



N° d'ordre :

N° de série :

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ECHAHID HAMMA LAKHDAR D'EL-OUED

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Domaine: Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Biodiversité et physiologie végétale

THEME

**Effet des croûtes biologiques du sol sur la productivité
des principes actifs dans les plantes saharienne
(*Zygophyllum album* L. et *Stipagrostis pungens* Desf)**

Présenté par : ALLALI Manel

LIMANE Zahra

Membres du jury :

M. CHOUIKH Atef	MCA	Université d'El-Oued	Président
M. MEHDA Smail	MAA	Université d'El-Oued	Promoteur
M. TLILI M ^{ed} Laid	MAB	Université d'El-Oued	Examineur

Année universitaire 2017/2018

Dédicace

A l'aide de dieu le tout puissant, Nous avons pu réaliser ce travail que nous dédions A la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas, le bonheur et la joie de ma vie, a ceux qui m'ont appris le sens de la persévérance tout au long de mes études, pour leur patience, sacrifices, soutiens, conseils et encouragements

Je dédie ce travail :

A papa Mohamed LIMANE

A maman Mabroka SERRAY

A mes frères et mes sœurs

A toute le famille, LIMANE

A tous mes amies

ZOËRA

Je dédie ce travail :

A papa Ali ALLALI

A maman Bahia BOUKHNDEG

A mes frères et mes sœurs

A toute le famille, ALLALI

A tous mes amies

MANEL



Remerciements

Tout D'abord, Nous Remercions Le DIEU, Notre Créateur De Nos Avoir Donné Les Forces, La Volonté Et Le Courage Afin D'accomplir Ce Modeste Travail.

Au Terme De Ce Travail Nous Adressons Tout D'abord Nos Sincères Remerciements A:

Notre Encadreur **M. MEHDA Smail** Qui A Proposé Le Thème De Ce Mémoire, Nous Lui Remercions Pour Son Enseignement, Son Support, Ils Nous Ont Toujours Bien Accueilli Malgré Les Obligations Et Préoccupations Administratives Mais Avoir Accepté De Diriger Du Début A La Fin Et De Suivre Ce Travail Avec Ses Précieux Conseils, Sagesse Et Bienveillance. Nous Vous Remercions Infiniment A Votre Intéressant De La Recherche Et Le Développement De La Biologie A Notre Université. Un Grand Merci Pour Votre Confiance Et L'encouragement !

Mr : **M. CHOUIKH Atef** Maître De Conférence A La Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie, Université D'El-Oued, De M'avoir Fait L'honneur De Présider Ce Jury.

Mr : **M. TLILI M^{ed} Laid** Maître Assistant A La Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie, Université D'El-Oued, Qui A Accepté De Juger Ce Travail.

Nous Exprimons Nos Remerciements A Tout Les Enseignants et Personnel De Notre Faculté Sans Oublier Les Personnel Du Laboratoire Pédagogique Pour Leur Soutien Et Leur Encouragement Tout Le Long De Notre Travail.

Nous Remercions Egalement Tous Nos Amis Et Collègues De La Promotion De Biologie 2017/2018.

Enfin Nous Remercions Gracieusement Toute Personne Qui A Contribuée De Prés Ou De Loin A La Réalisation De Ce Travail.



Liste des tableaux

N°	Tableau	Page
01	Températures moyennes mensuelles durant l'année 2017	24
02	Précipitations mensuelles de la région d'étude durant l'année 2017	25
03	Humidité relative moyenne mensuelle de la région d'étude durant l'année 2017	25
04	Moyennes mensuelles du vent de la région d'étude durant l'année 2017	26
05	Les matériels et l'appareillage utilisés (poudre sèche)	30
06	Les matériels et l'appareillage utilisés (extrait aqueux et éthanolique)	33
07	Les matériels et l'appareillage utilisés (dosage)	37
08	Rendement de l'extrait éthanolique et aqueux de deux plants	41
09	Résultats de la détection chimique des composés de métabolisme secondaire dans la matière sèche (poudre) de deux plants.	43
10	Résultats de la détection chimique des composés de métabolisme secondaire dans l'extrait aqueux et éthanolique de deux plantes	44
11	La concentration des polyphénols dans les extraits de deux plants	47
12	La concentration des flavonoïdes dans les extraits de deux plants.	49
13	La concentration des tanins totaux dans les extraits de deux plants	50

Liste des figures

N°	Figure	Page
01	Répartition des croûtes biologiques dans le monde	05
02	Situation géographique de la wilaya d'El Oued	22
03	La démarche suivie pour notre travail	29
04	Schéma représente les étapes de préparation de l'extrait éthanolique / aqueux	35
05	Rendement de l'extrait éthanolique et aqueux de deux plants	41
06	Résultats de la détection chimique de quelque composés de métabolisme secondaire dans les extraits de deux plantes	45 et 46
07	Résultats de dosage des polyphénols dans les extraits de deux plants.	47
08	Résultats de dosage des flavonoïdes dans les extraits de deux plants.	49
09	Résultats de dosage des tanins totaux dans les extraits de deux plants.	51

Liste des photos

N°	photo	Page
01	Plante <i>Stipagrostis pungens</i> (Desf)	15
02	Plante <i>Zygophyllum album</i> L .	17
03	L'appareil de Spectrophotomètre	39

Liste des abréviations

E AG: Equivalent Acide Gallique.

E Q: Equivalent Quercetin.

M: maximales.

m: minimales.

C : carbone

N : azote

PPT: polyphénols totaux.

"P": Précipitation

"T": température

CV : sous croûte vivante

CM : sous croûte morte

TO : témoin zéro

Table des matières

REMERCIEMENTS	
INTRODUCTION GENERALE.....	3

Partie I: Synthèse Bibliographique

Chapitre I: Les croûtes biologiques

1. DEFINITION.....	5
2. REPARTITION.....	5
3. PROCESSUS DE FORMATION.....	6
4. LES DIFFERENTS TYPES ET CLASSIFICATIONS.....	6
5. ROLES ECOLOGIQUES DES CROUTES BIOLOGIQUES.....	8
5.1. FIXATION DE L'AZOTE.....	8
5.2. FIXATION DU CARBONE.....	8
5.3. PROTECTION DU SOL CONTRE L'EROSION.....	9
5.4. AMELIORATION DE LA FERTILITE ET STABILISATION DE LA STRUCTURE DES SOLS.....	9
5.5. ÉTABLISSEMENT DES PLANTES VASCULAIRES.....	10
6. INFLUENCE DES FACTEURS ECOLOGIQUES SUR LES CROUTES BIOLOGIQUES.....	10
6.1. INFLUENCE DU SOL.....	10
6.2. INFLUENCE DU CLIMAT.....	10
6.3. LA SAISON.....	11
6.4. INFLUENCE DE LA VEGETATION.....	11

Chapitre II: Présentation de deux espèces étudiées

1. <i>STIPAGROSTIS PUNGENS</i> DESF.....	13
1.1. GENERALITES SUR LA FAMILLE POACEE.....	13
1.2. POSITION SYSTEMATIQUE.....	13
1.3. CARACTERISTIQUES.....	14
1.4. DISTRIBUTION.....	14
1.5. INTERET DE L'ESPECE.....	14
2. <i>ZYGOPHYLLUM ALBUM</i> L.....	15
2.1. GENERALITE SUR LA FAMILLE ZYGOPHYLLACEAE.....	15
2.2. POSITION SYSTEMATIQUE.....	16
2.3. CARACTERISTIQUES.....	16
2.4. DISTRIBUTION.....	17
2.5. INTERET DE L'ESPECE.....	17
3. RAPPEL SUR LES METABOLITES SECONDAIRES DES VEGETAUX.....	18

Partie II: Matériel Et Méthodes

Chapitre I: Présentation de la région d'étude

1. SITUATION GEOGRAPHIQUE :	22
2. FACTEURS ECOLOGIQUES DE LA REGION D'ETUDE.....	23
2.1. GEOMORPHOLOGIE.....	23
2.2. TOPOGRAPHIE.....	23
2.3. PEDOLOGIE	23
2.4. PARAMETRES CLIMATIQUES.....	24

Chapitre II: Méthodologie de travail

1. DEMARCHE SUIVIE	28
2. ANALYSES AU LABORATOIRE.....	30
2.1. DETECTION CHIMIQUE DE CERTAINS METABOLITES SECONDAIRES DANS LA POUDRE SECHE DE DEUX PLANTS:	30
2.1.1. Les matériels et les produits utilisés	30
2.1.2. Détection des Alcaloïdes.....	31
2.1.3. Détection des Tanins.....	31
2.1.4. Détection des Anthocyanes.....	31
2.1.5. Détection des Saponosides.....	31
2.1.6. Détection des triterpènes et stérols.....	32
2.1.7. Détection des Flavonoïdes	32
2.1.8. Détection des Composés réducteurs.....	32
2.2. DETECTION CHIMIQUE DE CERTAINS METABOLITES SECONDAIRES DANS L'EXTRAIT AQUEUX ET ETHANOLIQUE DE DEUX PLANTS.....	33
2.2.1. Les matériels et les produits utilisés	33
2.2.2. Préparation des extraits:.....	34
2.2.3. Calcul de rendement (R%):	34
2.2.3. Détection des alcaloïdes	36
2.2.4. Détection des tanins.....	36
2.2.5. Détection des anthocyanes.....	36
2.2.6. Détection des saponosides	36
2.2.7. Détection des triterpènes et stérols.....	36
2.2.8. Détection des flavonoïdes :	36
2.2.9. Détection des sucres réducteurs	37
2.3. ANALYSE QUANTITATIVE DES COMPOSEES PHENOLIQUES DANS L'EXTRAIT AQUEUX ET ETHANOLIQUE DE DEUX PLANTS:	37
2.3.1. Les matériels et les produits utilisés	37
2.3.2. Dosage de polyphénols totaux.....	37
2.3.3. Dosage des flavonoïdes	38
2.3.4. Dosage des tannins	38

Partie III: Résultats et Discussion

1. RESULTATS CALCULE DE RENDEMENT DE CHAQUE EXTRAIT	41
2. RESULTATS DES TESTS PHYTOCHIMIQUES	42
3. RESULTATS DE DOSAGE DES COMPOSES PHENOLIQUE DANS LES EXTRAITS DE DEUX PLANTS	47
3.1 RESULTATS DE DOSAGE DES POLYPHENOLS TOTAUX :.....	47
3.2. RESULTATS DE DOSAGE DES FLAVONOÏDES:.....	48
3.3 RESULTATS DE DOSAGE DES TANINS TOTAUX	50
DISCUSSION GENERALE	52
CONCLUSION GENERALE.....	54
<i>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</i>	

Introduction Générale

Introduction générale

Dans la plupart des écosystèmes des zones arides, les croûtes biologiques du sol coexistent avec la végétation herbacée et ligneuse, créant des mosaïques paysagères de zones couvertes par de végétation dense et des croûtes biologiques (**Boeken et Shachak, 1994 ; Belina, 2003 ; Maestre et al., 2010**) .

Les influences possibles de ces croûtes sur la performance des plantes saharienne ont déjà attiré l'attention, et quelques études se concentrent sur les interactions entre ces croûtes et ces plantes (**Haper et Marble, 1988**). Nous pouvons généraliser à partir d'études existantes que la relation entre les croûtes biologique du sol et les plantes saharienne est controversée (**Prasse et Bornkamm, 2000**). La majorité des auteurs ont fait valoir un effet positif entre eux (Beymer et Klopatek 1992, Kleiner et Harper 1977a, b, Belnap 2002, Harper et Marble 1988). Cependant, certains ont insisté sur un effet négatif entre eux (Li et al., 2005; McIlvanie 1942; Sylla 1987), en plus, une petite partie n'a montré aucun effet entre eux (Anderson et al., 1982; Jeffries et Klopatek 1987; Kleiner et Harper, 1972).

En général, l'influence des croûtes biologiques du sol sur la végétation vasculaire est le résultat d'interactions entre le type de croûte, les caractéristiques des plantes vasculaires et les conditions climatiques, environnementales et édaphiques locales. Les différences de composition et de substrat de croûtes biologiques du sol résultent en diverses caractéristiques morphologiques, physiques et chimiques qui créent des microenvironnements uniques de température, de disponibilité d'éléments nutritifs et d'eau, et de piégeage de matière organique et de graines. La manière dont les biocultures affectent la capture et la rétention des graines, la disponibilité de l'eau et des nutriments et la température de la surface du sol déterminera finalement si les croûtes favorisent, inhibent ou ont des effets négligeables sur les communautés végétales vasculaires (**Zhang et al., 2016**)

De plus, les effets des croûtes biologique sur les plantes ne se limitent pas aux plaques elles-mêmes, car elles modifient l'hydrologie locale et les cycles nutritifs, influençant ainsi la disponibilité de l'eau et des nutriments atteignant les plantes voisines (**Boeken et Orenstein 2001**). Les communautés végétales vasculaires peuvent à leur tour affecter la présence, le développement et la composition des croûtes biologique à travers l'ombre, les relations hydriques, la litière et l'activité racinaire, qui varient en fonction de la densité, de la composition et de la phénologie des plantes (**Zhang et al., 2016**)

L'objectif général du présent travail consiste à étudier l'effet de la présence des croûtes biologiques du sol sur l'amélioration de la productivité des principes actifs dans l'extrait aqueux et éthanolique de deux plantes sahariennes (*Zygophyllum album* L. et *Stipagrostis pungens* Desf) dans la région d'Oued Souf.

Ce mémoire s'articule en trois parties

- **La première partie** présente une synthèse bibliographique qui regroupe deux chapitres, le premier présente une généralité sur les croûtes biologiques du sol, le deuxième chapitre c'est une présentation de deux espèces étudiées (*Zygophyllum album* et *Stipagrostis pungens*)

- **La deuxième partie** est consacrée à l'étude expérimentale qui comporte deux chapitres, le premier est réservé à la présentation du contexte écologique de la région d'étude, le deuxième chapitre traite la méthodologie expérimentale et les techniques adoptées pour les analyses et le dosage des composés phénoliques.

- **La troisième partie** est réservée aux résultats et discussion.

Enfin, les principaux résultats et les perspectives de ce travail sont présentés en conclusion générale.

Partie I

Synthèse Bibliographique

Chapitre I
Les croûtes biologiques
du sol

1. Définition

Les croûtes biologiques sont des communautés de cyanobactéries, de mousses, de lichens, de champignons, et d'autres bactéries communément présentes sur les sols du monde entier, en particulier dans les régions arides et semi-arides (**Belnap et Lange, 2001**). Malgré une littérature abondante, la typologie des croûtes biologiques n'est pas définitivement établie. Ceci est notamment dû au fait que l'aspect, la biomasse et les espèces microbiennes présentes varient considérablement en fonction du régime climatique et du type de sol (**Belnap et al., 2001 ; Belnap, 2006**).

2. Répartition

Le domaine de répartition des croûtes biologiques à travers le monde est très étendu latitudinalement et longitudinalement. En effet, elles ont la capacité de résister aussi bien à des températures très élevées que très faibles, on les trouve dans toutes les régions arides et semi-arides du monde, dans les formations steppiques des hémisphères Nord et Sud, dans les forêts méditerranéennes, et dans les espaces entre la végétation de la toundra (**Belnap et al., 2001**). On rencontre les croûtes biologiques surtout aux Etats Unies (Plateau de Colorado, grand bassin, désert de Sonora), Australie, Alaska, Antarctique, (**Benlap et al., 2001**)

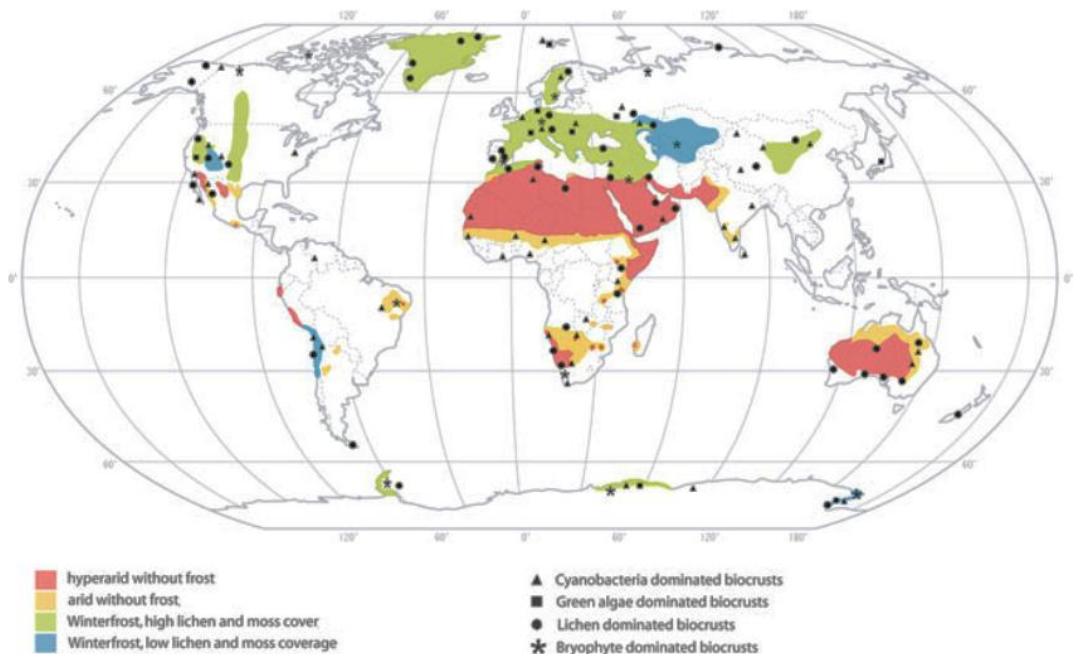


Figure 01 : Répartition des croûtes biologiques dans le monde **Büdel, (2005) ; Orlovsky et al., (2004)**,

3. Processus de formation

Selon **Balesdent *et al.* (2015)**, les zones initialement dépourvues de vie peuvent être colonisées par des micro-organismes pionniers véhiculés par le courant d'air, dès lors que ces micro-organismes peuvent adhérer aux surfaces minérales qui se présentent, ces milieux étant souvent dépourvus de matière organique. Les cyanobactéries possèdent des capacités fonctionnelles métaboliques originales photosynthétiques, elles accumulent à partir du CO₂ aérien quelques composés organiques. Elles en excrètent une fonction, en particulier des polysaccharides, qui leurs permettent d'adhérer aux surfaces minérales. Celles-ci libèrent ensuite d'autres éléments tels : phosphore, potassium, magnésium, calcium et quelques oligoéléments indispensables à tout être vivants.

De plus, certaines espèces de cyanobactéries sont fixatrices d'azote. Grâce à cette double fonction de fixation et de transformation de carbone et d'azote minéral en composés organiques, elles représentent le point de départ de toute possibilité de végétation. Des algues vertes et d'autres bactéries hétérotrophes vont se joindre à elles.

L'ensemble de tous ces pionniers crée ainsi une couche organique vivante à la surface du sol, la première croûte biologique de surface. Puis des champignons filamenteux et des lichens s'implantent sur ces croûtes et assurent leur croissance.

4. Les différents types et classifications

Parmi les critères utilisés pour établir les différentes classifications, on trouve : la couleur des croûtes, (**Hahn et Kusserow, 1998**), leur structure, le type d'organismes prépondérant (**Belnap *et al.*, 2001**), l'aspect extérieur et la morphologie (lisses, rugueuses, onduleuses et sommet). La variabilité spatiale des types des croûtes biologiques sont d'ordre climatique, topographique et pédogénétique (**Büdel, 2005**). Donc les croûtes biologique du sol peuvent se présenter sous plusieurs formes :

4.1. Selon la morphologie

Croûtes lisses : Sont généralement présents dans les région hyper –aride. Ce type de croûte sont coloniser par les cyanobactéries et les algues avec une rugosité généralement ne dépasse pas 1 cm en surface.

Croûtes rugueuse : présents dans les régions tempérées sont coloniser généralement par les lichens et mousses (en addition les organismes à l'intérieur du sol) leur rugosité est entre 1 et 3 cm.

Onduleuses : souvent présent en sols argileux ou avec un grand couvert de mousse et lichens avec rugosité entre 3 et 5 cm.

Sommet : Ce type de croûte sont coloniser par les Cyanobactéries et les algues sont présents dans les régions avec un faible couvert de mousses et lichens leur rugosité est généralement dépasser 10 cm. (**Belnap, 2001**)

4.2. Selon l'emplacement des organismes

Les croûte biologique habitent généralement les millimètres extérieurs en centimètres de toutes les sols et les roches exposées à la surface de la Terre, Dans les climats terrestres les plus extrêmes, comme les déserts chauds et froids. (**Gorbushina, 2007**). Les types des roches colonisées par microorganismes Endolithiques sont nombreux : Le grès, Gypse, Calcaire, Quartz, Granite, Silex, Halite, Dolomite (**Hailiang et al., 2007**).

Hypolithiques : correspondent aux microorganismes qui colonisent la surface ventrale (face inférieure) des pierres translucides et sont habituellement en contact avec le sol (**Pointing et al., 2012**)

Épilithiques : correspondent aux microorganismes qui colonisent la surface exposée de roche ou de minéraux substrats. (**Pointing et al., 2012**)

Endolithiques : Le terme "endolith", qui définit un organisme qui colonise l'intérieur de tout type de roche, a encore été classé en trois sous-classes:

- ✓ ChasmEndolith : colonise des fissures dans la roche (gouffre =fente)
- ✓ Cryptoendolith : colonise les cavités structurelles dans des roches poreuses, y Compris les espaces produites libérés par endolithes (crypto =caché)
- ✓ Euendolith : pénètre activement à l'intérieur des roches formant des tunnels qui sont conformes à la forme de son corps (eu=bon, vrai) (**Wierzchos et al., 2011**).

5. Rôles écologiques des croûtes biologiques

Il est bien établi que les croûtes biologiques, et plus généralement les Cyanobactéries, ont un effet positif sur les propriétés chimiques et physiques des sols. Sous l'angle chimique, cet effet tient tout d'abord aux capacités métaboliques des Cyanobactéries (**Garcia-Pichel et Belnap, 1996**), mais aussi aux propriétés intrinsèques de leurs enveloppes mucilagineuses. Par la combinaison de leur capacité à réaliser la photosynthèse et dans certains cas la fixation de l'azote atmosphérique, elles forment une source d'entrée de carbone et azote pour les régions à faible productivité (**Malam Issa et al., 2001 ; Acea et al., 2003 ; Brostoff et al., 2005 ; Nisha et al., 2007**). Grâce à leur enveloppe mucilagineuse, les Cyanobactéries sont capables de fixer certains éléments nutritifs, comme le Fe, Zn, Mo, Cu, Mn (**Vaishampayan et al., 2001**).

5.1. Fixation de l'azote

L'un des avantages de la présence des croûtes biologiques dans les écosystèmes arides et semi-arides, se traduit par la capacité de certains micro-organismes à pouvoir capter l'azote atmosphérique pour le transformer en azote assimilable par les plantes. C'est le cas par exemple de *Scytonema*, *Nostoc* : des cyanobactéries photosynthétiques, ainsi que *Collema* et *Peltula* : des lichens (**Belnap, 2005**).

L'azote est un paramètre déterminant pour le développement de la flore. Ainsi, les plantes situées à proximité des croûtes biologiques présentent des teneurs plus élevées en azote par rapport aux plantes qui se trouvent dans des endroits où les croûtes biologiques seraient absentes à la surface des sols (**Belnap et al., 2001 ; Belnap, 2005**).

5.2. Fixation du carbone

Contrairement à la respiration, la photosynthèse permet de fixer le carbone atmosphérique (CO₂) et de le rejeter en l'oxygène (O₂). Ainsi, les organismes photosynthétiques vont dégrader le carbone atmosphérique et céder au sol du carbone qui pourra être directement assimilables par les plantes. Les croûtes biologiques étant principalement composées de micro-organismes photosynthétiques, elles vont donc aussi jouer un rôle important dans l'apport de carbone pour le sol. (**Belnap, 2005**).

Ces croûtes ont un fort pouvoir de fixation de carbone, contribuant d'ailleurs à son stockage de manière importante : d'après (**Rosentreter *et al.*, 2007**), une augmentation de la capacité de stockage des croûtes biologique de 5% pourrait diminuer de 16 % le carbone atmosphérique.

5.3. Protection du sol contre l'érosion

Les milieux arides et semi-arides sont souvent caractérisés par une perte importante des sols ceci dû à l'efficacité des éléments morphogénétiques. Les croûtes biologiques souvent « remplir » les interstices entre les graminées cespiteuses dans les parcours arides et semi-arides diminuer les détachements du sol liés à l'érosion éolienne et hydrique. Ainsi les croûtes biologiques servent aussi de stabilisateur de la surface du sol en diminuant la perte de sol lié à ces phénomènes climatiques dans les zones où le couvert végétal est faible ou absent (**Belnap *et al.*, 2001**).

Selon **Rosentreter *et al.*, (2007)**. Ces croûtes augmentent la diversité du site, de protéger la surface du sol par les forces érosives et fournir de l'azote, un macronutriment important au sol par la fixation biologique de l'azote.

5.4. Amélioration de la fertilité et stabilisation de la structure des sols

Sous l'angle physique, les croûtes biologiques favorisent l'agrégation du sol et la stabilité structurale grâce au piégeage des particules grossières par le réseau de filaments des cyanobactéries et la cimentation des particules fines par leurs sécrétions polysaccharidiques (EPS) (**Malam Issa *et al.*, 2001 ; Nisha *et al.*, 2007 ; Maqubela *et al.*, 2009**). Ceci entraîne une augmentation de la résistance du sol vis-à-vis de l'érosion hydrique et de l'érosion éolienne, qui sont d'importants acteurs de la désertification (**Belnap et Gillette, 1997 ; Zhang *et al.*, 2006**).

En outre, les particules de l'argile chargées négativement qui collent à la surface adhésive de l'enveloppe polysaccharidique sont le siège de fixation des éléments chimiques de charge positive, ce qui constitue une réserve d'éléments nutritifs pour les plantes (**Belnap et Gardner, 1993**). Les croûtes biologiques ont aussi un effet sur l'amélioration de la capacité de rétention de l'eau. Ceci est la conséquence de la capacité des constituants polysaccharidiques des cyanobactéries à absorber de l'eau par gonflement par suite d'une simple humectation, et à retenir énergiquement celle-ci grâce à des forces intenses de capillarité.

Elles permettent au sol de retenir l'eau et fournissent des nutriments aux plantes et à la microflore du sol à l'origine de la production d'humus (**Romain *et al.*, 2012**)

Les polysaccharides produits par les cyanobactéries et les algues vertes, lichens...etc. sont capables de piéger les particules du sol entre elles, ce qui augmente la taille des agrégats du sol (**Robert, 1996**).

5.5. Établissement des plantes vasculaires

En tant que composants actifs, les croûtes biologiques des sols, les algues, les bactéries et les champignons, jouent un rôle majeur dans la rétention des minéraux et dans les successions primaires et secondaires des plantes (**Jeffery *et al.*, 2013**).

6. Influence des facteurs écologiques sur les croûtes biologiques

6.1. Influence du sol

6.1.1. La texture

La texture du sol influe sur la composition des espèces des croûtes biologiques. Les sols ayant une texture fine supportent le plus la formation des croûtes avec un grand nombre de populations diversifiées des cyanobactéries, des lichens et des mousses. Les sols à texture grossière possèdent des larges filaments des cyanobactéries qui sont très mobiles telles que *Microcoleus*. Cependant, une fois les sols à texture fine sont suffisamment stabilisés par les cyanobactéries d'autres organismes tels que : des Algues vertes et d'autres espèces de cyanobactéries viennent alors coloniser ces sols (**Belnap *et al.*, 2001**)

6.1.2. La composition chimique

La composition chimique du sol influe aussi sur la composition des croûtes biologiques. En effet les sols calcaires et gypseux supportent le plus l'installation des croûtes biologiques, et certains micro-organismes sont des excellents indicateurs de la composition chimique des sols (**Belnap *et al.*, 2001**).

6.2. Influence du climat

6.2.1. Les précipitations

L'activité biologique dans les écosystèmes arides et semi-arides dépend de l'importance et la fréquence des précipitations. Puisque les croûtes biologiques sont composées d'organismes qui ne sont actifs que lorsque le sol est humide, et puisque la surface du sol s'assèche rapidement

dans les déserts, la quantité et le moment de précipitation ont un impact significatif sur le fonctionnement physiologique de ces communautés microbiennes (**Belnap *et al.*, 2004**).

6.2.2. La température

L'action de la température est liée elle-même au problème de l'eau : lorsque la température augmente l'activité des germes passe par un maximum puis décroît. Dans les environnements sévères certaines espèces tendent à s'enterrer pour fuir une insolation trop intense. Des minéraux translucides tels que le quartz, des efflorescences salines leur permettent de s'enfoncer à quelques centimètres de la surface. Elles trouvent ainsi une protection contre les intensités lumineuses trop fortes et contre une dessiccation trop rapide et des températures trop élevées (**Dommergues et Mangenot, 1970 ; Schlesinger *et al.*, 2003**).

6.3. La saison

Il est évident que, la succession des saisons exerce un effet très important sur la microflore des sols. À certains saisons et pour des sols déterminés, on constate des maximums parfois très élevés. Certains groupes de germes sont, fortement stimulés en automne, tandis que pour d'autres, il n'en n'est rien. Les variations saisonnières de la microflore sont probablement dues, en grandes parties, à des changements en qualité et quantité dans les apports nutritifs que constituent feuilles et branches mortes, Les saisons exercent donc une action sensible sur les micro-organismes, par l'intermédiaire de la végétation. Bien entendu, les intempéries jouent elles aussi leur rôle. Une quelconque modification du milieu perturbe l'équilibre des micro-organismes des sols jusqu'à ce qu'il s'en crée un nouveau (**Boullard et Moreau, 1962**).

6.4. Influence de la végétation

La structure verticale et horizontale des communautés végétation optimise la formation des croûtes biologiques dans les régions arides et semi-arides (**Balnap *et al.*, 2001**). Les sols nus sont beaucoup plus faibles en biomasse microbienne totale que les sols végétalisés (**Boullard et Moreau, 1962**).

Chapitre II
Présentation de deux
espèces étudiées

1. *Stipagrostis pungens* (Desf.)

1.1. Généralités sur la famille poacée

Les Poacées, plus communément connue sous le nom de Graminées, sont des plantes monocotylédones et herbacées (ou très rarement ligneuses (bambou)). Une des particularités de cette famille est la multiplication végétative par tallage. Les graminées sont une famille botanique très importante pour le monde agricole car elle représente un grand nombre de genre et d'espèces mais surtout parce qu'elle compose, dans la très grande majorité des cas, l'essentiel de la flore prairiale. Les céréales également font aussi partie de la famille des Poacées mais ne seront pas détaillées ici. Etant donné que les valeurs fourragères et agronomiques sont très différentes d'une espèce à l'autre, il est donc nécessaire de pouvoir les différencier afin d'exploiter la prairie de manière optimale. La reconnaissance de ces espèces n'est pas toujours facile, même pour des personnes expérimentées (**Crémer, 2014**).

C'est une famille très vaste, avec plus de 9500 espèces réparties en 660 genres environ, constituant par conséquent la quatrième famille par ordre d'importance des plantes à fleurs. Elle présente une importance fondamentale dans la définition des paysages ; mais présente surtout un intérêt économique incomparable. Elle doit son nom au genre *Poa*. Le paturin, qui comporte plus de 200 espèces. (**Botineau, 2010**)

1.2. Position systématique

Selon (**Kew Garden, 1832**) le *Stipagrostis pungens* (Desf.) De Winter est classé comme suit :

Règne	Plantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Liliopsida
Ordre	Cyperales
Famille	Poaceae
Genre	<i>Stipagrostis</i>
Espèce	<i>Stipagrostis pungens</i> Desf.

1.3. Caractéristiques

C'est une plante vivace très robuste, dépassant un mètre de haut, dont les feuilles sont très rigides et raides, fines et piquantes à l'extrémité, enroulées en long et partant tous d'une souche souterraine. Son réseau racinaire peut parcourir plusieurs mètres en superficie. Son inflorescence est composée de petits épis secondaires ou épillets. (Chehma et al., 2017)

1.4. Distribution

Espèce caractéristique des sables dunaires désertique, est communément rencontré dans l'Afrique du Nord, de la Mauritanie (principalement dans la wilaya de l'Adrar à Erch Guible, Tenouchert, N'terguint et Touerga) à l'Égypte et la péninsule arabique; également en Asie centrale. (FAO, 1977)

Selon (Chehma et al., 2017), cette espèce psamophylle est la plus répandue de toutes les espèces rencontrées. Elle fait

- ✓ une plante des dunes. Elle se trouve présent partout au Sahara où il y a présence de surfaces ensablées, le plus souvent elle constitue de vastes steppes homogènes .
- ✓ Très commun dans tout le Sahara peut s'étaler jusqu'aux et régions steppiques en Asie centrale

1.5. Intérêt de l'espèce

Cette graminée est largement utilisée dans la fixation biologique des dunes continentales. Elle colonise facilement les cordons dunaires très mobiles et les zones déflationnaires (FAO, 1977). D'autre part, le *Stipagrostis pungens*, est classé parmi les plantes les plus appréciées par le dromadaire (Chehma et al., 2004 ; Chehma et al., 2010). Cette plante peut persister 4 à 5 ans de sécheresse. Volontiers consommée sec, surtout après l'abruvement , elle peut constituer même à l'état sec une nourriture presque exclusive, pour le dromadaire, pendant de longues périodes (Gauthier, 1977).

En Algérie, dans les zones sahariennes, les éleveurs distribuent le *Stipagrostis pungens*, comme aliment grossier à toutes les catégories d'animaux d'élevage (ovin , caprines et même bovin améliorés) (Chehma et al., 2008). D'ailleurs malgré l'interdiction de faucher , il est commercialisé clandestinement à des prix équivalents à ceux du foin.

Pour les utilisations thérapeutiques traditionnelle de *Stipagrostis pungens* la partie aérienne est utilisée en décoction constituant ainsi des tisanes pour traiter les constipations et les maux d'estomac (**Chehma, 2006 ; Chehma, 2008**).



Photo 01: Plante *Stipagrostis pungens* (Desf.)

2. *Zygophyllum Album* L

2.1. Généralité sur la famille Zygophyllaceae

Le Zygophyllaceae c'est une famille contient d'environ 27 genres et 285 espèces, elle se compose d'arbustes, d'herbes et rarement d'arbre, souvent et certains sont toxiques, pour la plupart sont limitée aux zones arides et semi-arides des régions tropicales et subtropicales (**Hussein et al., 2011 ; Suleman Khan et al., 2014**).

On constate que les Zygophyllacées forment plus de 3% de la flore de notre désert (**Ozenda, 1991**). Elles ont des fleurs régulières, un calice à 4 ou 5 sépales libres entre eux, une corolle à 4 ou 5 pétales; l'ovaire est formé de 4 ou 5 carpelles cohérents, les styles sont réunis en un seul, mais il y a 4 ou 5 stigmates distincts. Le fruit est anguleux et divisé en 4 ou 5 loges et se sépare à maturité en 5 parties qui ne s'ouvrent pas et tombent avec les graines qu'elles renferment. Ce sont des plantes à feuilles composées (**Jacot, 2002**).

Les Zygophylloideae, constituent la sous famille la plus large avec 180 espèces, regroupées en quatre genres : Augea (monotypique), Tetraena (monotypique), Fagonia (30 espèces), et Zygophyllum (150 espèces), de coté de quatre autres sous-familles : Larreoideae, Morkillioideae, Seetzenioideae et Tribuloideae. (Kinghorn, 2001; Butler, 2004)

2.2. Position systématique

D'après (Judd et al., 2002) le *Zygophyllum album* L. est classé comme suit :

Règne	Plantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Zygophyllales
Famille	Zygophyllaceae
Genre	Zygophyllum
Espèce	<i>Zygophyllum album</i> L.

2.3. Caractéristiques

Le *Zygophyllum album* connu sous le nom « aaggaya », est une espèce du genre *Zygophyllum* de la famille des Zygophyllaceae (El Ghouli et al., 2011), elle est représentée principalement dans les régions arides et semi arides : ainsi au Sahara Algérien on observe 7 genres et 27 espèces (Ozenda, 1977). Le genre *Zygophyllum* est le plus répondu de la famille (Hussein et al., 2011). 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 (Smati, 2009).

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 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 (Smati, 2009).

2.4. Distribution

Cette espèce est très commune sur les terrains salés et les pâturages désertiques, elle peut se développer dans les maricages ainsi dans les sols où la remonté de sel, donc c'est une espèce qui améliore la masse végétale dans ces régions même vue sa capacité de rétention de l'eau par ses feuilles charnues il est considéré comme une ressource pour les animaux (les bétails) surtout dans la période estivale (**Halis, 2007**)

Elle est distribué à travers le Sahara d'Afrique du Nord à la péninsule arabique et l'Afrique orientale tropicale, il a une large répartition géographique en Egypte et est commun dans les marais salants et au sec dans les bandes côtières de la méditerranée et les mers rouge. Il est également abondant dans certains oueds désertiques intérieurs dans les zones salines autour des sources d'eau saumâtre, et dans tout le sahara septentrional (**Chehma, 2006**).

2.5. Intérêt de l'espèce

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 (**El Hamsas et al., 2010**), le *Z. gaetulum* est connu pour ces propriétés antidiabétiques, antispasmodiques et il est utilisé aussi contre l'eczéma (**Smati et al., 2004**). En Algérie, *Z. album* est utilisée pour le traitement du diabète, des spasmes et des dermatites (**El Hamsas et al., 2010**).



Photo 02: Plante *Zygophyllum album* L .

3. Rappel sur les métabolites secondaires des végétaux

À côté des métabolites primaires classiques (glucides, protides et lipides), les végétaux accumulent fréquemment des métabolites dits « secondaires » qui représentent une source importante de molécules utilisables par l'homme dans des domaines aussi différents que la pharmacologie ou l'agroalimentaire (**Herbert, 1989**). (**Li, 2007**). Les métabolites secondaires sont réputés par leurs activités biologiques nombreuses, comme antibactériennes, anticancéreuses, antifongiques, analgésiques, anti-inflammatoires, diurétiques, gastro-intestinales et antioxydantes (**Harborne, 1998 ; Bruneton, 2009**). Tous les travaux phytochimiques ont mis en évidence au sein des organismes végétaux les biomolécules suivantes :

3.1. Les polyphénols

Les polyphénols sont des produits du métabolisme secondaire des végétaux, caractérisés par la présence d'au moins d'un noyau benzénique auquel est directement lié au moins un groupement hydroxyle libre, ou engagé dans une autre fonction tels que : éther, ester, hétéroside...etc (**Bruneton, 1999**). La grande majorité de composés phénoliques dérivent de l'acide cinnamique formé par la voie du shikimate (**Gorham, 1977**). Sont solubles dans la solution de carbonate de sodium. Chimiquement, ils sont réactifs et donnent souvent lieu à des liaisons hydrogènes, ou chélater des métaux pour les O-dihydroxyphénols (catéchol); Enfin, ils sont sensibles à l'oxydation (**Gorham, 1977**).

La classification de ces substances a été proposée par (**Harborne, 1980**). On peut distinguer les différentes classes des polyphénols en se basant d'une part, sur le nombre d'atomes constitutifs et d'autre part, sur la structure de squelette de base, principales classes sont largement répandues (**Macheix et al., 2006**).

3.1.1. Acides phénoliques

On englobe sous la dénomination générale d'acides phénoliques, les acides benzoïques en C6- C1, d'une part et les acides cinnamiques en C6- C3 d'autre part (**Cheyrier, 2005**)

3.1.2. Flavonoïdes

Flavonoïdes C'est le groupe le plus représentatif des composés phénoliques, ces molécules ont des structures chimiques variées et des caractéristiques propres (**Benhammou, 2011**). En 2003, environ de 4000 composés flavoniques sont connus (**Edenharder et Grunhage, 2003**). Certains sont des pigments quasi-universels des végétaux, ces composés

existent sous forme libre dite aglycone ou sous forme d'hétérosides, c'est à- dire liée à des oses et autres substances (**Heller et Forkmann, 1993**). ont une squelette de base formé par deux cycles en C6 (A et B) reliés entre eux par une chaîne en C3 qui peut évoluer en un hétérocycle (Cycle C) (**Akroum, 2011**).

3.1.3. Tanins

Le mot tanin a été utilisé pour la première fois par **Seguin** en **1779** pour désigner les constituants chimiques de la noix de galle qui est capable de transformer la peau fraîche en cuir imputrescible et peu perméable. Du point de vue chimique, les tanins résultent de la polymérisation de molécules élémentaires à fonction phénol.

Les tanins sont divisés en deux groupes :

- Les tanins hydrolysables, esters des acides phénols et de glucose ;
- Les tanins condensés, formés de proanthocyanidines (sous forme d'oligomères) ;
(**Ribéreau-Gayon, 1968**)

3.1.4. Anthocyanes

Les anthocyanes (du grec anthos, fleur et Kuanos, bleu violet) terme général qui regroupe les anthocyanidols et leurs dérivés glycosylés (**Guignard, 1996**). Ces molécules faisant partie de la famille des flavonoïdes et capables d'absorber la lumière visible, sont des pigments qui colorent les plantes en bleu, rouge, mauve, rose ou orange (**Harbone, 1967; Brouillard, 1986**).

3.2. Les alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des substances organiques naturelles composés de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote (**Schauenberg et Paris, 2005**). Typiquement comme les amines primaires, secondaires, ou tertiaires et cela confère la basicité à l'alcaloïde, en facilitant leur isolement et purification comme sels solubles dans l'eau formés en présence des acides minéraux (**Hess, 2002**). Ils peuvent être présents dans tous organes (**Ziegler et Facchini, 2008**). Leur teneur est très variable, généralement comprise entre 0.1% et 2 à 3 % du poids sec de la drogue (**Roux et Catier, 2007**).

Les alcaloïdes existent rarement à l'état libre dans la plante, mais le plus souvent ils sont combinés à des acides organiques ou à des tanins (**Ziegler et Facchini, 2008**).

3.3. Les saponines

Les saponines sont généralement connues comme des composés non-volatils, tensio-actifs qui sont principalement distribués dans le règne végétal (**Vincken et al., 2007**). Le nom «saponine» est dérivé du mot latin *sapo*, qui signifie «savon». En effet, les molécules de saponines dans l'eau forment une solution moussante . (**Bruneton, 2009**)

3.4. Les terpènes

Les très grandes majorités des terpènes sont spécifiques du règne végétal mais on peut en rencontrer chez les animaux. Tous les terpènes et les stéroïdes peuvent être considérés comme formés par l'assemblage d'un nombre entier d'unités penta carbonées ramifiées dérivées de l'IPP (**Belguidoum, 2012**). Selon le nombre d'entités isoprène qui sont incorporées dans leurs structures, les terpènes sont subdivisés en : mono terpènes ($C_{10}H_{16}$), sesquiterpènes ($C_{15}H_{24}$), di terpènes ($C_{20}H_{32}$), tri terpènes ($C_{30}H_{48}$), tétra terpènes ($C_{40}H_{64}$) et poly terpènes(C_5H_8) $_n$.

Partie II

Matériels Et Méthodes

Chapitre I
**Présentation de la région
d'étude**

1. Situation Géographique :

La région de Souf est une partie de la wilaya d'EL-Oued, appelée aussi région du Bas-Sahara à cause de la faible altitude est située au Sud-Est du pays au centre d'une grande cuvette synclinale. Elle forme une wilaya depuis 1984 et couvre une superficie totale de 44586,8 Km². Oued Souf se trouve à environ 700 Km au Sud – Est d'Alger et 350 Km à l'Ouest de Gabes (Tunisie). Elle est limitée :

- ✓ au Nord par les wilayas de Biskra, Khenchela et Tébessa,
- ✓ à l'Est par la Tunisie,
- ✓ à l'Ouest par les wilayas de Biskra, Djelfa et Ouargla,
- ✓ au Sud par la wilaya d'Ouargla (**Khechana, 2007**)

Cette région tire son originalité de son architecture typique, caractérisée par les coupoles et par ses palmeraies plantées dans les Ghouts. La région d'étude jouit d'un climat de type saharien, caractérisé par un été chaud et sec dont la température peut atteindre 54° C et un hiver doux jusqu'à 3° C. Les principales contraintes climatiques restent la fréquence régulière des vents et leur violence, connus sous le nom de "Chehili" ou le sirocco ainsi que des vents de sables durant le printemps (**Khechana, 2007**).

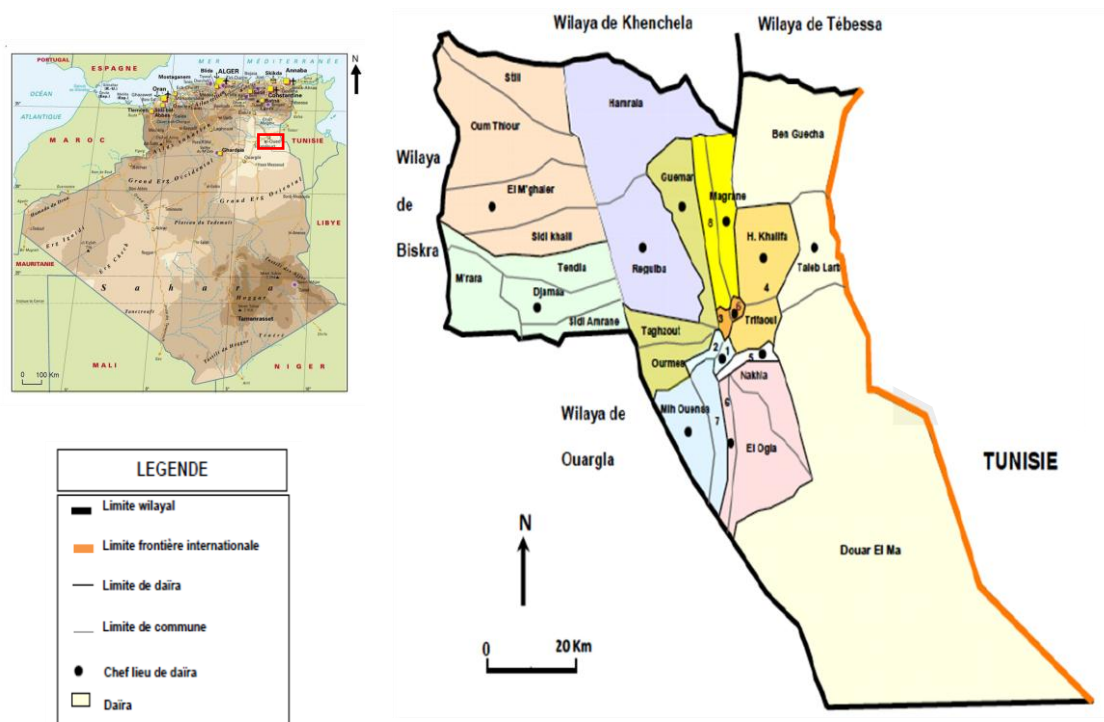


Figure 02 : Situation géographique de la wilaya d'El Oued.

2. Facteurs écologiques de la région d'étude

Nous appellerons facteur écologique tout élément du milieu susceptible d'agir directement sur les êtres vivants au moins durant une phase de leur cycle de développement. (**Dajoz, 1971**).

2.1. Géomorphologie

Nadjeh (1971), signale que la région du Souf est une région sablonneuse avec des dunes qui peuvent atteindre les 100 mètres de hauteur. Ce relief est assez accentué et se présente sous un double aspect. L'un est un Erg c'est-à-dire région où le sable s'accumule en dunes et c'est la plus importante. Cette dernière occupe 3/4 de la surface totale de la région. L'autre est le Sahane ou région plate et déprimée, formant des dépressions fermées, entourées par les dunes, souvent assez étendues et parfois caillouteuses ou recouvertes par des vieilles formations d'encroûtements gypseux du quaternaire.

2.2. Topographie

L'altitude moyenne de la région est de 80 mètres accuse une diminution notable du Sud au Nord pour être de 25 mètres au-dessous du niveau de la mer dans la zone des Chotts qui occupent le fond de l'immense bassin du bas Sahara (**ANRH, 2005**).

2.3. Pédologie

Le sol de la région d'El-Oued est désertique (saharien) sous l'effet des phénomènes d'altération qui ont pour résultat de transformer la couche superficielle des terrains en une couche meuble bien individualisée, organisée en horizons dotés de leurs caractéristiques physiques propres et d'une activité biochimique originale, sont inexistantes (**Dubost, 1991**).

Les sols de la région du Souf sont généralement peu évolués. Les couches arables sont constituées d'un sol sablonneux de forte profondeur et ne constituent pas des couches rocheuses. Par ailleurs, ces sols se caractérisent par une faible teneur en matière organique, par une structure particulière à forte perméabilité et par une texture sableuse. Le sable du Souf se compose de Silice, Gypse, de Calcaire et parfois d'Argile (**Voisin, 2004**). Au Nord de la région, on rencontre le gypse sous forme des blocs rocheux profonds et tellement solides. A l'Ouest, la pierre gypseuse s'allonge vers la région de Hobba (**Halis, 2007**).

2.4. Paramètres climatiques

La région d'El-Oued se caractérise par un climat aride de type saharien désertique, il est bien évident que les facteurs climatiques n'agissent jamais de façons isolées. Seule la combinaison de l'ensemble des valeurs climatiques (température, pluviométrie, humidité, vent...) permet de comprendre l'influence du climat sur l'apparition et l'abondance d'une espèce végétale ou animale donnée (**Ramade, 2003**).

2.4.1. Température

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne, de ce fait, la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (**Ramade, 2003**). Une variation importante de température entre le jour et la nuit est notée, car le sable se refroidit beaucoup plus vite que la pierre ou l'argile (**Najah, 1971**). Les températures moyennes maximales et minimales caractérisant la région d'étude de l'année 2017 sont enregistrées dans le tableau 01

Tableau 01: Températures maximale, minimale et moyennes mensuelles durant l'année 2017.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
M en °C	16,1	21,2	24,6	27,2	34,6	38,3	40,7	40,7	34,5	28,4	21,5	17,1
m en °C	3,7	8,7	11,3	14,9	21,2	24,6	27	26,4	21,3	16,1	9,9	5,5
(M+m)/2	9,9	14,95	17,95	21,05	27,9	31,45	33,85	33,55	27,9	22,25	15,7	11,3

(Tutiempo, 2018)

M: est moyenne mensuelle des températures maximale en °C.

m : est moyenne mensuelle des températures minimale en °C.

M+m/ 2: est moyenne mensuelle des températures en °C.

La valeur de température moyenne la plus élevée est enregistrée en mois de juillet avec 33,85 °C tandis que la valeur la plus faible est mentionnée au mois de janvier avec 9.9 °C. La valeur maximal est notée au mois de juillet avec 40,7 °C et la minimale en janvier avec 3,7°C.

2.4.2 Précipitations

Les précipitations sont le résultat du refroidissement de l'air humide provoquant la condensation de la vapeur d'eau. La pluviométrie est la mesure des précipitations (**Christian, 2001**). La répartition annuelle des précipitations est importante aussi bien par son rythme que

par sa valeur volumique absolue (**Ramade, 2003**). Le tableau 02 regroupe les données sur les valeurs des précipitations mensuelles en (mm) durant l'année 2017.

Tableau 02 : précipitations mensuelles de la région d'étude durant l'année 2017

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P (mm)	0	0	10,67	41,15	0	0	0	0	28,19	7,62	39,12	0

(Tutiempo, 2018)

P : est les précipitations exprimée en (mm)

La région du Souf a connue durant l'année 2017 un cumul de précipitation égal à 126.7 mm (Tableau 02). Le mois le plus pluvieux durant cette année est Novembre avec une pluviométrie d'ordre de 39.12 mm. Par contre les mois les plus secs sont (Janvier, Février, Mars, Juin, Juillet, Août, Décembre) où aucune pluviométrie n'a été enregistrée (0 mm).

2.4.3. Humidité

L'humidité est un état de climat qui représente le pourcentage de la vapeur d'eau qui se trouve dans l'atmosphère. Elle dépend de plusieurs facteurs à savoir : la quantité d'eau tombée, le nombre de jours de pluie, la température, les vents et de la morphologie de la station considérée (**Faurie et al., 1980**). Les taux d'humidité relative pour l'année 2017 sont présentés dans le tableau 03.

Tableau 03 : Humidité relative moyenne mensuelle de la région d'étude durant l'année 2017

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
HR (%)	56,4	50,3	45,7	46	36,8	34,4	30,2	32,1	46,6	53,8	57,7	59,7

(Tutiempo, 2018)

H% est l'humidité exprimée en pourcentage

Dans la région d'Oued Souf l'humidité de l'air varie sensiblement en fonction des saisons. En effet, pendant l'été, elle chute jusqu'à 30.2 % pendant le mois de Juillet, et ceci sous l'action d'une forte évaporation et des vents chauds ; alors qu'en hiver, elle s'élève et atteint une moyenne maximale de 59.7 % au mois de Décembre.

2.4.4. Vent

Les vents sont fréquents et cycliques et leur direction dominante varie suivant les saisons. Le Dahraoui, vent du Nord-Ouest vers Sud-Est, sévit surtout au printemps. Le Bahri avec une orientation Est-Nord, se manifeste généralement de fin août à mi Octobre. En fin, Le chihili ou sirocco, vent du Sud, domine pendant tout l'été. Le tableau 04 présente les valeurs des vitesses du vent enregistrées dans la région de Souf pour l'année 2017.

Tableau 04 : Moyennes mensuelles du vent de la région d'étude durant l'année 2017.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
V (km/h)	10	13,3	12,1	14,3	14,8	13,4	11,4	13,2	10,1	7,7	9,7	9,1

(Tutiempo, 2018)

V km/h : vitesse moyenne

Selon le Tableau 04, nous remarquons que les vents sont fréquents durant toute l'année. ils atteignent une vitesse maximale en Mai avec 14.8 km/h et une vitesse minimale en octobre avec une valeur de 7.7 km/h.



Chapitre II
Méthodologie de travail

1. Démarche suivie

Dans notre travail, nous avons testé l'effet des croûtes biologique du sol sur deux types de plantes saharienne, il s'agit de plante *Zygophyllum album* L. et *Stipagrostis pungens* (Desf.) au niveau de la région de Bayadha Wilaya d'El-Oued (33° 33' N, 6° 90' E).

Afin de connaître leur effet sur les plantes choisi, nous mélangeons un échantillon de (2 kg) de croûte biologique prélevé à partir de la région de Talab Larbi (33° 73' N, 7° 31' E). Il a été ensuite mélangé avec deux litre d'eau physiologique (extrait 1/1) et laissé pendant 12 heures dans la lumière. Le mélange obtenu a été ensuite divisé en deux. L'une a été stérilisée par autoclavage afin de tuer les micro-organismes composants la croûte (solution de croûte morte), alors que l'autre partie a été laissé sans stérilisation (solution de croûte vivante).

Pour chaque plants, ont été appliqués séparément les deux types de solutions (solution de croûte morte et solution de croûte vivante), sur un échantillon de six plants de même âge physiologique. En fait, trois plants ont été traités par la solution correspondante à la croûte morte et trois plants ont traités par la solution correspondante à la croûte vivante (Figure 03).

Après quatre mois (de 13/12/2017 à 07/04/2018), la partie aérienne des plants testées et aussi un échantillon de plantes de même espèce (*Zygophyllum album et Stipagrostis pungens*) n'a été soumis à aucun traitement (témoin zéro) a été prélevée et séchée à l'air libre pendant trois semaines à température ambiante afin de préserver au maximum l'intégrité des molécules. Après le séchage un broyage manuel à l'aide d'un mortier a été réalisé, la poudre a été conservée dans des flacons en verre fermés afin de garder leur odeur, gout, et couleur,etc.



01 | L'échantillonnage de croûtes biologiques du sol .



04 | Testé l'effet de ces croûtes sur deux types de plantes saharienne, *Zygophyllum album* et *Stipagrostis pungens*. Appliqués les deux mélange séparément sur un échantillon de trois plants pour chaque espèce. (Trois plants pour chaque solution).



02 | Mélangé les croûtes avec l'eau physiologique et laissé pendant 12 heures dans la lumière



03 | Divisé le mélange en deux parties, l'une a été stérilisée par l'autoclave (solution de croûte morte), et l'autre partie a été laissé sans stérilisation (solution de croûte vivante).

05 | Après quatre mois, la partie aérienne des plants testées et les plants témoin a été prélevée et séchée à l'air libre pendant trois semaines à température ambiante et transformer au laboratoire pour les analyses.

Figure 03 : La démarche suivie pour notre travail

2. Analyses au laboratoire

2.1. Détection chimique de certains métabolites secondaires dans la poudre sèche de deux plants:

2.1.1. Les matériels et les produits utilisés

Tableau 05: Les matériels et l'appareillage utilisés

Métabolites secondaires	Matériels utilisés	Produit chimique	Appareillages utilisés
Alcaloïdes	- Bécher - Entonnoir - Papier filtre	- Acide Chlorhydrique (HCl) - réactif de Dragendrof	- Balance - Plaque chauffante
Tannins	- Bécher - Entonnoir - Papier filtre - Tubes essai - Micropipette	- L'eau distillée - Le chlorure de fer (FeCl ₃) - Ethanol (C ₂ H ₅ OH)	- Balance - Plaque chauffante
Anthocyanes	- Bécher - Entonnoir. - Papier filtre - tubes essai	- L'eau distillée - Acide Chlorhydrique - Hydroxyde d'ammonium	- Balance - Plaque chauffante
Saponosides	- Bécher - Entonnoir - Papier filtre - tubes essai	- l'eau distillée	- Balance - Plaque chauffante
Triterpènes et stérols	- Bécher - Tubes essai - Papier filtre - Pipette	- Anhydride acétique - Chloroforme - acide sulfurique - éther	- Balance - Etuve - Plaque chauffante
Flavonoïdes	- Bécher - Tubes essai - Papier filtre - Pipette	- Ethanol (C ₂ H ₅ OH) - Acide Chlorhydrique - Limailles de Magnésium (Mg)	- Balance - Plaque chauffante
Composés Reducteurs	- Bécher - Tubes essai - Papier filtre - Bain marie - Compte-gouttes	- Ethanol (C ₂ H ₅ OH) - l'eau distillée - réactif de fehling	- Balance - Plaque chauffante

Remarque : Pour la détection des flavonoïdes, Composés réducteurs, Tanins, on prépare une solution extractive alcoolique pour chaque plants par la manière suivant : Dans un bécher, on ajoute 30 ml d'éthanol avec 5 g poudre sèche du matériel végétal, et reflux pour 01 heure puis filtré l'extrait. (solution extractive alcoolique)

2.1.2. Détection des Alcaloïdes

1 g de l'organe végétal laissé en macération dans 10 ml de solution de HCl 1% pendant 24 heures. Le macéré est filtré et testé avec quelques gouttes de réactif de MEYER et de DRAGENDORFF. Les alcaloïdes forment avec un précipité blanc avec le réactif de MEYER, tandis qu'ils forment un précipité orange avec le réactif de DRAGENDORFF (**Wome, 1985**).

2.1.3. Détection des Tanins

On met 1 ml de solution extractive alcoolique avec 2 ml H₂O et ajoute 2 à 3 gouttes de FeCl₃ 1%. En présence de tanins, il se développe une coloration bleu-vert (tanins Cathéchique) ou bleu noire (tanins Gallique) (**Trease et Evans, 1987**).

2.1.4. Détection des Anthocyanes

Infusion de 5 g de poudre végétal dans 100 ml d'eau bouillant (15 min) , après la filtration on mètre 2 ml d'infusé et on ajoute 2 ml HCl (2N) avec quelques gouttes d'ammoniac; Si la coloration s'accroît par acidification puis vire au bleu violacé en milieu basique, conclure à la présence d'anthocyanes (**Debray et al., 1971**).

2.1.5. Détection des Saponosides

Dans un bécher, on ajoute 100 ml d'eau distillée à une quantité de 2 g de matériel végétal sec, puis la solution est portée à ébullition pendant 30 min. Après refroidissement, on filtre la solution par papier filtre, et on ajuste le filtrat à 100 ml avec l'eau distillée. Une série de délutions (10% - 100%) de bouilli de la et préparés. Une agitation violente et horizontale a été faite pendant 15 secondes pour chaque tube. Après 20 mn de repos nous avons testés le tube dans lequel hauteur de mousse est plus proche de 1 cm. La présence des saponines est indiquée par un indice de mousse supérieur à 100 (**Rizk, 1982**). Ce dernier est calculé selon la formule suivante :

$$I = \text{Hauteur de la mousse (en cm) dans le x tube} \times 5 / 0,0x.$$

Où:

- **I:** Indice de mousse.
- **Hauteur de mousse dans x tube:** Hauteur de mousse dans le tube plus proche de 1 cm.
- **X :** Numéro de tube dans lequel la mousse plus proche de 1 cm (**Ben Kherara, 2010**).

2.1.6. Détection des triterpènes et stérols

Macéré 5 g de poudre végétal dans 20 ml d'éther pendant 24 h, après la filtration on évaporé le filtrat, puis on ajoute 0.5 ml d'Anhydride acétique et 0.5 ml de Chloroforme avec un peu d'acide sulfurique; On observe une anneau rouge-brunâtre , alors qu'en présence des triterpènes et stérols (**Trease et Evans, 1987**).

2.1.7. Détection des Flavonoïdes

Dans un tube à essai on ajoute à 5 ml de solution extractive alcoolique, puis on ajoute 1 ml HCl et 0.5 g de Mg (lire pendant 3 min). L'apparition d'une coloration rose ou rouge indique la présence d'un flavonoïde (**Debray et al., 1971**).

2.1.8. Détection des Composés réducteurs

On mettre 1 ml de solution extractive alcoolique avec 2 ml H₂O et ajoute 20 gouttes de réactif de Fehling puis chauffé. La formation le précipité rouge-brique signifie la présence des Composés réducteurs (**Trease et Evans, 1987**).

2.2. Détection chimique de certains métabolites secondaires dans l'extrait aqueux et éthanolique de deux plants

2.2.1. Les matériels et les produits utilisés

Tableau 06: Les matériels et l'appareillage utilisés

Métabolites secondaires	Matériels utilisés	Produit chimique	Appareillage utilisés
Préparation des extraits (éthanolique / aqueux)	- Erlenmeyer - Entonnoir - Papier filtre - Papier aluminium	- Éthanol - Eau distillée	- Balance
Les Alcaloïdes	- Bécher - Entonnoir - Papier filtre	- Réactif de Dragendrof	- Balance - Plaque chauffante
Les Tannins	- Bécher - Entonnoir - Papier filtre - Tubes essai - Pipette	- Eau distillée - Chlorure de fer (FeCl ₃)	- Balance - Plaque chauffante
Les Anthocyanes	- Bécher - Entonnoir. - Papier filtre - Tubes essai	- Acide sulfurique - Hydroxyde d'ammonium	- Balance - Plaque chauffante
Saponosides	- Bécher - Entonnoir - Papier filtre. - Tubes essai - Porte tube à essai	- Eau distillée	- Balance - Plaque chauffante
Triterpènes et stérols	- Bécher - Tubes à essai - Papier filtre - Pipette	- Anhydride acétique - Chloroforme - Acide sulfurique	- Balance - Etuve - Plaque chauffante
Flavonoïdes	- Bécher - Tubes à essai - Papier filtre - Pipette	- Hydroxyde de sodium NaOH - Eau distillée	- Balance - Plaque chauffante
Composés Réducteurs	- Bécher - Tubes à essai - Papier filtre - Bain marie - Compte-gouttes	- réactif de fehling	- Balance - Plaque chauffante

2.2.2. Préparation des extraits:

Peser 30 g de la poudre sèche de chaque plante et verser séparément dans un erlenmeyer de 250 ml. Ajouter 120 ml d'éthanol (98 %) / eau distillée, laisser le mélange à température du laboratoire à l'opacité. Après 24 heures une filtration à travers d'un papier filtre a été effectuée, répéter cette opération 03 fois pendant 3 jours (On ajoute 120 ml d'éthanol / eau distillée à chaque fois après la filtration), après avoir les 03 filtrats, on le soumit au procédé d'évaporation à l'aide de Rota vapeur sous la température de 60 °C. Enfin on va obtenir deux extraits bruts (aqueux et éthanolique), conserve jusqu'à l'emploi (**Rebiai et al., 2014**).

2.2.3. Calcul de rendement (R%):

La production rentable d'extraits est le rapport entre la masse de matière sèche de l'extrait obtenu et la masse de matière sèche de plante utilisée, il est calculé par l'utilisation de la relation suivante :

$$R\% = (Me / Mv) \times 100$$

Où :

R: C'est la production rentable d'extraits (%).

Me: C'est la masse de matière végétale sèche qui obtenue après l'évaporation du solvant.

Mv: C'est la masse de matière végétale sèche qui utilisé dans l'extraction.

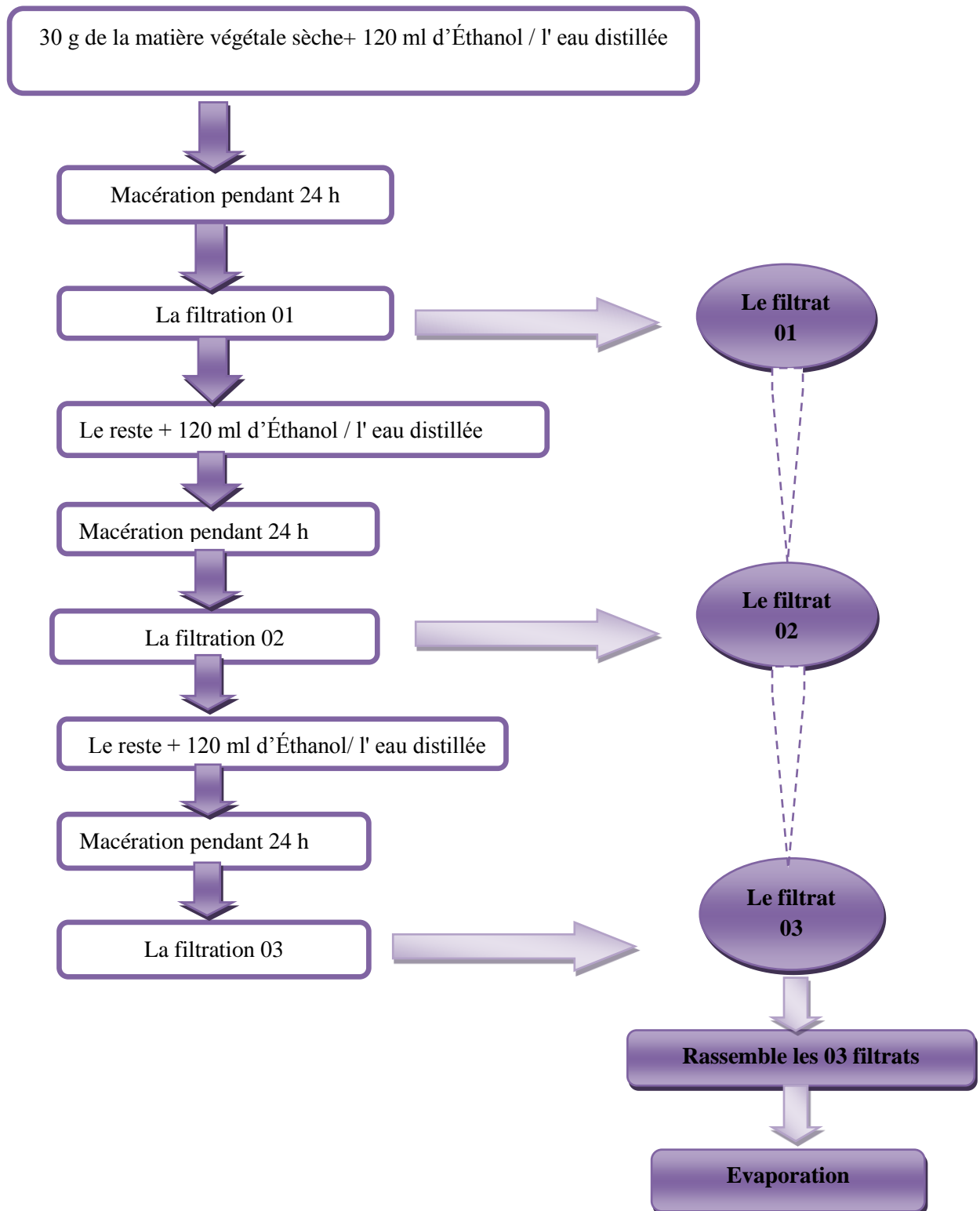


Figure 04: Schéma représente les étapes de préparation de l'extrait éthanolique / aqueux

2.2.3. Détection des alcaloïdes

Prendre 1 ml de l'extrait dans tubes à essai et ajouter 5 gouttes du réactif de Dragendorff l'alcaloïde est indiqué par l'apparition d'un précipité orange (**Harborne, 1973 ; Trease et Evans, 1989**)

2.2.4. Détection des tanins

Un volume de 2 ml de l'extrait, est additionné à 2 à 3 gouttes de la solution de FeCl₃ à 1%. Après quelques minutes d'incubation, le chlorure ferrique développe une coloration verdâtre qui indique la présence des tanins catéchiques ou bleu-noirâtre qui révèle l'existence des tanins galliques (**Karumi et al., 2004**)

2.2.5. Détection des anthocyanes

Les anthocynes sont révéler par l'ajout de 1 ml de l'extrait, 3 ml de H₂SO₄ à 10 % et 1 ml de NH₄OH à 10 %, si la coloration s'accroît par acidification puis vire au bleu en milieu basique, on peut conclure la présence des anthocyanes (**Bruneton, 1999**).

2.2.6. Détection des saponosides

Pour rechercher les saponosides, nous avons versé, dans un tube à essai 2 ml de l'extrait à quelque gouttes d'eau distillée, le tube est agité pendant 20 secondes puis laissé au repos durant 20 minutes. une hauteur de mousse persistante, supérieure à 1 cm indique la présence de saponosides. (**Kanoun, 2011**)

2.2.7. Détection des triterpènes et stérols

Evaporer à sec 10 ml de la solution à analyser, dissoudre le résidu dans 5 ml d'anhydride acétique puis 5 ml de chloroforme. A l'aide d'une pipette ajouter 1 ml de H₂SO₄ concentré au fond du tube sans agiter. Laisser reposer 30 minutes. La formation d'un anneau rouge brunâtre à la zone de contact des deux liquides et une coloration violette de la couche surnageant révèlent la présence des triterpènes et stérols. (**Harborne, 1973 ; Trease et Evans, 1989**)

2.2.8. Détection des flavonoïdes :

Dans un tube à essai on ajoute à 2 ml de l'extrait, puis on ajoute 1 ml NaOH. L'apparition d'une coloration jaune indique la présence d'un flavonoïde. (**نعمة وأخرون, 2007**)

2.2.9. Détection des sucres réducteurs

On ajoute 1 ml de liqueur de Fehling à 5 ml de l'extrait. Puis les tubes sont chauffés au bain marie. Un test positif est indiqué par l'apparition d'un précipité rouge brique. (Oloyede, 2005).

2.3. Analyse quantitative des composés phénoliques dans l'extrait aqueux et éthanolique de deux plants:

2.3.1. Les matériels et les produits utilisés

Tableau 07: Les matériels et l'appareillage utilisés

Métabolites secondaires	Matériels utilisés	Produit chimique	Appareillage utilisés
Polyphénols	- Tubes à essai - Spatule	- Réactif Folin-Ciocalteu - Acide gallique - Ethanol (C ₂ H ₅ OH) - Eau distillée	- Balance - Rota vapeur - Spectrophotométrie
Flavonoïdes	- Tubes à essai - Spatule	- Chlorure d'aluminium (AlCl ₃) - Quercétine - Eau distillée - Ethanol (C ₂ H ₅ OH)	- Balance - Rota vapeur - spectrophotométrie
Tanines	- Tubes à essai - Spatule - papier Whatman - Entonnoir	- Gélatine - Acide gallique - L'eau distillée	- Balance - Rota vapeur - Spectrophotométrie

2.3.2. Dosage de polyphénols totaux

Les polyphénols ont été déterminés par spectrophotométrie selon la méthode de Folin-Ciocalteu (SINGLETON *et al.*, 1999); Ce réactif de couleur jaune est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique et d'acide phosphomolybdique. Lorsque les polyphénols sont oxydés, ils réduisent le réactif Folin-Ciocalteu en un complexe ayant une couleur bleu constitué d'oxyde de tungstène et de molybdène. L'intensité de la couleur est proportionnelle aux taux des composés phénoliques oxydés (Boizot *et al.*, 2006).

Dans un tube à essai on prélève : 0,2 ml de extrait (éthanolique ou aqueux), 1 ml de réactif Folin-Ciocalteu; 0,8 ml du solution de carbonates de sodium (Na_2CO_3 : 7,5 %) et incubé à l'ombre, à température ambiante pendant 30 min. L'absorbance est mesurée à 765 nm. Une courbe d'étalonnage est préparée en utilisant l'acide gallique comme standard, les résultats sont exprimés en milligramme équivalent d'acide gallique par gramme de de l'extrait sec (mg EAG/g ES).

2.3.3. Dosage des flavonoïdes

L'estimation quantitative des flavonoïdes contenus dans nos extraits (éthanolique ou aqueux) de deux plants est réalisée suivant une méthode colorimétrique du trichlorure d'aluminium AlCl_3 (Kosalec *et al.*, 2004) avec modification légère, on met 1 ml d'extrait et on ajoute à 1 ml d' AlCl_3 à 2%; puis le mélange est vigoureusement agité, l'ensemble est incubé à l'ombre à la température ambiante pendant 30 minutes, l'absorbance est lue à 420 nm. La quantification des flavonoïdes se fait en fonction d'une courbe d'étalonnage réalisée par un flavonoïde standard: Quercétine. La teneur en flavonoïde est exprimée en milligramme d'équivalent de quercétine par gramme de l'extrait sec (mg EQ/g ES).

2.3.4. Dosage des tannins

La détermination de tannins dans les différents extraits a été réalisée par la même méthode de Folin-Ciocalteu après précipitation des tannins par la gélatine selon la procédure décrite dans (Adewusi *et al.*, 2011) : 200 μl de chaque extrait sont homogénéisés avec 200 mg de gélatine dans 200 μl d'eau distillée, Le mélange tannin-gélatine est laissé pendant 15 min à 4°C, ensuite il est bien mélangé par un vortex et filtré par papier Whatman n°1. Les composés phénoliques non adsorbés (constituant le surnageant) sont dosés par la méthode de Folin-Ciocalteu comme précédemment décrit après qu'on complète le volume prélevé à partir de surnageant 150 μl à 1 ml. Les valeurs obtenues sont soustraites de la teneur en polyphénols totaux et exprimé en μg équivalent d'acide gallique par mg d'extrait sec.



Photo 03: L'appareil de Spectrophotomètre

Partie III

Résultats et Discussion

1. Résultats Calcule de rendement de chaque extrait

Les résultats de calcule de rendement de deux type d'extrait pour les deux plants sont présentés dans le tableau 08 et illustrés dans la figure 05.

Tableau 08: Rendement de l'extrait éthanolique et aqueux de deux plants (%)

		T0	CV	CM
<i>Zygophyllum album</i> L.	E. éthanolique	13,2	8,4	14,2
	E. aqueux	10,8	10,2	4,4
<i>Stipagrostis pungens</i> (Desf.)	E. éthanolique	14,4	7,2	12,2
	E. aqueux	13,2	10,8	12

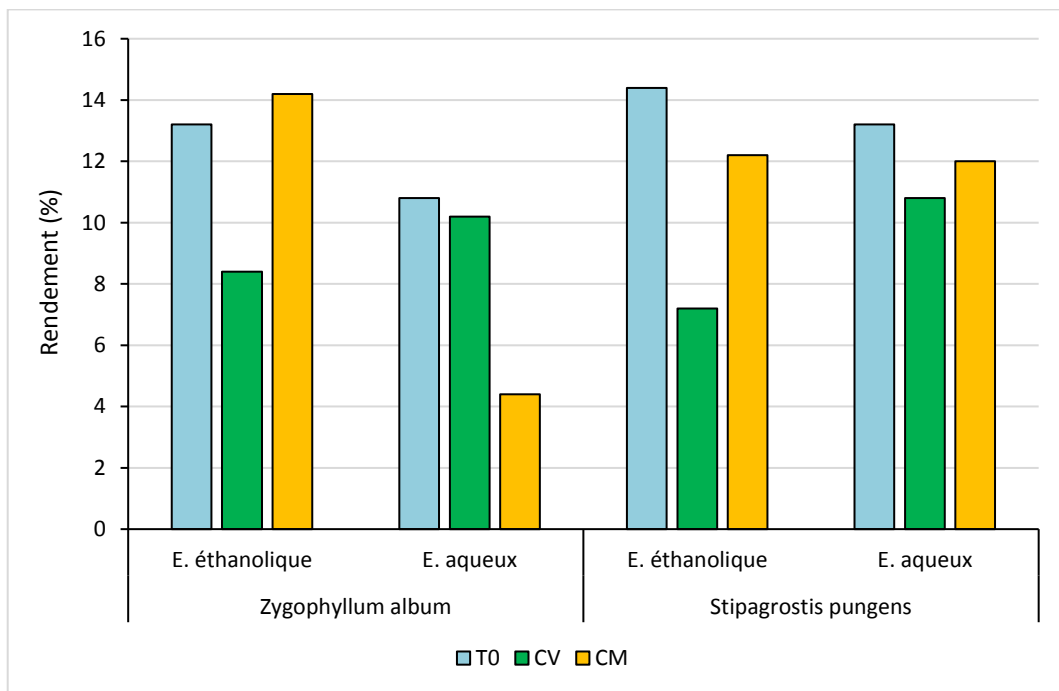


Figure 05: Rendement de l'extrait éthanolique et aqueux de deux plants

Les résultats obtenus montrent une fluctuation inexplicable dans les résultats. Cette fluctuation dans les résultats obtenus, est due à l'absence de répétition dans la préparation des extraits étudiés.

2. Résultats des tests phytochimiques

Les tests phytochimiques est une analyse qualitative qui nous permet à mettre en évidence les différentes classes de métabolites secondaires que contienne la plante analysée. Ces réactions sont basées sur des phénomènes de précipitation ou de colorations par des réactifs spécifiques de chaque famille de composés.

Les résultats des tests phytochimiques préliminaires ont montré que les deux plants contient diverses familles de produits naturels : Les flavonoïdes, les terpènes, les alcaloïdes, les saponines et des tanins avec proportion variable entre les deux plants et selon le type de matière testé (poudre sèche, extrait aqueux ou éthanolique) de chaque plants. Ces tests sont en relation avec l'intensité du précipité, de turbidité ou de coloration, qui sont proportionnelle à la quantité de la substance recherchée.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 09 et 10 et illustrés dans la figure 06.

Tableau 09: Résultats de la détection chimique des composés de métabolisme secondaire dans la matière sèche (poudre) de deux plants.

Métabolites secondaires	Indicateur de la présence	<i>Zygothymus Album L.</i>			<i>Stipagrostis pungens (Desf.)</i>		
		T0	CV	CM	T0	CV	CM
Alcaloïdes	Formation du précipité orange	++	+++	++	++	+++	++
Tannins	L'aspect vert foncé	++	+++	++	++	+++	++
Anthocyanes	L'apparition du couleur rose ou rouge bleu-violet	-	-	-	++	+++	+
Saponosides	L'apparition de la mousse dans les tubes à essai.	I= 266.67 La plante riche en Saponezide	I= 305.56 La plante riche en Saponezide	I= 193.75 La plante riche en Saponezide	I= 66.67 La plante pauvre en Saponezide	I= 90 La plante pauvre en Saponezide	I= 35.71 La plante pauvre en Saponezide
Tripénes et stérols	L'apparition d'anneau rouge-brunâtre	++	+++	+	-	-	-
Flavonoïdes	L'apparition de la preuve rose ou rouge	++	+++	++	-	-	-
Composés Réducteurs	Formation du précipité rouge-brique	++	+++	+	++	+++	++

(-) : absent ; (+) : faible présent ; (++) : moyenne présent; (+++) très abondant

(T0) : témoin ; (CV) : sous croûte vivante ; (CM) : sous croûte morte

Tableau 10: Résultats de la détection chimique des composés de métabolisme secondaire dans l'extrait aqueux et éthanolique de deux plantes

Métabolites secondaires	Indicateur de la présence	<i>Zygodium Album L.</i>						<i>Stipagrostis pungens (Desf.)</i>					
		E. aqueux			E. éthanolique			E. aqueux			E. éthanolique		
		T0	CV	CM	T0	CV	CM	T0	CV	CM	T0	CV	CM
Alcaloïdes	Formation du précipité orange	++	+++	++	+	++	+	++	+++	++	+	+++	+
Tannins	L'aspect vert foncé	+	+++	+++	+	++	+	++	+++	++	+	+++	+
Anthocyanes	L'apparition du couleur rose ou rouge bleu-violet	-	-	-	-	-	-	++	+++	++	+	+++	+
Saponosides	L'apparition de la mousse dans les tubes à essai.	+++	+++	++	+	+++	+	++	+++	++	+	+++	+
Tripénés et stérols	L'apparition d'anneau rouge-brunâtre	+++	+++	++	+	+++	+	-	-	-	-	-	-
Flavonoïdes	L'apparition de la preuve rose ou rouge	+++	+++	++	+	+++	++	++	+++	++	+	+++	+
Composés Réducteurs	Formation du précipité rouge-brique	+++	+++	++	+	+++	++	++	+++	++	+	+++	+

(-) : absent ; (+) : faible présent ; (++) : moyenne présent; (+++) très abondant

(T0) : témoin ; (CV) : sous croûte vivante ; (CM) : sous croûte morte

Figure 06-a: Résultats de la détection chimique de quelque composés de métabolisme secondaire dans les extraits de deux plantes










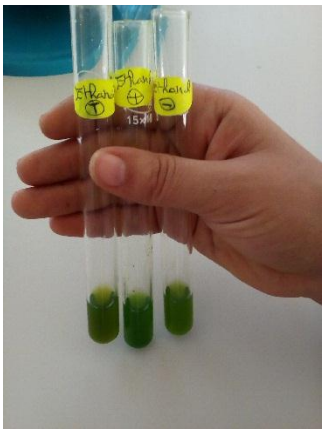

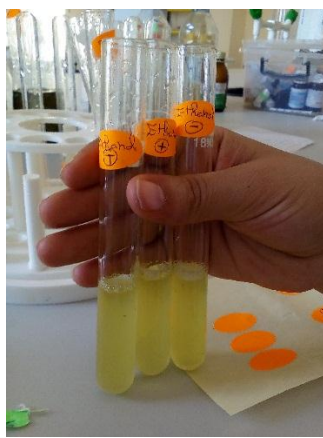




	<i>Stipagrostis pungens</i> (Desf.)		<i>Zygophyllum album</i> L.	
	Extrait aqueux	Extrait éthanolique	Extrait aqueux	Extrait éthanolique
Alcaloïdes				
Tannins				

Figure 06-b: Résultats de la détection chimique de quelques composés de métabolisme secondaire dans les extraits de deux plantes

	<i>Stipagrostis pungens</i> (Desf.)		<i>Zygophyllum album</i> L.	
	Extrait aqueux	Extrait éthanolique	Extrait aqueux	Extrait éthanolique
Saponosides				
Flavonoïdes				

3. Résultats de dosage des composés phénoliques dans les extraits de deux plants

3.1 Résultats de dosage des polyphénols totaux (PPT) :

L'analyse quantitative des phénols totaux a été réalisée par la même procédure décrite précédemment. La teneur en polyphénols totaux de chaque extrait a été alors calculée à partir de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique et exprimée en milligrammes par grammes de l'extrait sec équivalent en acide gallique. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 11 et illustrés dans la figure 07.

Tableau 11: La concentration des polyphénols dans les extraits de deux plants (mgAG E /g de l'extrait sec)

		T0	CV	CM
<i>Zygophyllum album</i> L.	E. éthanolique	2.12	2.29	2.24
	E. aqueux	0.51	0.58	0.56
<i>Stipagrostis pungens</i> (Desf.)	E. éthanolique	1.97	2.28	2.22
	E. aqueux	0.48	0.58	0.53

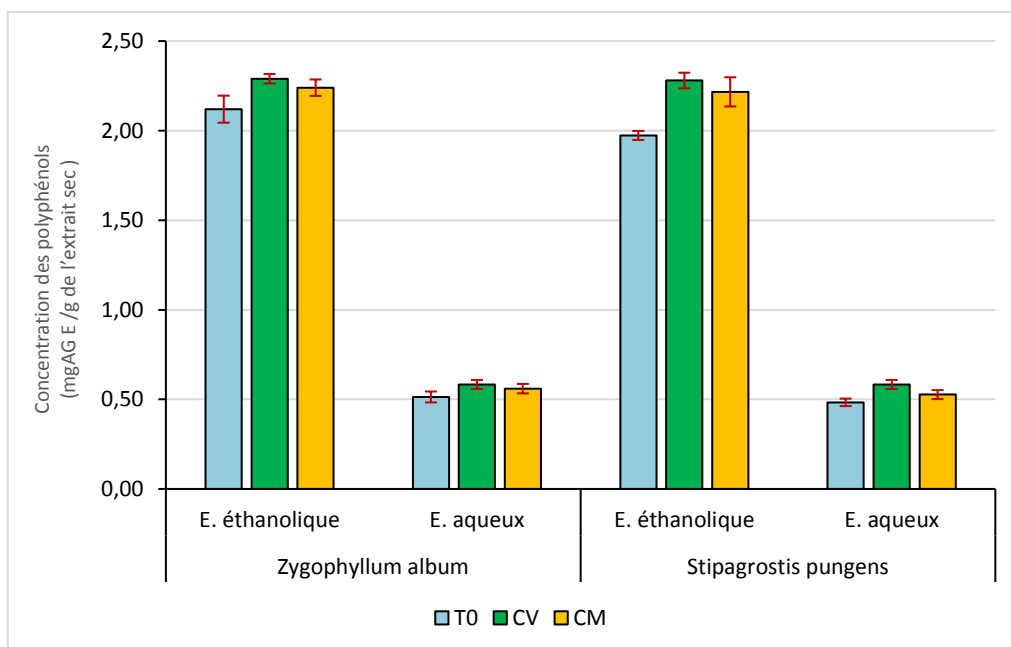


Figure 07: Résultats de dosage des polyphénols dans les extraits de deux plants.

La teneur des polyphénols enregistré dans les extraits de deux plants étudiées est variée selon le type d'extrait préparée (éthanolique ou aqueux) et aussi selon le traitement (T0, CV, CM).

En générale la teneur en polyphénols enregistré dans l'extrait éthanolique est plus grande que la teneur enregistré dans l'extrait aqueux pour le deux plants étudiées.

Néanmoins, la présence ou l'absence de croûte biologique a des effet sur la teneur en polyphénols enregistré. Pour l'extrait éthanolique de la *Zygophyllum album* la concentration maximale des polyphénols a été enregistrée au niveau du traitement sous croûte vivante avec un taux d'augmentation d'ordre de 2.23 % par rapport au traitement sous croûte morte et un taux d'augmentation d'ordre de 8.02 % par rapport au témoin. D'autre par la valeur maximale dans l'extrait aqueux a été enregistrée aussi au niveau du traitement sous croûte vivante avec un taux d'augmentation d'ordre de 4.17 % par rapport au traitement sous croûte morte et d'ordre de 13.64 % par rapport au témoin.

Pour l'extrait éthanolique de la *Stipagrostis pungens* la concentration maximale a été enregistrée également au niveau du traitement sous croûte vivante avec un taux d'augmentation d'ordre de 2.86 % par rapport au traitement sous croûte morte et un taux d'augmentation d'ordre de 15.54 % par rapport au témoin. D'autre part la concentration maximale des polyphénols dans l'extrait aqueux de cette plante a été aussi enregistrée au niveau du traitement sous croûte vivante avec un taux d'augmentation d'ordre de 10.76 % par rapport au traitement sous croûte morte et d'ordre de 20.69 % par rapport au témoin.

3.2. Résultats de dosage des flavonoïdes:

La quantification des flavonoïdes dans nos extraits a été déterminée en utilisant la courbe d'étalonnage de la quercetine et ils sont exprimés en (mg) équivalent de la Quercetine sur un gramme de l'extrait sec. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 12 et illustrés dans la figure 08.

Tableau 12: La concentration des flavonoïdes dans les extraits de deux plants (mg Q E /g de l'extrait sec).

		T0	CV	CM
<i>Zygophyllum album</i> L.	E. éthanolique	0,084	0,182	0,166
	E. aqueux	0,016	0,040	0,036
<i>Stipagrostis pungens</i> (Desf.)	E. éthanolique	0,082	0,192	0,170
	E. aqueux	0,016	0,040	0,036

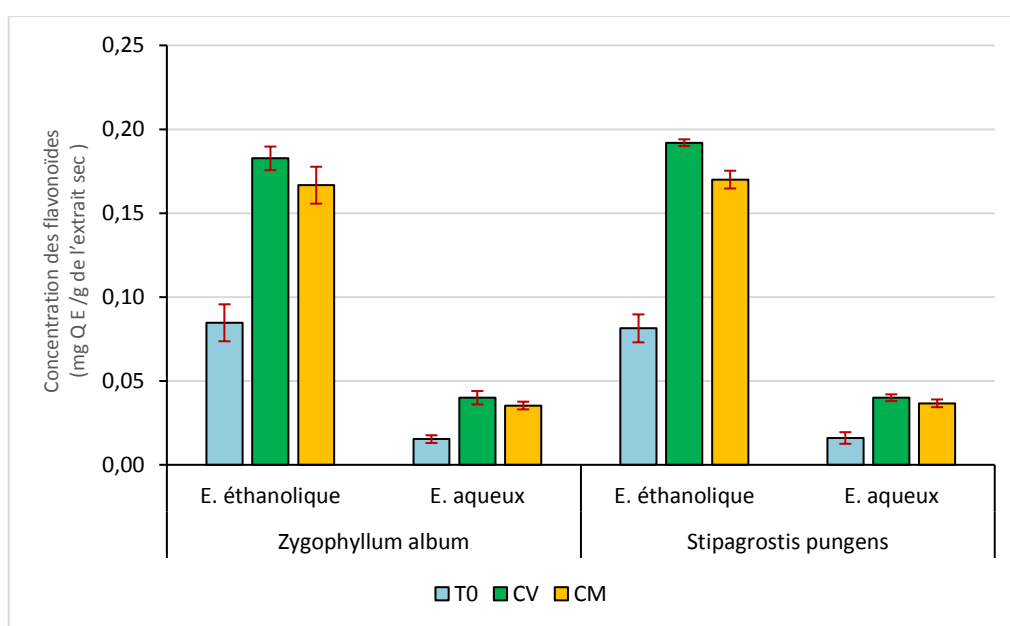


Figure 08: Résultats de dosage des flavonoïdes dans les extraits de deux plants.

La teneur des flavonoïdes enregistré dans nos extraits est variée selon le type de solvant (éthanol ou eau) et aussi selon le traitement (T0, CV, CM). En générale la teneur des flavonoïdes enregistré dans l'extrait éthanolique est plus grande que la teneur enregistré dans l'extrait aqueux pour le deux plants (*Zygophyllum album* et *Stipagrostis pungens*). D'autre part, la présence ou l'absence de croûte biologique a aussi des effet sur la teneur en flavonoïdes enregistré.

Dans l'extrait éthanolique de la *Zygophyllum album* la concentration maximale des flavonoïdes a été enregistrée au niveau du traitement sous croûte vivante avec un taux d'augmentation d'ordre de 9.60 % par rapport au traitement sous croûte morte et un taux d'augmentation d'ordre de 115.75 % par rapport au témoin. D'autre par la valeur maximale dans l'extrait aqueux a été enregistrée aussi au niveau du traitement sous croûte vivante avec un taux d'augmentation d'ordre de 13.21 % par rapport au traitement sous croûte morte et d'ordre de 160.87 % par rapport au témoin.

Dans l'extrait éthanolique de la *Stipagrostis pungens* la concentration maximale a été enregistrée également au niveau du traitement sous croûte vivante avec un taux d'augmentation d'ordre de 12.94 % par rapport au traitement sous croûte morte et un taux d'augmentation d'ordre de 136.07 % par rapport au témoin. D'autre part la concentration maximale des flavonoïdes dans l'extrait aqueux a été aussi enregistrée au niveau du traitement sous croûte vivante avec un taux d'augmentation d'ordre de 9.09 % par rapport au traitement sous croûte morte et d'ordre de 150 % par rapport au témoin.

3.3 Résultats de dosage des tanins totaux

A l'aide de méthode Singleton– Rossi (1965) et par l'utilisation de la courbe d'étalonnage de l'acide Gallique, on exprime la teneur quantitative des tanins du l'extrait éthanolique et aqueux de deux plants par "mg" équivalant de l'acide Gallique /gramme de l'extrait sec. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 13 et illustrés dans la figure 09.

Tableau 13: La concentration des tanins totaux dans les extraits de deux plants (mgAG E /g de l'extrait sec).

		T0	CV	CM
<i>Zygophyllum album</i> L.	E. éthanolique	0,056	0,096	0,084
	E. aqueux	0,014	0,023	0,018
<i>Stipagrostis pungens</i> (Desf.)	E. éthanolique	0,048	0,092	0,080
	E. aqueux	0,012	0,020	0,023

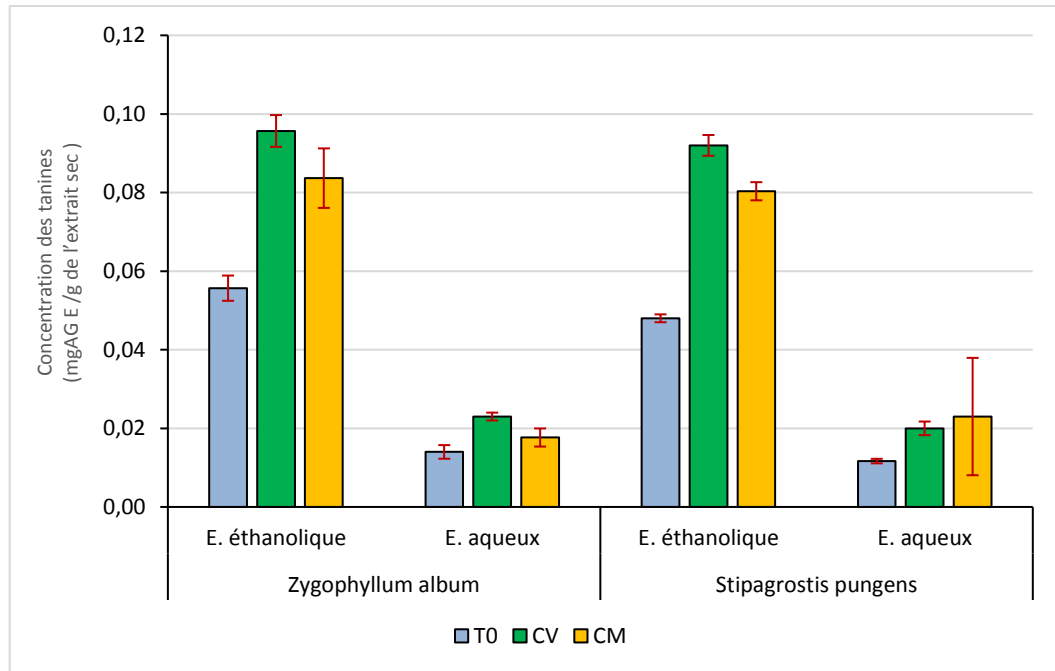


Figure 09: Résultats de dosage des tanins totaux dans les extraits de deux plants.

La teneur des tanins totaux enregistré dans les deux plants étudiées est variée aussi selon le type d'extrait préparée et selon le traitement. la teneur enregistré dans l'extrait éthanolique est plus grande que la teneur enregistré dans l'extrait aqueux pour le deux plants étudiées. Néanmoins, la présence ou l'absence de croûte biologique a des effet sur la teneur enregistré.

Pour l'extrait éthanolique de la *Zygophyllum album* la concentration maximale des tanins totaux a été enregistrée au niveau du traitement sous croûte vivante avec un taux d'augmentation d'ordre de 14.34 % par rapport au traitement sous croûte morte et un taux d'augmentation d'ordre de 71.86 % par rapport au témoin. D'autre par la valeur maximale dans l'extrait aqueux a été enregistrée aussi au niveau du traitement sous croûte vivante avec un taux d'augmentation d'ordre de 30.19 % par rapport au traitement sous croûte morte et d'ordre de 64.29 % par rapport au témoin.

Pour l'extrait éthanolique de la *Stipagrostis pungens* la concentration maximale a été enregistrée également au niveau du traitement sous croûte vivante avec un taux d'augmentation d'ordre de 14.52 % par rapport au traitement sous croûte morte et un taux d'augmentation d'ordre de 91.67 % par rapport au témoin. Contrairement les résultats précédentes, la concentration maximale des tanins dans l'extrait aqueux a été enregistrée au niveau du

traitement sous croûte morte avec un taux d'augmentation d'ordre de 15 % par rapport au traitement sous croûte vivante et d'ordre de 97.14 % par rapport au témoin.

Discussion générale

Les résultats de dosage des composés phénoliques dans les deux plants (*Zygophyllum album* et *Stipagrostis pungens*) montrent une augmentation de concentration des polyphénols, des tanins et des flavonoïdes dans l'extrait éthanolique et aqueux des plantes sous croûte vivante par rapport au l'extrait des plantes sous croûte morte et aussi par rapport au l'extrait des plantes témoin.

De nombreuses études ont rapporté un effet positif des croûtes biologique du sol sur la biomasse et la productivité des plantes saharienne. Les effets positifs des croûtes biologique sur la production de biomasse sont attribués à l'amélioration des conditions du sol comparativement au sol nu, notamment une plus grande teneur en matière organique du sol et en azote inorganique (**DeFalco et al., 2001; Pendleton et al., 2003**). Ces croûtes biologiques affectent les plantes par des effets sur l'état nutritif des tissus. Les plantes qui poussent dans les sols avec des croûtes biologiques ont souvent des concentrations plus élevées de divers éléments nutritifs essentiels par rapport aux plantes qui poussent dans des sols nus. (**Belnap et al., 2001 et Pendleton et al., 2003**)

Dans des conditions naturelles, la présence des croûtes biologique du sol a été corrélée avec des augmentations de la biomasse végétale dans différents habitats (Langhans et al., 2009, Liu et al, 2013, Zhang et Nie, 2011). Une étude a été réalisée au désert sableux de nord-ouest de la Chine montre que, la présence des croûtes biologique était associée à une biomasse plus élevée de plantes vasculaires, mais seulement d'espèces herbacées. Cependant, une autre étude de la même région indique que les croûtes biologiques peuvent également augmenter l'accumulation de biomasse des espèces ligneuses (**Zhang et Nie, 2011**).

Gao et al. (2010) a comparé le contenu organique et l'azote total dans les dunes de sable fixes et en mouvement. Les croûtes biologiques sur sable fixe ont augmenté la matière organique et la teneur d'azote totale dans le sol, mais seulement dans les 5 cm supérieurs. Cet effet inégal des croûtes biologiques sur la teneur en azote peut entraîner des différences dans l'absorption de l'azote parmi les espèces de plantes.

Dans les environnements arides et semi-arides, les croûtes biologiques peuvent être la principale source de l'azote (**Evans et Belnap 1999 ; Elbert et al., 2012**). La contribution des croûtes biologiques à la disponibilité de l'azote tend à être plus élevée pour les couches supérieures du sol (**Breen et Levesque 2008, Zhao et al., 2014**).

Les croûtes biologique du sol assurent des nombreuses fonctions écologiques, sous la forme d'un réseau de filaments entrelacés, collant les particules du sol libres les unes aux autres. Ainsi ils forment une croûte cohérente qui stabilise et protège la surface de sol contre l'érosion, elles constituent une source importante de carbone et d'azote pour les sols dénudés de toute végétation, de leur vivant à travers la photosynthèse et la sécrétion des substances extracellulaires, et après leur mort par la décomposition de leurs tissus. (**Belnap et Lange, 2001 ; Belnap, 2005**).

Conclusion Générale

Conclusion Générale

L'objectif générale de notre travail est l'étude de l'effet des croûtes biologiques du sol sur la productivité des principes actifs dans deux plantes saharienne (*Zygophyllum album* L. et *Stipagrostis pungens* (Desf.))

Les résultats de dosage des composés phénoliques dans les deux plants montrent une augmentation de concentration des polyphénols, des tanins et des flavonoïdes dans l'extrait éthanolique et aqueux des plantes sous croûte vivante par rapport au l'extrait des plantes sous croûte morte et aussi par rapport au l'extrait des plantes témoin.

Un certain nombre d'études ont démontré les effets des croûtes biologiques du sol sur la développement et la productivité de la biomasse. En général, l'influence des croûtes biologiques du sol sur la végétation vasculaire est le résultat d'interactions entre le type de croûte, les caractéristiques des plantes vasculaires et les conditions climatiques, environnementales et édaphiques locales. (**Zhang et al., 2016**)

Les différences de composition et de substrat de croûtes biologiques du sol résultent en diverses caractéristiques morphologiques, physiques et chimiques qui créent des microenvironnements uniques de température, de disponibilité d'éléments nutritifs et d'eau, et de piégeage de matière organique et de graines. (**Zhang et al., 2016**)

De plus, les effets des croûtes biologique sur les plantes ne se limitent pas aux plaques elles-mêmes, car elles modifient l'hydrologie locale et les cycles nutritifs, influençant ainsi la disponibilité de l'eau et des nutriments atteignant les plantes voisines (**Boeken et Orenstein 2001**). Les communautés végétales vasculaires peuvent à leur tour affecter la présence, le développement et la composition des croûtes biologique à travers l'ombre, les relations hydriques, la litière et l'activité racinaire, qui varient en fonction de la densité, de la composition et de la phénologie des plantes (**Zhang et al., 2016**)

A la lumière des résultats obtenus on constate que les croûtes biologiques de sols ont une influence sur la productivité des plantes dans notre écosystème. Ces croûtes peuvent aider les plantes à établir et à survivre en fournissant d'humidité et des éléments nutritives notamment l'azote et le carbone.

Enfin, les croûtes biologiques des sols sahariens de notre pays restent mal connues de point de vue répartition géographique, biodiversité et fonctionnement écologique, ce qui nécessite la multiplication des travaux de recherches dans ce domaine.

Références Bibliographiques

- ACEA M.J., A. PRIETO-FERNANDEZ., N .DIZ CID.2003:** Cyanobacterial inoculation of heated soils: effect on microorganisms of C and N cycles and on chemical composition in soil surface. *Soil Biol Biochem* .35: 513-524.
- ADEWUSI EA, MOODLEY N, STEENKAMP V. (2011).** In vitro screening for acetylcholinesterase inhibition and antioxidant activity of medicinal plants from southern Africa. *Asian Pac J Trop Med* .;4:829–835.
- AKROUM S., 2011-** Etude Analytique et Biologique des Flavonoïdes Naturels. Thèse de Doctorat en sciences. Université Mentouri de Constantine. Algérie. 113 p
- ANRH, 2005 :** inventaire des forages d'eau de la wilaya d'El Oued. La Direction régionale Ouargla. Algérie 17p.
- BALESDENT J., DAMBRINE E., et FARDEAU J.C.2015 :** Les sols ont-ils de la mémoire?, 80 clés pour comprendre les sols. Ed Quae ; France. 176p.
- BELNAP J., 2005:** Encyclopedia of Soils in the Environment. D. Hillel, editor. London, Elsevier, *Crusts Biological*, pp: 339-346.
- BELNAP J., 2006:** The potential roles of biological soil crusts in dryland hydrologic cycles. *Hydrological Processes* 20, 3159-3178.
- BELNAP J., D.A .GILLETTE. 1997:** Disturbance of biological soil crusts: impacts on potential wind erodibility of sandy desert soils in southeastern Utah. *Land Degradation and Development*, 8: 355-362.
- BELNAP J., J. H. KALTENECKER., R. ROSENTERER., J. WILLIAMS., S. LEONARD., AND D. ELDRIDGE. 2001:** Biological soil crusts: ecology and management. BLM Technical Reference 1730–2. United States Bureau of Land Management, Washington, D. C, 110 p.
- BELNAP J., J.S .GARDNER.1993:** Soil microstructure in soils of the Colorado Plateau: the role of the Cyanobacterium *Microcoleus vaginatus*. *Great Basin Nat* 53: 40#177.
- BELNAP J., LANGE, O., 2001:** Biological Soil Crusts: Structure, Function, and Management, *Ecological Studies Series*. Springer-Verlag, Berlin. 150 p.
- BELNAP J., PILLIPS S. L., AND MILLER M.E. 2004:** Repense of desert biological soil crusts to alterations in precipitation frequency. *Ecologica*, 141: 306-316.
- BEN KHERARA S., 2010 –** Activité bactéricide des huiles essentielle et des flavonoïdes esoles d'une plante médicinale du nord-est, Algerian : lasouge officinale L. Thèse de Magistère en science université Badji-Mokhtar ,Annaba. Algérie. Pp:106
- BENHAMMOU N., 2011-** Activité antioxydante des extraits des composés phénoliques de dix plantes médicinales de l'Ouest et du Sud-Ouest Algérien. Thèse de Doctorat en biologie. Université Aboubakr Belkaïd, Tlemcen. Algérie. 113 p.
- BOEKEN B, ORENSTEIN D (2001)** The effect of plant litter on ecosystem properties in a Mediterranean semi-arid shrubland. *J Veg Sci* 12:825–832. doi:10.2307/3236870
- BOEKEN B, SHACHAK M (1994)** Desert plant communities in human-made patches - implications for management. *Ecol Appl* 4:702–716
- BOIZOT N., CHARPENTIER J.P., 2006-** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre foustier. *Le cahier des techniques de l'Inra*. Pp79-82.
- BOTINEAU, MICHEL.2010 :** *Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs*. Tec & doc, 2010. P:
- BOULLARD B., MOREAU .J . 1962 :** Sol, Microflore Et Végétation. Edit ; Masson ; Paris, 289p.
- BREEN K, LEVESQUE E, 2008:** The influence of biological soil crusts on soil characteristics along a High Arctic glacier foreland, Nunavut, Canada. *Arct Antarct Alp Res* 40:287–297.

- BROSTOFF W.N., RASOUL SHARIFI. M., RUNDEL .P.W .2005:** Photosynthesis of cryptobiotic soil crusts in a seasonally inundated system of pans and dunes in the western Mojave Desert, CA: Field studies. *Flora*, 200: 592-600
- BROUILLARD R. (1986).** The flavonoids Advances. In: research since 1993. Harborne J B, Chapman and Hall, London. pp 525-538.
- BRUNETON J., 1999-** Pharmacognosie, phytochimie. Plantes médicinales. Ed. Technique et Documentation. 3^{ème} ed, Paris. France. 1120p
- BRUNETON J., 2009.** Pharmacognosie - Phytochimie, plantes médicinales. 4^e éd. revue et augmentée, Paris, Tec & Doc - Éditions médicales internationales, 1288 p.
- BÜDEL B., 2005:** Microorganisms of Biological Crusts on Soil Surfaces. *Soil Biology*, Volume 3 *Microorganisms in Soils: Roles in Genesis and Functions*. ed. by F. Buscot and A. Varma: 307-323.
- BUTLER, M.S., 2004.** The role of natural product chemistry in drug discovery. *Journal of Natural Products* 67 (12), 2141– 2153.
- CHEHMA A ET HUGUENIN J (2017)** LE « DRINN », *Stipagrostis pungens*. P60
- CHEHMA A. et DJEBAR M.R. (2008):** Les espèces médicinales spontanées du Sahara septentrional algérien : distribution spatio-temporelle et étude ethnobotanique. *Revue Synthèse*. Université Badji Mokhtar, Annaba, N°17,94 99.
- CHEHMA A., (2006) :** Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien. Laboratoire de protections des écosystèmes en zones arides et semi arides. Université de Ouargla. Edition Dar El Houda. 146 p.
- CHEHMA A., BOUZEGAG I., CHEHMA Y. (2008) :** Productivité de la phytomasse éphémère des parcours camelins du Sahara septentrional algérien. *Fourrages*, 194, 253- 256.
- CHEHMA A., FAYE B., BASTIANELLI D.(2010):** Valeurs nutritionnelles des plantes vivaces des parcours sahariens algériens pour dromadaires. *Fourrages*, 204, 263-268.
- CHEHMA A., GAOUAR A., SEMADI A. ET FAYE B., (2004)** Productivité fourragère des parcours camelins en Algérie: cas des pâturages à base de Drinn " *Stipagrostispungens* .*Sciences &Technologie*, Université Mentouri - Constantine, n° 21, 45-52.
- CHEYNIER V. (2005).** Dietary polyphenols and health: Proceedings of the 1st international conference on polyphenols and health. *Am. J. Clinic. Nutr.* 81 (1): 223-229.
- CHRISTIAN, N. (2001).** *Ecologie de l'écosystème à la biosphère*. (Ed). Solar. Paris,193.
- CREMER, S. (2014).** Introduction à la reconnaissance des graminées p:1 Kew Garden World Checklist : *Stipagrostis* Nees (1832) (en) (consulté le 15 juillet 2016).
- DAJOZ R., 1971-** Précis d'écologie. Ed. Bordas. Paris , 434 p.
- DEBRAY M., JACQUEMIN H., RAZAFINDRAMBO R., 1971-** Phytochemical Screening of *Pentadesma butyracea* Sabine (Clusiaceae) Acclimated in Benin by GC/MS. *Travaux et documents de l'Orstom*, Paris. France. Vol.2013(2013): 8 P.
- DEFALCO LA, DETLING JK, TRACY CR, WARREN SD (2001)** Physiological variation among native and exotic winter annual plants associated with microbiotic crusts in the Mojave Desert. *Plant Soil* 234:1–14. doi:10.1023/a:1010323001006
- DOMMERGUES Y., et MANGENOT F., 1970 :** *Ecologie microbienne du sol*. Masson et Cie Editeurs, Paris, 796 p.
- DOORENBOS, J., & PRUITT, W. O. (1977).** Crop water requirement. Rome: FAO, 1977. 144p. *Irrigation and Drainage paper*, 24.
- DUBOST F., 1991-** La problématique du paysage, état des lieux. *Etudes rurales* n° 121- 124 p.
- EDENHARDER R., GRÜNHAGE D., 2003-** Free radical scavenging abilities of flavonoids as mechanism of protection against mutagenicity induced by tertbutyl hydroperoxide or cumene hydroperoxide in *Salmonella typhimurium* TA102. *Mutat. Res.* Vol. (540): 1–18.

- EL GHOUL J, GHANEM-BOUGHANMI N, BEN-ATTIA M., 2011.** Biochemical study on the protective effect of ethanolic extract of *Zygophyllum album* on streptozotocin-induced oxidative stress and toxicity in mice, *Biomedicine & Preventive Nutrition* 1 ; 79–83.
- EL HAMSAS EL YOUBI A., 2010.** Criblage pharmacologique primaire d'une plante endémique originaire du Sud Marocain (*Tetraena aetula*), *Pharmacologie, toxicologie, C. R. Biologies* 333 ; 736–743.
- ELBERT W, WEBER B, BURROWS S, STEINKAMP J, BUEDEL B, ANDREAE MO, POESCHL U, 2012:** Contribution of cryptogamic covers to the global cycles of carbon and nitrogen. *Nat Geosci* 5:459–462.
- EVANS RD, BELNAP J, 1999:** Long-term consequences of disturbance on nitrogen dynamics in an arid ecosystem. *Ecology* 80:150–160.
- FAURIE C et al 1980-** *Ecologie approche scientifique et pratique*. Ed. Lavoisier, Paris
- GAO S, YE X, CHU Y, DONG M, 2010:** Effects of biological soil crusts on profile distribution of soil water, organic carbon and total nitrogen in Mu Us Sandland, China. *J Plant Ecol* 3:279–284.
- GARCIA PICHEL F., J.BELNAP. 1996 :** Microenvironments and microscale productivity of cyanobacterial desert crusts. *Journal of Phycology* 32: 774-177;782
- GAUTHIER PILTERS.H, (1977) :** Contribution à l'étude de l'écophysiologie du dromadaire en été dans son milieu naturel. (moyen et haute Mauritanie). Extrait du bulletin de l'I.F.A.N. série A. n°2
- GORBUSHINA A.A .,2007:** Life on the rocks. *Environmental Microbiology*, 9,1613–1631.
- GORHAM J., 1977-** Lunularic acid and related compounds in liverworts, algae and hydrangea. *Phytochemistry*. Vol. (16):249-253.
- GUIGNARD J. (1996).** *Biochimie végétale*. Ed. Lavoisier, Paris. pp 175-192 p.
- HAILIANG et al., 2007 :** Endolithic cyanobacteria in soil gypsum: Occurrences in Atacama (Chile), Mojave (United States), and Al-Jafr Basin (Jordan) Deserts ; *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, VOL. 112, G02030, doi:10.1029/2006JG000385, 2007
- HAPER et MARBLE, 1988:** A role for nonvascular plants in management of arid and semiarid rangelands; Volume 14 of the series *Handbook of vegetation science* pp 135-169
- HARBONE J B. (1967).** *Comparative biochemistry of the flavonoides*. Academic press. New York. 1-130 p.
- HARBORNE J.B., 1980-** *Plant Phenolics: Encyclopedia of Plant Physiology*. New series. Vol. (8): 329-402.
- HARBORNE J.B., 1998 .** *Phytochemical method. A guide to modern techniques of plants analysis*. Third Edition. ISBN: 0-412-57260-5 (HB) and (PB).
- HARBORNE J.B; 1973.** *Methods of plant analysis*. In: *Phytochemical methods*. Chapman and Mall, London .
- HELLER W., FORKMANN G., 1993-** The flavonoids. *Advances in research since 1986*. In Harborne JB. *Secondary Plant Products*. *Encyclopedia of plant physiology*. Ed. Chapman et Hall, London. UK. Pp 399-425.
- HERBERT R.B., 1989 .**The biosynthesis of secondary metabolites. 2nd edition Chapman and Halle; 11-115.
- HESS M., 2002-** *Alkaloids, Nature's Curse or Blessing* 1ère édition. Ed. WileyVCH, New York. USA. 297 p.
- HLISSE Y., . 2007-** *Encyclopédie des plantes de la région sahra*. Ed walide, 52p
- HUSSEIN SR., MARZOUK MM., LAMYAA FI., SALWA AK., NABIEL AM., 2011 :** Flavonoids of *Zygophyllum album* L and *Zygophyllum simplex* L. (*Zygophyllaceae*). *Biochemical Systematics and Ecology*, vol. 39, no 4, p. 778-780

- JEFFERY S., GARDI.C., JONES.A., MONTANARELLA.L., MARMO.L., MIKO.L., RITZ.K., PERES.G., RÖMBKE.J., VAN.W.H., DER PUTTEN (eds.), 2013** : Atlas européen de la biodiversité du sol. Commission européenne, Bureau des publications de l'Union européenne, Luxembourg.128 p.
- JUDD WJ, CAMBELL CJ, KELLOGY EA, STEVENS P., 2002.** Botanique systématique : une perspective phylogénétique, paris : De Boeck, 467 p.
- KANOUN K., 2011** - Contribution à l'étude phytochimique et activité antioxydante des extraits de *Myrtus communis* L. (Rayhane) de la région de Tlemcen (Honaine). Mémoire En vue de l'obtention du Diplôme de Magister. Université Aboubekr Belkaid Tlemcen.118 p.
- KARUMI, Y; ONYEYILI, P.A; OGUGB UAJA, V.O; (2004).** Identification of active principales of balsamina (Balsam apple) leaf extract. J. Med. Scien. 4: 179-182.
- KHECHANA, S.(2007).** Etude de la gestion intégrée des ressources en eaux dans la vallé de Oued-Souf (*Sud-Est algérien*). Mémoire de Magister en Hydrogéologie non publié, Université Badji Mokhtar Annaba 151p
- KINGHORN, A.D., 2001.** Pharmacognosy in the 21st century. Journal ofPharmacy and Pharmacology 53 (2), 135–148.
- KRIEF S., 2003-** Métabolites secondaires des plantes et comportement animal surveillance sanitaire et observations de l'alimentation de chimpanzes (*pan troglodytes schweinfurthii*) en ouganda activités biologiques et étude chimique de plantes consommées. Thèse de Doctorat. Museum national d'histoirenaturelle, Ouganda. 49p
- LI W. C., ZHOU J., GUO S. Y. AND GUO L. D., 2007.** Endophytic fungi associated with lichens in Baihua mountain of Beijing, China. Fungal Diversity; 25: 69-80.
- MACHEIX J.J., FLEURIET A., SARNI-MANCHADO P., 2006-** Les Polyphénols en agroalimentaire. Ed. Tec et Doc, Paris. France. Pp:1-28.
- MAESTRE FT, BOWKER MA, ESCOLAR C, PUCHE MD, SOLIVERES S, MALTEZ-MOURO S, GARCI'A-PALACIOS P, CASTILLO-MONROY AP, MARTI'NEZ I, ESCUDERO A (2010)** Do biotic interactions modulate ecosystem functioning along stress gradients? Insights from semi-arid plant and biological soil crust communities. Philos Trans R Soc B 365:2057–2070
- MALAM ISSA O., L.E BISSONNAIS., C. DEFARGE., J.TRICHET .2001** : Role of a microbial cover on structural stability of a sandy soil in Sahelian part of western Niger. Geoderma 101:15 30.
- MAQUBELA M.P., P.N.S MNKENI., O.MALAM ISSA., M.T.PARDO., L.P. D'ACQUI .2009:** Nostoc cyanobacterial inoculation in South African agricultural soils enhances soil structure, fertility, and maize growth. Plant Soil 315:79#177;92
- NADJAH A., 1971** : Le Souf des oasis. Ed. maison livres, Alger, 174p
- NISHA R., A. KAUSHIK., C.P.KAUSHIK.2007:** Effect of cyanobacterial application on structural stability and productivity of an organically poor semi-arid soil. Geoderma 138: 49-177;56
- OLOYEDE, O.I; (2005).** Chemical Profile of Unripe Pulp of *Carica papaya*. Pakistan journal of nutrition. 4: 379-381 .
- ORLOVSKY O., M.DOURIKOV., & A.BABAEV.2004** : Temporal dynamics and productivity of biogenic soil crusts in the central Karakum desert, Turkmenistan. Journal of Arid Environments 56: 579-177;601.
- OZENDA P., 1977.** Flore du Sahara, 2ème édition, édition du centre national de recherche scientifique, p 309
- OZENDA P., 1991** : Flore et végétation du Sahara. 3ème édition, CNRS Edition, Paris, p 662.
- PENDLETON RL, PENDLETON BK, HOWARD GL, WARREN SD (2003)** Growth and nutrient content of herbaceous seedlings associated with biological soil crusts. Arid Land Res Manage 17:271–281. doi:10.1080/15324980301598
- POINTING S.B., BELNAP.J.2012:** Microbial colonization and controls in dryland systems, *Nature Rev. Microbiol.* 10, 551–562.

- PRASSE R, BORNKAMM R (2000)** Effect of microbiotic soil surface crusts on emergence of vascular plants. *Plant Ecol* 150:65–75
- RAMADE, F.(2003).** *Eléments d'écologie-écologie fondamentale*. (Ed). Dunod. Paris, 680.
- REBIAI A., LANEZ T., BELFAR M., 2014:** Total polyphénols contents, radical scavenging and cyclic voltammetry of Algerian propolis. *Academic science*. 6: 396 -400.
- RIBEREAU-GAYON P. (1968).** Les composés phénoliques des végétaux. Ed. Dunod, Paris. p 254.
- ROBERT M., 1996.** Le sol : interface dans l'environnement, ressource pour le développement. Dunod Masson, paris. 240 p.
- ROSENTERER R., M. BOWKER., AND J. BELNAP. 2007:** A Field Guide to Biological Soil Crusts of Western U.S. Drylands. U.S. Government Printing Office, Denver, Colorado.110 p.
- ROUX D., CATIER O., 2007-** Botanique, pharmacognosie, phytothérapie. 3ème édition. Ed. Wolters Kluwer, Dalian. China. 141 p.
- SCHAUENBERG P., PARIS F., 2005-** Guide des plantes médicinales. Analyse, description et utilisation de 400 plantes. 2ème édition. Ed. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel. Suisse. 396 p.
- SCHLESINGER W.H., PIPPEN, J.S., WALLENSTEIN, M.D., HOFMOCKEL, K.S., KLEPEIS, D.M. AND MAHALL, B.E. 2003:** Community composition and photosynthesis by photoautotrophs under Quartz pebbles, southern Mojave desert. *Ecology*, 84: 3222–3231.
- SHEAHAN M. C., CHASE M. W. ,1996.** A phylogenetic analysis of Zygophyllaceae based on morphological, anatomical and rbcL DNA sequence data. *Bot. J. Linn. Soc.* 122: 279-300.
- SINGLETON V. L., ORTHOFER R., and LAMUELA-RAVENTOS R. M., 1999-** Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagent. *Methods Enzymol.* 152- 177.
- SMATI D, LONGEON A, MI GUYOT M., 2004.** 3β-(3,4-Dihydroxycinnamoyl)-erythrodiol, a cytotoxic constituent of *Zygophyllum geslini* collected in the Algerian Sahara, *Journal of Ethnopharmacology* 95 ; 405–407.
- SMATI D., 2009.** Contribution à l'étude de *Zygophyllum* utilisés en médecine traditionnelle algérienne. Thèse en vue de l'obtention du doctorat en science médicale.
- SULEMAN KHAN S. et al., 2014 :** A New Ursane Type Sulfated Saponin from *Zygophyllum fabago* Linn. *Rec. Nat. Prod.* 8:4 (2014) 354-359
- TAKHTAJAN A. ,1996.** Diversity and classification of flowering plants. Columbia University Press, New York.
- TREASE E., EVANS W.C . 1987-** Pharmacognosie, Billiaire Tindall. London h Edition. P 61-62. In Karumi Y, Onyeyili PA et Ogugduaja VO, 2004. Identification des principes actifs de l'extrait de feuilles de *M. balsamia*.
- TREASE G.E ET EVANS W.C, 1989.** Pharmacognosy 2nd Edn. Braille Tiridel and Macmillan Publishers
- TUTIEMPO , 2018 :** <https://en.tutiempo.net/climate>
- VINCKEN, J.-P., HENG, L. DE GROOT, A., GRUPPEN, H. (2007).** Saponins, classification and occurrence in the plant kingdom. *Phytochemistry*, 68:275–297.
- VOISIN P., 2004 :** Le Souf ; Ed. El-Walide ; El-Oued ;319p.
- WIERZCHOS J., B.CAMARA., A.DE LOS RIOS ., F.A.DAVILA ., M.SANCHAZ ALMAZO., ARTIEDA O., K.WIERZCHOS., B.GOMEZ-SILVA, C.MCKAY, C.ASCASO. 2011:** Microbial colonization of Ca-sulfate crusts in the hyperarid core of the Atacama Desert: Implications for the search for life on Mars.*Geobiology*, 9, 44-60.
- WOME, 1985 :** Recherche ethnopharmacognosique sur les plantes médicinales utilisées en médecine traditionnelle à Kisangani. Tom I, Thèse inédit, Faculté des sciences, Université libre de Bruxelles. P 164. 306

- ZHANG Y.M., . H.L.WANG., W.K .WANG ., D.Y.ZHANG. 2006:** The microstructure of microbiotic crust and its influence on wind erosion for a sandy soil surface in the Gurbantunggut Desert of northwestern China. *Geoderma* 132: 441-177; 449.
- ZHANG YM, NIE HL, 2011:** Effects of biological soil crusts on seedling growth and element uptake in five desert plants in Junggar Basin, western China. *Chin J Plant Ecol* 35:380–388.
- ZHANG, Y., ARADOTTIR, A. L., SERPE, M., & BOEKEN, B. (2016).** Interactions of biological soil crusts with vascular plants. In *Biological soil crusts: an organizing principle in drylands* (pp. 385-406). Springer, Cham.
- ZHAO Y, ZHU Q, LI P, ZHAO L, WANG L, ZHENG X, MA H, 2014:** Effects of artificially cultivated biological soil crusts on soil nutrients and biological activities in the Loess Plateau. *J Arid Land* 6:742–752.
- ZIEGLER J., FACCHINI P.J., 2008-** Alkaloid Biosynthesis: Metabolism and Trafficking. *Annu Rev Plant Biol.* Vol (59): 735 – 769.

نعمة ج د . أبو مجداد ن م ج . جبر و م . 2007 . تقييم الفعالية ضد مايكروبية للمستخلص المائي والكحولي لأوراق نبات السدر
مجلة البصرة للعلوم – ب- مجلد 20 العدد – 1 -1 -16 . *ziziphus spina Christi L Desf*

Résumé

Notre travail est une contribution à l'étude de l'effet des croûtes biologiques du sol sur la productivité des principes actifs dans deux plantes saharienne (*Zygophyllum album L.* et *Stipagrostis pungens* (Desf.)) dans la région d'Oued Soufi.

Les résultats de dosage des composés phénoliques dans les deux plants montrent une augmentation de concentration des polyphénols, des tanins et des flavonoïdes dans l'extrait éthanolique et aqueux des plants sous croûte vivante par rapport au l'extrait des plants sous croûte morte et aussi par rapport au l'extrait des plantes témoin.

A la lumière des résultats obtenus on constate que les croûtes biologiques de sols affectent les plantes par des effets sur l'état nutritif des tissus.

Mots clés : Croûtes biologiques, *zygophyllum album L.*, *Stipagrostis pungens* Desf., principes actifs, Oued Souf.

ملخص

عملنا هذا هو مساهمة في دراسة تأثير القشور البيولوجية للتربة على انتاجية المواد الفعالة في نوعين من النباتات الصحراوية (نبات البوقريية ونبات الحلفاء) في منطقة وادي سوف.

نتائج قياس تركيز البوليفينول والتانينات والفلافونيدات في النوعين من النباتات تُظهر زيادة في تراكيز هذه الأخيرة في المستخلص الايثانولي والمائي للنباتات النامية بالقرب من القشور الحية مقارنة بالنباتات النامية بالقرب من القشور الميتة و مقارنة بالنباتات الشاهدة.

على ضوء نتائج المُتحصل عليها نستنتج أن القشور البيولوجية للتربة لها تأثير على النباتات وذلك بتحسين الحالة الغذائية لانسجتها.

كلمات البحث: القشور البيولوجية ، البوقريية، الحلفاء، المواد الفعالة، وادي سوف.

Abstract

Our work is a contribution to the study of the effect of soil biological crusts on the productivity of the active ingredients in two Saharan plants (*Zygophyllum album L.* and *Stipagrostis pungens* (Desf.)) in the Souf region.

The results of the determination of the phenolic compounds in the two plants show an increase in the concentration of polyphenols, tannins and flavonoids in the ethanolic and aqueous extract of the growing plant near the live crust compared to the growing plant near the dead crust and also by compared to the extract of the control plants.

In the light of the results obtained, it is found that the biological soils crusts affect the plants by effects on the nutritive state of the tissues.

Keywords: biological soil crusts, *Zygophyllum album L.*, *Stipagrostis pungens* Desf, active ingredients, Oued Souf