

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES



Mémoire de

MASTER Académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Ecologie Végétale et Environnement

Présenté par M^{lle}: HADJAJDI Sawsen

Thème

**Contribution à l'étude de la relation climat-flore (phytoclimat) au
Sahara septentrional central :cas du Moyen Oued Righ**

Soutenu publiquement

Le : 28/06/2018

Devant le jury :

Président	Oulad Belkhir A.	M.C.B	UKM Ouargla
Encadreur	Hadjaidji-Benseghier F.	M.A.A	UKM Ouargla
Co-encadreur	Talbi N.	Chef de division	O.NM Ouargla
Examineur	Slimani N.	M.C.A	UKM El-Oued
Examineur	Eddoud A.	M.A.A	UKM Ouargla

Année universitaire: 2017/2018

Remerciements

Au terme de ce modeste travail, je tiens à exprimer mes vifs remerciements:

En premier lieu, au DIEU Tout Puissant de m'avoir accordé la puissance et la volonté pour terminer ce modeste travail.

Je remercie en particulier, ma promotrice Mme HADJAIDJI-BENSGHIR F. pour avoir proposée et dirigée ce travail, je lui exprime ma reconnaissance pour sa disponibilité, son attention, ses remarques et ses conseils qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire, ses aides qui m'ont fait arriver à ce stade

Ainsi que Mr. TALBI N., chef de la division météorologique à l'O.N.M d'Ouargla, qui a co-dirigé ce mémoire.

Je tien à remercier tout les membres de jury : Mr. OuledBelkhir A., d'avoir accepté de présider le jury, Mr .Slimani N. et Mr. Eddoud A., pour la lecture et l'examen de ce travail. Qu'ils soient assurés de ma profonde reconnaissance.

Je remercie amplement, Mr. Abadli S. et Mr. Zouzou E.H. ainsi qu'à tout les responsables de la subdivision des forêts de Djamâa et à Mme. KHIKHI. O (C.D.A.R.S), pour leurs aides à la réalisation de ce travail.

Mes vifs remerciements à tous les enseignants et toute la famille qui nous ont aidé pour accomplir cette étape du L.M.D.

En fin, je remercie tous ceux qui m'ont aidé et qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Dédicaces

Je rends grâce à ALLAH le TOUT PUISSANT pour tous les bienfaits dont il m'a comblé.

Ce mémoire ayant été rédigé, je le dédie :

À mes chers parents ; je vous aime beaucoup pour m'avoir soutenu tout au long de mes études. Qu'ALLAH le tout puissant vous bénisse :

Ma mère FATIHA, qui a oeuvré pour ma réussite, par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils.

Mon père ABDERRAZAK, qui peut être fier et qu'il trouve ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'avoir aidé à avancer dans la vie.

Particulièrement à mes chères soeurs: FERIEL, AMANI FATIMA EZZAHRAA, OUMAYMA, ainsi qu'à mon chère frère: ANIS, qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

À toute ma famille, mes tantes et mes oncles et tous mes amis.

A tous ceux qu'un jour profiteront de ce travail.

HADJAIDJI Sawsen

Nomenclature des figures

Figure 1. Situation géographique de la région d’oued Righ dans la carte d’Algérie.....	4
. Figure 2. Image satellitaire de la région d’Oued Righ et Moyen Oued Righ (1/1500) (Google Earth, 2018).	4
Figure 1. Situation géographique de la région du Moyen Oued Righ dans la carte d’Algérie.....	4
Figure 3. Images « SENTINEL-2 » du Moyen Oued Righ.....	5
Figure 4. Méthode d’analyse visuelle de l’image « SENTINEL-2 » basée sur une composition colorée « RGB Color » par l’ENVI 4.7.	6
Figure 5. Sites géomorphologiques choisis	9
Figure 6. Interpolation par pondération inverse à la distance (PID) basée sur la distance pondérée d’un jeu de points (gauche). Surface interpolée par PID à partir de points d’élévation vecteurs (droite).	13
Figure 12. Variations mensuelles d’insolation dans la région d’Oued Righ.	24
Figure 13. Variations mensuelles des températures dans la région d’Oued Righ	24
Figure 14. Variations mensuelles de l’humidité relative dans la région d’Oued Righ.	24
Figure 15. Variations mensuelles des précipitations dans la région d’Oued Righ.	25
Figure 16. Variations mensuelles de la vitesse du vent dans la région d’ Oued Righ	25
Figure 17. Localisation des stations et des points utilisés dans une grille de 0.1° réalisée par le logiciel R.	27
Figure 18. Carte d’interpolation spatiale de l’insolation en h/an sur la période (2008-2017) par IDW.	28
Figure 19. Carte d’interpolation spatiale de la température moyenne en °C sur la période (2008-2017) par IDW.	28
Figure 20. Carte d’interpolation spatiale des précipitations (pluies) en mm sur la période (2008-2017) par IDW.	28
Figure 21. Carte d’interpolation spatiale de la vitesse du vent en m/s sur la période (2008-2017) par IDW.....	28
Figure 22. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussens relatif à la région d’Oued Righ (1983-2017).....	30
Figure 23. Etage bioclimatique de la région d’étude basé sur les données mesurées à Touggourt (1983-2017) dans le climagramme d’Emberger.....	31
Figure 24. Grille de 0.1° réalisée par le logiciel R ; Stations météorologiques (en rouge) et les points d’échantillonnage utilisés (en bleu).	33
Figure 25. Carte d’interpolation spatiale de l’indice d’Emberger « Q ₂ » par IDW (2008-2017).....	33
Figure 26. Proportion des familles répertoriées dans le Moyen Oued Righ.....	35

Nomenclature des photos

Photo 1. Colline de reg (S1).....	9
Photo 2. Lac (S2).....	9
Photo 3. Oued ensablé (S3).....	9
Photo 4. Bordure d'erg (nebka) (S4).....	9
Photo 5. Hammada (S5).....	9
Photo 6. Sebkha(S6).....	9
Photo 7. <i>Anabasis oropetiorum</i> Maire.....	38
Photo 8. <i>Cornulaca monacantha</i> Delile.....	38
Photo 9. <i>Halocnemum strobilaceum</i> (Pall) M. Bied.....	38
Photo 10. <i>Salsola oppositifolia</i> Desf.	39
Photo 11. <i>Traganum nudatum</i> Del.....	39
Photo 12. <i>Brocchia cinerea</i> (Delile) Vis.	39
Photo 13. <i>Cotula anthemoides</i> L.	40
Photo 14. <i>Heteromera fuscata</i> (Desf.) Pomel.....	40
Photo 15. <i>Ifloga spicata</i> (Forssk.) Sch. Bip.....	40
Photo 16. <i>Launaea capitata</i> (Spreng.) Dandy.....	41
Photo 17. <i>Launaea fragilis</i> (Asso) Pau.....	41
Photo 18. <i>Launaea mucronata</i> (Forssk.) Muschl.	41

Nomenclature des tableaux

Tableau 1. Localisation des stations	8
Tableau 2. Situation et caractéristiques des stations météorologiques de références	10
Tableau 3. Etages bioclimatiques selon Emberger (1932)	12
Tableau 4. Données climatiques mesurées et interpolées des stations météorologiques du Moyen Oued Righ.....	26
Tableau 5. Moyennes, variances, types de répartition, signification de TR et écart type des paramètres climatiques.....	29
Tableau 6. Valeur du Quotient pluviothermique dans la région d'Oued Righ.....	30
Tableau 7. Données climatiques mesurées et interpolées des stations météorologiques du Moyen Oued Righ.....	32
Tableau 8. Moyennes annuelles, cumuls des paramètres climatiques mesurés et interpolés ...	42
Tableau 9. Quelques espèces notées par Y. Djellouli & P. Daget (1987) comme indicatrices du Climat.....	45
Tableau 10. Quelques espèces indicatrices d'étages et de sous étages communes avec le travail de Gunot (1995) in Nabli (1995)	46
Tableau 11 . Espèces recensées communes avec le travail de Nabli (1995)	46

Nomenclature des annexes

Annexe 1. Données météorologiques de la station climatiques régionale de Touggourt (1983-2017) O.N.M Ouargla (2017)	58
Annexe 2. Planning d'échantillonnage	59
Annexe 3. Répartition bioclimatique des espèces inventoriées dans les stations du Moyen Oued Righ	60
Annexe 4. Nombre et taux des espèces par familles dans la région de Moyen Oued Righ....	64

Table des matières

Remerciements	
Dédicaces	
Nomenclature des figures	
Nomenclature des photos	
Nomenclature des tableaux	
Nomenclature des annexes	
Table des matières	
Introduction.....	1

Chapitre I: Matériels et méthodes

I.1. Matériels d'étude	3
I. 1.1. Aperçu géographique de la zone d'étude	4
II .1.1.1. Présentation du Moyen Oued Righ	4
I. 2.2. Partie télédétection	5
I. 2.2.1 Les données satellitaires (SENTINEL-2).....	5
I. 2.2.2. Analyse visuelle et spectrale de traitement de l'image satellitaire de la zone d'étude	5
I. 2.2.2.1. Analyse visuelle de l'image « SENTINEL-2 » (composition colorée).....	5
I. 2.2.2.2. Analyse spectrale de végétation par indice spectrale par l'ENVI 4.7	6
I. 2. 3. Choix et établissement de la carte des stations d'étude	7
I. 2. 3.1. Etablissement de la carte d'échantillonnage.....	9
I.2. Climat et bioclimat	10
I.2. 1. Méthodologie	10
I.2.1.1. Caractéristiques des stations climatiques de références	10
I.2. 1. 2. Approche climatique par les données mesurées	11
I.2. 1. 2.1. Paramètres climatiques étudiés	11
I.2..2. Analyse des données	11
I.2.2.1. Expression numérique des facteurs climatiques	11
I.2.2.2.Indices bioclimatiques	11
I.2.2.2.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussien.....	11
I.2.2.2.2. Quotient et climagramme pluviothermique d'Emberger	12
I. 3. 1. 3. Approche climatique par interpolation	12
I.2.2.3. Pondération par l'Inverse de la Distance (IDW	13
I.2.2.4.. Analyse statistique	14

I. 4. Analyse floristique.....	14
I.4. 1. Méthode d'échantillonnage floristique	15
I.4. 2. Période d'échantillonnage	15
I.4. 3. Inventaire floristique	15

Chapitre II: Résultats

II.1. Traitement de l'image « SENTINEL-2 » par l'ENVI 4.7 et Géo-localisation des stations d'étude.....	17
--	-----------

II. 1.1. Interprétation de la composition colorée de l'image « SENTINEL-2 » de la zone d'étude	17
II. 1.2. Indice spectrale : indice de végétation normalisé (NDVI)	18
II.1.3. Géo-localisation des stations d'étude	19

II.2. CLIMAT.....	21
--------------------------	-----------

II.2. 1. Analyse climatique par les données mesurées	21
II.2.1.1. Paramètres climatiques étudiés	21
II.2.1.1. 1. Insolation(en heures).....	21
II.2.1.1. 2. Températures	21
II.2.1.1. 2. 1. Variations mensuelles des températures maximales.....	22
II.2.1.1. 2. 2. Variations mensuelles des températures minimales	22
II.2.1.1. 2. 3. Variations mensuelles des températures moyennes.....	22
II.2.1.1. 3. Humidité relative (en%)	22
II.2.1.1. 4. Précipitations (en mm)	22
II.2.1.1.5. Vitesse du vent (en m/s)	23
II.2.1.1.6. Evaporation (en mm).....	23
II.2.2. Type de climat de la zone d'étude	23
II.2.3 Analyse climatique par les données interpolées	26
II. 2. 3. 1. Paramètres climatiques étudiés	26
II. 2. 3. 2. Analyse statistique des paramètres climatiques	29

II.3. Bioclimat.....	30
-----------------------------	-----------

II.3. 1. Bioclimat selon les données mesurées.....	30
II.3. 1. 1. Diagrammes Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen	30
II.3. 1. 2. Quotient pluvio-thermique et cLimagramme d'Embergr	30
II.3. 1. 2. 1.Quotient pluviothermique"Q2"	30
II.3. 1. 2. 2.Climagramme d'Emberger.....	31
II.3. 2. Bioclimat selon les données interpolées	32

II.3. 2. 1. Type de répartition (TR) de l'indice d'Emberger « Q ₂ »	34
II.4. Inventaire Floristique.....	34
II.5. Relation climat- flore : Groupes floristico-climatiques	35
II.5.1. Espèces indicatrices climatiques.....	36
II.5.1. 1. Groupe floristico-climatique se trouvant à l'étage bioclimatique Saharien « Q ₃ < 10 , P < 100 ».....	36
II.5.1. 2. Groupe floristico-climatique se trouvant à l'étage bioclimatique Saharien à aride « Q ₃ ≤ 10 , P ≤ 100 »	36
II.5.1. 3. Groupe floristico-climatique indiquant le climat Saharien et Saharien à aride « Q ₃ < 10 , P < 100 » et « Q ₃ ≤ 10 , P ≤ 100 »	37
II.5.2. Illustration de quelques espèces indicatrices	37
Chapitre III: Discussion générale	
III.1. Traitement De L'image « SENTINEL-2 » par l'ENVI 4.7.....	42
III.2. Approches climatiques	42
III.3. Bioclimat	43
III.4. Relation climat- flore : groupes floristico-climatiques.....	44
Conclusion	49
Références bibliographique	51
Glossaire	65

Introduction

Introduction

L'Algérie de l'Ouest à l'Est et du Nord au Sud, est caractérisée par sa grande diversité géographique, bioclimatique, géologique, géomorphologique et édaphique à l'origine d'une richesse écosystémique et floristique considérable. Cette diversité a suscité l'intérêt de nombreux chercheurs et des travaux sur l'organisation, la dynamique et le fonctionnement des essences forestières qui ont vu le jour.

En effet, dans le Sud algérien où se trouve le Sahara précisément le Sahara septentrional, le tapis végétal saharien est discontinu et très irrégulier, les plantes utilisent surtout les emplacements où l'eau est un peu plus accessible qu'ailleurs. La végétation des zones arides, en particulier celles du Sahara, est très clairsemée, à aspect en général nu et désolé, les arbres sont aussi rares que dispersés et les herbes n'y apparaissent que pendant une période très brève de l'année, quand les conditions climatiques deviennent favorables (**Quézel, 1965 et Ozenda, 1982**).

Le climat est l'un des facteurs les plus importants qui affectent l'organisation, l'état ainsi que l'évolution de la couverture végétale. (**Bouaoune, 2015**). Donc, les patrons de variation du climat et leurs effets sur les végétaux sont modulés, au sein d'une région donnée, par des facteurs stationnels locaux tels que la topographie et la nature des sols (**Van der Perre et al., 2015**).

Ainsi, on sait, au moins depuis, que le climat joue un rôle essentiel dans les déterminismes de la répartition des plantes ; **Emberger (1930, 1971)** a particulièrement souligné ce rôle. En ce qui concerne la végétation méditerranéenne ; ses recherches l'on conduit à une méthode originale de caractérisation de ce que nous appellerons le bioclimat (**Djellouli et Daget, 1987**).

En effet, La spatialisation pour une éventuelle régionalisation de la variabilité du climat au niveau d'une région est très limitée à cause de la faible densité voire l'absence de stations météorologiques notamment, au niveau des zones d'études qui sont éloignées des zones d'agglomération, où il n'y a que la nature. c'est un facteur critique ; en plus les coûts d'acquisition des données de l'ensemble des stations de mesure restent très élevés pour pouvoir établir des cartes climatiques de bonne qualité (**Mokhtari et al., 2014**).

Aussi, la description du climat à l'aide de diagrammes climatiques à l'échelle d'une ou plusieurs stations de mesure décrivent seulement les caractéristiques des points d'observations

locaux et ne donnent pas une idée sur la répartition spatiale des zones de conditions climatiques similaires (**Mokhtari et al., 2014**).

Actuellement, l'équilibre écologique qui a duré des siècles est brisé à cause de la désertification et le changement climatique. Aussi, en parcourant les écosystèmes du **Sahara septentrional**, leur homogénéité écoclimatique apparente cache en réalité une grande hétérogénéité dans le détail (**Hadjaidji-Benseghier et al., 2017**). Celle-ci ne peut être expliquée par un ou deux facteurs climatiques et/ou écologiques (**Benseghier-Hadjaidji et al., 2018**). En vue de préserver notre environnement et augurer de notre future, il est nécessaire de développer les études relatives au climat ainsi que sa relation avec la flore et la végétation. Afin de contribuer à une évaluation bioclimatique plus fine, il est indispensable de jumeler l'analyse floristique (inventaire) avec l'étude climatique, basée sur une méthodologie plus performante « Interpolation » (**Gratton, 2002**).

La caractérisation climatique et bioclimatique a fait l'objet de plusieurs travaux pour l'Algérie du Nord dont **Emberger (1930, 1971)**, **Djelouli (1987)**, **Djebaili (1978)**, **Meddour (2010)** et **Bouaoune (2015)**. **Mais pour le Sahara algérien**, on en compte que quelques uns et quand elles existent, elles sont fragmentaires. Sur le plan climatique, nous citons principalement ceux de **Dubief (1959-1963)** et récemment ceux de **Hirche et al. (2007)** et de **Hadjaidji-Benseghier et al., (2017)**. La relation climat-végétation a été entreprise par **Quézel (1978)**, **Monod (1992)**, **Le Houèrou (1990, 1995)** et **Benseghier-Hadjaidji et al. (2018)**.

L'approche phytoclimatique a été abordée par **Rezazga (2011)**. Nous continuons dans la même optique mais avec une méthodologie plus appropriée. C'est la méthode d'interpolation spatiale. En effet, la présente étude consiste à étudier la relation climat-flore (phytoclimat) dans le Moyen Oued Righ qui se situe au Sahara septentrional central. L'objectif est de faire une spatialisation climatique en vue de décrire le climat réel caractérisant la flore de la zone d'étude.

Le présent mémoire s'articule ainsi, autour de trois principaux chapitres. Nous commençons par l'introduction. Puis, dans le premier chapitre, nous aborderons la méthodologie. Les résultats sont présentés dans le deuxième chapitre. Leurs discussions constituent le troisième chapitre. En conclusion, sont rappelés les principaux résultats et les perspectives de recherche.

Chapitre.I

Matériels et méthodes

CHAPITRE I. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Le présent travail a pour objectif, de faire la spatialisation du climat et de caractériser sa relation avec la flore à l'Est du Sahara septentrional d'Algérie (cas du Moyen Oued Righ).

I.1. Matériels d'étude

Pour la réalisation de la partie expérimentale de notre travail, nous avons utilisé le matériel que nous présentons ci-après.

- Pour la délimitation de la zone d'étude :
 - un système de positionnement universel (GPS) de terrain et le logiciel Google Earth pro pour prendre les données de localisation ainsi que la latitude, la longitude et l'altitude ;
 - partie télédétection :
 - ✓ les données satellitaires « **SENTINEL-2** » à partir du « **Earth Explorer-Home** » ;
 - ✓ logiciel utilisé (ENVI 4.7).
 - partie SIG :
 - ✓ établissement de la carte :
 - le logiciel utilisé est l'Arc-Gis 10.3 ;
 - carte 1/250.000 (2 cartes: Touggourt et Ghardaia) ;
 - fichier Excel de données comportant les noms et les coordonnées des stations.
- Interpolation spatiale et analyse statistique
 - ✓ Logiciel R 3.4.4 ;
 - ✓ Logiciel **Surfer** V.11.
- Pour l'échantillonnage floristique et la réalisation des relevés :
 - un appareil photo numérique pour photographier (les stations, les espèces, sites géomorphologiques) ;

- Un bloc-notes et un stylo pour noter les renseignements ;
- Des sachets en plastique pour la collecte des plantes ;
- Etiquettes pour marquer les espèces et un scotch collant pour coller les espèces végétales de l'herbier ;
- Papier ;
- Une machette ;

I. 1.1. Aperçu géographique de la zone d'étude

II .1.1.1. Présentation du Moyen Oued Righ

Le Moyen Oued Righ représente la partie centrale de la vallée d'Oued-Righ qui se compose de 3 zones : Haut, Moyen et Bas Oued Righ. Cette vallée se situe au Nord-Est du Sahara algérien entre les latitudes Nord « $32^{\circ}45'$ - $34^{\circ}30'$ » et les longitudes Est « $5^{\circ}45'$ - $6^{\circ}15'$ ». Il s'agit d'une dépression allongée (en forme de gouttière) du sud au nord longeant le grand Erg Oriental s'étendant sur une longueur de 150 Km et une largeur de 15 à 30 Km (**Figure 1 et 2**).

Le Moyen Oued Righ correspond à la zone qui s'étend depuis le sud de Ain Choucha jusqu'au Nord de Tinedla (**Figure 2**). Comme, il est connu par les palmeraies de Sidi-Amrane, Skhouna, Ayata, Tamerna-Djedida, Tamerna-Guedima, Chmarra, Choucha, Djamaa, Ourlana, Tigdidine, Sidi-Yahya, Mazheur, Zaouiat-Riab, El-Arifiane et Tinedla .



Figure 1. Situation géographique de la région du Moyen Oued Righ dans la carte d'Algérie

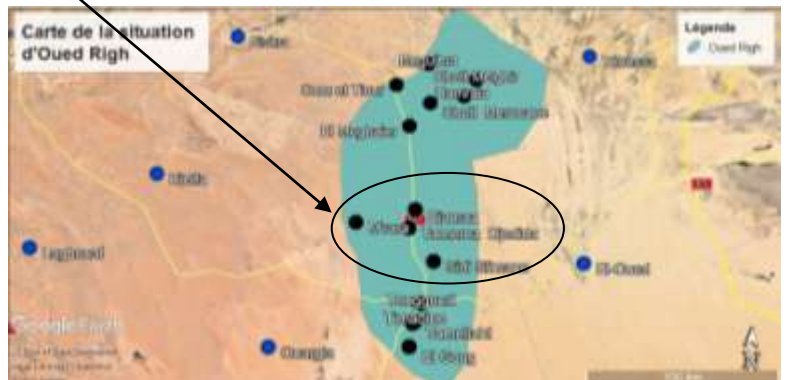


Figure 2. Image satellitaire de la région d'Oued Righ et Moyen Oued Righ (1/1500) (Google Earth, 2018).

I. 2.2. Partie télédétection

I. 2..2.1 Les données satellitaires (SENTINEL-2)

Les images « SENTINEL-2 » dont nous disposons sont produit par la mission Sentinel-2 A et Sentinel-2B, tous les 5 jours d'une largeur au sol de 290 km et d'une résolution de 10 à 60 m selon les bandes spectrales allant du visible au moyen infrarouge. Ces images peuvent nous Fournit une multitude d'information à manipuler. (Site 01)

Dans le présent travail, l'image « SENTINEL-2 » de la zone d'étude été télécharger à partir du portail du « **Earth Explorer- Home** » (Site 02) qui fournit l'accès aux produits de données de terrain (terre) de MODIS de la NASA Terra et des missions Aqua. Ainsi, il permet de, télécharger et ordonner les images satellitaires, des photographies aériennes et des produits cartographiques. (Site 03)

Donc notre image a été téléchargée sous format JPEG ; ensuite afin de la traiter par le logiciel de l'ENVI 4.7 l'image a été transformée au format « TIFF ». Elle porte les caractéristiques suivantes :

ID :

L1C_T31SGT_A014076_20180303T102707 ;

- **Date d'acquisition** : 2018/03/03 ;
- **Platform**: SENTINEL-2A ;
- **Numéro de Tuile** : T31SGT (site 04).



Figure 3. Images « SENTINEL-2 » du Moyan Oued Righ.

I. 2.2.2 Analyse visuelle et spectrale de traitement de l'image satellitaire de la zone d'étude

I. 2.2.2.1. Analyse visuelle de l'image « SENTINEL-2 » (composition colorée)

Elle a été réalisée à partir d'une **composition colorée** pour déterminer les états de surface. On utilise habituellement cette combinaison comme première image pour permettre la

visualisation des différents aspects du paysage : dunes, sebkhas, lacs, oueds et végétations (LAOUINI Hamza, 2012) ; en affectant (**Figure 4**) :

- la couleur bleu de la bande 1 (**Bleu**) au canal **Rouge** ;
- la couleur vert de la bande 2 (**Vert**) au canal **Vert** ;
- la couleur rouge de la bande 3 (**Rouge**) au canal **Bleu** ;
- enfin, on clic sur « **Load RGB** » pour montrer le résultat.

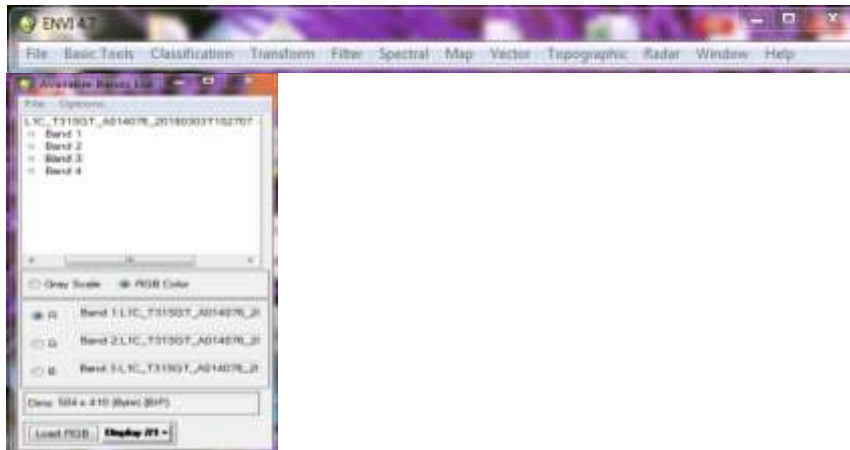


Figure 4. Méthode d'analyse visuelle de l'image « SENTINEL-2 » basée sur une composition colorée « RGB Color » par l'ENVI 4.7.

I. 2.2.2.2. Analyse spectrale de végétation par indice spectrale par l'ENVI 4.7 :

Indice spectrale: indice de végétation normalisé (NDVI)

L'Indice **NDVI** (Normalized Difference Vegetation Index) est un indice normalisé permettant de générer une image affichant la couverture végétale (biomasse relative). Cet indice repose sur le contraste des caractéristiques de deux canaux d'un jeu de données raster multi-spectral : l'absorption du pigment chlorophyllien dans le canal rouge et la haute réflectivité des matières végétales dans le canal proche infrarouge (NIR). L'indice NDVI est utilisé dans le monde entier pour surveiller la sécheresse, contrôler et prévoir la production agricole, aider à la prévention des incendies et cartographier la désertification. L'indice NDVI est privilégié pour l'observation globale de la végétation car il permet de compenser les changements de conditions d'éclairage, de pente de surface, d'exposition et d'autres facteurs exogènes (**Lillesand 2004 in Site 04**). La réflexion différentielle dans les canaux rouge et infrarouge (IR) permet de contrôler la densité et l'intensité de la croissance végétale à l'aide de la réflectivité spectrale du rayonnement solaire. Les feuilles vertes affichent fréquemment une

meilleure réflexion dans la plage de longueur d'onde proche infrarouge que dans les plages de longueur d'onde visibles. Lors du stress hydrique des feuilles ou lorsqu'elles sont malades ou mortes, elles deviennent plus jaunes et ont une moindre réflexion dans la plage proche infrarouge. Les nuages, l'eau et la neige affichent une meilleure réflexion dans la plage visible que dans la plage proche infrarouge, alors que la différence est presque nulle pour la roche et le sol nu. Le processus de l'indice **NDVI** crée un jeu de données monocanal qui représente principalement la couverture végétale. Les valeurs négatives représentent les nuages, l'eau et la neige et les valeurs proches de zéro représentent la roche et le sol nu (**Site 04**).

L'équation **NDVI** (**Laouini, 2012**) par défaut documentée se présente comme suit :

$$NDVI = (PIR - ROUGE) / (PIR + ROUGE)$$

I.2.3. Choix et établissement de la carte des stations d'étude

À l'aide de la télédétection (Image satellitaire) et la prospection faite en coordination avec l'équipe des Forêts de Djamâa, nous avons pu faire le choix des huit sites géomorphologiques. Ce sont : la colline de reg, le plateau, l' hammada, l'erg, les bordures d'erg (nebka), la sebkha, le lac et l'oued (**Figure 5**). Celles-ci recouvrent 9 stations qui sont les plus accessibles (**Tableau 1**). Les coordonnées de ces stations ont été déterminées à l'aide du G.P.S. du terrain et le logiciel Google Earth pro. Ceux-ci vont permettre leur matérialisation sur une carte d'échantillonnage.

Tableau 1. Localisation des stations

Stations	long	lat	Altitude (m)
Hadja R'kiya	5,8	33,4	45
El-Annate (M'rara)	5,7	33,6	131
Koudia 1	6,1	33,4	50
Et-Touidjine	6,1	33,5	
Koudia 2	6,2	33,4	56
Sidi Yahia	5,9	33,5	
Tamerna Djedida	6	33,4	40
Lac Ayata	5,9	33,48	31
Oued Er-R'tem	5,5	33,6	138



Photo 1. Colline de reg (S1)



Photo 2. Lac (S2)



Photo 3. Oued ensablé (S3)



Photo 4. Bordure d'erg (nebka) (S4)



Photo 5. Hammada (S5)



Photo 6. Sebkha(S6)

Figure 5. Sites géomorphologiques choisis

I .2.3.1. Établissement de la carte d'échantillonnage

Les étapes que nous avons suivies pour l'établissement de cette carte, sous l'Arc-Gis sont les suivantes :

1. assemblage des cartes géo-référencées ;
2. ouverture de fichier Excel de données ;
3. création des points de localisation des stations ;
4. ajout des noms des stations ;
5. mise en page (ajout du symbole nord et l'échelle) ;
6. exportation de la carte sous format raster (BMP ou autre).

Enfin, l'insertion de la carte dans le document Word.

I.2. Climat et bioclimat

La connaissance des caractéristiques climatiques est fondamentale, pour permettre une meilleure évaluation des besoins en eau des plantes et une détermination des facteurs qui ont un effet néfaste sur leur développement (Le Houerou et Hoste, 1977).

I.2. 1. Méthodologie

I.2.1.1. Caractéristiques des stations climatiques de références

La localisation et les caractéristiques des 4 stations météorologiques du réseau régional, utilisés dans cette étude sont inscrit dans le **tableau 2**. Compte tenu du réseau saharien, ce nombre semble satisfaisant, puisque l'implantation de ces stations recouvre la zone d'étude. En effet, elles se situent entre les longitudes Est **5° 24' et 06° 47''** et les latitudes Nord **31° 56' et 34° 48'**.

Tableau 2. Situation et caractéristiques des stations météorologiques de références

Approches	Stations	Latitude Nord	Longitude Est	Altitude (m)	Périodes
Approche climatique par les données mesurées	Touggourt	33° 04'	06° 05'	87	1983 à 2017
	Biskra	34° 48'	5° 44'	82	2008 - 2017
Approche climatique par interpolation	El-Oued	33° 30'	06° 47'	63	2008 - 2017
	Touggourt	33° 04'	06° 05'	87	2008 - 2017
	Ouargla	31° 56'	5° 24'	142	2008 - 2017

Source : O.N.M. Ouargla (2017)

I.2. 1. 2. Approche climatique par les données mesurées

I.2. 1. 2.1. Paramètres climatiques étudiés

Pour l'approche du climat régional de la zone étudiée, nous nous sommes basés sur les données climatiques mesurées au niveau de la station de Touggourt. Nous l'avons établi sur une période de 34 ans qui s'étend de 1983 à 2017 (ONM, 2017). Les paramètres climatiques pris en compte, sont les températures, la pluviosité, l'humidité relative, la vitesse du vent, l'insolation et l'évaporation (Annexe 1).

Pour la caractérisation bioclimatique, notre étude s'est focalisée sur le diagramme ombrothermique de **Bagnoul et Gaussen (1957)** et le quotient pluviothermique d'Emberger « Q_2 ».

I.2..2. Analyse des données

I.2.2.1. Expression numérique des facteurs climatiques

En effet, pour l'expression numérique des facteurs climatiques, nous avons déterminé les moyennes pour les températures, l'humidité relative et la vitesse des vents. Les totaux ont été calculés pour les précipitations qui sont représenté par la pluviosité, l'évaporation et l'insolation. Les amplitudes sont obtenus par la différence des températures.

I.2.2.2.Indices bioclimatiques

Nous avons examiné les principaux indices qui ont été proposés pour les climats méditerranéens et sahariens, ces indices ont généralement trait à l'aridité, facteur essentiel du climat.

I.2.2.2.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Le diagramme ombrothermique précise la période sèche et sa longueur. Cette période est par définition celle où se manifestent, pour la plupart des plantes, des conditions de stress hydrique plus ou moins intense et plus où moins continues. Un mois est considéré comme sec lorsque le total mensuel des précipitations est égal ou inférieur au double des températures ($P \leq 2T$) (Bagnouls et Gaussen, 1953-1957).

I.2.2.2.2. Quotient et climagramme pluviothermique d'Emberger

Emberger (1955) a proposé un Quotient pluviothermique pour caractériser le climat méditerranéen : $Q_2 = 2000 P / M^2 - m^2$.

P (mm) est la pluviosité moyenne annuelle, **M** la moyenne des maxima, du mois le plus chaud, **m** la moyenne des minima du mois le plus froid et $(M+m)/2$ est très voisin de la température moyenne annuelle (Remarque : pour le calcul du Q_2 les températures sont exprimées en degré Kelvin).

Le tableau 3 présente l'ensemble des étages bioclimatiques définis au niveau de la région méditerranéenne selon **Emberger (1932)**.

Tableau 3. Etages bioclimatiques selon Emberger (1932)

Q_2	P (mm)	Zones bioclimatiques
$Q_2 < 10$	$P < 100$	Saharienne
$10 < Q_2 <$	$100 < P < 400$	Aride
$45 < Q_2 <$	$400 < P < 600$	Semi-Aride
$70 < Q_2 <$	$600 < P < 800$	Sub-humide
$110 < Q_2 <$	$800 < P < 1200$	Humide
$Q_2 > 150$	$P > 1200$	Per-humide

I. 3. 1. 3. Approche climatique par interpolation

I.3.1. 3.1. Méthode de la pondération par l'Indice de Distance inverse (IDW)

Cette méthode, nous permet de faire la reconstitution climatique de notre zone d'étude ou interpolation spatiale. Pour cette dernière, nous avons retenu 4 stations climatiques de références (**Tableau 2**). Pour cela, 4 paramètres climatiques ont été analysés avec des données de la période **2008-2017**, pour chaque relevé. Il s'agit plus précisément, de caractériser chaque site échantillonné par un ensemble de paramètres climatiques devant servir à la définition des limites d'étage de végétation *sensu* **Rivas-Martinez (1982)**.

Dans le présent travail, nous avons effectué une spatialisation du climat par la méthode d'interpolation. Il existe plusieurs méthodes d'interpolation dont on utilise la méthode qui est largement utilisée, à savoir la **pondération par l'Indice de Distance inverse (IDW)**.

I.2.2.3. Principe de la pondération par l'Inverse de la Distance (IDW)

L'interpolation par l'inverse de la distance pondérée IDW est une méthode simple qui donne plus de poids aux valeurs proches qu'aux valeurs éloignées ; elle est très proche des données mesurées. Son principe repose sur les points d'échantillons qui sont pondérés durant l'interpolation de telle sorte que l'influence d'un point par rapport à un autre décline avec la distance du point inconnu que nous voulons créer (**Figure 6**). En effet, cette méthode permet d'obtenir des grilles très rapidement autour des valeurs observées.

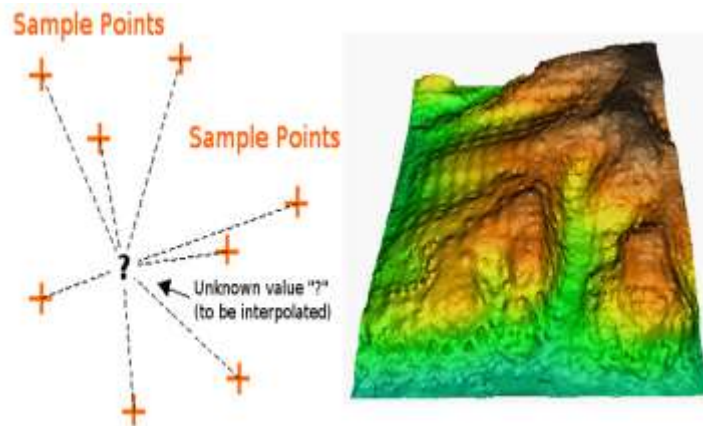


Figure 6. Interpolation par pondération inverse à la distance (PID) basée sur la distance pondérée d'un jeu de points (gauche). Surface interpolée par PID à partir de points d'élévation vecteurs (droite).

La pondération est appliquée à un échantillon de points par le biais de l'utilisation d'un coefficient de pondération qui contrôle comment l'influence de pondération diminuera quand la distance des nouveaux points augmente. Plus le coefficient de pondération est grand, moins les points auront d'effet s'ils sont loin du point inconnu durant le processus d'interpolation. Quand le coefficient augmente, la valeur du point inconnu s'approche de la valeur du point d'observation le plus proche.

Il est important de noter que la méthode d'interpolation IDW a aussi des désavantages : la qualité du résultat d'interpolation peut diminuer si la distribution des points de données

échantillons est irrégulière. De plus, les valeurs maximales et minimales dans la surface interpolée peuvent seulement se produire aux points de données échantillons. Il en résulte souvent des petits pics et creux autour des points de données échantillon, comme montré dans la figure 6 (**Site 06**).

I.2.2.4. La statistique

La statistique descriptive des données climatiques interpolées réalisées par le logiciel R 3.4.4 permet d'obtenir pour chaque paramètre climatique : la moyenne, la variance et l'écart type.

L'écart-type est l'écart moyen à la moyenne pour tous les individus. Le niveau qui permet de repérer un fort écart-type est 1/2 moyenne. Si l'écart-type est supérieur à 0,5 moyenne, on peut donc considérer que les variations sont fortes (**Site 07**).

La statistique de la variance permet de savoir s'il existe une différence significative entre les séries de données.

A partir de la variance, nous pouvons déduire le type de répartition (**TR**) qui est donné par la formule suivante :

$$TR = \alpha^2 / m$$

α^2 : est la variance

m : est la moyenne des individus dans l'ensemble des carrés

Le type de répartition est dit contagieux si **TR** est supérieur à **1**. Il sera aléatoire si cette valeur est égale à **1**, régulier si elle est inférieure à **1** et uniforme pour une valeur égale à **0**. (**Hadjaidji- Benseghier, 2002**)

I. 4. Analyse floristique

En vue de dénombrer les plantes du Moyen Oued Righ, nous avons procédé par échantillonnage.

Selon **Gounot (1969)**, l'échantillonnage correspond à un groupe de relevés qui sont définis par un ensemble d'espèces soumises aux facteurs écologiques. Il a pour but de choisir des

échantillons de manière à aboutir à des informations objectives et d'une précision mesurable sur l'ensemble.

I.4. 1. Méthode d'échantillonnage floristique

En effet pour notre travail, nous avons choisi un type d'échantillonnage « subjectif » qui consiste à prélever les échantillons qui paraissent les plus homogènes et les plus représentatifs d'une zone donnée ; celle-ci est pour la réalisation des relevés floristiques (**Gounot, 1969**). Ce type d'échantillonnage est le plus préconisé pour les zones désertiques à cause du faible recouvrement de la végétation.

D'après **ROSELT/OSS (2015)**, l'échantillonnage subjectif est la forme d'échantillonnage probablement la plus ancienne car la plus intuitive, mais elle reste encore très largement utilisée, du moins dans tout travail préliminaire. Le principe de base est de prospecter la zone d'étude, et d'y recenser les principales unités végétales.

A l'intérieur de chaque unité ainsi définie, il sera effectué un relevé choisi sur des critères d'homogénéité et de représentativité. Ce choix sera conditionné par les connaissances et l'expérience du scientifique d'où le terme d'échantillonnage subjectif.

I.4. 2. Période d'échantillonnage

Pour une bonne réussite de l'échantillonnage, nous avons effectué nos relevés floristiques pendant le printemps 2018 (**cf. Annexe 2**). Et ce pour un double objectif, (i) la diversité spécifique est maximale par rapport aux autres saisons notamment pour les annuelles (acheb) ou leur cycle de développement coïncide avec cette saison et (ii) la floraison des espèces pérennes qui va faciliter leur identification.

I.4. 3. Inventaire floristique

Le recensement des plantes caractérisant les stations d'étude, nous a permis de réaliser un inventaire floristique. Pour l'identification des plantes, nous nous sommes basées sur la bibliographie de la flore saharienne (**Ozenda, 1983-1991**) ainsi que sur les travaux récents réalisés sur la flore de l'Afrique du Nord par **Dobignard et Chatelain [(vol. 1 (2010), vol. 2 (2011), vol. 3 (2011) et vol.4 (2012)]**, ainsi que par **l'APG IV (2016)**. Ce qui nous a permis

de préciser pour toutes les espèces inscrites, leurs systématiques telles que la famille, le genre et l'espèce.

I.5.. Relation climat-flore

Afin de mettre en exergue la relation climat-flore, nous avons exploité les données floristico-climatiques. Il s'agit des précipitations et du coefficient d'Emberger « Q₂ » ainsi que la liste floristique que nous avons établi (Annexe 3). Ce qui nous a conduits à identifier les espèces indicatrices.

L'approche globale adoptée est illustrée par la figure «7».

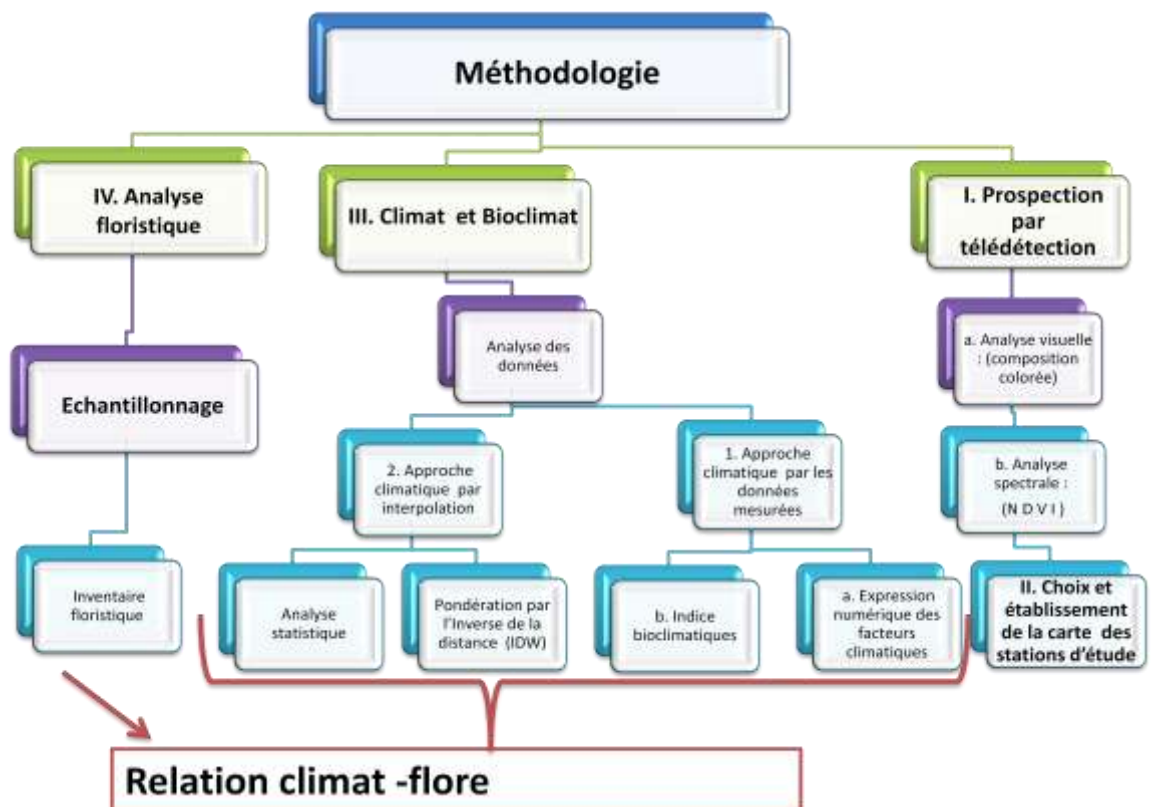


Figure 7. Méthodologie du travail

Chapitre.II

Resultats

II. Chapitre Resultats

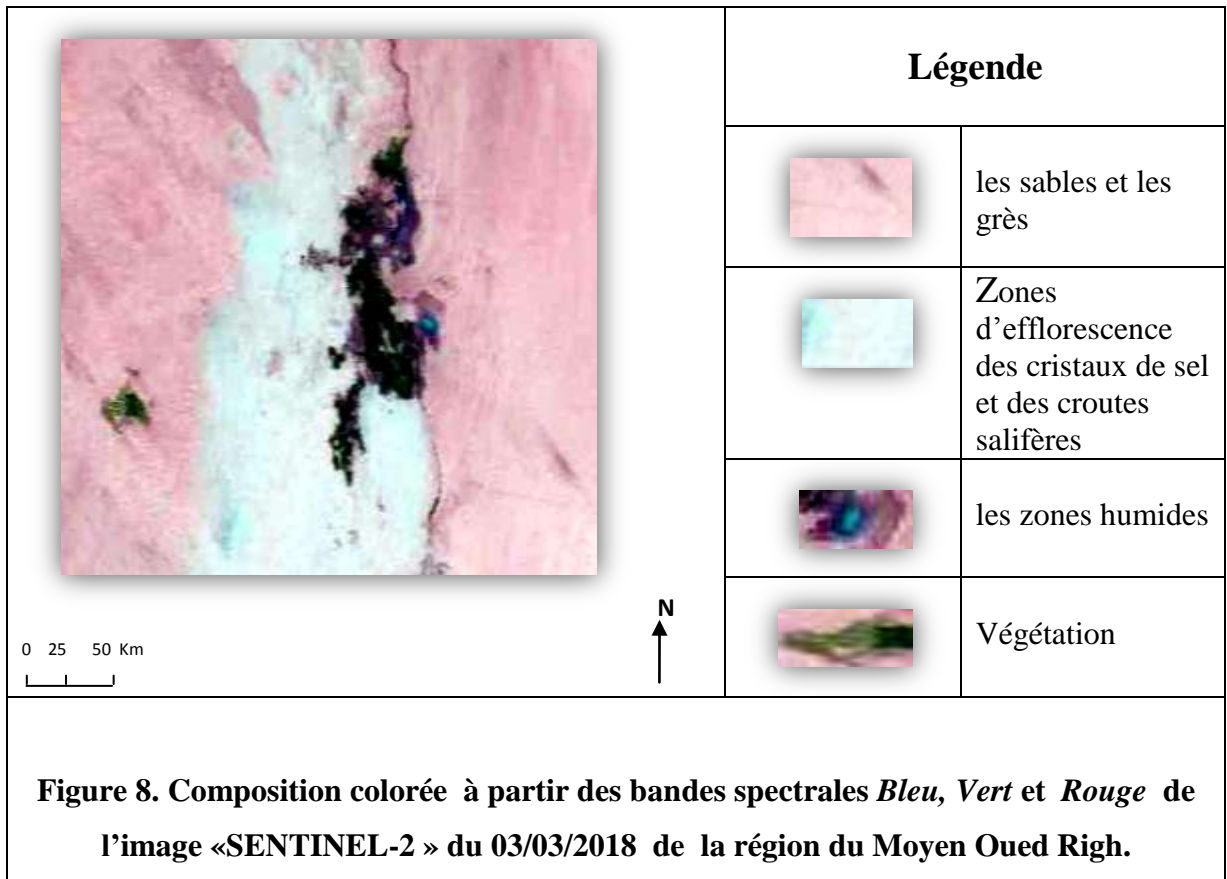
II.1. Traitement de l'image « SENTINEL-2 » par l'ENVI 4.7 et géo-localisation des stations d'étude

En vue de bien explorer la végétation de la zone d'étude, nous avons eu recours à l'imagerie satellitaire. À cet effet, nos investigations ont concerné (i) la composition colorée, (ii) l'indice de végétation normalisé « NDVI » et (iii) des cartes topographiques pour la géo-localisation des stations d'étude. Nous allons les présenter ci-après.

II. 1.1. Interprétation de la composition colorée de l'image « SENTINEL-2 » de la zone d'étude

La composition colorée de l'image « SENTINEL-2 » du Moyen Oued Righ a été réalisée à partir des bandes spectrales **Bleu, Vert et Rouge (Figure 8)**, car elle est la plus représentative pour la zone d'étude et la plus proche des couleurs réelles. En effet, nous pouvons bien distinguer les différentes formations telles que :

- la végétation est en couleur verte foncée ;
- le marron foncé jusqu'au noir suivant le degré d'humidité représente les zones humides (oued et lacs) ainsi que le canal ;
- les sables et les grès représentent les couleurs allant du beige au marron clair respectivement ;
- une grande superficie colorée en cyan clair à foncée montrant aussi des zones d'efflorescence des cristaux de sel et des croutes salifères selon le degré d'humidité et le taux de salinité (sol salé sec et sol salé humide).



II. 1.2. Indice spectrale : indice de végétation normalisé (NDVI)

À travers cet indice, on obtient une bonne visualisation pour les zones de végétations ; dont elles apparaissent en blanc pour les fortes activités chlorophylliennes.

La présentation de l'image NDVI (**Figure 9**) obtenue après l'analyse de l'image satellitaire de la zone d'étude « Moyen Oued Righ » à l'aide du logiciel ENVI 4.7 ; et en comparant avec la carte de la région du Moyen Oued Righ (**Figure 10**), montre ce qui suit :

- la **couleur blanche** représente les palmerais de Djamâa et M'Rara où la couverture végétale est relativement dense ;
- la **couleur grise claire** qui signifie la couverture végétale dense ; elle représente la végétation des zones humides précisément d'Oued R'tem et des lacs Ayata et de Djamâa ;
- la couverture végétale moins dense est indiquée par la **couleur grise**. Elle représente les plantes spontanées qui se trouvent au niveau des plateaux et des ergs ;
- la **couleur sombre** représente l'absence de la végétation dans les dépressions.

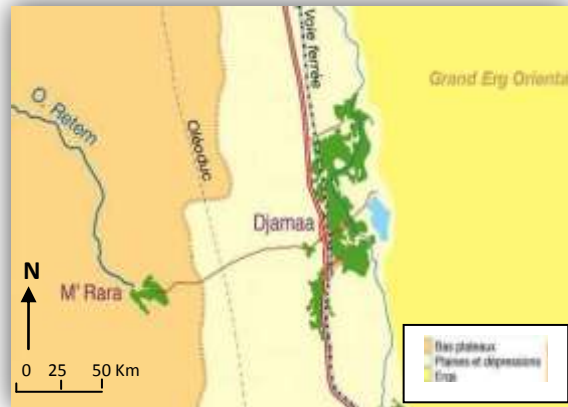
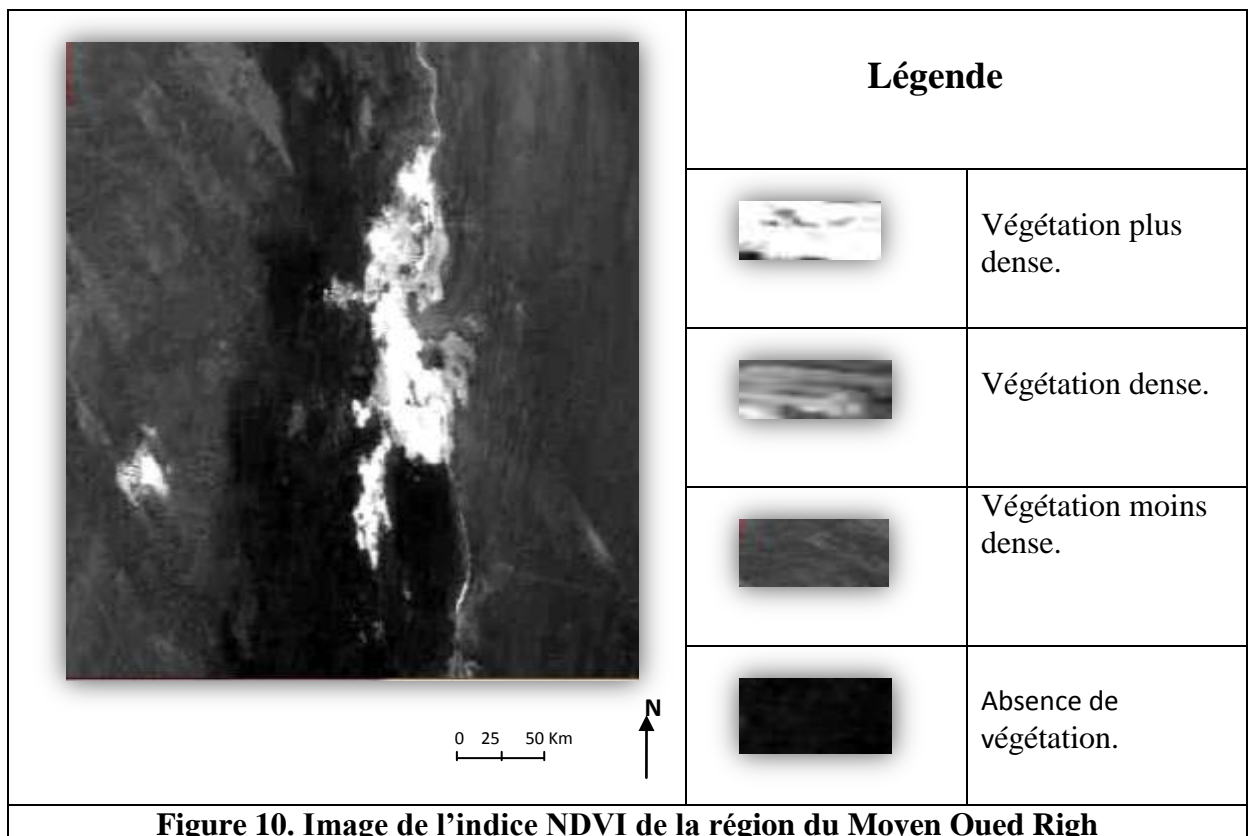


Figure 9. Carte de la région du Moyen Oued Righ



II.1.3. Géo-localisation des stations d'étude

Grâce aux cartes topographiques de Ghardaïa et de Touggourt ainsi que logiciel ArcGis version 10.1, nous avons pu établir la carte d'échantillonnage (Figure 11). Au niveau de cette

dernière, nous avons géo-localisée les stations d'études qui sont en nombre de neuf, par un GPS de terrain et Google Earth pro.

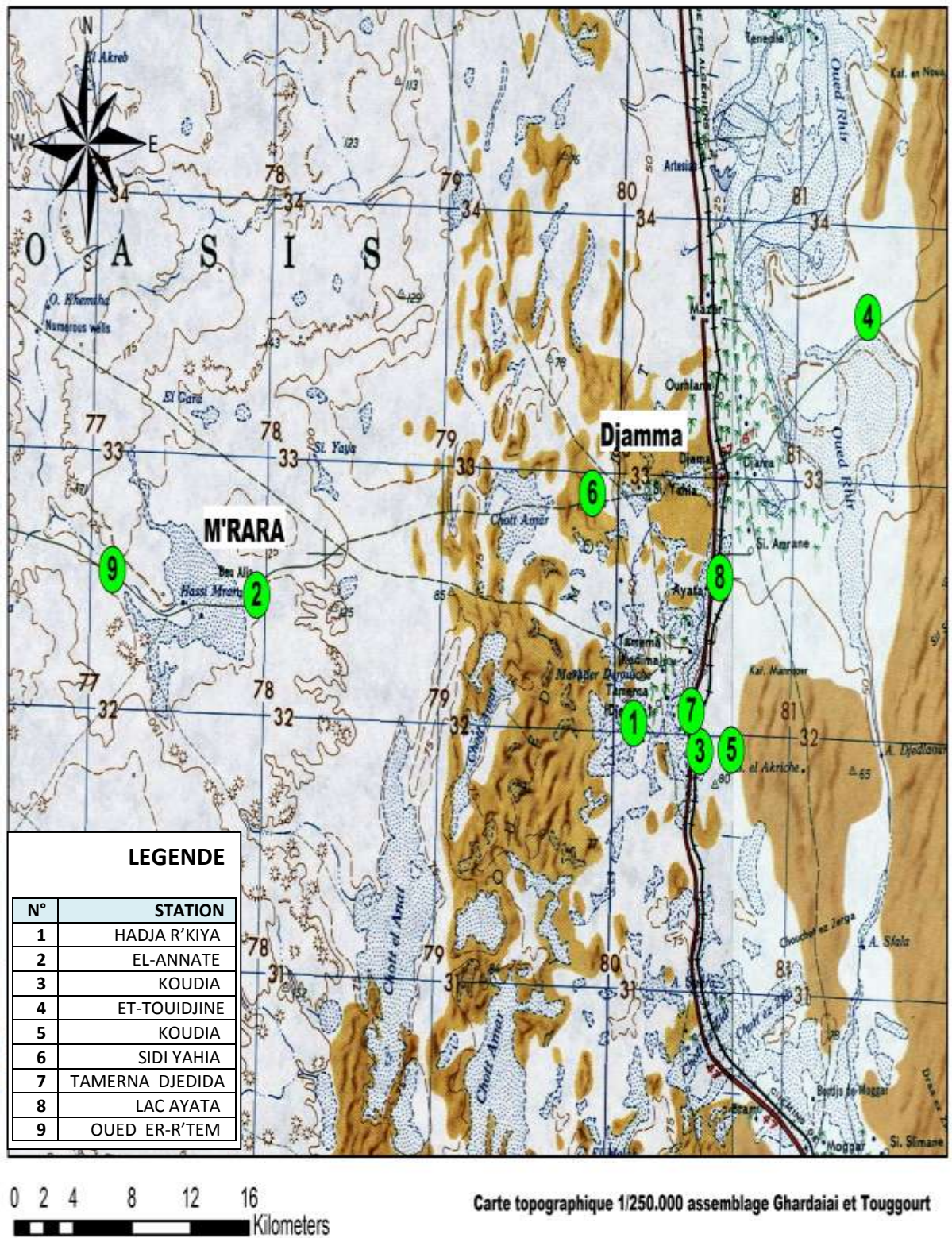


Figure 11. Localisation des stations d'étude sur la carte topographique

Sur cette carte (**Figure 11**), nous avons représenté les sites qui sont potentiellement riches floristiquement dans le Moyen Oued Righ. Ce qui nous a guidé dans notre approche de l'étude floristique.

II.2. Climat

La connaissance des caractéristiques climatiques est fondamentale, pour permettre une meilleure évaluation des besoins en eau des plantes et une détermination des facteurs qui ont un effet néfaste sur leur développement (**Le Houerou et Hoste, 1977**).

II.2. 1. Analyse climatique par les données mesurées

II.2.1.1. Paramètres climatiques étudiés

Dans cette partie, la caractérisation climatique a découlée des données enregistrées dans la station climatique régionale de Touggourt (**Annexe 1**). Les principaux paramètres climatiques caractérisant la région d'Oued Righ y compris le Moyen Oued Righ sont présentés successivement.

II.2.1.1. 1. Insolation(en heures)

La figure (**12**) montre que l'Insolation dans la zone d'étude est maximale soit 313,00 h au mois d'août et minimale avec 208,4 h au mois de janvier. Le cumul annuel est de 3087, 6 h/an.

II.2.1.1. 2. Températures

Les résultats montrent que la température moyenne minimale du mois le plus froid "**m**" est de **4,7 °C** en janvier. La température moyenne maximale du mois le plus chaud "**M**" est de **40,9 °C** en juillet. La température moyenne annuelle qui s'obtient par la moyenne des extrêmes thermiques "**t**" ($t = (M+m) / 2$) (**°C**), elle est égale à **22,8 °C**. L'amplitude thermique "**A**" (**M-m**), elle est de l'ordre de **36,2 °C**.

Les variations mensuelles des températures de la région du **Moyen Oued Righ** concernent les températures maximales, moyennes et minimales (**Figure 13**).

II.2.1.1. 2. 1. Variations mensuelles des températures maximales

L'analyse des variations mensuelles permet de remarquer que les températures maximales moyennes caractérisent les mois juin-juillet-août, avec un maximum en juillet qui atteint **40,9 °C**. Mais la plus faible valeur thermique est en janvier avec **17,5 °C**. La moyenne annuelle est égale à **29,0 °C**.

II.2.1.1. 2. 2. Variations mensuelles des températures minimales

L'étude des variations mensuelles permet de remarquer que les températures minimales moyennes sont comprises entre décembre et février, avec un minimum en janvier qui est de **4,7 °C.**, tandis que la plus forte valeur s'est produite en août avec **26,5 °C**. La moyenne annuelle des températures minimales est de **15,2 °C**.

II.2.1.1. 2. 3. Variations mensuelles des températures moyennes

Cette température varie suivant les températures minimales et maximales. Les plus fortes valeurs se produisent en Août avec **33,59 °C** alors que les plus faibles se produisent en janvier avec **11,1 °C**. La moyenne annuelle est **22,08 °C**.

II.2.1.1. 3. Humidité relative (en%)

En effet, il apparait sur la figure (14) que l'humidité relative dans la zone du Moyen Oued Righ est variable mensuellement. Elle est élevée pendant l'hiver dès le mois de janvier avec **60,06 %** jusqu'au printemps dans le mois du mars avec **48,14 %** et la deuxième période est durant le mois d'octobre avec **51,49 %** jusqu'au mois du décembre avec un maximum de **65,12 %**. Mais elle est minimale avec **31,98 %** au mois de juillet. La moyenne annuelle est égale à **47,38 %**.

II.2.1.1. 4. Précipitations (en mm)

Elles se caractérisent par une variation mensuelle bien apparente sur la figure (15). Elles sont maximales au mois de janvier avec **16,9 mm** et minimales au mois de juillet avec **0.0 mm**. Le cumul annuel est de **72,2 mm**.

II.2.1.1.5. Vitesse du vent (en m/s)

La figure (16) montre que la vitesse du vent dans la région d'Oued Righ (1983-2017) est maximale avec **5,8 m/s** durant le mois d'avril et minimale avec **3,2 m/s** pendant le mois de décembre. La moyenne annuelle de la vitesse du vent est de **4,2 m/s**.

II.2.1.1.6. Évaporation (en mm)

La figure (17) montre que l'évaporation dans la zone étudiée est maximale avec **319,3 mm** au mois de juillet et minimale avec **67,6 mm** au mois du décembre. Le cumul annuel est égal à **2224,7 mm**.

II.2.2. Type de climat de la zone d'étude

L'étude du climat qui porte sur une période allant de 1983 à 2017 montre que les précipitations sont concentrées en hiver avec une moyenne annuelle de **72,2 mm** et des températures élevées en été (avec **M= 40,9 °C.**). Donc, il se caractérise par un hiver pluvieux et relativement froid avec un été sec et chaud. Ces caractéristiques permettent de déduire qu'il s'agit bien d'un climat méditerranéen.

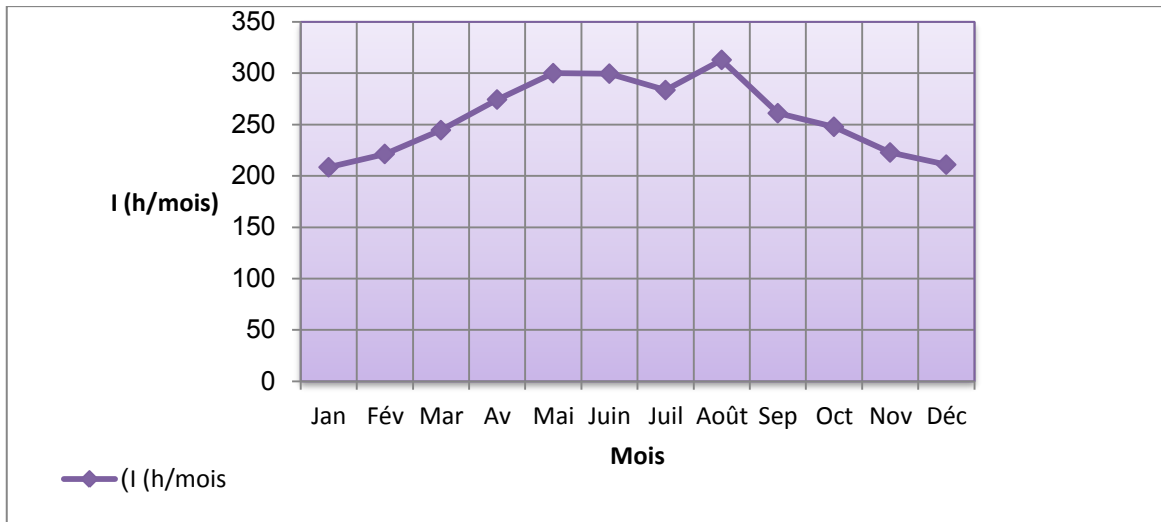


Figure 7. Variations mensuelles d'insolation dans la région d'Oued Righ.

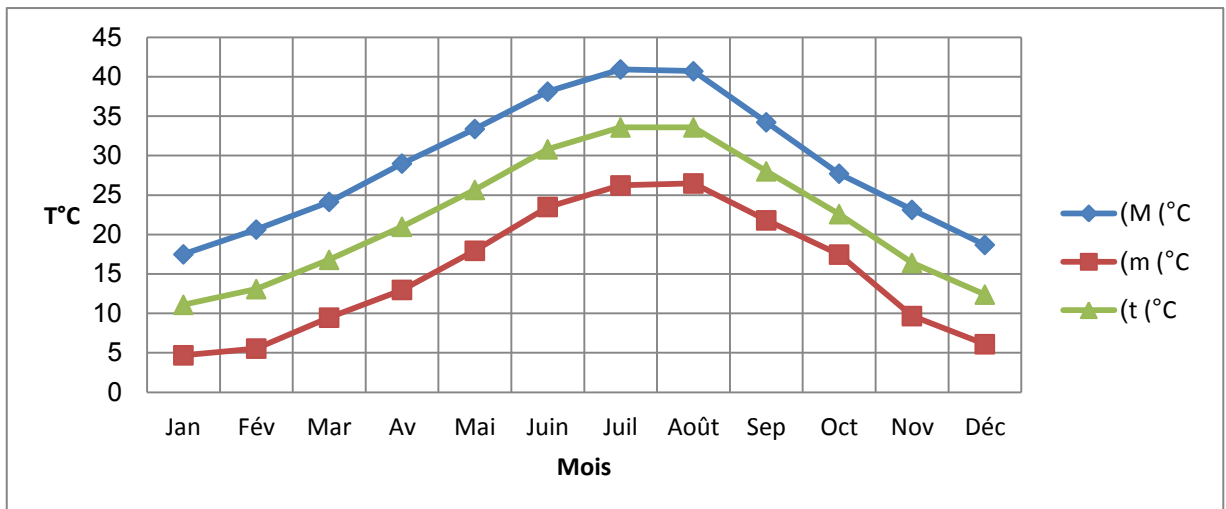


Figure 8. Variations mensuelles des températures dans la région d'Oued Righ

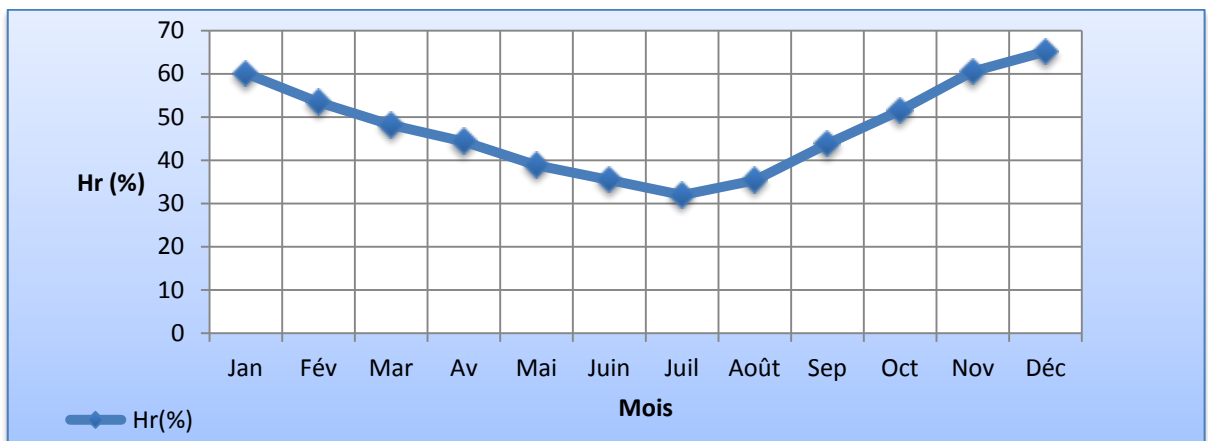


Figure 9. Variations mensuelles de l'humidité relative dans la région d'Oued Righ.

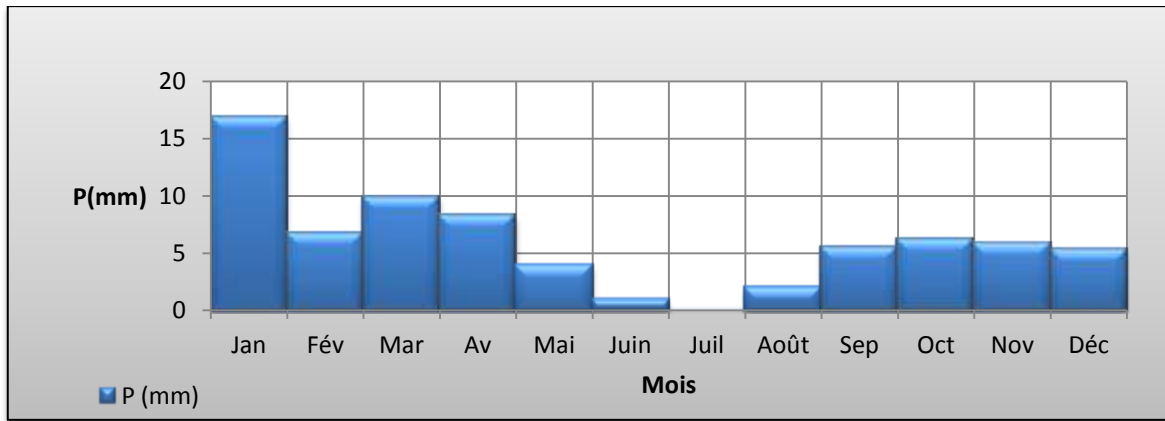


Figure 10. Variations mensuelles des précipitations dans la région d’Oued Righ.

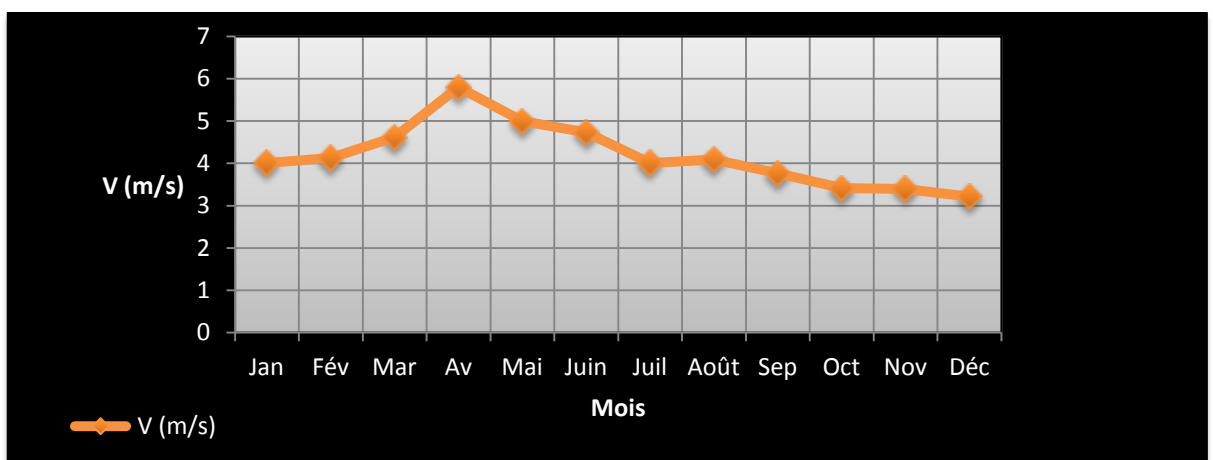


Figure 11. Variations mensuelles de la vitesse du vent dans la région d’Oued Righ

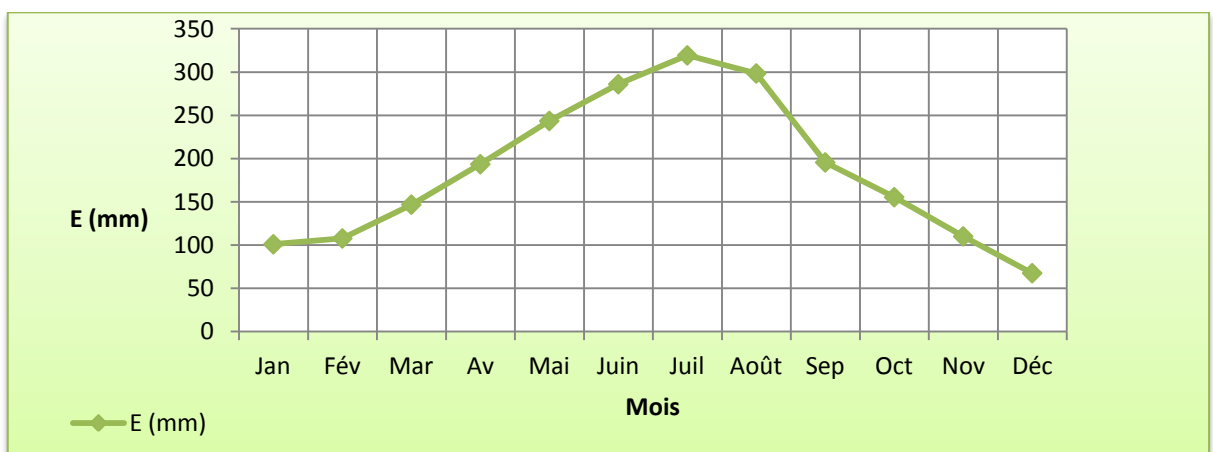


Figure 17. Variations mensuelles de l’évaporation dans la région d’Oued Righ.

II.2.3 Analyse climatique par les données interpolées

II. 2. 3. 1. Paramètres climatiques étudiés

L'étude spatio-temporelle du climat de la région du Moyen Oued Righ représente l'interpolation spatiale des variables climatiques basées sur la méthode de l'inverse de la distance pondérée « IDW » réalisé par le logiciel « **Surfer V.11** ». Dans la présente étude, les données disponibles concernent la température, la vitesse du vent, l'insolation et les précipitations allant de l'année 2008 à l'année 2017. Ces paramètres climatiques sont influencés par les stations météorologiques les plus proches des points d'échantillonnage qui représentent la zone d'étude. Ce sont les stations d'Ouargla, de Touggourt, d'El-Oued et de Biskra. En effet, les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 4.

Tableau 4. Données climatiques mesurées et interpolées des stations météorologiques du Moyen Oued Righ

Nature des données climatiques	Stations météorologiques	Précipitation (mm)	Température "t" (°C.)	Vent (vitesse) (m/s)	Insolation (h/an)	Q ₂
Mesurées	Ouargla	54	23.7	3.4	3263	3.179
	Touggourt	56	22.6	3.8	3462	5.173
	Eloued	61.6	22.6	4.2	3346.3	7.37
	Biskra	149.2	21.8	4.5	2899	14.065
Interpolées	hadja_rkya	75	22,5	3,88366475	3459	5.8
	el_annate m'rara	79,8	22,48	3,96413066	3290	7.9
	koudia1	60	22,6	3,88882883	3463	6.1
	et toudjine	75,9	22,7	3,93566225	3360	8.5
	koudia2	60	22,6	3,91697472	3463	6
	sidi yahia	75,1	22,53	3,9164727	3445	8
	temerna djedida	74,9	22,75	3,87778569	3450	5.85
	lac ayata	74,8	22,59	3,9	3463	6.9
oued_er_r_tem	80	22,48	3,97625856	3215	8.95	

L'interpolation spatiale des données des paramètres climatiques étudiés (**Tableau 4**), nous a permis d'obtenir des résultats sous forme de cartes spatio-temporelles nommées : « grilles ». Elles indiquent ce qui suit :

- la figure **17** représente la localisation des stations et les points utilisés dans une grille de 0.1° réalisée par le logiciel R ;

- la figure 18 montre l'interpolation spatiale de l'insolation qui indique que les valeurs d'insolation du Moyen Oued Righ sont comprises entre **3280** et **3380 h/an** ;
- la figure 19 indique l'interpolation spatiale de la température moyenne annuelle. Celle-ci est comprise entre **22,6** et **22,7 °C** dans le Moyen Oued Righ ;
- la figure 20 présente l'interpolation spatiale des précipitations (pluies) où les pluies varient entre **70 -80 mm** dans le Moyen Oued Righ ;
- la figure 21 présente l'interpolation spatiale de la vitesse vent , variant entre **3.85** et **4.1 m/s** dans la région du Moyen Oued Righ .

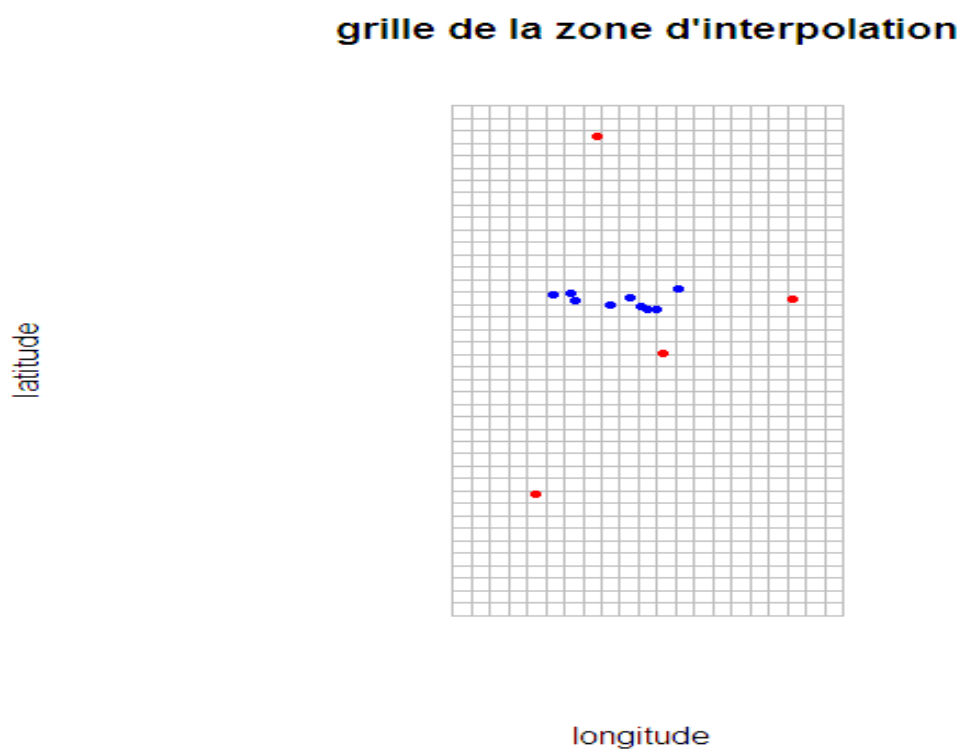


Figure 12. Localisation des stations et des points utilisés dans une grille de 0.1° réalisée par le logiciel R.

Légende des cartes d'interpolation :

M.O.R = Moyen Oued Righ

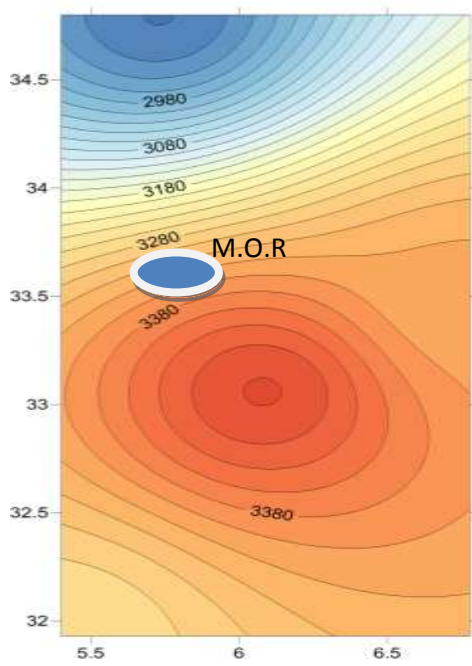


Figure 13. Carte d'interpolation spatiale de l'insolation en h/an sur la période (2008-2017) par IDW.

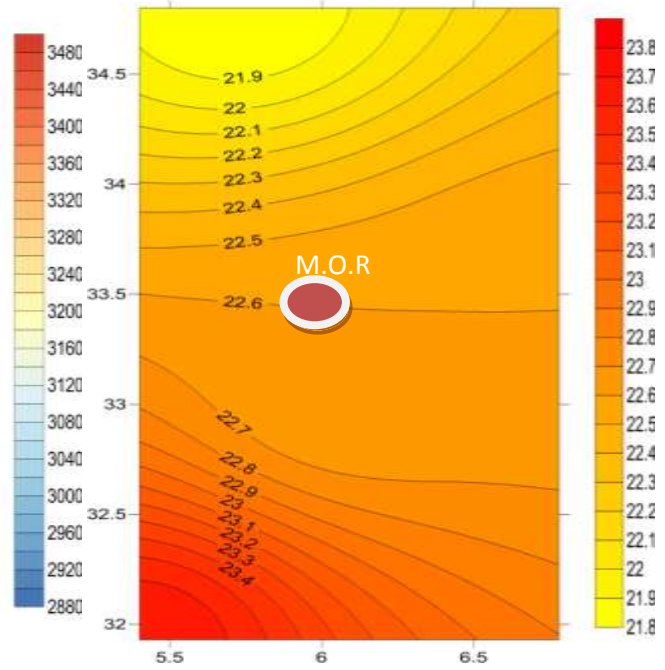


Figure 14. Carte d'interpolation spatiale de la température moyenne en °C sur la période (2008-2017) par IDW.

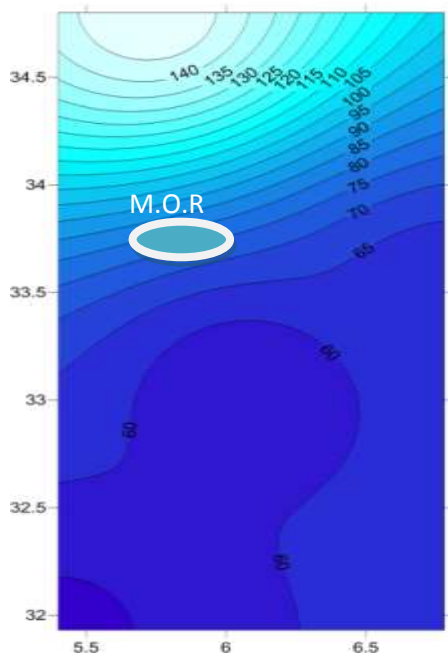


Figure 15. Carte d'interpolation spatiale des précipitations (pluies) en mm sur la période (2008-2017) par IDW.

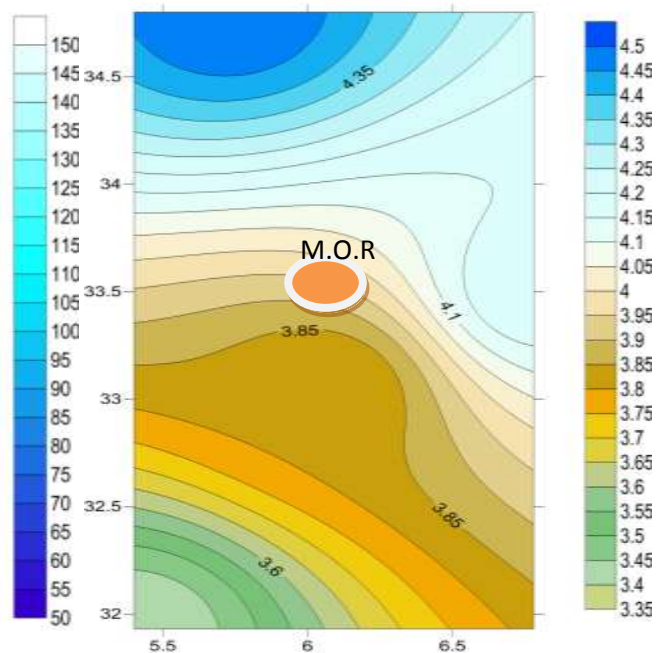


Figure 16. Carte d'interpolation spatiale de la vitesse du vent en m/s sur la période (2008-2017) par IDW.

II. 2. 3. 2. Analyse statistique des paramètres climatiques

L'analyse statistique des paramètres climatiques étudiés réalisés par le logiciel R, nous a permis d'obtenir les résultats qui sont exposés par le tableau 5.

Tableau 5. Moyennes, variances, types de répartition, signification de TR et écart type des paramètres climatiques

Parametres climatiques	Moyenne (m)	Variance (α^2)	Type de répartition (TR)	Signification du Type de répartition	Écart-type (α)
Température (moyenne)	22, 6	0,1523	0,006	Régulier	0,391
pluviométrie(cumul)	77, 9	703, 229	9,03	Contagieux	26,519
Insolation (cumul)	3285, 618	15123,578	4,60	Contagieux	122,978
Vitesse du vent (moyenne)	3,991	0,066	0,02	Régulier	0,258

Du tableau 5, nous déduisons que le type de répartition obtenu à partir des paramètres climatiques interpolés dans le Moyen Oued Righ révèle ce qui suit :

- L'analyse statistique de l'insolation au Moyen Oued Righ indique que la moyenne égale à **3285, 618**, la **variance** est **15123, 578** et l'écart-type est égal à **122, 978**. En effet, le type de répartition de l'**insolation** au Moyen Oued Righ est contagieux avec **TR est égal à 4, 60** ;
- la **température moyenne annuelle** du Moyen Oued Righ, est de **22,6 °C.**; sa **variance** est de **0,1523** ; l'**écart-type** est égal à 0,391 et un type de répartition régulier avec **0, 006** ;
- Les **précipitations (pluies)** au Moyen Oued Righ, leur moyenne est égale à **77,9** ; la **variance** est de **703, 229** avec un **écart-type** égal à **26, 519** ; le type de répartition des **pluies** est dit contagieux avec une valeur égale à **9,03**;
- En fin, l'analyse statistique des **vents moyens de la zone** du Moyen Oued Righ montre que la moyenne est de l'ordre de **3, 991 m/s** ; sa **variance** est égale à **0, 066** avec un écart-type égal à **0, 258**. Ainsi, la variation de ce paramètre est régulière avec une valeur de **TR** égale à **0.02**.

II.3. Bioclimat

II.3. 1. Bioclimat selon les données mesurées

II.3. 1. 1. Diagrammes Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

L'étude du diagramme ombrothermique (Figure 22), montre clairement que la zone d'Oued Righ possède une période sèche annuelle. C'est-à-dire elle s'étale sur les douze mois de l'année.

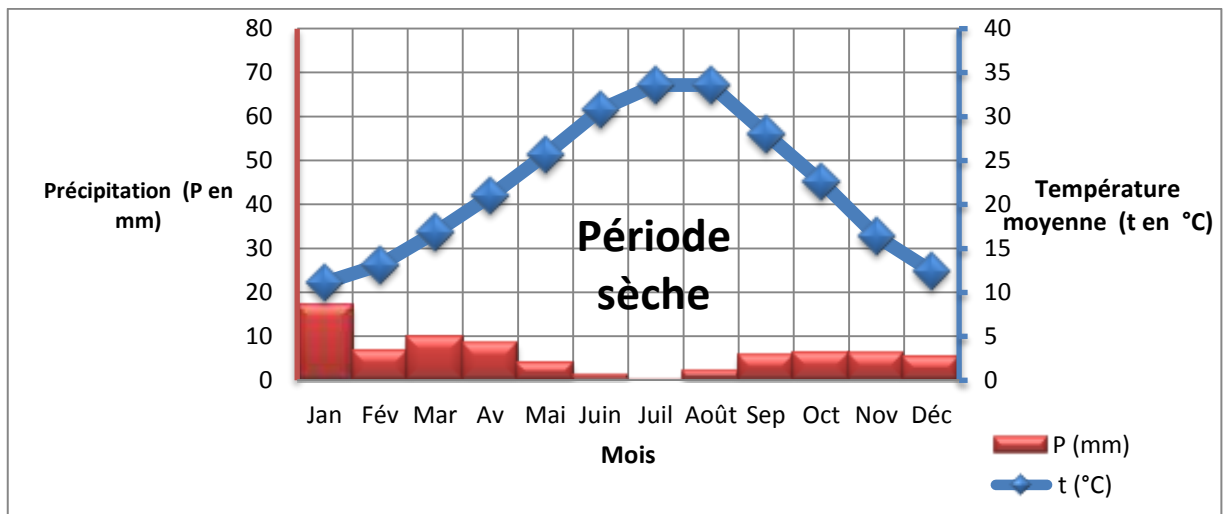


Figure 17. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен relatif à la région d'Oued Righ (1983-2017)

II.3. 1. 2. Quotient pluvio-thermique et cLimagramme d'Embergr

II.3. 1. 2. 1. Quotient pluviothermique "Q₂"

Dans le tableau (6), nous avons représenté la valeur du quotient pluviothermique d'Emberger de la région du **Moyen Oued Righ** en se focalisant sur la méthode classique.

Tableau 6. Valeur du Quotient pluviothermique dans la région d'Oued Righ

Paramètres Région	P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q ₂
Oued Righ (Touggourt)	72,2	40,9	4,7	6,78

Le tableau ci-dessus montre que le quotient pluviothermique d'Emberger " Q_2 " de la zone d'étude est égal à **6,78**. Cette valeur est inférieure à 10 ainsi que les précipitations sont inférieures à 100 mm ($P < 100$) donc la zone d'étude appartient à l'étage bioclimatique Saharien.

II.3. 1. 2. Climagramme d'Emberger

En fonction des valeurs de « Q_2 » et « m » (Tableau 6), nous avons situé la zone d'étude sur le Climagramme d'Emberger (Figure 23). Ainsi, il apparaît que la région d'Oued Righ appartient à l'étage bioclimatique saharien à hiver doux.

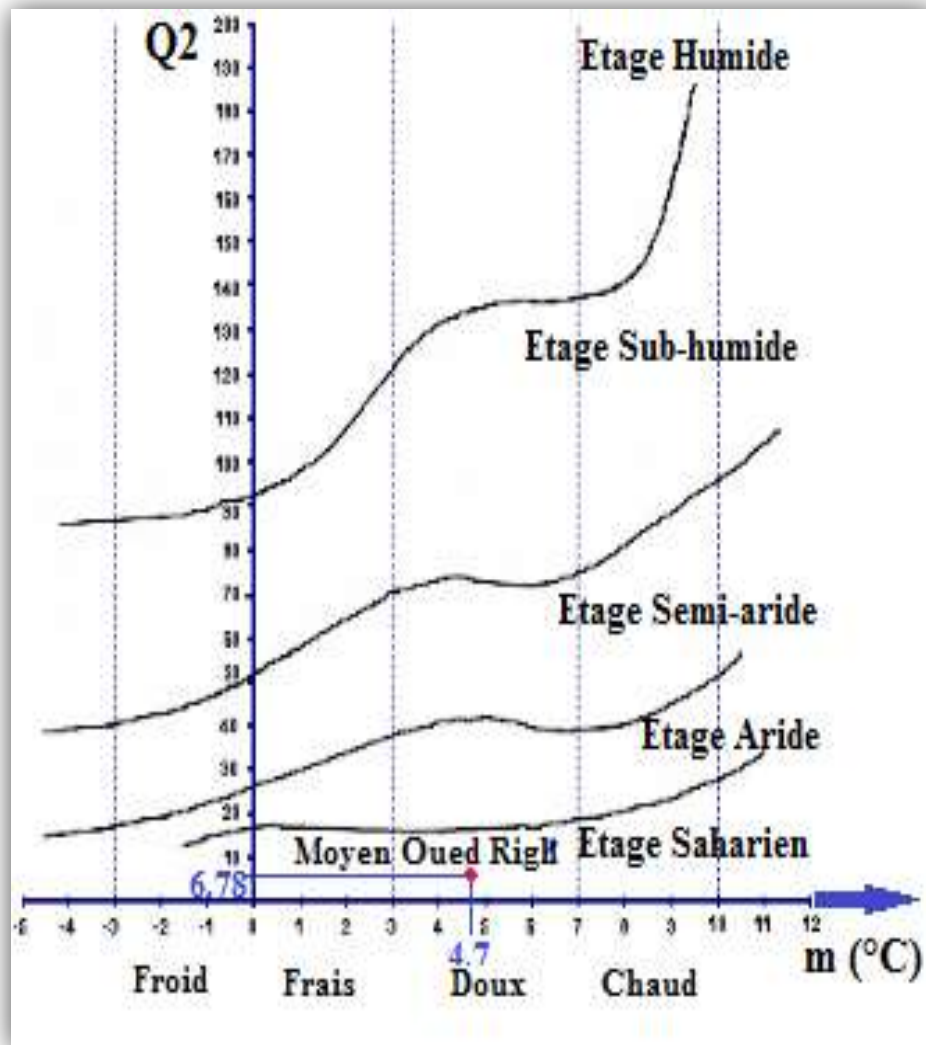


Figure 18. Etage bioclimatique de la région d'étude basé sur les données mesurées à Touggourt (1983-2017) dans le climagramme d'Emberger.

II.3. 2. Bioclimat selon les données interpolées

A l'aide des données climatiques des stations météorologiques régionales mesurées : « Q_2 » et les précipitations (en mm), et à travers l'interpolation spatiale par IDW réalisée par le logiciel **Surfer V.11** (**Figure 20,15 et 16**) , nous avons déterminé les résultats qui sont notés dans le **tableau 7**.

Tableau 7. Données climatiques mesurées et interpolées des stations météorologiques du Moyen Oued Righ

Nature des données climatiques	stations météorologiques	Pluie (P en mm)	Q_2	Bioclimat
Mesurées	Ouargla	54	3.179	Saharien
	Touggourt	56	5.173	Saharien
	Eloued	61.6	7.37	Saharien
	Biskra	149.2	14.065	Aride
Interpolées	Hadja R'kya	75	5.8	Saharien
	El_Annate- M'rara	79,8	7.9	Saharien à aride
	koudia1	60	6.1	Saharien
	Et- toudjine	75,9	8.5	Saharien à aride
	koudia2	60	6	Saharien
	Sidi Yahia	75,1	8	Saharien à aride
	Tamerna Djedida	74,9	5.85	Saharien
	Lac Ayata	74,8	6.9	Saharien
	Oued Er R'tem	80	8.95	Saharien à aride

En fonction des valeurs du « Q_2 » et « P » interpolées des stations météorologiques (**Tableau 6**), et en se basant sur l'ensemble des étages **bioclimatiques** définis au niveau de la région méditerranéenne (**Emberger, 1932**) (**Tableau 3**), nous avons situé les stations météorologiques. Celles-ci présentent des données climatiques mesurées et utilisées pour l'interpolation spatiale qui sont indiquées par la couleur rouge (**Figure 24**). Ainsi, du bas vers le haut, nous remarquons la répartition des stations d'Ouargla, de Touggourt, d'El Oued et de Biskra ; comme notées ci-après.

Les totaux pluviométriques sont **inférieurs à 100 mm (P en mm <100)** pour les stations d'Ouargla (54 mm), pour Touggourt (56 mm) , et 61.6 mm pour El Oued respectivement . Ces trois stations météorologiques se situent à l'étage bioclimatique **Saharien** suite **aux**

valeurs du " Q_2 " qui sont inférieures à 10 ($Q_2 < 10$). Elles sont égales respectivement à 3,17 pour Ouargla, à 5,17 pour Touggourt et à 7,37 pour El Oued. Mais au niveau de la station météorologique de Biskra, nous enregistrons un cumul de précipitations annuel supérieur à 100 mm ($100 > P$ en mm), soit 149, 2 mm. En raison de la valeur de son coefficient " Q_2 " qui est égal à 14,06, elle est située à l'étage bioclimatique aride.

Il semble que les stations météorologiques d'études à travers leurs données climatiques interpolées forment 2 groupes. En effet, le coin Nord-Est (M'rara) constitué par Oued R'tem et El-Annate, les stations d'Et-Touidjine et de Sidi Yahia, sont relativement plus arrosés avec 80 mm que les autres parties de la zone d'étude. De même, elles présentent des coefficients pluviothermique inférieurs et proche à 10 " $Q_2 \leq 10$ ". Ainsi, ces stations sont caractérisées par un bioclimat saharien à aride.

Les autres stations de Hadja R'kya, koudialet 2, Tamerna Djedida et lac Ayata présentent des quantités pluviométriques qui sont inférieurs à 100 mm ($P < 100$) (Tableau 2). Leurs quotients pluviothermique d'Emberger " Q_2 " qui sont inférieurs à 10 " $Q_2 < 10$ ". Donc, elles sont caractérisées par un bioclimat Saharien.

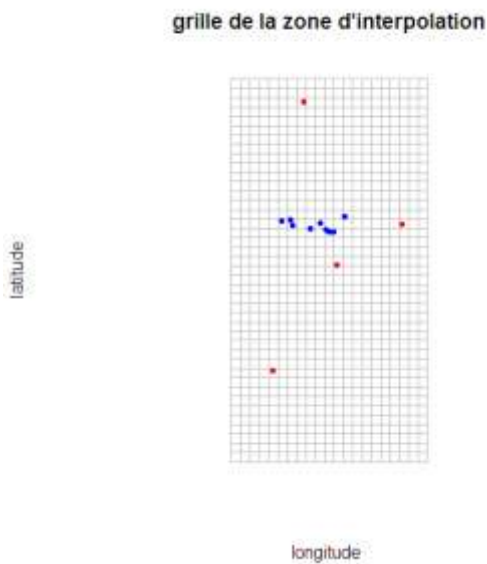


Figure 19. Grille de 0.1° réalisée par le logiciel R ; Stations météorologiques (en rouge) et les points d'échantillonnage utilisés (en bleu).

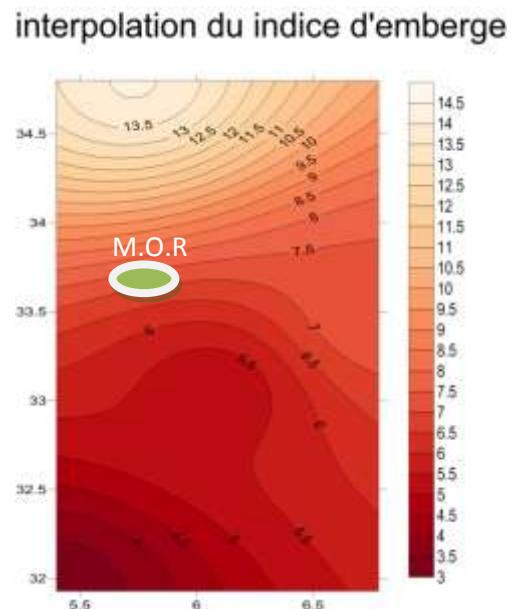


Figure 20. Carte d'interpolation spatiale de l'indice d'Emberger « Q_2 » par IDW (2008-2017).

Dans la zone d'étude, les résultats enregistrés de l'analyse bioclimatique pour la période allant de 2008 à 2017, sont illustrés par les figures **24** et **25**. En effet, la figure **24** représente la grille de 0.1° réalisée par le logiciel R au niveau de laquelle, nous observons la localisation des stations météorologiques (en rouge) et les points d'échantillonnage utilisés (en bleu). Quant à la figure **25**, elle représente la carte d'interpolation spatiale de l'indice d'Emberger « **Q₂** » que nous avons obtenu par l'IDW, réalisée par le logiciel **Surfer** V.11.

Nous remarquons qu'avec une moyenne égale à **7,38** du quotient pluviothermique d'Emberger "**Q₂**", la zone du **Moyen Oued Righ** est située à l'étage bioclimatique Saharien.

II.3. 2. 1. Type de répartition (TR) de l'indice d'Emberger « Q₂ »

L'analyse statistique du coefficient d'Emberger « **Q₂** » réalisé par le logiciel **R** permet de déduire que la moyenne est égale à **7,38** ; une variance de l'ordre de **7,30** et un écart-type étant égal à **2,7**.

Le type de répartition (TR) de cet indice dans la zone du **Moyen Oued Righ** est dit régulier. Car la valeur de TR est inférieure à **1** dont elle est égale à **0,99**.

II.4. Inventaire Floristique

L'inventaire floristique effectué au niveau du Moyen Oued Righ, nous a permis d'enregistrer **91** espèces végétales. Celles-ci recouvrent **60** genres et **28** familles (**Annexe 3**). Les taux de ces familles sont très variables (**Annexe 4** et **Figure 26**). Parmi les familles les plus abondantes, nous notons par ordre décroissant, la famille des *Asteraceae* avec **17,58 %** (16 espèces), les *Brassicaceae* avec **12,09 %** (11 espèces) et les *Amaranthaceae* avec **8,79%** (08 espèces).

La répartition des espèces suivant les sites montre qu'elle est variable. En effet, nous notons dans le site le plus diversifié les bordures d'erg (nebka) **53** espèces, suivi par Hammada avec **41** espèces et le plateau avec **26** espèces. Alors que les sites d'Oued, de sebkha et du lac sont les plus pauvres en espèces.

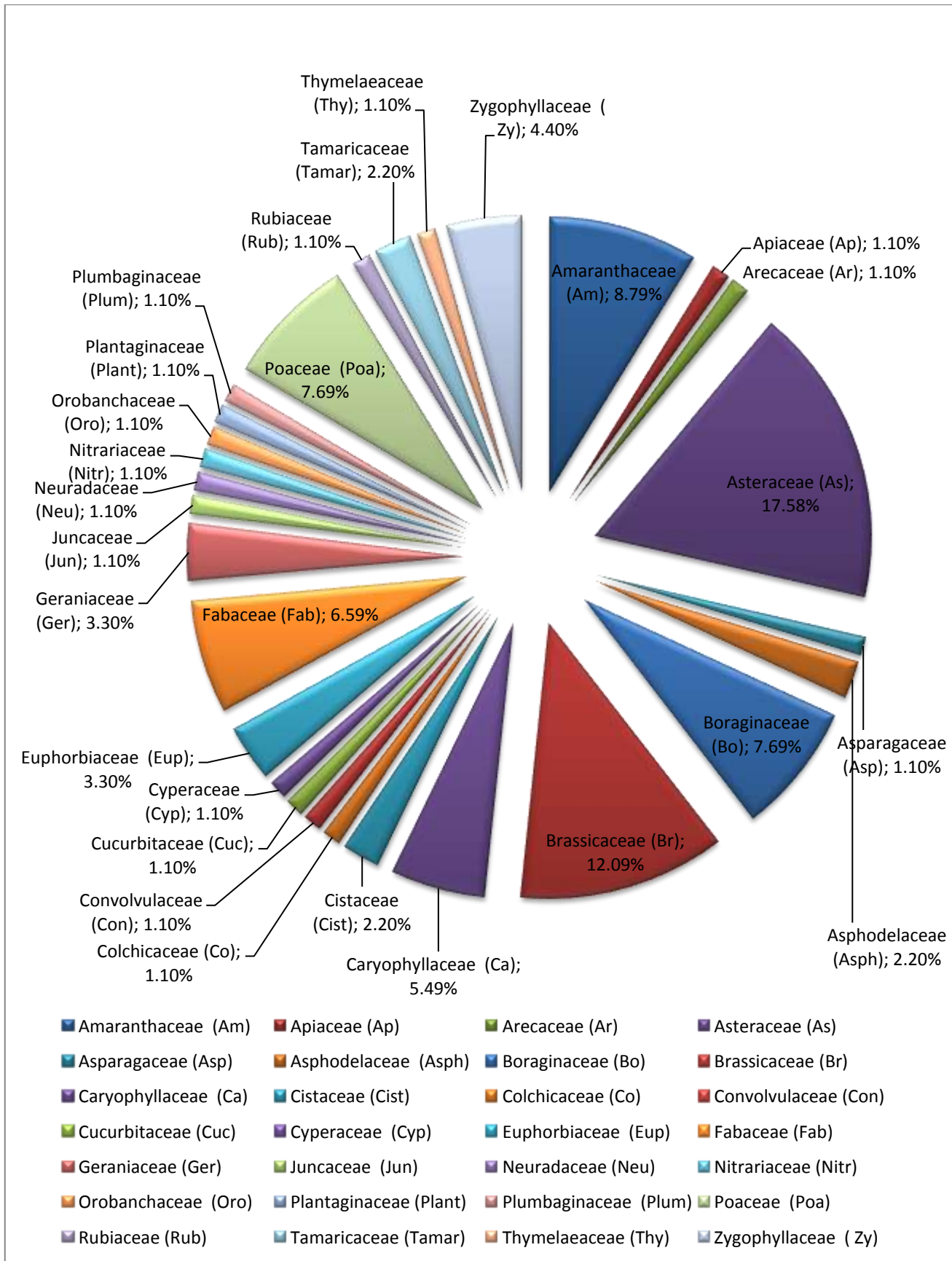


Figure 21. Proportion des familles répertoriées dans le Moyan Oued Righ

II.5. Relation climat- flore

II.5.1. Groupes floristico-climatiques

En se focalisant sur ce qui est exposé précédemment et d'après l'Annexe 3, on note que les 91 espèces végétales inventoriées au Moyen Oued Righ se répartissent en trois groupes floristico-climatiques suivant les étages bioclimatiques caractérisés.

II.5.1. 1. Groupe floristico-climatique se trouvant à l'étage bioclimatique Saharien « $Q_2 < 10$; $P < 100$ »

Les espèces correspondant à cet étage sont au nombre de 20 espèces. Il s'agit des plantes *Halocnemum strobilaceum* (pall) M. Bied. ; *Sarcocornia fruticosa* (L.) A.J. Scott ; *Suaeda vermiculata* Forssk. ex J.F. Gmel ; *Eryngium ilicifolium* (Lam.) ; *Atractylis carduus* (Forssk.) C. Chr. ; *Heteromera fuscata* (Desf.) Pome ; *Launaea mucronata* (Forssk.) Muschl., *Launaea fragilis* (Asso) Pau, *Launaea fragilis* sp, *Eruca vesicaria* (L.) Thell, *Savigna* sp., *Cressa cretica* L., *Cyperus conglomeratus* Rottb., *Astragalus caprinus* L, *Astragalus cruciatus* Link., *Juncus maritimus* Lam., *Cistanche phelypaea* (L.) Cout., *Genista saharae* Coss & Dur, *Phragmites communis* Trin.

II.5.1. 2. Groupe floristico-climatique se trouvant à l'étage bioclimatique Saharien à aride « $Q_2 \leq 10$; $P \leq 100$ »

Comme précédemment, les espèces qui représentent cet étage enregistrent un effectif égal à 51. Ce sont les espèces *Anabasis oropetiorum* Maire ; *Cornulaca monacantha* Delile ; *Hammada scoparia* (Pomel) Iljin, *Gymnarrhena micrantha* Desf. ; *Ifloga spicata* (Forssk.) Sch. Bip ; *Launaea angustifolia* (Desf.) Kuntze ; *Launaea capitata* Sp. ; *Launaea nudicaulis* (L.) Hook. f. ; *Launaea quercifolia* (Desf.) Pamp. ; *Picris asplenioides* L. ; *Picris* sp ; *Drimia noctiflora* (Batt. & Trab.) Stearn ; *Asphodelus refractus* Boiss ; *Asphodelus tenuifolius* Cav ; *Arnebia decumbens* (Vent.) Coss. & Kralik ; *Echium horridum* Batt. ; *Echium humile* Desf. ; *Echium humile subsp. pycnanthum* (Pomel) Greuter & Burdet ; *Echium trygorrhizum* Pomel ; *Moltkiopsis ciliata* (Forssk.) Johnst ; *Eremobium aegyptiacum subsp. longisiliquum* (Coss.) Maire ; *Henophyton deserti* (Coss. & Durieu) ; *Savignya parviflora subsp. longistyla* (Boiss. & Reut.) Maire ; *Zilla spinosa subsp. macroptera* (Coss.) Maire & Weiller ; *Zilla* sp. ; *Herniaria fontanesii* J. Gay ; *Paronychia*

arabica (L.) DC. ; *Polycarpaea prostrata* ; *Pteranthus dichotomus* Forssk ; *Helianthemum getulum* ; *Helianthemum lippii* (L.) Dum. Cours ; *Colchicum wyssianum* (Beauverd & Turrett.) J.C. Manning & Vinn. ; *Colocynthis vulgaris* Schrad., ; *Euphorbia* sp ; *Euphorbia retusa* Forssk. ; *Astragalus gomboëformis* Pomel ; *Retama raetam* (Forssk.) Webb ; *Erodium glaucophyllum* (L.) L'Her. ; *Neurada procumbens* L. ; *Nitraria retusa* (Forssk.) Asch. ; *Plantago ciliata* Desf. ; *Centropodia forskalii* (Vahl) Cope ; *Panicum turgidum* Forssk ; *Stipagrostis plumosa* (L.) Munro ex T. Anderson ; *Stipagrostis optusa* (Del .) Nees. ; *Stipagrostis pungens* (Desf.) De Wint ; *Crucianella hirta* Pomel ; *Tamarix aphylla* ; *Thymelaea microphylla* Coss. & Durieu ex Meisn. ; *Fagonia latifolia* Delile ; *Fagonia microphylla* Pomel




II.5.1. 3. Groupe floristico-climatique indiquant le climat Saharien et Saharien à aride




« $Q_2 < 10$; $P < 100$ » et « $Q_2 \leq 10$; $P \leq 100$ »




Dans cet étage, nous avons recensées 20 espèces. Celles-ci sont les plantes *Salsola oppositifolia* Desf. ; *Traganum nudatum* Del ; *Brocchia cinerea* (Delile) Vis. ; *Cotula anthemoides* L. ; *Launaea capitata* (Spreng.) Dandy ; *Ogastemma pusillum* (Bonnet & Barratte) Brummitt ; *Eremobium aegyptiacum* (Spreng.) Hochr. ; *Matthiola longipetala subsp. livida* (Delile) Maire ; *Pseuderucaria clavata* (Boiss. & Reut.) O.E. Schulz ; *Pseuderucaria teretifolia* (Desf.) O.E. Schulz ; *Polycarpaea repens* (Del.) Asch et schw ; *Euphorbia guyoniana* Boiss. & Reut ; *Astragalus gyzensis* Bunge. ; *Astragalus mareoticus* Delile ; *Monsonia heliotropioides* (Cav.) Boiss. ; *Monsonia nivea* (Decne.) Webb. ; *Limoniastrum guyonianum* Coss & Dur ; *Tamarix gallica* sp ; *Zygophyllum album* L = *Tetraena alba* (L. f.) Beier & Thulin ; *Zygophyllum cornutum* Coss.




II.5.2. Illustration de quelques espèces indicatrices

En plus de l'analyse systématique de la flore répertoriée ci-dessus (**Annexe 3**), nous présentons les photos (**de 7 à 18**) de quelques plantes indicatrices éco-climatiques.

 <p>Photo 7. <i>Anabasis oropediorum</i> Maire</p>	<p>Nom scientifique de l'espèce végétal : <i>Anabasis oropediorum</i> Maire</p> <p>Familles : <i>Amaranthaceae</i> Juss., nom. cons.</p> <p>Stations : El-Annate – M'rara; Et-Touidjine ; Sidi Yahia ; Oued Er-R'tem.</p> <p>Sites géomorphologiques : Colline ; plateau ; erg ; oued.</p> <p>Habitats : Moyen Oued Righ (nord)</p> <p>Étage bioclimatique : Saharien à aride</p>
 <p>Photo 8. <i>Cornulaca monacantha</i> Delile</p>	<p>Nom scientifique de l'espèce végétal : <i>Cornulaca monacantha</i> Delile</p> <p>Familles : <i>Amaranthaceae</i> Juss., nom. cons.</p> <p>Stations : Et-Touidjine ; Sidi Yahia.</p> <p>Sites géomorphologiques : Plateau et erg.</p> <p>Habitats : Moyen Oued Righ (nord)</p> <p>Étage bioclimatique : Saharien à aride</p>
 <p>Photo 9. <i>Halocnemum strobilaceum</i> (Pall) M. Bied</p>	<p>Nom scientifique de l'espèce végétal : <i>Halocnemum strobilaceum</i> (Pall) M. Bied.</p> <p>Familles : <i>Amaranthaceae</i> Juss., nom. cons.</p> <p>Stations : Tamerna djedida ; lac Ayata</p> <p>Sites géomorphologiques : Sebka ; lac.</p> <p>Habitats : Moyen Oued Righ (sud)</p> <p>Étage bioclimatique : Saharien</p>

 <p>Photo 10. <i>Salsola oppositifolia</i> Desf.</p>	<p>Nom scientifique de l'espèce végétal : <i>Salsola oppositifolia</i> Desf.</p> <p>Familles : <i>Amaranthaceae</i> Juss., nom. cons.</p> <p>Stations : Koudia ; Oued Er-R'tem.</p> <p>Sites géomorphologiques : Erg ; Oued.</p> <p>Habitats : Moyen Oued Righ</p> <p>Etage bioclimatique : Saharien et Saharien à aride</p>
 <p>Photo 11. <i>Traganum nudatum</i> Del</p>	<p>Nom scientifique de l'espèce végétal : <i>Traganum nudatum</i> Del</p> <p>Familles : <i>Amaranthaceae</i> Juss., nom. cons.</p> <p>Stations : Hadja R'kiya ; El-Annate – M'rara; Koudia; Sidi Yahia ; Lac Ayata.</p> <p>Sites géomorphologiques : Colline ; plateau ; erg ; lac.</p> <p>Habitats : Moyen Oued Righ</p> <p>Etage bioclimatique : Saharien et Saharien à aride</p>
 <p>Photo 12. <i>Brocchia cinerea</i> (Delile) Vis.</p>	<p>Nom scientifique de l'espèce végétal : <i>Brocchia cinerea</i> (Delile) Vis.</p> <p>Familles : <i>Asteraceae</i> Bercht. & J.Presl, nom. cons.</p> <p>Stations : Hadja R'kiya ; Koudia 1 ; Et-Touidjine ; Koudia 2 ; Sidi Yahia.</p> <p>Sites géomorphologiques : Colline ; plateau ; erg.</p> <p>Habitats : Moyen Oued Righ</p> <p>Etage bioclimatique : Saharien et Saharien à aride</p>

 <p>Photo 13. <i>Cotula anthemoides</i> L.</p>	<p>Nom scientifique de l'espèce végétal : <i>Cotula anthemoides</i> L.</p> <p>Familles : <i>Asteraceae</i> Bercht. & J.Presl, nom. cons.</p> <p>Stations : Koudia 1 ; Sidi Yahia.</p> <p>Sites géomorphologiques : plateau ; erg.</p> <p>Habitats : Moyen Oued Righ</p> <p>Etage bioclimatique : Saharien et Saharien à aride</p>
 <p>Photo 14. <i>Heteromera fuscata</i> (Desf.) Pomel</p>	<p>Nom scientifique de l'espèce végétal : <i>Heteromera fuscata</i> (Desf.) Pomel</p> <p>Familles : <i>Asteraceae</i> Bercht. & J.Presl, nom. cons.</p> <p>Stations : Koudia 1.</p> <p>Sites géomorphologiques : Plateau.</p> <p>Habitats : Moyen Oued Righ (sud)</p> <p>Etage bioclimatique : Saharien</p>
 <p>Photo 15. <i>Ifloga spicata</i> (Forssk.) Sch. Bip</p>	<p>Nom scientifique de l'espèce végétal : <i>Ifloga spicata</i> (Forssk.) Sch. Bip</p> <p>Familles : <i>Asteraceae</i> Bercht. & J.Presl, nom. cons.</p> <p>Stations : Et-Touidjine.</p> <p>Sites géomorphologiques : Plateau.</p> <p>Habitats : Moyen Oued Righ (nord)</p> <p>Etage bioclimatique : Saharien à aride</p>

 <p>Photo 16. <i>Launaea capitata</i> (Spreng.) Dandy</p>	<p>Nom scientifique de l'espèce végétal : <i>Launaea capitata</i> (Spreng.) Dandy</p> <p>Familles : <i>Asteraceae</i> Bercht. & J.Presl, nom. cons.</p> <p>Stations : Koudia 1 ; Et-Touidjine ; Koudia 2 ; Sidi Yahia.</p> <p>Sites géomorphologiques : Plateau ; Erg.</p> <p>Habitats : Moyen Oued Righ</p> <p>Etage bioclimatique : Saharien et Saharien à aride</p>
 <p>Photo 17. <i>Launaea fragilis</i> (Asso) Pau</p>	<p>Nom scientifique de l'espèce végétal : <i>Launaea fragilis</i> (Asso) Pau</p> <p>Familles : <i>Asteraceae</i> Bercht. & J.Presl, nom. cons.</p> <p>Stations : Koudia 1; Koudia 2.</p> <p>Sites géomorphologiques : plateau ; erg.</p> <p>Habitats : Moyen Oued Righ (sud)</p> <p>Etage bioclimatique : Saharien</p>
 <p>Photo 18. <i>Launaea mucronata</i> (Forssk.) Muschl.</p>	<p>Nom scientifique de l'espèce végétal : <i>Launaea mucronata</i> (Forssk.) Muschl.</p> <p>Familles : <i>Asteraceae</i> Bercht. & J.Presl, nom. cons.</p> <p>Stations : Koudia 1.</p> <p>Sites géomorphologiques : Plateau.</p> <p>Habitats : Moyen Oued Righ (sud)</p> <p>Etage bioclimatique : Saharien</p>

Chapitre .III
Discussion
générale

III.DISCUSSION GENERALE

III.1. Traitement De L'image « SENTINEL-2 » par l'ENVI 4.7

L'utilisation de la télédétection à travers l'image « SENTINEL-2 » du Moyen Oued Righ, nous a conduits à mieux explorer la zone d'étude. En effet, Il apparait qu'à travers la composition colorée, nous pouvons observer que les plantes cultivées (des palmerais) en couleur vert foncé ; alors que les plantes spontanées ne s'observent pas à cause de leur faible réflectance spectrale, ce qui pose un inconvénient. Toutefois, l'analyse spectrale de l'image satellitaire par l'**indice de végétation normalisé (NDVI)** permet d'obtenir une bonne visualisation pour les zones de végétations de la zone d'étude. Elle apparait en blanc pour les fortes activités chlorophylliennes.

Cependant, il convient de noter que la présentation de l'image NDVI appliquée au Moyen Oued Righ montre qu'il existe une faible réflectance spectrale au milieu de la zone d'étude par rapport à ces deux cotés Est et Ouest. Ceci revient probablement aux taux de salinité élevés caractérisant le centre de la zone d'étude. **Mougenot B. (1993)** a démontré que lorsque le taux de sel est élevée, il influ négativement sur la réflectance de la végétation.

III.2. Approches climatiques

Une comparaison a été effectuée entre les paramètres climatiques communs (**Tableau 8**) prisent par les deux approches climatiques. Elle a fait apparaitre une faible dissemblance entre les valeurs obtenues.

Tableau 8. Moyennes annuelles, cumuls des paramètres climatiques mesurés et interpolés

	Méthode classique temporaire	Méthode spatio-temporelle	Différence	Ecart types
Insolation (h/ an.)	3087, 6	3285.62	198.02	122,978
Température moyenne (°C)	22,08	22.6	0.52	0, 391
Précipitations (P en mm)	72,2	77.9	5.6	26,519
vitesse du vent (m/s)	4,2	3.99	0.21	0,258

Du tableau 8, il apparaît que les variations ne sont pas significatives pour l'ensemble des paramètres climatiques analysés puisque leurs écarts types sont inférieurs à 0,5 de leurs moyennes.

En fait, l'analyse spatio-temporelle du climat dans une zone saharienne a permis pour la première fois d'obtenir des résultats sous forme de cartes spatio-temporelles où « grilles ». Quoique la période d'étude n'ait pas suffisante pour bien l'exprimer. C'est ainsi que la comparaison des facteurs climatiques mesurés et ceux interpolés n'affiche pas de variations significatives pour l'ensemble des paramètres climatiques analysés puisque leurs écarts types sont faibles. Ce qui signifie que le climat est semblable à celui régional : type méditerranéo-saharien comme rapporté par **Hadjaidji-Benseghier et al. (2017)**.

III.3. Bioclimat

Les valeurs du quotient pluviométrique d'Emberger obtenues à travers les 2 méthodes montrent une dissemblance avec : « $Q_2 = 6.78$ » provenant des données mesurées ; « $Q_2 = 7.38$ » découlant des données interpolées. Toutefois, l'analyse statistique dévoile une faible variation. Celle-ci apparaît à travers la valeur de l'écart type qui est inférieur à 0,5 de la moyenne de cet indice. Suite à cela la zone d'étude est classée à l'étage bioclimatique saharien avec un hiver doux.

Par ailleurs, la combinaison des résultats d'interpolation du quotient d'Emberger « Q_2 » et du total pluviométrique (2008 à 2017) semblent subdiviser le Moyen Oued Righ en deux sous-zones écoclimatiques. La première appartient à l'étage bioclimatique **saharien à aride** « Q_2 inférieurs et proche à 10 ; $P \leq 100$ mm » alors que la deuxième zone est à l'étage bioclimatique **Saharien**. Cela peut être expliqué par l'influence des stations étudiées par les stations climatiques de références qui sont à leur proximité. En effet, Eloued et Biskra pour les stations Oued Er R'tem, El-Annate, Sidi Yahia et d'Et-touidjine. Celles-ci sont relativement plus arrosées ce qui contribue à une flore assez diversifiée par rapport au reste de la zone d'étude.

Cependant, les stations de Hadja R'kya, Koudialet 2, Tamerna Djedida et lac Ayata appartiennent à l'étage bioclimatique **saharien**. Ceci s'explique par les valeurs du quotient pluviométrique d'Emberger " Q_2 " **inférieurs à 10 et des quantités de précipitation qui sont inférieurs à 100 mm ($P < 100$)**.

III.4. Composition floristique

L'inventaire floristique, nous a permis de dresser une liste de 91 espèces végétales, recouvrant 28 familles où la famille des *Asteraceae* est prédominante. Les bordures d'erg, Hammada et plateaux constituent les sites géomorphologiques les plus riches floristiquement par rapport à la sebkha, le lac et l'oued dans la zone du Moyen Oued Righ. Ainsi, nos résultats sont en conformité avec ceux de **Kherraze M.E., et al. (2010)**. Toutefois, dans la région d'Ouargla (**Chehema et al., 2005**) ainsi qu'au Sahara central (**Benhouhou et Benghanem, 2013**), c'est plutôt les oueds, les lacs et les vallées sèches qui sont les plus riches floristiquement. Ceci paraît évident compte tenu des conditions climatiques et bioclimatiques (degré d'aridité) (**Benseghier-Hadjaidji, 2018**).

III.5. Relation climat- flore : groupes floristico-climatiques

En vue de comparer nos résultats aux travaux effectués au niveau des steppes Nord africaines dont ceux de Le Houèrou (1995), Nabli (1995) et Djellouli (1987), on note que les 91 espèces végétales indicatrices du climat qui sont inventoriées au Moyen Oued Righ présentent une diversité éco-climatique.

Parmi les espèces rencontrées, on note 14 plantes communes avec celles de Djellouli (1987) qui a travaillé dans les steppes algériennes. Selon cet auteur ces espèces se distribuent dans trois étages bioclimatiques (**cf. Tableau 9**).

Tableau 9. Quelques espèces notées par Y. Djellouli & P. Daget (1987) comme indicatrices du Climat.

<p>A /Etage bioclimatique méditerranéen saharien : <i>A/a - Saharien supérieur froid</i> <i>Ifloga spicata</i> (Forssk.) Sch. Bip <i>Retama raetam</i> (Forssk.) Webb <i>A/c - Saharien supérieur froid et frais</i> <i>Picris asplenioides</i> L.</p>	<p>B/ Etage bioclimatique méditerranéen saharien à aride : <i>B/b- Saharien supérieur froid et frais, aride inférieur froid</i> <i>Stipagrostis optusa</i> (Del.) Nees. <i>B/c- Saharien supérieur frais et aride moyen froid</i> <i>Anabasis oropediorum</i> Maire <i>B/d- Saharien supérieur froid et aride, inférieur moyen et moyen froids</i> <i>Fagonia microphylla</i> Pomel <i>B/f- Saharien supérieur froid et frais et aride inférieur et moyen froids</i> <i>Hammada scoparia</i> (Pomel) Iljin <i>Helianthemum lippii</i> (L.) Dum. Cours <i>B/g- Saharien supérieur froid et aride, moyen et supérieur froids</i> <i>Thymelaea microphylla</i> Coss. & Durieu ex Meisn <i>B/h- Saharien supérieur froid, aride moyen froid et (semi- aride supérieur)</i> <i>Atractylis carduus</i> (Forssk.) C. Chr.</p>	<p>C/ Etage bioclimatique aride : <i>C/a - Aride inférieur et supérieur froids</i> <i>Plantago ciliata</i> Desf. <i>C/c - Aride moyen frais</i> <i>Astragalus cruciatus</i> Link. <i>C/d - Aride moyen et supérieur frais</i> <i>Herniaria fontanesii</i> J. Gay <i>Arnebia decumbens</i> (Vent.) Coss. & Kralik <i>Echium humile subsp. pycnanthum</i> (Pomel) Greuter & Burdet</p>
--	--	---

Par rapport aux steppes de la Tunisie présaharienne, nous enregistrons **56** espèces dans la zone d'étude qui ont été aussi signalées par **Nabli (1995)**. Pour lui, ces plantes se répartissent en 5 groupes floristico-climatiques. De même, nous relevons **4 espèces communes avec celles inscrites par GUNOT (1995) in Nabli (1995)** se regroupant en trios étages bioclimatiques (**Tableau 10 et 11**).

Tableau 10. Quelques espèces indicatrices d'étages et de sous étages communes avec le travail de Gunot (1995) in Nabli (1995)

SEMI-ARIDE MOYEN (SAM) SAM-SAI <i>Launaea fragilis</i> (Asso) Pau (SAS-)	SEMI-ARIDE INFERIEUR (SAI) SAI <i>Launaea nudicaulis</i> (SAM-, ---A)	ARIDE (A) <i>Erodium glaucophyllum</i> (SAI-) <i>Pteranthus dichotomus</i> Forssk (SAI-)
--	---	--

Tableau 11 . Espèces recensées communes avec le travail de Nabli (1995)

<p>1- Groupe floristico-climatique de plantes qui se trouvent à la limite d'aridité de leur aire d'extension dans le climat méditerranéen saharien inférieur (Q < 5).</p> <p><i>Suaeda vermiculata</i> Forssk. ex J.F. Gmel. <i>Traganum nudatum</i> Del <i>Asphodelus refractus</i> Boiss <i>Arnebia decumbens</i> (Vent.) Coss. & Kralik <i>Echium humile subsp. pycnanthum</i> (Pomel) Greuter & Burdet <i>Eruca vesicaria</i> (L.) Thell <i>Cressa cretica</i> L. <i>Juncus maritimus</i> Lam. <i>Phragmites communis</i> Trin <i>Stipagrostis optusa</i> (Del.) Nees . <i>Pteranthus dichotomus</i> Forssk</p>
<p>2- Groupe floristico-climatique de plantes qui se trouvent à leur optimum climatique dans le climat méditerranéen saharien (Q<10).</p> <p><i>Anabasis oropediorum</i> Maire <i>Cornulaca monacantha</i> Delile <i>Salicornia fruticosa</i> (L.) L. ≡ <i>Sarcocornia fruticosa</i> (L.) A.J. Scott <i>Brocchia cinerea</i> (Delile) Vis. <i>Launaea angustifolia</i> (Desf.) Kuntze <i>Launaea capitata</i> (Spreng.) Dandy <i>Launaea capitata</i> sp <i>Launaea fragilis</i> (Asso) Pau</p>

Drimia noctiflora (Batt. & Trab.) Stearn
Echium horridum Batt.
Echium humile subsp. *pyncanthum* (Pomel) Greuter & Burdet
Echium trygorrhizum Pomel
Ogastemma pusillum (Bonnet & Barratte) Brummitt
Moltkiopsis ciliata (Forssk.) I.M. Johnst.
Eremobium aegyptiacum (Spreng.) Hochr.
Oudneya africana R. Br incl. in *Henophyton deserti* (Coss. & Durieu)
Pseuderucaria clavata (Boiss. & Reut.) O.E. Schulz
Savignya parviflora subsp. *S. longistyla* (Boiss. & Reut.) Maire
Zilla spinosa subsp. *macroptera* (Coss.) Maire & Weiller
Cyperus conglomeratus Rottb.
Euphorbia guyoniana Boiss. & Reut
Astragalus gyzensis Bunge.
Monsonia nivea
Plantago ciliata Desf.
Fagonia microphylla Pomel
Hammada scoparia (Pomel) Iljin

3- Groupe floristico-climatique de plantes qui se trouvent à la limite d'humidité de leur aire d'extension dans le climat méditerranéen saharien supérieur (5<Q<10).

Anabasis oropediorum Maire
Cornulaca monacantha Delile
Launaea capitata (Spreng.) Dandy
Launaea capitata sp
Drimia noctiflora (Batt. & Trab.) Stearn
Echium humile subsp. *pyncanthum* (Pomel) Greuter & Burdet
Ogastemma pusillum (Bonnet & Barratte) Brummitt
Moltkiopsis ciliata (Forssk.) I.M. Johnst.
Eremobium aegyptiacum (Spreng.) Hochr.
Matthiola liviida
Oudneya africana R. Br incl. in *Henophyton deserti* (Coss. & Durieu)
Pseuderucaria clavata (Boiss. & Reut.) O.E. Schulz
Savignya parviflora subsp. *S. longistyla* (Boiss. & Reut.) Maire

Savigna sp.
Cyperus conglomeratus Rottb.
Euphorbia guyoniana Boiss. & Reut
Astragalus gyzensis Bunge.
Monsonia heliotropioides (Cav.) Boiss
Fagonia microphylla Pomel
Hammada scoparia (Pomel) Iljin

4- Groupe floristico-climatique de plantes centro- sahariennes qui se trouvent en limite d'humidité de leur aire d'extension dans le climat méditerranéen saharien inférieur

Anabasis oropediorum Maire
Traganum nudatum Del
Launaea angustifolia (Desf.) Kuntze
Launaea fragilis (Asso) Pau
Matthiola liviida
Oudneya africana R. Br incl. in *Henophyton deserti* (Coss. & Durieu)
Helianthemum getulum
Zygophyllum album L = *Tetraena alba* (L. f.) Beier & Thulin

5- Groupe floristico-climatique de plantes qui se trouvent à la limite d'humidité de leur aire d'extension dans le climat méditerranéen aride inférieur (10<Q<25).

Launaea quercifolia (Desf.) Pamp
Launaea fragilis (Asso) Pau
Picris asplenioides L.
Asphodelus refractus Boiss
Pseuderucaria teretifolia (Desf.) O.E. Schulz
Stipagrostis plumosa (L.) Munro ex T. Anderson
Fagonia latifolia
Zygophyllum album L = *Tetraena alba* (L. f.) Beier & Thulin
Zygophyllum cornutum Coss.

Conclusion

Conclusion

La présente étude a porté sur la relation climat-flore (phytoclimat) dans la zone du Moyen Oued Righ qui se situe au Sahara septentrional central. En effet, cette étude a permis de conclure ce qui suit :

L'identification des zones de végétation dans la zone d'étude a été menée grâce à l'interprétation visuelle de la composition colorée des bandes spectrales (bleu, vert et rouge) ainsi qu'à l'analyse spectrale par N.D.V.I. Les résultats obtenus mettent en évidence 8 sites géomorphologiques recouvrant 9 stations.

L'analyse spatio-temporelle du climat dans une zone saharienne a permis pour la première fois d'obtenir des résultats sous forme de cartes spatio-temporelles où « grilles ». Quoique la période d'étude n'ait pas suffisante pour bien l'exprimer. C'est ainsi que la comparaison des facteurs climatiques mesurés et ceux interpolés n'affiche pas de variations significatives pour l'ensemble des paramètres climatiques analysés puisque leurs écarts types sont faibles. Ce qui signifie que le climat est semblable à celui régional : type méditerranéo-saharien.

Les valeurs du quotient pluviométrique d'Emberger obtenues à travers les 2 méthodes montrent une dissemblance avec : « $Q_2 = 6.78$ » provenant des données mesurées ; « $Q_2 = 7.38$ » découlant des données interpolées. Toutefois, l'analyse statistique dévoile une faible variation. Celle-ci apparaît à travers la valeur de l'écart type qui est inférieur à 0,5 de la moyenne de cet indice. Suite à cela la zone d'étude est classée à l'étage bioclimatique saharien avec un hiver doux.

Par ailleurs, la combinaison des résultats d'interpolation du quotient d'Emberger « Q_2 » et du total pluviométrique (2008 à 2017) semblent subdiviser le Moyen Oued Righ en deux sous-zones écoclimatiques. La première appartient à l'étage bioclimatique **saharien à aride « inférieurs et proche à 10 ; $P \leq 100$ mm »** alors que la deuxième zone est à l'étage bioclimatique **Saharien**.

L'analyse floristique, nous a permis de recenser 91 espèces végétales, recouvrant 28 familles mais la famille des *Asteraceae* est la plus représentative. Les bordures d'erg, Hammada et plateaux constituent les sites géomorphologiques les plus riches floristiquement par rapport à la sebkha, le lac et l'oued dans la zone du Moyen Oued Righ.

L'expression de la relation climat-flore a permis de distinguer trois groupes floristico-climatiques. En effet, 20 espèces appartiennent à l'étage bioclimatique saharien, le second formé par 51 espèces se trouvant à l'étage bioclimatique saharien à aride et celui qui indique le saharien et saharien à aride se compose de 20 espèces.

Au terme de cette étude, et à cause du changement climatique qui se conjugue avec l'action anthropique voire la désertification, nous proposons de continuer ce travail. Notamment pour approfondir les connaissances relatives à la relation climat-flore. Ainsi, il serait nécessaire (i) d'étendre la période d'étude (ii) de la généraliser à l'ensemble du territoire saharien et (iii) d'utiliser une méthode plus appropriée d'interpolation comme la méthode de Krégage.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

A

APG IV., 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181, 1–20 p.

B

Bagnouls F. et Gaussen H., 1953. Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat.* Toulouse, 88, 193-239 p.

Bagnouls F. & Gaussen H., 1957. Les climats biologiques et leur classification. *Ann. Géogr.*, 66 (355), 193-220 p.

Bencheikh R. et Hadjaidji S., 2016, Contribution à l'étude de la répartition bioclimatique de quelques espèces végétales sahariennes au niveau de la région d'Ouargla Mém. Lic. Univ. Kasdi Merbah Ouargla, 40 p.

Benhouhou S. et Benghanem A. N., 2013. Flore et végétation du Sahara algérien : synthèse et perspectives de recherche, *colloque scientifique :le Sahara impacts de changements environnementaux extrêmes sur la biodiversité*, 23 p.

Benseghier-Hadjaidji F., Talbi N., and Derridj A ., 2018. Contribution to the study of the zonal variation of the climate aridity in central northern Sahara (Algeria). AIP (American Institute of Physics) *Conference Proceedings* 1968, 030066 : 1-8 (2018) ; <https://doi.org/10.1063/1.5039253>

Bouallala M., 2006. Contribution a l'étude phytoecologique des ecosystemes steppiques : Cas du Djebel Aïssa (Monts des Ksours, Aïn Sefra, Nâama). Thèse de Magist.USTO. 97p

Bouaoune D., 2015. Typologie de la structuration bioclimatique et altitudinale de la végétation forestiere des montagnes de l'Algérie du Nord. Thèse Doctorat ; Université USTHB., 122 p.

Boumaraf B. et al., 2014. Paysages et sols dans la vallee d'oued righ, Sahara Nord oriental, Algerie, *Courrier du Savoir* – N°18, Mars, 103-110 p.

C

Chehma A., Djebbar M.R., Hadjaidji F. et Rouabeh L., 2005. Étude floristique spatio-temporelle des parcours sahariens du Sud-Est algérien. *Sécheresse* ; 16 (4) : 275-85 p.

Chehma A., 2006. Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien. Ed, Dar El Houda, Uni de Ouargla, Laboratoire de protection des écosystemes.

D

Djellouli Y. et Daget Ph., 1987. Climat et flore dans les steppes du sud-ouest Algérien, *Bull. Soc. bot. Fr., 134, Lettres bot., (4/5), 375-384.*

Djebaili S., 1978. Recherches phytoécologiques et phytosociologiques sur la végétation des Hautes Plaines steppiques et de l'Atlas saharien algérien. Thèse Doct. , Montpellier, 299 p.

Dobignard A. et Chatelain C., 2010. Index synonymique de la flore d'Afrique du Nord. Volume 1 : *Pteridophyta, Gymnospermae, Monocotyledoneae*. Conservatoire et jardin botaniques de la ville de Genève, 4052p.

Dobignard A. et Chatelain C., 2011. Index synonymique de la flore d'Afrique du Nord. Volume 2 : *Dicotyledoneae : Acanthaceae – Asteraceae*. Conservatoire et jardin botaniques de la ville de Genève, 425p.

Dobignard A. et Chatelain C., 2011. Index synonymique de la flore d'Afrique du Nord. Volume 3 : *Dicotyledoneae : Balsaminaceae – Euphorbiaceae*. Conservatoire et jardin botaniques de la ville de Genève, 447p.

Dobignard A. et Chatelain C., 2012. Index synonymique de la flore d'Afrique du Nord. Volume 4 : *Dicotyledoneae : Fabaceae – Nymphaeaceae*. Conservatoire et jardin botaniques de la ville de Genève, 429p.

Dobignard A., et Chatelain C., 2013. Index synonymique de la flore d'Afrique du Nord. Volume 5 : *Dicotyledoneae : Oleaceae – Zygophyllaceae*. Conservatoire et jardin botaniques de la ville de Genève, 436p.

Dubief J., 1963. Le climat du Sahara. Tome II. L'Institut de Météorologie et de Physique du Globe de l'Algérie. Alger, 275p.

Dubost D., 1992. *Ecologie, Aménagement et développement Agricole des oasis algériennes.* Ed Centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides, Thèse Doctorat. Univ. Géo. et Amén. Univ. François Rablaise, 423 p.

E

Emberger L., 1932. Sur une formule climatique et ses applications en botanique: la météorologie, 92 et 93, 423-432 p.

Emberger L., 1950. Rapport sur les régions arides et semi-arides de l'Afrique du Nord. UNESCO/ NS/ ITAZ/ n° 11, Paris.

Emberger L. 1955. Une classification biogéographique des climats. *Rev. Trav. Lab. Bot. Fac. Sci.* Montpellier, 7: 3-43.

Emberger L., 1930- 1971. Travaux de botaniques et d'écologie. Masson, éd., Paris , 520p.

G

Gratton Y., 2002. Le krigeage : la méthode optimale d'interpolation spatiale, les articles de l'Institut d'Analyse Géographique, Juin, www.iag.asso.fr

Gounot M., 1969. Méthode d'étude quantitative de la végétation. 7ème ed© Masson. Paris. 314p.

H

Hadjaidji-Benseghier F., 2002. Contribution à l'étude de l'avifaune nicheuse des palmeraies de la cuvette d'Ouargla. Thèse de Magister, Inst. Nati. Agro., El Harrach, 187p.

Hadjaidji-Benseghier F., Talbi N., and Derridj A., 2017. Did the global warming confirm in central northern Sahara (case of the region of Ouargla)? *Elsevier. Energy Procedia*, 119 : 852-862.

Hirche A., Boughanie A. & Salamani M., 2007. Evolution de la pluviosité annuelle dans quelques stations arides algériennes. *Sécheresse*, 18 (4), 314-320.

K

Kherraze M.E., Lakhdari K., Kherfi Y., Benzaoui T., Berroussi S., Bouhanna M., Sabaa A. 2010. Atlas floristique de la vallée de l'Oued Righ par écosystème. C.R.S.T.R.A. Guerfa. Biskra (Algérie). 91p.

L

Laouini H., 2012. Caractérisation géochimique des zones humides entre deux climats, méditerranéen et aride par image satellitaire: cas des lacs d'El-Taref et les chott et sebkhas de Ouargla. Thèse, Magistère, Univ. Kasdi Merbah Ouargla, 107p.

Le Houèrou H.N., 1990. Définitions et limites bioclimatiques. *Sécheresse*, 1: 246-249.

Le Houèrou H.N., 1995. Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides et semi-arides du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertisation. Options méditerranéennes. Série B: Etude et recherches, N° 10. CIHEAM/ACCT, 396 p.

Le Houèrou H.N., 2002. Multipurpose germplasm of fodder shrubs and trees for the rehabilitation of arid and semi-arid land in the Mediterranean in bioclimatic zone. 14 p.

Le Houèrou H.N., Claudin J. Pouget M., 1977. Etude bioclimatique des steppes algériennes*(Avec une carte bioclimatique à 1/ 1. 000. 00ème). *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord Alger*, t. 68, fasc. 3 et 4.

Le Houèrou, H.N., 1972. An assessment of the primary and secondary production of the arid grazing lands ecosystems of North Africa. *Eco-Physiol. Found. of Ecosystems Product. In arid zone*, Intern. Symp. URSS, June 7-19, 168-172.

M

Meddour R., 2010. Bioclimatologie, Phytogéographie et phytosociologie en Algérie, exemple des groupements forestiers et préforestiers de la Kabylie dujrdjurienne. Thèse, Doc. Etat, SC. Agro. Univ. Mouloud Maameri, Tizi ouzou, 398p.

Mokhtari N., Mrabet R., Lebailly P., Bock L., 2014. Spatialisation des bioclimats, de l'aridité et des étages de végétation du Maroc, *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* 2 (1):50-66

Monod T., 1992. Du désert. *Sécheresse*, 3 (1), 7-24 p.

Mougenot B., 1993. Effets des sels sur la réflectance et télédétection des sols salés, *Antenne de télédétection Orstom, Centre Agrymet, BP11416, Niamey, Niger, Cah. Orstom, sér, Pédol., vol. XXVIII, no 1*, 45-54p,

N

Nabli M.A., 1995. Essai de synthèse sur la végétation et la phyto-écologie tunisiennes. Le milieu physique et la végétation, Ecologie végétale appliquée. *Flore et végétation*, volume 5 & 6 Fac. Sc. Tunis ed. UNESCO. MAB.

O

O.N.M. 2017. Données climatiques de la région du Touggourt. Ed. Office National Météo., Sud-est Ouargla ,5p.

Ozenda P., 1982. Les végétaux dans la biosphère. Ed. Doin, Paris, 431 p

Ozenda P., 1983. Flore du Sahara. Ed. Centre National. Recherche scientifique. Paris, 622 p.

Ozenda P. 1991. Flore de Sahara (3e édition mise à jour et augmentée), Editions du CNRS, Paris, 662 p.+ cartes.

Ozenda P., 1977. Flore du Sahara septentrional. Ed. , Centre. National. Recherche Scientifique.Paris, 622 p.

P

Pouget M., 1980. Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises. Trav. Et. Doc. ORSTOM, Paris, 555 p.

Q

Quezel P., 1965. La végétation du Sahara du Tchad la Mauritanie. Stuttgart, 333 p.

Quézel P., 1978. Analyse of flore mediterranen and Sahara Africa. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 65, 479-534.

R

Ramade F., 2008. Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité. Dunod, Paris, 726p.

Rezaga, 2011, Thèse ingén. F/SNV & STU. UKMO.

Rivas-Martinez S., (1982). — Étages bioclimatiques, secteurs chorologiques et séries de végétations de l'Espagne méditerranéenne. *Ecol. Médit.* 8(1-2): 275-288.

Rivas-Martinez S., 1996-2009. Global bioclimatic system. Centro d'Investigaciones Filosociologicas. www.globalbioclimtics.org

ROSELT/OSS, 2015. Surveillance environnementale dans le circum-sahara, guide technique écologie, Observatoire du Sahara et du Sahel – OSS avec le soutien de la Direction du Développement et de la Coopération - DDC, Tunis, Décembre, p23.

S

Subdivision des forêts de Djamaa, Wilaya d'el Oued .2018. Données géographiques Mars-Avril.

V

Van der Perre R., et al., 2015. La carte bioclimatique de Wallonie :un nouveau decoupage écologique du territoire pour le choix des essences forestières ;Actualisation et spatialisation des données climatiques; *FORÊT.NATURE n° 135, AVRIL-MAI-JUIN .*

Références électroniques

Site 01 : <https://sentinel2.cnes.fr/fr>

Site 02 <https://earthexplorer.usgs.gov/>

Site 03: <https://www.usgs.gov/earthexplorer-0>

Site 04 :<https://earthexplorer.usgs.gov/>

Site 05: <http://desktop.arcgis.com/fr/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/ndvi-function.htm>

Site 06 :

https://docs.qgis.org/2.8/fr/docs/gentle_gis_introduction/spatial_analysis_interpolation.html

Site 07 : <http://www.suristat.org/article185.html>

Site 08 : : <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/climat/16534#7kewa3KIsuBcVl6x.99>

Site 09 <http://www.encyclo-ecolo.com>

Site 10 : <http://www.cnrtl.fr/>

Site 11 : <https://www.aquaportail.com/definition-2527-colline.html>

Annexes

**Annexe 1. Données météorologiques de la station climatiques régionale de Touggourt
(1983-2017) O.N.M Ouargla (2017)**

<i>Paramètres</i> <i>mois</i>	Température (°C)			Hr (%)	V (m/s)	E (mm)	I (h/mois)	P (mm)
	M (°C)	m (°C)	t (°C)					
Janvier	17,5	4,7	11,1	60,06	4,0	101,0	208,4	16,9
Février	20,6	5,5	13,09	53,44	4,1	107,7	221,4	6,8
Mars	24,1	9,5	16,81	48,14	4,6	146,8	244,5	9,9
Avril	29,0	13,0	20,99	44,33	5,8	193,5	274,4	8,3
Mai	33,4	17,9	25,66	38,85	5,0	243,5	300,1	4,0
Juin	38,1	23,5	30,81	35,45	4,7	286,0	299,6	1,0
Juillet	40,9	26,2	33,58	31,98	4,0	319,3	283,6	0,0
Août	40,7	26,5	33,59	35,39	4,1	298,4	313,0	2,1
Septembre	34,2	21,8	28,02	43,82	3,8	195,6	261,1	5,6
Octobre	27,7	17,5	22,59	51,49	3,4	155,4	247,8	6,3
Novembre	23,1	9,7	16,40	60,5	3,4	110,1	222,8	5,9
Décembre	18,7	6,1	12,39	65,12	3,2	67,6	211,0	5,3
<i>Moyen/ cumul</i>	29,0	15,2	22,08	47,38	4,2	2224,7*	3087,6*	72,2*

O.N.M Ouargla (2018)

Légende:

M : Température maximale du mois le plus chaud en °C, **m** : Température minimale du mois le plus froid en °C, **t** : température moyenne annuelle en °C.

P : Précipitation en **mm**,

Hr : Humidité relative en %, **E** : Evaporation en **mm**, **I** : Insolation en **heures**,

V : Vitesse du vent en **m/s**, * : cumul.

Annexe 2. Planning d'échantillonnage

Zone d'étude	Stations	Géomorphologie	Période d'échantillonnage
MOYEN OUED RIGH	KOUDIA 1	Plateau	31 /03 /2018
	KOUDIA 2	Bordure d'erg (nebka)	31 /03 /2018
	Et-Touijine	Hammada	01 / 04 / 2018
	Lac AYATA	Lac	02 / 04 /2018
	HADJA R'KIYA	Erg	02 / 04 /2018
	El-annate – M'rara	Colline de reg	12/04/2018
	Oued R'tem – M'rara	Oued ensablé	12/04/2018
	Sidi Yahia	Bordure d'erg (nebka)	19/04/2018
	Tamerna Djedida	Sebkha	27/05/2018

Annexe 3. Répartition bioclimatique des espèces inventoriées dans les stations du Moyen Oued Righ

Familles	Géomorphologie		Erg (S1)	Colline de reg (S2)	Plateau (S3)	Hamada (S4)	Bordure d'erg (nebka) (S5) (S6)		Sebkha (S7)	Lac (S8)	Oued ensablé (S9)	Etage bioclimatique
	Espèces et sous-espèces	Statut										
Amaranthaceae Juss., nom. cons.	<i>Anabasis oropetiorum</i> Maire			+		+		+			+	saharien à arid
	<i>Cornulaca monacantha</i> Delile					+		+				saharien à arid
	<i>Halocnemum strobilaceum</i> (pall) M. Bied.								+	+		saharien
	<i>Hammada scoparia</i> (Pomel) Iljin								+			saharien à arid
	<i>Sarcocornia fruticosa</i> (L.) A.J. Scott									+		saharien
	<i>Salsola oppositifolia</i> Desf.		+					+			+	saharien et saharien à arid
	<i>Suaeda vermiculata</i> Forssk. ex J.F. Gmel.		+					+		+		saharien
	<i>Traganum nudatum</i> Del		+	+	+			+		+		saharien et saharien à arid
Apiaceae	<i>Eryngium ilicifolium</i> (Lam.)				+							saharien
Areaceae	<i>Phoenix dactylifera</i> L.									+		saharien
Asteraceae	<i>Atractylis carduus</i> (Forssk.) C. Chr.				+			+				saharien
	<i>Brocchia cinerea</i> (Delile) Vis.		+		+	+	+	+				saharien et saharien à arid
	<i>Cotula anthemoides</i> L.		+		+			+				saharien et saharien à arid
	<i>Gymnarrhena micrantha</i> Desf.										+	saharien à arid
	<i>Heteromera fuscata</i> (Desf.) Pomel				+							saharien
	<i>Ifloga spicata</i> (Forssk.) Sch. Bip						+					saharien à arid
	<i>Launaea angustifolia</i> (Desf.) Kuntze						+					saharien à arid
	<i>Launaea capitata</i> (Spreng.) Dandy				+	+	+	+				saharien et saharien à arid
	<i>Launaea capitata</i> Sp.						+					saharien à arid
	<i>Launaea mucronata</i> (Forssk.) Muschl.				+							saharien
	<i>Launaea nudicaulis</i> (L.) Hook. f.								+			saharien à arid
	<i>Launaea quercifolia</i> (Desf.) Pamp.						+				+	saharien à arid
	<i>Launaea fragilis</i> (Asso) Pau				+			+				saharien
<i>Launaea fragilis</i> sp							+				saharien	

	<i>Picris asplenioides</i> L.					+					saharien
	<i>Picris</i> sp.						+				saharien à arid
Asparagaceae Juss., nom. cons.	<i>Drimia noctiflora</i> (Batt. & Trab.) Stearn				+						saharien à arid
Asphodelaceae	<i>Asphodelus refractus</i> Boiss		+		+						saharien à arid
	<i>Asphodelus tenuifolius</i> Cav								+		saharien à arid
Boraginaceae	<i>Arnebia decumbens</i> (Vent.) Coss. & Kralik				+						saharien à arid
	<i>Echium horridum</i> Batt.		+		+						saharien à arid
	<i>Echium humile</i> Desf.				+						saharien à arid
	<i>Echium humile</i> subsp. <i>pycnanthum</i> (Pomel) Greuter & Burdet		+		+						saharien à arid
	<i>Echium trygorrhizum</i> Pomel		+		+						saharien à arid
	<i>Moltkiopsis ciliata</i> (Forssk.) Johnst		+		+			+		+	saharien à arid
	<i>Ogastemma pusillum</i> (Bonnet & Barratte) Brummitt	+							+		saharien et saharien à arid
Brassicaceae	<i>Eruca vesicaria</i> (L.) Thell			+							saharien
	<i>Eremobium aegyptiacum</i> (Spreng.) Hochr.	+			+	+					saharien et saharien à arid
	<i>Eremobium aegyptiacum</i> subsp. <i>longisiliquum</i> (Coss.) Maire				+						saharien à arid
	<i>Matthiola longipetala</i> subsp. <i>livida</i> (Delile) Maire				+	+					saharien et saharien à arid
	<i>Henophyton deserti</i> (Coss. & Durieu)		+		+			+			saharien à arid
	<i>Pseuderucaria clavata</i> (Boiss. & Reut.) O.E. Schulz			+	+	+					saharien et saharien à arid
	<i>Pseuderucaria teretifolia</i> (Desf.) O.E. Schulz	+		+	+	+	+				saharien et saharien à arid
	<i>Savignya parviflora</i> subsp. <i>longistyla</i> (Boiss. & Reut.) Maire		+								saharien à arid
	<i>Savigna</i> sp.			+							saharien
	<i>Zilla spinosa</i> subsp. <i>macroptera</i> (Coss.) Maire & Weüller									+	saharien à arid
	<i>Zilla</i> sp.		+								saharien à arid
Caryophyllaceae	<i>Herniaria fontanesii</i> J. Gay				+						saharien à arid
	<i>Paronychia arabica</i> (L.) DC.								+		saharien à arid
	<i>Polycarpaea prostrata</i>				+						saharien à arid
	<i>Polycarpaea repens</i> (Del.) Asch et schw	+	+	+							saharien et saharien à arid

	<i>Pteranthus dichotomus</i> Forsk				+						saharien à arid
Cistaceae Juss., nom. cons.	<i>Helianthemum getulum</i>		+		+		+				saharien à arid
	<i>Helianthemum lippii</i> (L.) Dum. Cours		+		+		+			+	saharien à arid
Colchicaceae	<i>Colchicum wyssianum</i> (Beauverd & Turrett.) J.C. Manning & Vinn.				+						saharien à arid
Convolvulaceae	<i>Cressa cretica</i> L.			+							saharien
Cucurbitaceae Juss., nom. cons.	<i>Colocynthis vulgaris</i> Schrad.,		+								saharien à arid
Cyperaceae Juss., nom. Cons .	<i>Cyperus conglomeratus</i> Rottb.	+					+				saharien
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia guyoniana</i> Boiss. & Reut	+		+			+	+			saharien et saharien à arid
	<i>Euphorbia</i> sp							+			saharien à arid
	<i>Euphorbia retusa</i> Forsk.					+					saharien à arid
Fabaceae Lindl., nom. cons. (= Leguminosae Juss., nom. cons.)	<i>Astragalus caprinus</i> L			+							saharien
	<i>Astragalus cruciatus</i> Link.			+							saharien
	<i>Astragalus gomboëformis</i> Pomel									+	saharien à arid
	<i>Astragalus gyzensis</i> Bunge.	+		+	+	+	+	+			saharien et saharien à arid
	<i>Astragalus mareoticus</i> Delile	+		+	+	+	+	+			saharien et saharien à arid
	<i>Retama rietam</i> (Forsk.) Webb					+		+			saharien à arid
Geraniaceae Juss., nom. cons.	<i>Erodium glaucophyllum</i> (L.) L'Her.					+		+		+	saharien à arid
	<i>Monsonia heliotropioides</i> (Cav.) Boiss.					+	+	+			saharien et saharien à arid
	<i>Monsonia nivea</i> (Decne.) Webb.					+	+				saharien et saharien à arid
Juncaceae	<i>Juncus maritimus</i> Lam.							+	+		saharien
Neuradaceae Kostel., nom. Cons	<i>Neurada procumbens</i> L.					+		+			saharien et saharien à arid
Nitrariaceae Lindl .	<i>Nitraria retusa</i> (Forsk.) Asch.		+					+		+	saharien à arid
Orobanchaceae	<i>Cistanche phelypaea</i> (L.) Cout.			+							saharien
Plantaginaceae Juss., nom. cons.	<i>Plantago ciliata</i> Desf.					+		+		+	saharien à arid
Plumbaginaceae	<i>Limoniastrum guyonianum</i> Coss & Dur	+		+			+	+		+	saharien et saharien à arid
	<i>Centropodia forskalii</i> (Vahl) Cope							+			saharien à arid
	<i>Genista saharae</i> Coss	+					+				saharien

<i>Poaceae</i>	<i>&Dur</i>										
	<i>Phragmites communis Trin</i>			+				+	+		saharien
	<i>Panicum turgidum Forssk</i>									+	saharien à arid
	<i>Stipagrostis plumosa (L.) Munro ex T. Anderson</i>							+			saharien à arid
	<i>Stipagrostis optusa (Del.) Nees</i>							+			saharien à arid
	<i>Stipagrostis pungens (Desf.) De Wint</i>	+			+			+			saharien à arid
<i>Rubiaceae</i>	<i>Crucianella hirta Pomel</i>							+			saharien à arid
<i>Tamaricaceae</i>	<i>Tamarix aphylla</i>									+	saharien à arid
	<i>Tamarix gallica sp</i>	+	+	+				+	+	+	Saharien et saharien à aride
<i>Thymelaeaceae</i>	<i>Thymelaea microphylla Coss. & Durieu ex Meisn.</i>		+								saharien à aride
<i>Zygophyllaceae</i> R.Br., nom. Cons	<i>Fagonia latifolia</i>		+		+						saharien à aride
	<i>Fagonia microphylla Pomel</i>		+								saharien à aride
	<i>Zygophyllum album L = Tetraena alba (L. f.) Beier & Thulin</i>	+		+	+	+	+				Saharien et saharien à aride
	<i>Zygophyllum cornutum Coss.</i>	+		+				+			Saharien et saharien à aride
<i>28 Familles</i>	<i>91 esp.total</i>	<i>18 esp.total</i>	<i>19 esp.total</i>	<i>26 esp.total</i>	<i>41 esp.total</i>	<i>20 esp.total</i>	<i>33 esp.total</i>	<i>4 esp.total</i>	<i>9 esp.total</i>	<i>16 esp.total</i>	
						<i>53</i>					

Le nombre d'espèces végétales indéterminées est égal à 7.

Légende:

Stations : Hadja R'kiya (S1) ; El-annate (M'rara)(S2) ; Koudia (S3) ; Et-Touidjine(S4) ; Koudia (S5) ; Sidi Yahia (S6) ; Tamerna Djedida (S7) ; Lac Ayata (S8) ; Oued Er-R'tem (S9).

Annexe 4. Nombre et taux des espèces par familles dans la région de Moyen Oued Righ.

Familles	Nombre d'espèces	Taux d'espèces
<i>Amaranthaceae</i> (Am)	8	8,79%
<i>Apiaceae</i> (Ap)	1	1,10%
<i>Arecaceae</i> (Ar)	1	1,10%
<i>Asteraceae</i> (As)	16	17,58%
<i>Asparagaceae</i> (Asp)	1	1,10%
<i>Asphodelaceae</i> (Asph)	2	2,20%
<i>Boraginaceae</i> (Bo)	7	7,69%
<i>Brassicaceae</i> (Br)	11	12,09%
<i>Caryophyllaceae</i> (Ca)	5	5,49%
<i>Cistaceae</i> (Cist)	2	2,20%
<i>Colchicaceae</i> (Co)	1	1,10%
<i>Convolvulaceae</i> (Con)	1	1,10%
<i>Cucurbitaceae</i> (Cuc)	1	1,10%
<i>Cyperaceae</i> (Cyp)	1	1,10%
<i>Euphorbiaceae</i> (Eup)	3	3,30%
<i>Fabaceae</i> (Fab)	6	6,59%
<i>Geraniaceae</i> (Ger)	3	3,30%
<i>Juncaceae</i> (Jun)	1	1,10%
<i>Neuradaceae</i> (Neu)	1	1,10%
<i>Nitrariaceae</i> (Nitr)	1	1,10%
<i>Orobanchaceae</i> (Oro)	1	1,10%
<i>Plantaginaceae</i> (Plant)	1	1,10%
<i>Plumbaginaceae</i> (Plum)	1	1,10%
<i>Poaceae</i> (Poa)	7	7,69%
<i>Rubiaceae</i> (Rub)	1	1,10%
<i>Tamaricaceae</i> (Tamar)	2	2,20%
<i>Thymelaeaceae</i> (Thy)	1	1,10%
<i>Zygophyllaceae</i> (Zy)	4	4,4%
28	91	100%

Glossaire

Glossaire

A

Aridité:

Condition climatique marquée par une insuffisance des précipitations, avec pour corollaire une limitation au développement de la végétation potentielle correspondant aux conditions thermiques de la latitude considérée. **(Site 8,9 et 10)**

B

Bioclimat :

Ensemble des paramètres climatiques pertinents pour expliquer la nature des communautés présentes dans une aire géographique ou un habitat donné **(Site 8,9 et 10)**

C

Climat:

-Ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère en un lieu donné. -Caractéristiques météorologiques d'une région donnée intégrée dans le long terme **(RAMADE, 2008)**.

Colline :

En géographie et topographie, une *colline* est un relief qui s'étend au-dessus du terrain environnant mais moins haut qu'une montagne. La colline est une éminence ou un monticule de terre qui, en général, ne dépasse pas 100 mètres de hauteur de la base au sommet. **(Site 11)**

D

Désertification:

C'est un processus naturel qui consiste en l'avancée du désert vers les terres habitées et en se substituant à des terres fertiles. La désertification se produit le plus souvent sur des sols fragiles ou soumis à un stress trop important. La désertification profite d'une fragilité du couvert végétal et en voie de régression ou d'un climat particulièrement défavorable. **(Site 9,10et 11)**

E

Erg:

Terme originaire du Sahara qui désigne un type de formation géomorphologique propre aux déserts chauds, constitué par des étendues de sable vif qui s'accumulent dans des dépressions de faible dénivelée couvertes d'immenses champs de dunes actives : le Grand erg oriental

couvre aux confins du Sud algérien et tunisien une surface proche de 200 000 km² !
(RAMADE, 2008).

Evaporation :

Phénomène par lequel l'eau apportée à un sol dépourvu de végétation s'évapore dans l'atmosphère. Maximale dans les déserts, l'évaporation existe aussi dans les écosystèmes pourvus d'une forte biomasse végétale, où l'eau de pluie passe directement dans l'air sous forme de vapeur car elle s'évapore sans avoir été absorbée par la végétation (Ozenda, 1977).
(Site 8,9 et 10)

Evapotranspiration:

Phénomène qui est à l'origine chez les végétaux vasculaires de la circulation de l'eau dans la plante grâce à la pression capillaire qui permet l'ascension de la sève dans les vaisseaux du bois. IL s'agit d'un processus écologique essentiel car il constitue l'un des régulateurs essentiels du cycle de l'eau dans les écosystèmes terrestres. (Ramade, 2008).

F

Flore:

Ensemble d'espèces de plantes constituant une communauté végétale propre à un habitat ou un écosystème donné. (Ramade, 2008).

H

Humidité :

Désigne la teneur en eau d'un biotope, de constituants biotiques d'un habitat ou même d'un organisme (Ramade, 2008).

Humidité relative :

L'humidité relative de l'air ou degré hygrométrique, c'est-à-dire le rapport entre la teneur réelle de l'air en vapeur d'eau et la teneur d'un air saturé à la même température reste très faible (Ozenda, 1977).

I

Insolation :

Temps pendant lequel le soleil a brillé, quantité de chaleur solaire reçue par la terre. (Site 8,9 et 10)

P

Pluviosité:

Désigne l'importance relative des pluies dans un biotope ou une aire géographique donnée (Ramade, 2008).

S

Sécheresse:

Période de durée anormale sans précipitations. (**Site 8,9 et 10**)

Steppe:

Écosystèmes de formations herbacées marqués par la prédominance du tapis graminéen, propres aux régions tempérées, là où les précipitations sont insuffisantes pour permettre la croissance des arbres (**Ozenda, 1977**).

T

Température : Ensemble des conditions atmosphériques, variables, traduites subjectivement en sensations relatives de chaud et de froid, et dont l'appréciation exacte est fournie par le thermomètre (**RAMADE, 2008**).

V

Végétation:

Ensemble des végétaux peuplant un habitat ou une aire biogéographique donnée aussi bien dans les formes végétales dominantes (végétation arborée, arbustive ou herbacée) que prise au sens du (ou des) groupe(s) taxonomique(s) dominant(s) (**Ozenda, 1977**).

Vent :

C'est un phénomène continu au désert où il joue un rôle considérable en provoquant une érosion intense grâce aux particules sableuses qu'il transporte, et en contrepartie une sédimentation également importante qui se traduit par la formation de dunes (**Ramade, 2008**).

Z

Zonation:

Distribution d'une espèce vivante, des peuplements, des communautés ou des biomes sur une surface continentale ou océanique donnée ou encore selon un gradient latitudinal, altitudinal ou bathymétrique. (**Ramade, 2008**).

Zone aride:

Régions continentales dont le maximum d'extension est compris entre 15 et 30 °de latitude de part et d'autre de l'Equateur, marquées par des précipitations inférieures à 200 mm par an. (**Ramade, 2008**).

Contribution à l'étude de relation climate-flora (phytoclimat) au Sahara septentrional central : cas du Moyen Oued Righ

Résumé:

La présente étude consiste à étudier la relation climat-flore (phytoclimat) dans le Moyen Oued Righ qui se situe au Sahara septentrional central. L'objectif est de faire une spatialisation climatique en vue de décrire le climat réel caractérisant la flore de la zone d'étude. Pour cela, nous avons fait appel à l'imagerie satellitaire pour le choix des stations d'étude et pour la réalisation des relevés floristiques selon le type subjectif. Suivie par les approches climatiques et bioclimatiques qui se basent sur les données mesurées et sur la spatialisation du climat par l'utilisation de la méthode de **pondération par Distance inverse (IDW)**. Les résultats obtenus mettent en évidence 8 sites géomorphologiques recouvrant 9 stations. Le climat est de type méditerranéen selon les 2 approches mais au niveau du bioclimat nous notons des divergences. Ainsi, nous inscrivons les étages bioclimatiques saharien et saharien à aride. Les espèces végétales enregistrées sont au nombre de 91. Celles-ci recouvrent 28 familles mais la famille des *Astéracées* est la plus remarquable. L'expression de la relation climat-flore a permis de distinguer trois groupes floristico-climatiques. En effet, 20 espèces appartiennent à l'étage bioclimatique saharien, le second formé par 51 espèces se trouvant à l'étage bioclimatique saharien à aride et celui qui indique le saharien et saharien à aride se compose de 20 espèces.

Mots-clés : Spatialisation climatique-bioclimat- étage bioclimatique- flore- Moyen Oued Righ-Sahara septentrional.

Contribution to the study of the relation climate-flora (phytoclimat) in central northern Shara : case of the Middle of Oued Righ

Abstract

The present study consists in studying the relation climate-flora (phytoclimate) in the Middle Oued Righ which is situated in central northern Sahara. The objective is to do climatic spatializing to describe the real climate characterizing the flora of study zone. For that purpose, we appealed to the satellite imaging for the choice of the stations of study and for the realization of the floral statements according to the subjective type. Followed by the climatic and bioclimatic approaches which base themselves on the moderate data and on the spatializing of the climate by the use of the method of level-headedness by inverse Distance (IDW).The results is obtained highlight 8 sites geomorphologic, recovering 9 stations. The climate is of Mediterranean type according to 2 approaches but at the level of the bioclimate we note differences. So, we register the Saharan and Saharan bioclimatic floors to dry. The registered botanical species are among 91. These recover 28 families but the family of *Asteraceae* is the most remarkable. The expression of the relation climate-flora allowed distinguishing three floristico-climatic groups. Indeed, 20 species belong to the Saharan bioclimatic floor, the second is formed by 51 species being in the bioclimatic floor in dry and the one who indicates the Saharan and Saharan to dry consists of 20 species.

Key-word: spatialisation; climate, bioclimatic; flora; Middle Oued Righ; northern Sahara.

دراسة مقارنة للعلاقة بين المناخ والنبات (المناخ النباتي) في الصحراء الشمالية الوسطى : دراسة حالة منطقة وادي ريف الوسطى

الملخص

تتمثل الدراسة الحالية في دراسة العلاقة بين المناخ و النبات (المناخ النباتي) في وسط منطقة وادي ريف التي تقع في وسط الصحراء الشمالية . والهدف هو إجراء مسح لوصف المناخ الحقيقي الذي يميز نباتات منطقة الدراسة. لهذا الغرض ، استخدمنا صور الأقمار الصناعية لاختيار محطات الدراسة ولإنتاج المسوحات النباتية وفقاً للنوع الذاتي. تتبعا المناهج المناخية والمناخية البيولوجية المستندة إلى البيانات المقاسة والتوزيع المكاني للمناخ باستخدام طريقة قياس المسافة العكسية (IDW). تظهر النتائج 8 مواقع جيومورفولوجية تغطي 9 محطات. المناخ من نوع البحر الأبيض المتوسط وفقاً للنهج 2 ولكن على مستوى المناخ الحيوي نلاحظ الاختلافات. وهكذا ، فإننا نكتب المراحل المناخية الصحراوية والصحراوية إلى المناطق القاحلة. كما ان هناك 91 نوع نبات مسجل . وتشمل هذه الاخيرة 28 عائلة ولكن عائلة *Asteraceae* هي الأكثر انتشارا. سمح التعبير عن العلاقة بين النبات و المناخ بالتميز بين ثلاث مجموعات من مجموعات المناخ والزهور. وبالفعل ، فإن 20 نوعاً تنتمي إلى المرحلة المناخية الصحراوية في الصحراء ، بينما يتكون النوع الثاني من 51 نوعاً موجوداً في المرحلة المناخية الصحراوية القاحلة في الصحراء ، والمجموعة الاخيرة تتكون من 20 نوعاً و هي موجودة في المحطات الصحراوية الى القاحلة والصحراوية.

الكلمات المفتاحية :المناخية ،المناخية البيولوجية، المسوحات المناخية البيولوجية، وادي ريف الوسطى، الصحراء الشمالية.