchauffour, (1970)**.

Les sols alcalins sont caractérisés par la présence de carbonates. Le sol dans les zones calcaires près de la surface est alcalin en raison du carbonate de calcium présent dans le calcaire en mélange constant avec le sol (**in Aquaportail, 2019**).

Ces résultats en accord avec les résultats trouvés par la mesure de pH, où le pH des deux échantillons de sol est alcalin. **Ben Bouih et al. (2005)** mentionnant que le caractère basique reflète bien la nature des sols, dominée par les terrains calcaires.

L'humidité dans la région de Robbah est de 0.16 qui est inférieure à la valeur enregistrée dans le sol d'El-Foulia (1.89).

L'eau joue un rôle essentiel dans tous les phénomènes physiques, chimiques et biologiques qui se produisent dans le sol. Elle pourra entrer en compétition avec les molécules organiques pour l'adsorption sur les matériaux solides, entraînant une baisse de l'adsorption des polluants lorsque le taux d'humidité du sol augmente (Sayad, 2010).

La matière organique très élevée pour le sol de Foulia avec une valeur de 99.4%, et la région de Robbah enregistre une valeur de 95%.

L'augmentation du taux de la matière organique provoque la diminution du pH des sols, dû à la synthèse d'acides organiques lors de la biodégradation de la matière organique (Guimer & Barkat, 2014), ce qui confirme nos résultats trouvés dans la mesure de pH révèle que le pH de Robbah > le pH de Foulia avec MO de Robbah < MO de Foulia.

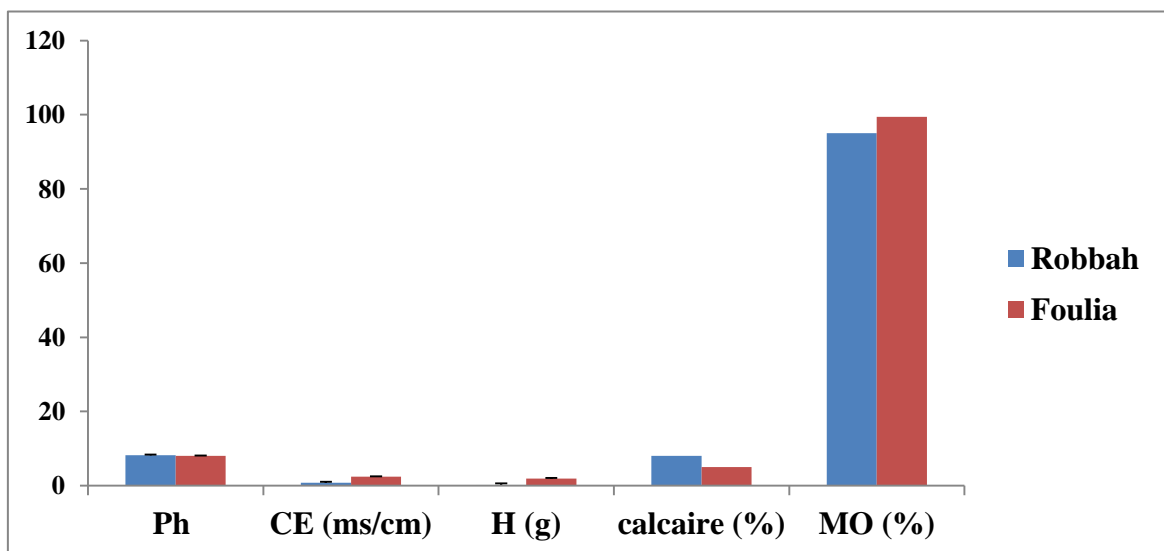


Figure 10: Paramètres physico-chimiques du sol.

II. Tests phytochimiques

Les résultats des tests phytochimiques préliminaires de l'espèce végétale de *Zygophyllum album* sont représentés dans le tableau 6 .

Tableau 07 : Métabolites secondaires mis en évidence dans les extraits aqueux de *Zygophyllum album*.

Principe actifs	Robbah	Foulia
Alcaloïdes	+	+
Tannins	+	+
Flavonoïdes	+	-
Terpènes	-	+
Saponines	+	-
Stéroïdes	-	-
Sucres réducteurs	-	-

- : absence, + : présence

A partir des résultats des tests phytochimiques, ont pu enregistrer que les deux extraits obtenus de notre plante sont caractérisés par la présence des : Alcaloïdes, Tanins, et l'absence des Stéroïdes, Sucres réducteurs, avec une présence des Flavonoïdes et Saponines dans la plante prélevé de Robbah uniquement. De même que la présence des Terpènes uniquement dans la plante prélevée de Foulia.

En constate que la plante prélevée de Rabbah plus riche en composants phytochimiques par rapport à la plante prélevé de Foulia. Il existe des preuves indiquant que l'augmentation des composants phytochimiques est en général davantage exposée au stress en agriculture biologique (Oliveira et al, 2013).

III. Dosage des composés polyphénoliques totaux

La teneur en composés phénoliques obtenus à partir des extraits bruts aqueux qui a été estimée grâce à une courbe d'étalonnage, Les résultats sont exprimés en mg équivalent en acide gallique par mg d'extrait (mg EAG/mg d'extrait). La courbe d'étalonnage est établie

avec un coefficient de corrélation $R^2 = 0,9926$. Réalisée avec un extrait de référence (l'acide gallique).

Tableau 08. Teneurs des polyphénols totaux des extraits aqueux d' *Zygophyllum album*.

Teneur en composés phénoliques (mg EAG/mg d'extrait)	
Extrait aqueux Robbah	Extrait aqueux Foulia
0.09 mg	0.04 mg

Les résultats de dosage des phénols totaux révèlent que les extraits bruts aqueux de l'espèce *Zygophyllum album* contiennent une teneur de 0.09 mg de la région de Robbah et de 0.04 mg dans la plante de Foulia.

Cette variabilité dans les résultats pourrait être liée aux conditions climatiques du biotope de l'espèce (Munoz *et al.*, 2006).

IV. Paramètres physiologiques de *Zygophyllum album*

IV.1. Paramètre de pigments photosynthétiques

IV.1.1 Chlorophylle a

On observe des résultats obtenus (figure 11) que le contenu en Chlorophylle a est élevé chez la plante de *zygophyllum album* de avec une valeur 0.483 $\mu\text{g/g}$ de MF, et la plante *Zygophyllum album* de Robbah avec une valeur de 0.250 $\mu\text{g/g}$ de MF.

IV.1.2. Chlorophylle b

Les résultats obtenus (figure11) enregistrent une valeur de 0.455 $\mu\text{g/g}$ de MF chez la plante de Robbah, et de 0.588 $\mu\text{g/g}$ de MF chez la plante de Foulia.

IV.1.3. Chlorophylle a+b

Contenu chlorophylle a+b est consigné dans figure (11). On a observé que le contenu en chlorophylle a+b est élevé chez la plante de Foulia avec une valeur de 1.071 $\mu\text{g/g}$ de MF, par apport à la plante de Robbah qui enregistre une valeur de 0.705 $\mu\text{g/g}$ de MF.

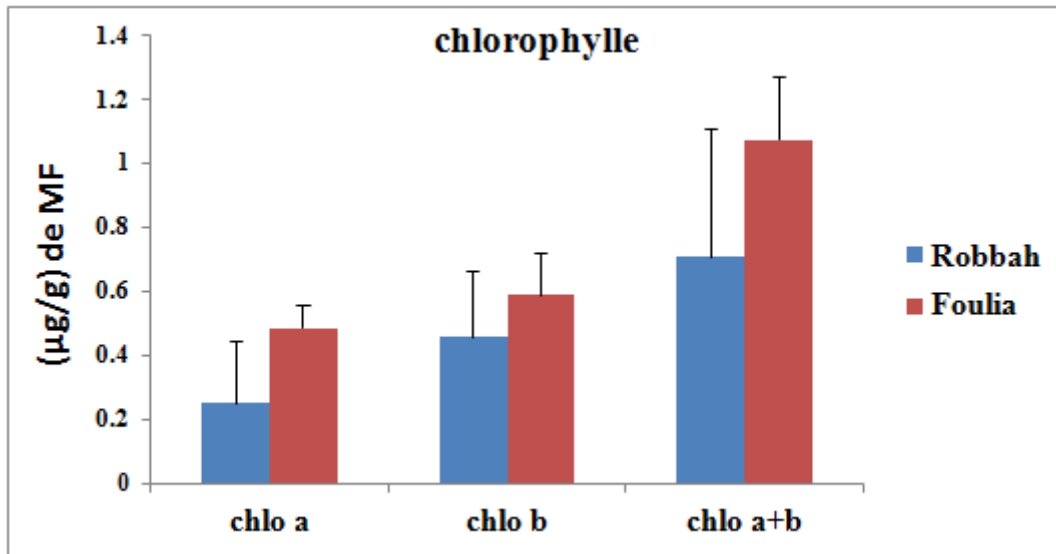


Figure 11. Contenu de chlorophylle a et b et a+b dans les feuilles de *Zygophyllum album*.

IV.1.4 Caroténoïde:

Les résultats obtenus (figure 12) montrent que le contenu du caroténoïde est élevé chez la plante de Robbah avec une valeur de 0.414 µg/mg de MF, comparativement à la valeur obtenu dans la plante de Robbah avec une valeur de 0.328.µg/mg de MF.

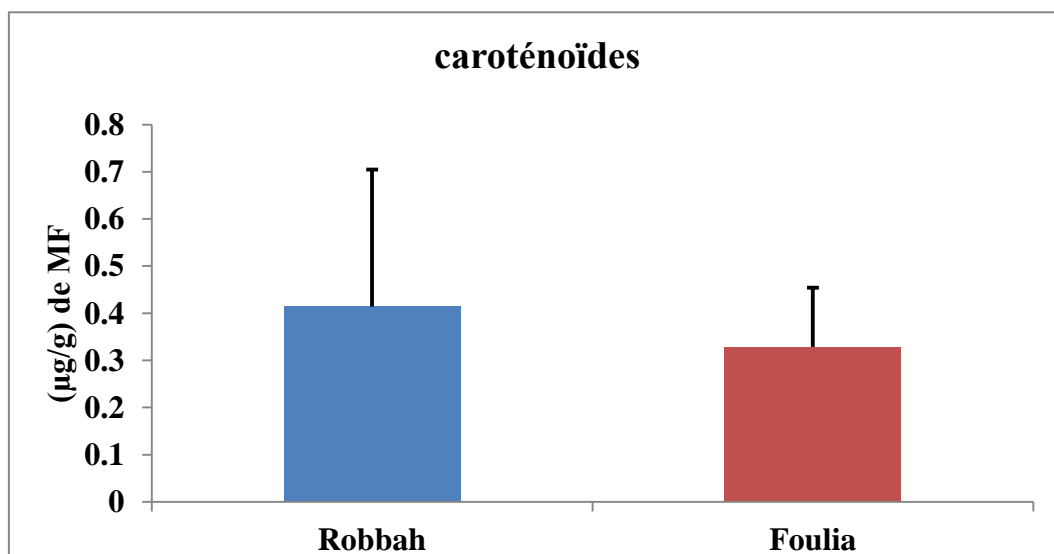


Figure 12. Contenu de caroténoïde dans les feuilles de *Zygophyllum album*.

L'examen des résultats de les pigments photo récepteurs chlorophylle (a), chlorophylle (b), chlorophylle a +b et caroténoïdes, montre que la plante de Foulia est plus dépourvu de ces composants, qui nous permet de constater que la plante prélevée de la région de Foulia est affectée par la présence des influx de gypse. Ce qui confirmé par Tahraoui en 2016, qui dit que le calcium entre en compétition avec l'absorption d'autres cations, comme le magnésium (Mg), Le magnésium est un constituant primordial de la chlorophylle, il joue donc un rôle important dans la photosynthèse.

V. Résultats études biochimiques de *Zygophyllum album*

V.1. Contenu biochimiques des feuilles

V.1.1. Contenu des sucres solubles

La figure suivante montre une élévation en contenu des sucres solubles chez la plante *Zygophyllum album* de Robbah avec une valeur de 27,40 $\mu\text{g/g}$ de MF, comparativement avec la plante de Foulia qui donne une valeur de 47,27 $\mu\text{g/g}$ de MF.

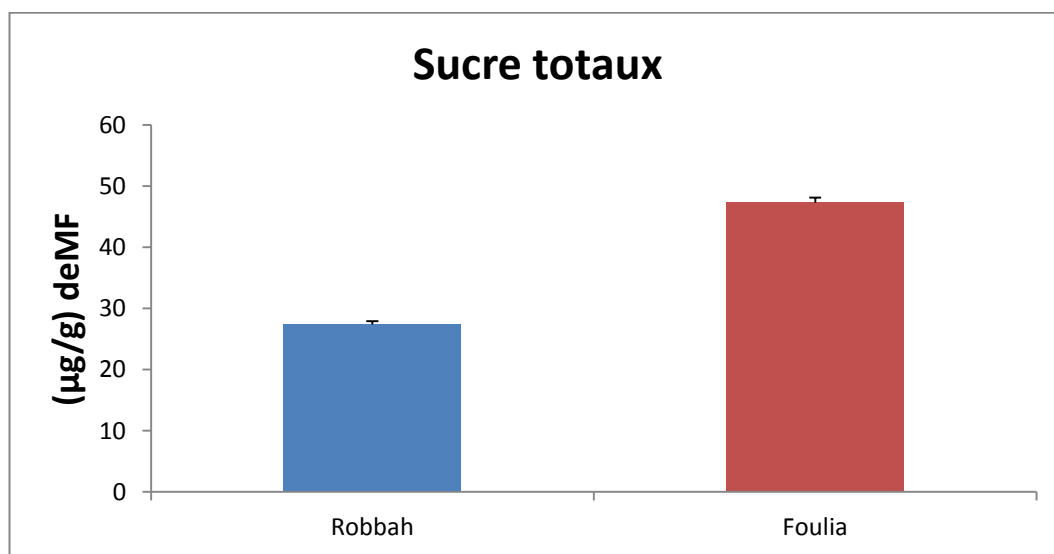


Figure 13: Contenu des sucres totaux dans les feuilles de *Zygophyllum album*.

V.1.2. Contenu des protéines totales

Les Résultats qui ampliative dans figure (14) enregistre une valeur de 0,030 $\mu\text{g/g}$ chez la plante prélevée de Robbah et une valeur de 0,036 $\mu\text{g/g}$ chez la plante de Foulia.

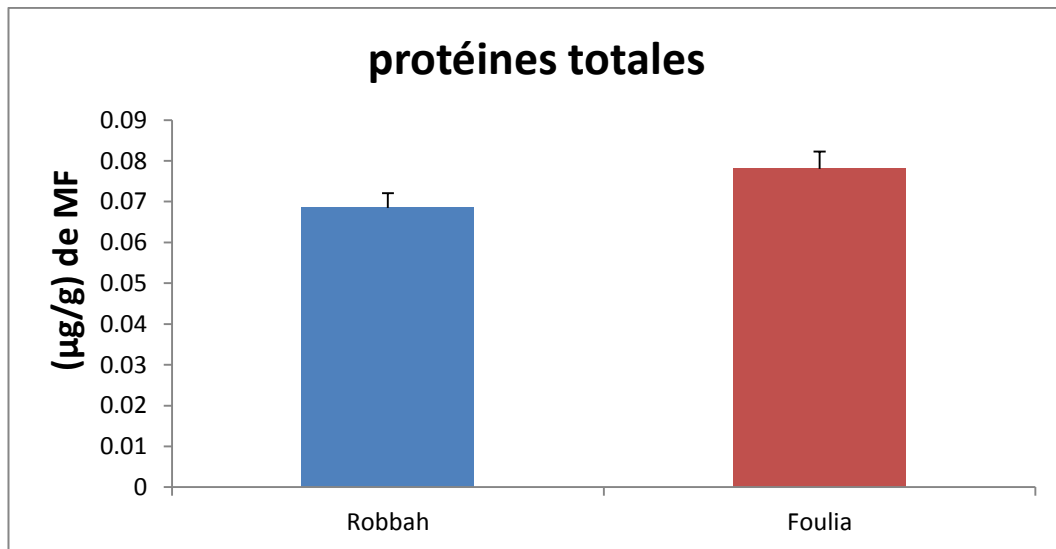


Figure 14. Contenu des protéines totales dans les feuilles des plantes de *Zygophyllum album*.

Concernant les teneurs des sucres solubles et protéines totales, les résultats obtenus à l'issu de ce travail montrent une élévation chez la plante *Zygophyllum album* de Foulia par rapport la plante de *zygophyllum album* de Robbah, ces résultats non cohérentes avec les résultats trouvés dans le dosage des pigments photo récepteurs (chlorophylle a, b, a+b, et les caroténoïdes), le chlorophylle est un paramètres indispensable de la photosynthèse donc l'augmentation des chlorophylles favorise une augmentation de la synthèse des composants primaires.

Les sucres solubles et protéines totales considéré comme osmoprotecteurs, Ces osmoprotecteur sont des solutés du métabolisme cellulaire qui protègent les plantes contre les différents stress abiotiques, par le réajustement osmotique, ce qui maintient la turgescence cellulaire et l'absorption hydrique dans des conditions hyperosmotiques (Shen *et al.*, 1997).

V.2. Résultats dosage des antioxydants

V.2.1. Activité enzymatique de la Catalase(CAT)

Les résultats motionné dans la figure (15) montrent qu'il existe une différence significative entre les deux plantes ($p < 0.05$), on observe une augmentation de l'activité enzymatique de la catalase chez la plante *Zygophyllum album* de Foulia avec une valeur de 1.356 $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$ de protéines, avec une activité de 0.924 $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$ de protéines chez la plante de Robbah.

La catalase (CAT) est parmi ces enzymes qui jouent un rôle important dans la transformation et l'élimination du peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) en (H_2O) (BEN

KADDOUR, 2014). D'après nos résultats la plante de Foulia est dans un état de stress qui traduit par l'augmentation de l'activité de la CAT.

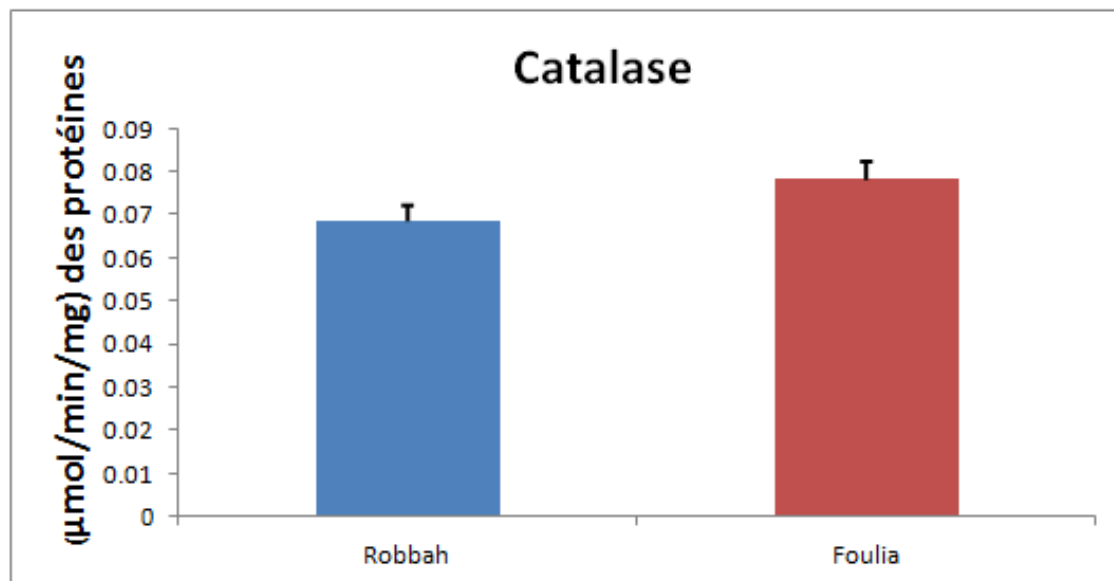


Figure 15: Activité enzymatique de la catalase chez la plante *Zygophyllum album*.

V.2.3. Taux de glutathion réduit (GSH)

Les résultats obtenus sont représentés dans la figure (16), enregistrent un taux de GSH légèrement élevé chez la plante *Zygophyllum album* de Foulia avec une valeur de 0.078 µmol/mg de protéines, comparativement avec la plante de Robbah qui donne une valeur de 0.068 µmol/mg de protéines.

Le glutathion réduit (GSH) permet de régénérer l'acide ascorbique en se transformant en un radical thyl qui, par réaction avec lui-même, donne du glutathion oxydé (Pincemil *et al.*, 1998).

Le glutathion est un tripeptide (L-γ-glutamyl-cystéinyl glycine) qui joue un rôle central dans les processus de défense antioxydante intracellulaire (Sies, 1999). C'est un antioxydant non enzymatique qui va, en piégeant les radicaux libres, intervenir à divers degrés en complément des enzymes antioxydantes. La présence de glutathion sous sa forme oxydée traduit un stress oxydant. De plus, le glutathion réduit est un cofacteur de plusieurs enzymes qui catalysent la détoxification et l'excrétion de plusieurs composés toxiques. Le glutathion est également impliqué dans le métabolisme des xénobiotiques.

Il intervient dans la réaction catalysée par la glutathion S-transférase où il est couplé au xénobiotique. Grâce à la fonction thiol de la cystéine.

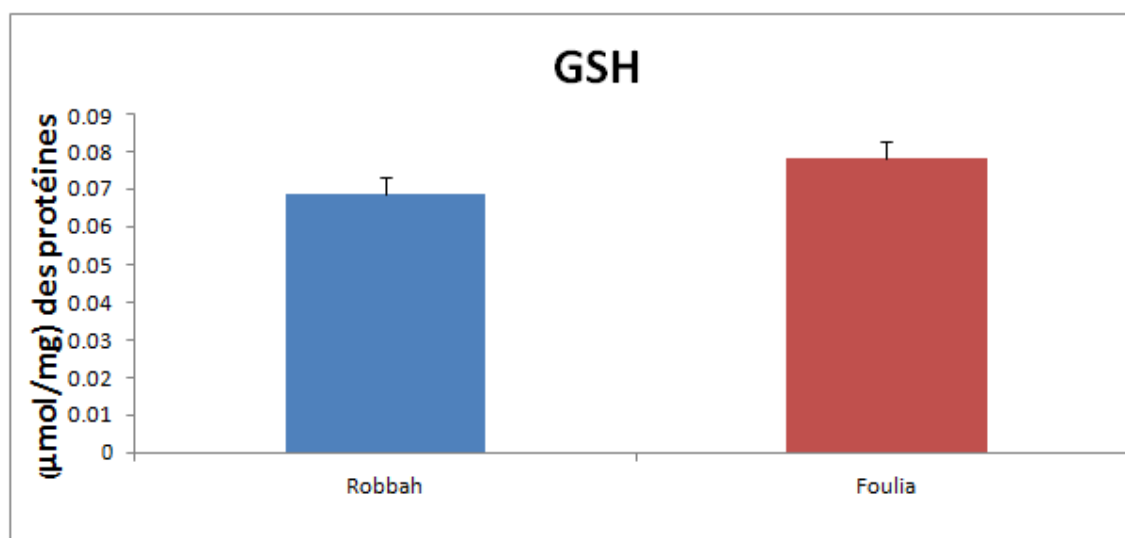


Figure 16. Taux de glutathion réduit (GSH) chez la plante *Zygophyllum album*.

Conclusion générale

CONCLUSION

L'objectif de notre étude est d'étudier l'effet du gypse, sur quelques paramètres physico-chimiques du sol et des paramètres biologiques des plantes.

Cette démarche nous permis de mettre en évidence des paramètres physico-chimiques du sol tel que le pH du sol, conductivité, matière organique, humidité résiduelle, et le taux de calcaire, les résultats montrent des changement ou bien des différences légères et non remarquables entre les paramètres du sol des deux région qui nous permettent de constater que les paramètres étudiées insuffisantes pour évaluer l'effet du gypse sur le sol.

De même que le dosage des composants secondaire et primaire ne montrent aucun effet néfaste sur la plante et certains composants (sucres, protéine) montre des effets bénéfice, par contre les données des paramètres de stress révèle une augmentation négligeable du taux de GSH, et forte augmentation de l'activité de la catalase, qui révèle qu'il y a un état de stress chez la plante prélevée de la région d'Elfoulia comparativement à la plante de la région de Robbah.

Références bibliographiques

- **BÉKROL, Y.A., MAMYRBEKOVA, J. A., BOUA, B. & FÉZAN, H. (2007).** Étude ethnobotanique et screening phytochimique de *Caesal piniabenthiana* (Baill.) Herend. Et Zarucchi (Caesalpiniaceae). *Sciences & Nature* Vol. 4 N°2 : 217 – 225.
- **BELMABROUK, A. et A. Laroui. (2016).** Les croûtes gypseuses de surface des sols des régions Sahariennes. Mémoire pour l'obtention du diplôme de licence. Université Kasdi Merbah: Ouargla. p.12-32.
- **BEN BOUIH H., NASSALI H., LEBLANS M. & SRHIRI A., (2005).** Contamination en métaux traces des sédiments du lac Fouarat (Maroc), Afrique. *Science*, 01(1):109-125..
- **BEN KADDOUR, M. (2014).** Modifications physiologiques chez des plantes de blé (*Triticum durum* Desf) exposées à un stress salin. Université badjimokhtar: Annaba.P.P:44.
- **BOHNERT H.J. & SHEN B., (1999).** Transformation and compatible solutes. *Scientia Horticulturae*, 78: 237-260.
- **BOUGUENNA, A. et H. EL-HADJ AHMED. (2017).** Evaluation multicritère de l'impact des pratiques agricoles sur la Biodiversité des Exploitations Agricoles oasiennes dans le Souf. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master. Université EchahidHamma Lakhdar: El-Oued. p.23.
- **BOUKHEZNA, B. (2007).** Contribution à l'étude de l'oléiculture dans les zones arides : Cas de l'exploitation de Dhaouia (Wilaya d'El-Oued). Mémoire pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Agronomie Saharienne. Université Kasdi Merbah: Ouargla. p.16.
- **BOULIFA, K. (2012).** Synthèse hydrogéologique sur la région d'El-Oued Sahara nord oriental – Est Algérien. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Magister. Université de Constantine 1: Constantine. p.7.
- **BOUSELSAL, B.(2007).** Etude hydrogéologique et hydrochimique de la nappe Aquifère libre d'El-Oued Souf. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Magister. Université Badji Mokhtar: Annaba. p.12.
- **BRINIS A, BELKHODJA M., (2015).** Effet de la salinité sur quelques traits physiologiques et biochimiques chez *Atriplex halimus* L. *Rev. Sci. Technol., Synthèse. Algérie*.31: 42 -51.
- **BRUNETON J., (1999).** Les tanins. Editions médicales internationales. p.369-404
- **CHEIAKH, M. O. (2018).** Valorisation des déchets de palmier dattier, étude de leurs effets sur quelques paramètres physico-chimiques du sol, région de Biskra. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master. Université Mohamed Khider: Biskra. p.4.

- **DEBOUBA, M. (2013).** Matériaux et Environnements. Thèse Master. Université Gabés : Tunisia.p.p.54-56.
- **DHARMENDRA, S., POONAM, S., ABHISHEK, G., SHIKHA, S., EKTA, S. & RAJEEV N. (2012).** Qualitative Estimation of the Presence of Bioactive Compound in Centella Asiatica: An Important Medicinal Plant. International Journal of Life Science and Medical Science. Vol. 2 N° 1. PP. 5-7.
- **DOUDECH N., MHAMDI M., BETTAIEB T., DENDEN M., (2008).** Tolérance à la salinité d'une graminée à gazon. Tropicultura, 26. 3: 182-185
- **FAO,(1994).** Cultures marginalisées 1492: Une autre erspective. Production végétale et protection des plantes. n°26, pp: 141-145...
- **FRISSOU, S. et D. HANI. (2013).** Etude des teneurs en alcaloïdes d'une plante médicinale « Matricariapubescens » et la Détermination de leurs activités antioxydants. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master. Université Abderrahmane MIRA: Bejaia. p.13.
- **GOUBI, S. (2017).** Contribution à l'étude de l'influence de quelques facteurs édapho-climatiques sur les huiles essentielles de l'Artemisia herba alba Asso. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master. Université Echahid Hamma Lakhdar : El-Oued. p.p.
- **GUEDDA, K. et O. DJABER. (2015).** Evaluation du comportement de trois variétés de tomate Sous un stress salin (*Lycopersicumesculentum* L). Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master. Université Echahid Hamma Lakhdar : El-Oued. p.11.
- **GUEMOUDA, M. (2014).**Impact de la pollution par les hydrocarbures sur Perinereis cultivera (Annélides, Polychètes) dans le littoral Est-Algérien. Mémoire pour l'obtention du grade de Doctorat. Université de Badji-Mokhtar: Annaba. p.p.67-72.
- **HAOULIA, A. (2014).** Tests photochimiques, dosage et recherche d'effet hémolytique des polyphénols totaux extraits de la partie aérienne d'Ammoïdesverticillata. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master. Université de Abou BekrBelkaid: Tlemcen. p.p.13-29
- **KEBIER, M. (2016).** Usage du plâtre dans l'ancien bâti (Cas de timchemt à Ghardaïa). Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master. Université M'Hamed Bougara: Boumerdes. p.5.
- **KESSOUM, S. (2013).** Activité antioxydante des polyphénols d'Artemisia herba alba. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master. Université Abderrahmane MIRA: Bejaia. p.16.
- **KOFFI, N., BEUGRÉ, K., GUÉDÉ, N., DOSSAHOUA, T. ET LAURENT, A.**

(2009). Screening phytochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes utilisées en pays Krobou (Agboville, Côte-d'Ivoire). Sciences & Nature. Vol. 6, N°2, pp 1 – 15.

• **KOMBATE, A. (2013).** Evaluation de la qualité des sols de la forêt guyanaise en vue d'un changement d'usage: étude cartographique des terres du pas de nancibo. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master2. Agro Paris Tech : France. p.10.

• **L'ALGÉRIE ET FAO., (2016),** Un partenariat en faveur d'un développement agricole et rural durable. Algérie p.12

• **LADOUARIA.et HARKOUK.Y.(2012).** Thèse Master ; université D'ALGER : Algerie

• **LE RÉFÉRENCE PÉDOLOGIQUE (AFES), (1995).** D. Baize et M.C. Girard coord. INRA Éditions, Paris. 332pp

• **MASMOUDI, A. (2011).** Etude de certains paramètres de durabilité des systèmes de production céréaliculture-élevage dans le contexte de l'intégration des techniques de l'agriculture de conservation. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Magister. Université Ferhat Abbas: Sétif. p.13

• **MOKRANE, N. et H. SADLI. (2016).** Valorisation du gypse dans le domaine pharmacologie; Cas pratique: élaboration d'un savon dermatologique. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master. Université Abderrahmane MIRA: Bejaia. p.p.2-15.

• **OUAMER-ALI, K. (2008).** CONTRIBUTION A L'ETUDE DES SOLS GYPSEUX D'ALGERIE; valorisation d'une banque de données et détermination des profils références. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Magister. Institut National Agronomique El-Harrach (Alger) : L'Algérie. p.3.

• **OUCIF BEDIDA, Z. et F. ZOUARI AHMED. (2017).** Evaluation du comportement morpho-physiologique, biochimique et antioxydants des quelques variétés de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) cultivées dans la région d'El Oued. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master. Université Echahid Hamma Lakhdar : El-Oued. p.p.40-45.

• **P.D.A.U.willayad'ElOued (1997).**

• **PHILIPPE BÉGUEL J., (2012).** Étude de la capacité antioxydante en lien avec la reproduction chez l'huître creuse *Crassostrea gigas*. Biologieanimale. Université de Bretagne occidentale – Brest. 2012. Français. p:11-12.

• **PINCEMAIL, J., MEURISSE, M., LIMET, R. & DEFRAIGNE, J.O. (1998).** Mesure et utilisation des antioxydants en médecine humaine. Medi-Sphere. 73, 1-4

• **PRASHANT, T., BIMLESH, K., MANDEEP, K., GURPREET, K. ET HARLEEN, K. (2011).** Phytochemical screening and Extraction: A Review. Internationale

Pharmaceutica Scientia. | Jan-March 2011. Vol 1.p104.

• **RACCHI M L, (2013)**. Antioxidant defenses in Plants with Attention to prunus and citrus spp. University of Florence. Via Maragliano 77. Firenze 50144. Italy. 2: 340-369

• **RAZI, S. (2005)**. Etude expérimentale de l'influence du gypse sur la dynamique du phosphore dans le sol et sa cinétique d'absorption par le ray-grass. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Magister. Université El Hadj Lakhdar: Batna. p.9.

• **SINGLETON, V.L., ORTHOFER, R. & LAMUELA, R. RAVENTÓS, 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.

• **TAHRAOUI ,S.(2016)**. Effet des sels solubles sur la production de la biomasse et l'absorption des éléments minéraux chez l'orge (Hordeum vulgare) et le blé dur (Triticum durum). UNIVERSITE MOHAMED KHIDER :BISKRA .p. 34

• **ZEGHOUD, M. S. (2013)**. Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de Méghibra. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master. Université d'El-Oued: El-Oued. p.6.

• حليس. ي. (2005) الموسوعة النباتية لمنطقة سوف النباتات الصحراوية. الشائعة في منطقة العرق الشرق الكبير ص 82

RÉFÉRENCES: (L'INTERNET)

• **GENERALITE LA BIODIVERSITE**. "Quels sont les grands rôles de la biodiversité?". Chap. 4. p.p.<<http://www.généralité la biodiversité.com>>⁽¹⁾

• **MNAFGUI, K. et al. (2015)**. "Essential oil of Zygophyllum album inhibits key-digestive enzymes related to diabetes and hypertension and attenuates symptoms of diarrhea in alloxan-induced diabetic rats". Antidiabetic effect of essential oil of zygophyllum album. Pharmaceutical Biology. University of Sfax (Taylor & Francis Group): Tunisia. p.p.

<<http://www.dx.doi.org>>⁽²⁾

Annexe

Annexe :

Test phytochimique

La révélation de la présence des alcaloïdes dans les extraits obtenus (01) été réalisée par l'ajout du réactif de Dragendorff, un précipité orangé ainsi formé explique le résultat positif de ce test.

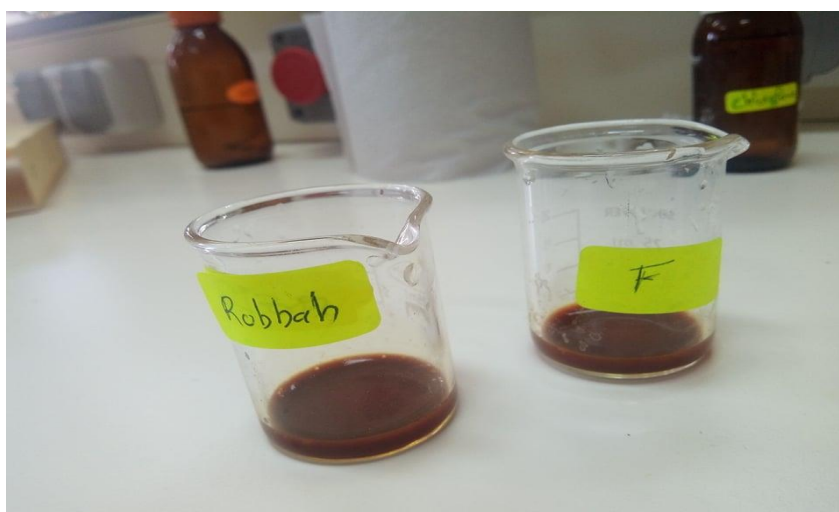


Photo personnel 01 : Test dragendorff des extraits d'alcaloïdes.



Photo personnel 02 :Spectrophotomètre chauffante



Photo personnel 03 : Plaque

Résumé

Le but de ce travail est pour évaluer, et identifier l'effet des flux atmosphériques de l'industrie du gypse sur l'environnement de la région d'Elfoulia qui considérée comme un site contaminé et la région de Robbah comme un site témoin (propre), pour étudier et comparer les données physicochimiques du sol, les résultats phytochimique d'une espèce prélevée des deux échantillons, et les données de dosage de stress oxydatif. Les résultats obtenus montrent qu'il n'existe pas un effet néfaste sur les paramètres du sol étudié, avec des résultats similaires et certains proches, enregistrés par les analyses phytochimiques de la plante *Zygophyllum album* prélevée de deux régions étudiées. Concernant les paramètres du stress nous trouvons une augmentation de l'activité de la catalase chez la plante de la région d'Elfoulia avec une légère augmentation du taux de GSH, qui confirme l'état de stress chez la plante prélevée d'Elfoulia.

Mots clé : gypse, sol, plante, Elfoulia, dosage, contaminé, stress oxydatif.

ملخص

لغرض من هذا العمل هو تقييم وتحديد تأثير التدفقات في الغلاف الجوي لصناعة الجبس على بيئة منطقة الفولية التي تعتبر موقعًا ملوثًا ومنطقة الرياح كموقع للتحكم (نظيف) ، لدراسة ومقارنة البيانات الفيزيائية والكيميائية للتربة ، والنتائج الكيميائية النباتية للأنواع المأخوذة من كلتا العينات ، وبيانات اختبار الإجهاد التأكسدي. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أنه لا يوجد أي تأثير سلبي على معايير التربة التي تمت دراستها ، وكانت النتائج متشابهة وبعضها مشابه ، والتي سجلتها التحاليل الكيميائية النباتية للنبات *Zygophyllum* الذي تم تجريده من منطقتين تمت دراستهما. فيما يتعلق بمقاييس الإجهاد ، نجد زيادة في نشاط الكاتالاز في مصنع منطقة الفوليا مع زيادة طفيفة في مستوى GSH ، مما يؤكد حالة الإجهاد في النبتة المأخوذة من الفولية.

الكلمات المفتاحية: جبس، تراب، نبات، الفولية، مقياس، ملوث، الاجهاد التاكسدي.