**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE DE MEDEA**

**FACULTE DES SCIENCES**



# Mémoire

Présenté pour obtenir le diplôme de **Master**

En Ecologie et environnement

**Spécialité :** Ecologie

**Par :**

SARI AHMED Asmaa

**Thème :**

# Contribution à l'élaboration de la carte des unités paysagères de la partie sud de la région du HODNA (Wilaya de M'SILA) par SIG

Soutenue publiquement le : 20 /06 /2018. Devant le jury composé de :

| | | | |
|---|---|---|---|
| GHENNAM Kamel | MCB | UYF Médéa | Président |
| AIT HAMMOUDA Tahar | MAA | UYF Médéa | Examinateur |
| BENGHANEM Aek Nabil | MAA | UMM Tizi Ouzou | Examinateur |
| KHOUDIR Samia | MAA | UYF Médéa | Encadreur |

Année universitaire 2017/2018

# Remerciement

*Je remercie avant tout DIEU tout puissant qui m'à combler de ses bienfaits et m'a donné assez de force pour achever ce travail et de venir au bout de cette formation.*

*Je tiens tout d'abord à l'aboutissement vivement ma promotrice. Madame KHOUDIR. S. qui à diriger et suivi ce travail avec patience pour sa compréhension, son amabilité, ses conseils précieux et surtout sa gentillesse. Elle me suit du début à la fin, et elle n'a cessé de mettre à ma disposition ses documents, et son propre matériels, je vous remercie de fond du cœur et que dieu vous garde pour moi et pour ceux qui vous aiment. Merci d'avoir été comme une sœur et une idole pour moi.*

*Mes vifs remerciements vont également aux Membres du jury Mr. AIT HAMMOUDA. T. et Mr. GHENAM.K pour l'intérêt qu'ils ont porté à ma recherche en acceptant d'examiner mon travail et de l'enrichir par leurs propositions.*

*J'adresse mes plus sincères remerciements à tout le personnel de la conservation des forêts de la Wilaya de M'sila.*

*J'exprime une mention très spéciale à Mr. BENGHANEM.A.N, Maitre-assistant A l'UMM Tizi Ouzou. Et à tous les personnes de la région de ain el ghrab (wilaya de M'sila) pour leur aide, soutien, patience et leur générosité surtout dans le travail de terrain.*

*Je remercie madame HOUHOU.S et sa famille d'avoir mettre à notre disposition sa maison.*

*Je remercie Mr NASRI. R et Mr BENHAFRI. N pour leur aide.*

*Mes remerciement vont aussi à :*

*Aux personnels de l'ONM Mr. BOUCHERF. M. L. pour leur aide. Le Personnel de Le BNEDER. La DGF. La CRSTRA.*

*Je veux aussi remercier tous mes amis (es) qui m'ont aidé, soutenu et supporté tout au long de ce travail. Je tiens enfin à remercier très chaleureusement tous ceux qui ont patiemment relu ce travail et m'ont aidé à le finaliser.*

*Et enfin, je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

# Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail :*

*A la bougie qui allume ma vie ma chère maman,*

*A mon cher papa*

*A Oussama,*

*A mes chères sœur Ahlem et Amel ainsi que mon petit frère Abd el hamid,*

*A ma chouette nièce Serine,*

*A toutes la famille Sari ahmed, Safar, Zebar et Khoudir*

*A tous mes enseignants qui donnent de fond du cœur,*

*A mes chères amies Hala, Yasmine, Hadjer, Nassredine et Youcef « madame Khoudir louers »,*

*Enfin, à tous ceux et celles qui m'aiment.*

*Asmaa*

**RESUME**

La région des **H**autes **P**laines **S**teppiques couvre plus de vingt millions d'hectares. Compte tenue de son étendue, de sa biodiversité et de l'état de dégradation dans lequel elle se trouve, de nombreux travaux ont étés menés.

Chott El-Hodna est un type de zone humide d'importance internationale représentatif au niveau de la Méditerranée par l'étendue de sa superficie et de son bassin versant. Sa situation en zone aride est un autre atout justifiant le degré de rareté de ce type de milieu naturel, il fait partie d'une série de chotts qui se sont développés là où convergent les eaux provenant de l'Atlas Saharien au Sud et l'Atlas Tellien au Nord.

Notre travail concerne la partie sud de la région du Hodna (M'sila) et est basé sur une étude cartographique des unités paysagères par l'utilisation du système d'information géographique (SIG) et les différentes cartes thématiques de cette région. Une deuxième partie aborde une étude phytodynamique comparative entre deux périodes. Les unités paysagères décrites, s'intègrent intégralement dans un bioclimat aride, recouvrant différents types de sols, principalement les sols minéraux bruts, les calcimagnésiques, et faisant ainsi apparaitre une végétation steppique représentée par des formations à Alfa (*stipa tenacissima),* des steppes mixtes à Alfa et Chih (Artemisia herba-alba), des steppes halophiles à S*alsola vermiculata* et psammophiles à A*ristida pungens*. Ces études sont réalisées selon une démarche scientifique rigoureuse et approuvée.

**Mots clés :** Chott el Hodna, SIG, cartographie, unités paysagères, étude phytodynamique, spectres biologiques et chorologiques.

**Abstract**

The High Steppes Plains region covers more than twenty million hectares. Considering its extent, its biodiversity and the state of degradation in which it is located, many works was been conducted.

Chott El-Hodna is a type of wetland of international importance representative at the level of the Mediterranean by the extent of its area and its watershed. Its arid zone situation is another asset justifying the degree of rarity of this type of natural environment; it is part of a series of chotts, which have developed where the waters coming from the Saharian Atlas in South and the Tellian Atlas in the North.

Our work concerns the southern part of the Hodna region (M'sila) and it is base on a cartographic study of the landscape units by the use of the geographical information system (GIS) and the different thematic maps of this region. A second part deals with a comparative phytodynamic study between two periods. The described landscape units are fully integrated in an arid bioclimate, covering different types of soils, mainly raw mineral soils, calcimagnetic, and thus revealing steppe vegetation represented by formations of Alfa (stipa tenacissima), mixed steppes of Alfa and Chih (Artemisia herba-alba), the halophilic steppes of Salsola vermiculata and psammophilous of Aristida pungens.

These studies conducted according to a rigorous and approved scientific approach.

**Key words:** Chott el Hodna, GIS, cartography, landscape units, phytodynamic study, Biological and chorological spectra.

**ملخص:**

تغطي منطقة السهول الكبرى أكثر من عشرين مليون هكتار. وبالنظر إلى مدى انتشارها، والتنوع البيولوجي وحالة التدهور التي تشهدها، لهذا تم إجراء العديد من الأعمال.
شط الحضنة هو نوع من الأراضي الرطبة ذات الأهمية الدولية على مستوى البحر الأبيض المتوسط من حيث مساحتها ومساحة مياهها. إن وضع المنطقة القاحلة هو أحد الأصول الأخرى التي تبرر درجة ندرة هذا النوع من البيئة الطبيعية، فهو جزء من سلسلة من القطع التي تطورت حيث تتلاقى المياه القادمة من الأطلس الصحراوي في الجنوب والأطلس التلي في الشمال.
يتعلق عملنا بالجزء الجنوبي من منطقة الحضنة (ولاية المسيلة) ويقوم على دراسة خرائطية لوحدات المناظر الطبيعية من خلال استخدام نظام المعلومات الجغرافية (GIS) والخرائط المواضيعية المختلفة لهذه المنطقة. الجزء الثاني يتمثل في دراسة للغطاء النباتيو ذلك بالمقارنة بين فترتين زمنيتين. وحدات المشهد المدروسة تتمثل بصورة كاملة في مناخ جاف، والتي تغطي مختلف أنواع التربة، من أبرزها التربة المعدنية الخام وهذا ما ادى الى تواجد النباتات السهبية ممثلة في تشكيلات كالحلفاء والشيح. تم إجراء هذه الدراسات وفقًا لمقاربة علمية صارمة ومعتمدة.

**الكلمات المفتاحية**

شط الحضنة، نظم المعلومات الجغرافية، رسم الخرائط، وحدات المناظر الطبيعية، دراسة مقارنة ديناميكية للغطاء النباتي.

# Liste des abréviations

**ANRH :** l'Agence Nationale des Ressources Hydraulique.

**B.D** : Base de Données.

**BNEDER :** Bureau National d'Etude pour le Développement Rural.

**CGIS :** Système d'Information Géographique du Canada.

**DGF :** Direction Générale des Forêts.

**DoD** : Département de la défense (Departement of Defence) des Etats-Unis.

**GPS** : Global Positioning System.

**I .C.V** : Institut de Cartographie de la végétation d'Alger.

**ID :** Identifiant.

**INCT** : Institut National de la Cartographie de Télédétection.

**JPEG:** Joint Photographic Experts Group.

**NAVSTAR:** Navigation System by timing and ranging.

**ONM** : Office National de Météorologie.

**SGBD** : Systèmes de Gestion de Base de Données.

**SIG** : Système d'Information Géographique.

**SQL** : Structured Query Language.

**Tiff :** Taggerd Image File Format = Format de Fichier d'Image Référencées.

**E-N-E :** Est-Nord-Est.

**W-S-W:** West-Sud- West.

**P.A.H.E** : Printemps, Automne, Hivers, Eté.

**N** : Nord.

**S** : Sud.

**E** : Est.

**W** : Ouest.

**M** : température moyenne des maximas du mois le plus chaud.

**m** : température moyenne des minimas du mois le plus froid.

**P** : Précipitations.

**T** : Température moyenne mensuelle.

**$Q_2$** : Quotient pluviothèrmique d'EMBERGER (1955).

**SI** : Système d'Information.

**IG** : Information Géographique.

**SGBD** : Système de Gestion de base de données (DBMS : Data Base Management Système).

**U.P** : Unité Paysagère.

**FV** : Formation Végétale.

**FG** : Formes Géomorphologiques.

**CS** : Classe de Sol.

**EB** : Etage Bioclimatique.

**ha**: hectare

# Liste des figures

**Figure 01 :** Position géographique de la zone d'étude.....5
**Figure 02** : Carton de bassin du Hodna d'aprés la carte géologique de l'Algérie au 1/500 000, adaptée (LE HOUERO et al, 1975).....6
**Figure 03** : Image en MNT du relief du Hodna (source : KHOUDIR, 2012) .....7
**Figure 04** : Carte des sols du bassin du Hodna (source : T.G.BOYADGIEV).....9
**Figure 05** : Carte hydrologique du Hodna (source : KHOUDIR, 2012) .....11
**Figure 6** : Pluviosités moyennes mensuelles (mm) des stations de référence .....14
**Figure 7** : Régimes saisonniers des quatre stations de référence.....15
**Figure 8** : Températures moyennes annuelles en (C°) des stations de référence.....17
**Figure 9** : Diagrammes ombrothermiques des stations de référence.....20
**Figure 10** : Positionnement des quatre stations de référence sur Climagramme d'EMBERGER (1955)22
**Figure 11** : Diagramme des continentalités.....24
**Figure 12** : Les composantes matérielles d'un SIG et leurs fonctions (Source : KHOUDIR 2012) .....40
**Figure 13** : Avantage respectifs de chaque mode de représentation (Source BORDIN, 2002).....41
**Figure 14** : Organigramme des fonctionnalités d'un SIG les 5A (Source KHOUDIR et TRAORE, 2003) .....44
**Figure 15** : Calage de la carte géologique de l'Algérie 1/500.000ème .....47
**Figure 16** : Structure de la base de données de la carte de végétation traitée par Sélection SQL et simple .....49
**Figure 17** : Structure de la base de données de la carte bioclimatique traitée par Sélection SQL et simple .....50
**Figure 18** : Structure de la base de données de la carte géologique traitée par Sélection SQL et simple51
**Figure 19** : Structure de la base de données de la carte pédologique traitée par Sélection simple et par SQL.....52
**Figure 20** : Démarche méthodologique de l'élaboration de la carte du paysage de la région d'étude...53
**Figure 21** : Positionnement des relevés terrains 2007, 2009 et 2012 sur la carte topographique de M'sila (1/200 000) (KHOUDIR, 2012).....57
**Figure 22** : Superficie des différentes formes d'occupation de sol dans notre zone d'étude .....59
**Figure 23 :** pourcentage des principales unités végétales obtenues par SQL, d'après la carte de végétation de la région de M'sila (LE HOUEROU, 1975).....59
**Figure 24** : Carte de végétation de la région de M'sila (LE HOUEROU, 1975).....60
**Figure 25** : Pourcentages des deux principaux sous étages bioclimatique.....62
**Figure 26** : Carte bioclimatique de la région du Hodna au 1/200.000 (CRBT, 1978).....63
**Figure 27** : Pourcentages de principales formations écologiques .....65
**Figure 28** : Carte géologique de l'Algérie au 1/500.000ème (1952).....66
**Figure 29** : Pourcentages des principales unités pédologiques obtenues par SQL .....67
**Figure 30** : Cartes pédologique de la région du Hodna au 1/200.000 (CRBT, 1978) .....68
**Figure 31** : Pourcentage des unités paysagères sur sols halomorphes .....73
**Figure 32** : Pourcentage des unités paysagères sur sols calcimagnésiques.....74
**Figure 33** : Pourcentages des unités paysagères sur sols peu évolué .....76
**Figure 34** : Pourcentages des unités paysagères sur sols hydromorphes.....78
**Figure 35** : Pourcentages des unités paysagères sur sols isohumiques .....79
**Figure 36** : Carte des unités paysagères de la partie sud de la région du Hodna (Wilaya de M'sila)
**Figure 38** : Spectre chorologique brute 2012/2018 .....81
**Figure 39** : Courbes comparative des résultats de 2012 et 2018.....81
**Figure 40** : Spectre chorologique bruts 2012/2018.....83
**Figure 41** : Courbes conparatives des résultas de 2012 et 2018 .....83

# Liste des tableaux

**Tableau 1** : Données météorologiques des stations référence selon l'O.NM ..... 12

**Tableau 2** : Pluviosités moyennes mensuelles des quatre stations selon l'O.N.M ..... 13

**Tableau 3** : Régimes saisonniers des quatre stations (mm) ..... 13

**Tableau 4** : Moyennes mensuelles des maxima (M) et minima (m) et des températures moyennes des stations de référence en (C°) ..... 16

**Tableau 5** : Moyenne mensuelle des vitesses du vent moyen (m/s) ..... 17

**Tableau 6** : Fréquences des gelées dans quelques stations de référence ..... 18

**Tableau 7** : Fréquence d'enneigement ..... 18

**Tableau 8** : Taux d'humidité en pourcentages pour les stations référence selon l'O.N.M ..... 18

**Tableau 9** : Taux d'insolation en heure pour les stations référence ..... 19

**Tableau 10** : Quotient pluviométrique et bioclimat des stations de référence ..... 21

**Tableau 11** : La continentalité pluviale "C" des stations de référence ..... 23

**Tableau 12 :** La continentalité thermique « K' » des stations de la zone d'étude. ..... 24

**Tableau 13** : Superficies des différentes formes d'occupation des sols ..... 58

**Tableau 14** : Superficies des différentes formations géologique ..... 64

**Tableau 15** : Superficies des différentes classes pédologiques ..... 67

**Tableau 16 :** Unités paysagères sur sols minéraux bruts ..... 69

**Tableau 17** : Unités paysagères sur sols halomorphes ..... 72

**Tableau 18** : Unités paysagères sur sols calcimagnésiques ..... 74

**Tableau 19** : Unités paysagères sur sols peu évolués ..... 75

**Tableau 20** : Unités paysagères sur sols hydromorphes ..... 77

**Tableau 21** : Unités paysagères sur sols isohumiques ..... 78

# Sommaire

**INTRODUCTION** ..... **1**

**CHAPITRE I: CARACTERISATION DE LA ZONE D'ETUDE**

**I-CADRE PHYSIQUE** ..... **3**

1-SITUATION GEOGRAPHIQUE (FIGURE 1) ..... 3
2-LA GEOLOGIE (FIGURE 2) ..... 3
*2-1-L'anticlinorium des bibans* ..... *4*
*2-2-La dépression sub-bibanique* ..... *4*
*2-3-Les monts du Hodna* ..... *4*
*2-4-Le bassin subsident du Hodna* ..... *4*
*2-5-La zone pré-atlasique* ..... *4*
*2-6- L'Atlas saharien* ..... *4*
3-LA GEOMORPHOLOGIE (FIGURE03) ..... 6
*3-1-Le cadre montagneux* ..... *7*
*3-2-Le bassin du Hodna* ..... *7*
4-LA PEDOLOGIE (FIGURE04) ..... 8
5-L'HYDROLOGIE (FIGURE05) ..... 10
*5-1-Nappe Superficielle* ..... *10*
*5-2-Nappe phréatique* ..... *10*
*5-3-Profondeur, fluctuations et permanence de l'eau* ..... *11*
6-ETUDE CLIMATIQUE ET BIOCLIMATIQUE ..... 12
*6-1-Les Paramètres climatiques* ..... *12*
6-1-1- les précipitations ..... 12
6-1-1-1-Pluviosité Moyenne Annuelle ..... 12
6-1-1-2-Pluviosité moyenne mensuelle ..... 12
*6-2-Régime Saisonnier* ..... *13*
*6-3-Les températures* ..... *16*
6- 3-1- Moyennes des Températures minimales du mois le plus froid « m » ..... 16
6-3-2- Moyenne des Températures Maximales du mois le plus chaud « M » ..... 16
6-3-3- Températures moyennes mensuelles et annuelles ..... 16
*6-4-Autres facteurs climatiques* ..... *17*
6-4-1- Le vent ..... 17
6-4-2- - La gelée ..... 18
6-4-3-La Neige ..... 18
6-4-4-L'humidité ..... 18
6-4-3-L'insolation ..... 19
*6-5- La synthèse climatique* ..... *19*
6-5-1-Diagramme Ombrothermique ..... 19
*6-6 Quotient pluviothermique* ..... *21*
*6-7-Les indices de continentalité* ..... *23*
6-7-1- La continentalité pluviale ..... 23
6-7-2- La continentalité thermique ..... 23

**II-CADRE BIOTIQUE** ..... **25**

1- LA FLORE ET LAFAUNE ..... 25
*1.1-La flore* ..... *25*
*1-2-La faune* ..... *26*
1-2-1-L'avifaune ..... 26
1-2-2-Les mammifères ..... 26

1-2-3- Les amphibiens et les reptiles ..... 26
**III-CARACTERISTIQUE SOCIO-ECONOMIQUES ..... 27**
**conclusion : ..... 28**
**CHAPITRE II : CONCEPTS, MATERIELS ET DEMARCHE METHODOLOGIQUE**
**I-CARTOGRAPHIE ..... 29**
1-NOTION DE CARTOGRAPHIE ET DE LA CARTE ..... 29
*1-1-Notion de Cartographie ..... 29*
*1-2-Notion de cartographie thématique ..... 29*
*1-3-Notion de carte ..... 29*
1-3-1-La carte d'occupation des terres ..... 29
1-3-2-La carte bioclimatique ..... 30
1-3-3-La carte pédologique ..... 30
1-3-4-La carte géologique ..... 30
*1-4- Choix de l'échelle cartographique ..... 30*
1-4-1-Intérêt écologique des cartes établies à moyenne échelles ..... 30
*1-5-Les travaux en cartographie de la végétation en Algérie ..... 31*
**II-NOTION DE PAYSAGE ET UNITES PAYSAGERES ..... 32**
1-CONCEPT DE PAYSAGE ..... 32
2-NOTION ET DÉFINITION DU PAYSAGE ..... 33
3-NATURE DU PAYSAGE ..... 33
*3-1-Le paysage visible ou culturel ou symbolique ..... 33*
*3-2-Le paysage perceptible (paysage construit ou bâti et paysage naturel ou sauvage) 34*
*3-3-Le paysage fondamental (caché) ..... 34*
*3-4-Le paysage intégral (concret) ..... 34*
4-L'ETUDE DU PAYSAGE ..... 35
5-L'INTERPRETATION DU PAYSAGE ..... 36
6-L'AMENAGEMENT DU PAYSAGE ..... 36
**III-CONCEPT DE SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE ..... 37**
1-HISTORIQUE ..... 37
2-DEFINITIONS ..... 37
*2-1-Notion de systèmes d'information ..... 37*
*2-2-Notion d'information géographique ..... 38*
*2.3-Notion de système d'information géographique SIG ..... 38*
3-COMPOSANTES D'UN SIG ..... 39
*3-1-Réseau ..... 39*
*3-2-Matériel ..... 39*
*3-3-Logiciel ..... 39*
*3-4-Données ..... 39*
*3-5-Utilisateurs ..... 39*
*3-6-Méthodes ..... 39*
4-MODE DE REPRESENTATION DE L'INFORMATION GEOGRAPHIQUE D'UN SIG ..... 41
*4-1-Mode raster ..... 41*
*4-2-Mode vecteur ..... 41*
5-DOMAINES D'APPLICATION DES SIG ..... 41
6-LES LOGICIELS DU SIG ..... 42
7-INTERETS DU SIG ..... 42
8-FONCTIONNALITE D'UN SIG ..... 43

9- LA BASE DE DONNEES ..... 45
*9-1-Définition d'une base de données* ..... *45*
*9-2-Système de gestion d'une base de données* ..... *45*

**IV-MATERIEL UTILISE ..... 45**

1-MATERIEL DE TERRAIN ..... 45
2-MATERIEL DE SIG ..... 46

**V-DEMARCHE METHODOLOGIQUE ..... 46**

1-RECOLTE ET SAISIE DES DONNEES ..... 46
*2-1- Inventaire des données* ..... *47*
*2-2- Intégration et structure des données* ..... *47*
3-LES CARTES THEMATIQUES UTILISEES ..... 49
*3-1- Utilisation de la carte de végétation* ..... *50*
*3-2- Utilisation de la carte bioclimatique* ..... *50*
*3-3-Utilisation de la carte Géologique* ..... *51*
*3-4- Utilisation de la carte pédologique* ..... *52*
4-SUPERPOSITION DES CARTES ..... 53
5-TRAVAIL DE TERRAIN ..... 55
*5-1-Méthodes d'échantillonnage* ..... *55*
5-1-1- L'échantillonnage spatial stratifié ..... 55
5-1-2- L'échantillonnage subjectif ..... 55
*5-2-Récoltes des données* ..... *56*
5-2-1-Les données écologiques ..... 56
5-2-2-Les données floristiques ..... 56
5-2-3-Traitement des relevés floristiques ..... 56
5-2-4 Analyse numérique des relevés floristiques ..... 57
5-2-5-Comparaison des relevés floristiques ..... 57
*5-3-Approche Chorologique* ..... *57*

**CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION**

**I-ANALYSE DE LA CARTE DES UNITES PAYSAGERES ..... 58**

1-ANALYSE DE LA CARTE DE VEGETATION (LE HOUEROU, 1975) ..... 58
*1-1-Forêt* ..... *61*
*1-2-Matorral et Steppe* ..... *61*
*1-3-Steppe arbustive* ..... *61*
*1-4-Steppes* ..... *61*
*1-5-Steppes cultivées* ..... *61*
2- ANALYSE DE LA CARTE BIOCLIMATIQUE ..... 62
3-ANALYSE DE LA CARTE GEOLOGIQUE ..... 64
4-ANALYSE DE LA CARTE PEDOLOGIQUE ..... 67
5-ANALYSE ET INTERPRETATION DE LA CARTE DES UNITES PAYSAGERES ..... 69
*5-1-Définition* ..... 69
*5-2-Description du paysage* ..... 69
*5-3-Unités paysagères sur les différents types de sol* ..... 69
6-ETUDE PHYTOECOLOGIQUE COMPARATIF DE LA FLORE DU CHOTT EL HODNA ..... 80
*6-1-1-Approche biologique* ..... 82
*6-1-2-Approche chorologique* ..... 82

**CONCLUSION GENERALE** ..... 84

# INTRODUCTION

# INTRODUCTION

Le Hodna est une des régions d'Algérie où la connaissance du milieu naturel est des plus avancées. C'est une sorte de plaine, enserrée dans un cadre montagneux, elle constitue un ensemble de plaines situées à l'Est et au Nord d'une vaste Sebkha, plaines qu'enrichissent de leurs eaux les rivières originaires des réseaux hydrographique, du tell au Nord et de l'Atlas Saharien au Sud (MIMOUNE, 1995). Cette zone humide possède une richesse floristique et faunistique importante.

Un premier bilan des potentialités a été réalisé grâce à la remarquable étude de la F.A.O, appelé Projet ALGERIE 9 intitulé « Etudes des ressources naturelles et expérimentations, et démonstrations agricoles dans la région du Hodna » qui a débuté en février 1968, avait pour but d'entreprendre les études et inventaires des ressources en terres et en eaux, en vue de leur utilisation optimale pour le développement agricole de la région.

S'ajoutent à cette importante étude des travaux réalisés généralement par des universitaires, à titre personnel ou collectif, qui précisent tel ou tel aspect du milieu biophysique hodnéen. A cet égard, l'on doit citer notamment les thèses de GUIRAUD (1969), KIEKEN (1970), ACHI (1970), DEKKICHE (1974), SARY et CAPOLINI (1975) KAABECHE (1990), BNEDER (1993, 1994, 1995)…

De nombreux travaux et conférences se sont penché sur l'étude de la désertification, nous citons celles de LE HOUEROU (1959, 1962, 1968, 1970, 1973, 1975, 1979,1993) ; FLORET et al. (1977), LES NATIONS UNIS (1977) ; ECKHOLM (1978,1984) ; FLORET et PONTANIER (1982,1989 ; ROGNON (1989) ; MAINGUET (1990) ; MONOD (1991) ; AKRIMI (1993). En Algérie, nous citons les travaux de MELZI (1986), AIDOUD (1989, 1994), AIDOUD et al (1991 a et b), HIRCHE (1995), SLIMANI (1998), KADI HANIFI et SALAMANI (2004) et KHOUDIR (2012).

La flore d'une zone géographique est la composante biotique la plus importante (OZENDA, 1982 in ZEDAM, 2015). C'est une expression des conditions écologiques qui y règnent, la gestion et la conservation des milieux naturels et plus spécialement les zones humides d'importance internationale.

Le paysage est une portion de terrain, une mosaïque qui résulte d'une association de différents éléments qui interagissent les uns avec les autres. La composante physique constitue la base sur laquelle s'appuient les sociétés. Elles y interviennent au travers de leurs activités et de leur composante culturelle. En somme, le paysage est la manifestation spatiale des relations entre les sociétés et leur environnement, dont la structure actuelle est la résultante d'une dynamique évoluant dans le temps (CASADO, 2007).

Les unités paysagères sont définies comme des paysages portés par des entités spatiales dont l'ensemble des caractères de relief, d'hydrographie, d'occupation du sol, de formes d'habitat et de végétation présentent une homogénéité d'aspect (FRANÇOIS et al, 2010)

Les études des unités paysagères sont liées aux sensibilités et aux modes de perceptions de l'espace par l'observateur (ROUGERIE et BEROUTCHACHVILE, 1991, LIZET et DE RAVIGNAN, 1987, *in* GIRARD et GIRARD, 1999).

Parmi ces études, celle réalisée par KHOUDIR et TRAORE (2003) sur la région de Mecheria (Wilaya de Naâma) s'intégrant avec d'autres études pour l'observation et le suivi de la désertification au niveau du Sahel, complétant celle menées par le CRBT (1978) qui fut la plus complète et la plus détaillée sur le plan écologique.

De nombreuses cartes thématiques réalisées (Végétation, bioclimatique, pédologique, géologique) nous ont servi de support pour l'étude des unités paysagères de cette région.

D'après la subdivision phytogéographique de l'Afrique Méditerranéenne et du Sahara de QUEZEL et SANTA (1962) et de (QUEZEL, 1978 in MEDDOUR, 2010), la région du Hodna appartient au domaine Nord-Africain Steppique, au secteur du Sahara septentrional et au sous-secteur du Hodna (ZEDAM, 2015).

Le présent travail fera l'objet d'une cartographie des unités paysagères et d'une étude phytodynamique comparative de la flore de la partie Sud de la région du Hodna (M'sila).

Il se structure en trois grandes parties. La première est une synthèse bibliographique de la zone d'étude des points de vue biotique et abiotique.

La première est une synthèse bibliographique de la zone d'étude de point de vue biotique et abiotique.

Ensuite, nous aborderons les approches méthodologiques adoptées ainsi que les différents traitements.

La dernière partie traite des résultats obtenus, leurs discussions et leurs intégrations dans la cartographie des unités paysagères ainsi que l'étude phytodinamique.

# CHAPITRE I

## CARACTERISATION DE LA ZONE D'ETUDE

# I-CADRE PHYSIQUE

## 1-SITUATION GEOGRAPHIQUE (Figure 1)

Notre zone d'étude fait partie de la région du Hodna (M'sila), elle se localise dans les Hauts Plateaux du Sud-Ouest constantinois occupant une superficie de 250 148,84 ha. Elle s'étend entre la latitude 35° 05'13'' et 35°26'1'' Nord et la longitude 4° 06'47'' et 4°48'53'' Est.

Elle est limitée : au nord par les plaines du Hodna et les communes de El meguisba et Nakhar au sud par djebel Ferrane et Messaad et les communes de Ain El Melh et Ben S'rour, à l'Est par Barika et à l'Ouest par Ain El Hadjel et Zahrez Chergui.

Du point de vue administratif, notre zone d'étude chevauche entre deux wilayas : M'sila et Batna, rassemblant 21 communes.
Elle est limitée :
- Au Nord par les plaines du Hodna et les communes de El meguisba et Nakhar.
- Au Nord-ouest par la commune d'Ain ouksir (wilaya de Médéa).
- Au Sud par la wilaya de Biskra.
- A l'Ouest par la wilaya de Djelfa.
- Et à l'Est par la wilaya de Setif, et les communes : de Barika et Bitam.

## 2-LA GEOLOGIE (Figure 2)

Selon BOUTTINE, 2013, En Algérie, quatre époques salifères importantes et d'intensité décroissance ont pu être mis-en évidence :
• Une époque salifère triasique.
• Une époque salifère sénonienne.
• Une époque salifère nummulitique (paléogène).
• Une époque salifère plio-quaternaire.

Les terrains formant les monts du Hodna sont secondaires, surtout crétacés, les formations mio-plio-quaternaires, dans cette région, ne sont bien développées qu'en bordures de cette chaîne (CHERIF, 2014).

Au Pliocène, des mouvements orogéniques et épi orogéniques importants se manifestent.

Le plio-quaternaire est caractérisé par une fermeture totale des bassins et la formation de chotts, situés dans les dépressions importantes, s'accumule des dépôts continentaux post orogéniques avec d'importantes concentrations de sel gemme prévenant des niveaux salifères du Miocènes et du Trias.

A cette époque de plio-quartenaire, le lessivage est lié à des eaux de ruissellement, qui s'accumule au centre de ces chotts, puis suite an phénomène d'évaporation durant les périodes sèches, il y a dépôt d'évaporites (BOUTTINE, 2013).

Le phénomène géologique intervient dans le développement des plantes par la nature chimique substratum géologique qui conditionne les réserves minérales et la dureté des roches (GHETTOUCHE, 2003).

La région du bassin du chott El-Hodna est assez complexe en raison de sa position au contact de l'Atlas tellien et de l'Atlas saharien. Les faciès des différentes formations stratigraphiques présentent de fréquentes variations (FAO, 1975).
Les caractéristiques des principales formations géologiques et leurs structures se présentent comme suit :

Selon (GUIRAUD 1967, in FAO, 1975), le schéma structural de la partie centrale du bassin (du nord-ouest vers le sud-est) est le suivant :

### 2-1-L'anticlinorium des bibans

Constitué en majeur partie par un matériel crétacé-argilo-marneux ou marno-calcaire, fortement plissé au cours de l'orogénèse alpine.

### 2-2-La dépression sub-bibanique

Dans cette dépression, les nappes telliennes d'origine septentrionale se sont mises en place au Miocène inférieur. Les différentes unités sont constituées par un matériel pelliculaire, marneux et parfois gréseux ; leurs limites sont souvent jalonnées par des diapirs gypso-salins du Trias.

### 2-3-Les monts du Hodna

Il s'agit, grossièrement, d'un anticlinal orienté E-W (Est-West), ayant subi plusieurs phases tectoniques depuis le crétacé. Il est constitué principalement de calcaires, marnes et grès du crétacé inférieur et supérieur.

### 2-4-Le bassin subsident du Hodna

Ce bassin tertiaire s'est installé depuis l'Eocène dans la région de M'sila et s'est étendu à toutes la plaine du Hodna au cours du Miocène et du Pliocène.

### 2-5-La zone pré-atlasique

Le matériel géologique est essentiellement crétacé, s'étend au nord du grand accident tectonique de Boussaâda sous forme de compartiments faillés, peu plissés. Cette zone disparaît vers l'est sous le chott.

### 2-6- L'Atlas saharien

C'est un vaste ensemble de synclinaux encastrant les anticlinaux allongés de direction ENE – WSW (Est-Nord-Est, West-Sud-West), s'étend au sud du grand accident de Boussaâda Plissé à la fin du Crétacé, il a subi par la suite de lentes déformations de style épirogénique.

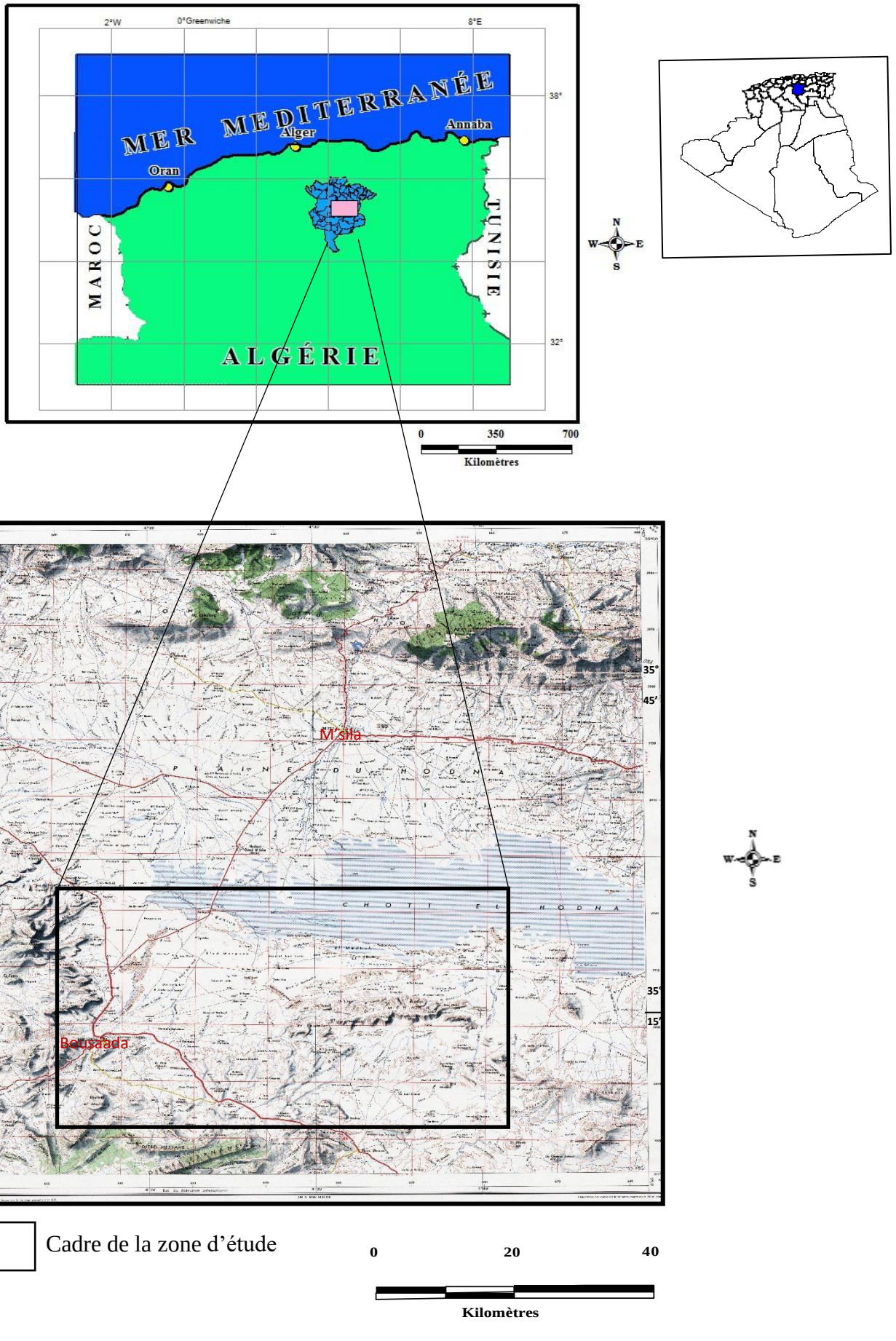



**Figure 01 :** Position géographique de la zone d'étude

Lors de la phase de surrection de l'atlas saharien, des zones de bordure ont été mises à une sédimentation continentale, les matériaux provenant de la jeune chaîne érodée. Ces dépôts ont été désignés sous le nom de "tertiaire continental ", par opposition à la phase marine qui régnait ailleurs.

Le Secondaire n'apparaît qu'en petits amas dans le bassin du Hodna et ses alentours, il est fréquent au Monts du Diss, il s'agit de formations argilo gypseuse ou salines.

Pour le Tertiaire, le miocène se localise sur les bordures des chotts, au niveau des oueds et au contact des massifs alors que le pliocène continental le faciès le plus répandu dans les Hauts Plateaux.

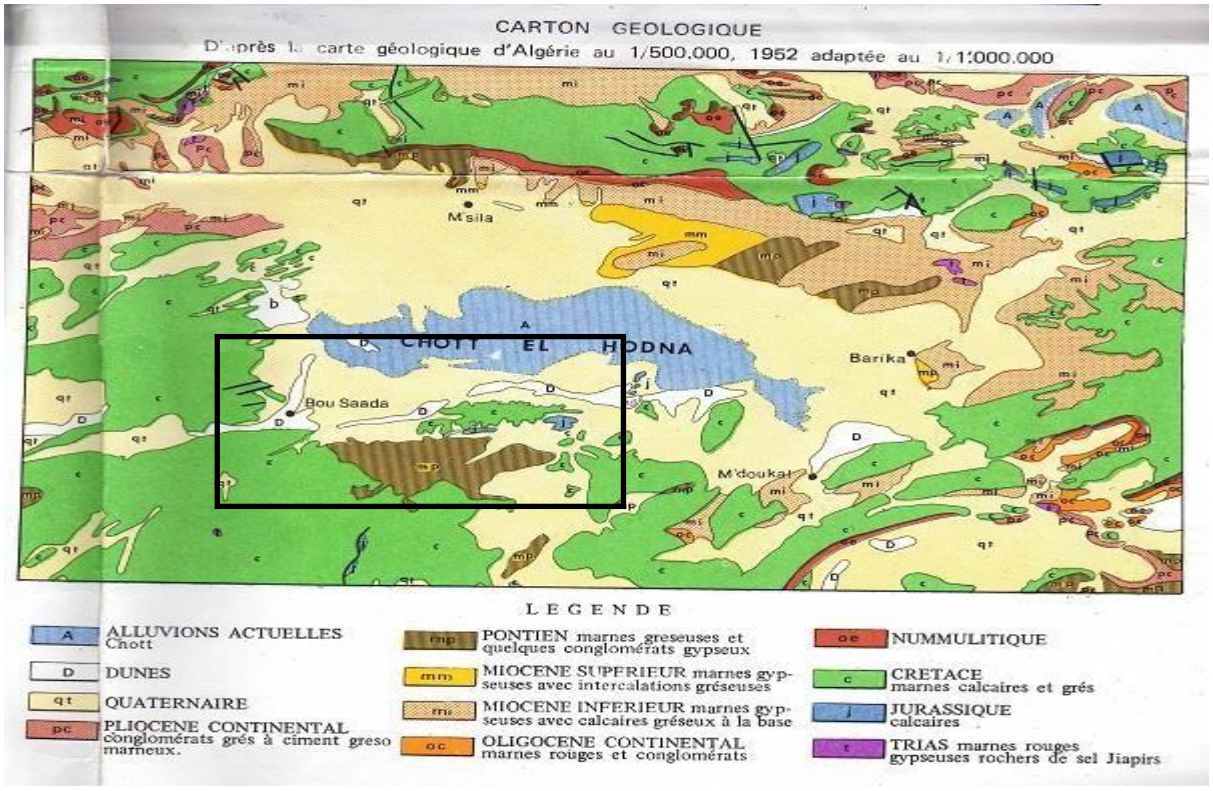



**Figure 02** : Carton de bassin du Hodna d'aprés la carte géologique de l'Algérie au 1/500 000, adaptée (LE HOUERO et al, 1975)

## 3-LA GEOMORPHOLOGIE (Figure03)

Au cours du Quaternaire se sont succédées alternativement des périodes pluvieuses (pluviaux) et des périodes sèches (Inter pluviaux). Lors des pluviaux, le substratum a été modelé en d'immenses surfaces planes recouvertes par des matériaux grossiers lors des pluviaux anciens, puis par des matériaux de plus en plus fins (remaniement des dépôts antérieurs) lors des pluviaux moyens et récents (F.A.O, 1975).

A première vue, le relief du Hodna se compose de deux ensembles nettement différenciés : le cadre montagneux des deux Atlas et le bassin hodnéen compris entre ceux-ci. C'est ce dernier qui constitue la véritable région du Hodna (SEBHI, 1987 in KHOUDIR, 2012).

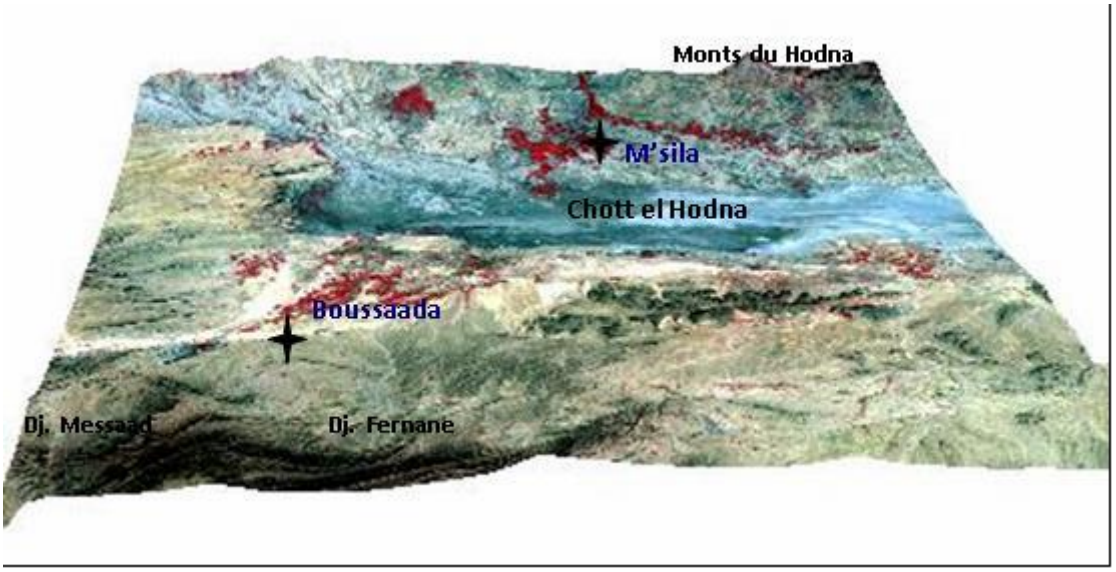



**Figure 03** : Image en MNT du relief du Hodna (KHOUDIR, 2012)

Le cadre montagneux, bien que ne faisant pas partie de notre zone d'étude, il ne peut être négligé pour une bonne compréhension du milieu naturel :

### 3-1-Le cadre montagneux

Au Nord et à l'Est, les limites sont très nettes où le contact avec le massif des Ouennougha, les Monts du Hodna et du Belezma se fait toujours par une rupture marquée. Cette barrière forme un véritable écran montagneux dont l'altitude varie entre 1400 et 2000 mètres (Dj. Maadid 1863 m, Dj Tachrirt 1902 m et Dj. Tichao 2141 m). De par leur vigueur, ces reliefs, jouent un rôle important du point de vue climatique en réduisant les influences maritimes.

Au Sud et à l'Ouest, le cadre montagneux est nettement plus confus et d'altitude peu élevée, et correspond à la retombée Nord de l'Atlas saharien. Il est représenté par les monts du Zab (700 à 1000 m) au Sud-Est, ceux des Ouled Nail (1000 à 1300 m) au Sud-Ouest. A l'Ouest, les limites sont plus floues et l'on passe graduellement aux Hautes Steppes par la vallée alluviale de l'oued Leham.

Cette enceinte montagneuse n'est pas totalement fermée : elle permet au bassin de communiquer notamment avec les Hautes plaines constantinoises par la percée de l'oued Barika et avec la Haute plaine du Chéliff par la grande ouverture de l'oued Leham sur une largeur de 20 à 30 kilomètres (SEBHI, 1987 in KHOUDIR, 2012).

### 3-2-Le bassin du Hodna

Inscrit dans ce cadre montagneux, le Hodna proprement dit se présente comme une zone de hautes terres (400 à 700 m) relativement plane.

D'une manière générale, on peut distinguer :

Le piémont appelé « Djerr », entre 500 et 700 m, allongé Ouest-Est. Au Nord, il est assez large et se constitue en forme de grands paliers correspondant à des niveaux de glacis qui sont profondément entaillés par une série d'oueds qui descendent des djebels septentrionaux. Le piémont Sud, beaucoup moins étendu, est plat et encombré d'accumulations de sable.

La plaine proprement dite est définie assez exactement par la courbe de niveau 500m et couvre les deux tiers du Hodna. Elle s'étale jusqu'aux abords de la sebkha qui occupe le centre du bassin.

On peut aussi distinguer la plaine du Nord et de l'est et celle du Sud appelée Rmel. Au Sud, le Rmel offre un paysage d'étendue sablonneuse, plate avec souvent des champs de dunes de quelques mètres de hauteur. Le sable est accumulé soit en masse informe, soit en de petits massifs allongés de véritables dunes vives appelés Erg ou Zbar qui masquent en partie les bonnes terres et le chott.

La sebkha, vaste surface d'épandage des eaux de crues (1000 km2) de forme presque elliptique, se trouve au centre de la plaine que nous venons de présenter. C'est une étendue argileuse, plane et fortement salée où toute végétation est absente (SEBHI, 1987).

## 4-LA PEDOLOGIE (Figure04)

Le développement de l'encroûtement dans le Hodna suit la répartition des dispositifs quaternaires. Il s'agit notamment de glacis, de terrasses fluviatiles, de cônes de déjection (GUETTOUCHE, 2006).

La description pédologique de notre zone d'étude est inspirée des travaux de POUGET (1977), BNEDER (1993, 1994, 1995) et la FAO (1975).

Les sols résultent de l'action de plusieurs facteurs du milieu : végétation, climat, géologie, géomorphologie et topographie

Les principaux types de sols peuvent être définis en fonction des unités géologiques et géomorphologiques précédemment mentionnées.

Du Nord au Sud on distingue une succession de sols selon les compartimentages topographiques.

Les Monts du Hodna contiennent des sols bruns crayeux ou des sols bruns calciques, relativement riche en matière organique. En association avec eux, on trouve des sols minéraux souvent bruts ou des sols de bas niveau, caractérisés par la prédominance du calcaire. Sur les zones à faible pente.

Sur les piémonts apparaissent les indications d'une aridification conditionné par les facteurs climatiques. Les sols ont un faible taux de matière organique. Cet ensemble forme la zone des glacis avec comme caractère dominant une accumulation de calcaire et de gypse.

Sur le vieux glacis l'accumulation apparaît comme croûte et rut dur, alors que quelques ornières friables apparaissent sur les glacis signifient et surtout des tas de nodules crayeux.

La plaine du Hodna (glacis récent) se caractérise par des sols de faible niveau, développés d'alluvions de marnes (Miocène), c'est un sol lourd et avec des caractères gypso salins plus ou moins accentué. Les sols développés à partir de colluvions et d'alluvions provenant des grés, les conglomérats et les crayeux ont une texture moyenne avec des stratifications et sont moins affectés par des sels.

Le Chott entourant la sebkha et la sebkha transporte les sols gypso-salin des accumulations de nappes qui deviennent honnêtement salines dans la sebkha (HADJAB, 2006).

En bordure sud du chott, dans la partie basse du R'Mel, la présence de la nappe phréatique gypso-saline à un niveau très proche de la surface a induit la formation de sols hydromorphes à encroûtement gypseux. Ces sols sont en mosaïque avec des sols halomorphes et des sols minéraux bruts d'apport éolien ; dunes de sables grossiers actuels ou de sables fins anciens, repris par l'érosion actuelle. Sables gypseux fortement salin, localisés en bordure de sebkhas sous forme de lunettes pseudo-sableuses, érodées en bad-lands (F.A.O, 1975).

Ce très rapide aperçu pédologique permet de dégager les caractéristiques essentielles :

-Sols relativement humifères localisés dans les djebels et liés à la présence d'une végétation de type forestier.-Salinisation de la quasi-totalité des sols du bassin, due à la nature chimique des affleurements géologiques et géomorphologiques, ou à la présence d'une nappe superficielle plus ou moins profonde, toujours salée-gypseuse, ou à l'irrigation par barrage ou épandage de crue avec des eaux toujours salées et gypseuses.

-Texture moyenne à fine au nord du chott et moyenne à grossière au sud.

-Profondeur faible sur croûtes et encroûtements importante sur les épandages limoneux des glacis récents et actuels mais d'exploitation délicate par suite de l'hydromorphie et de la concentration élevée en sels à partir de 1m de profondeur (F.A.O, 1975).

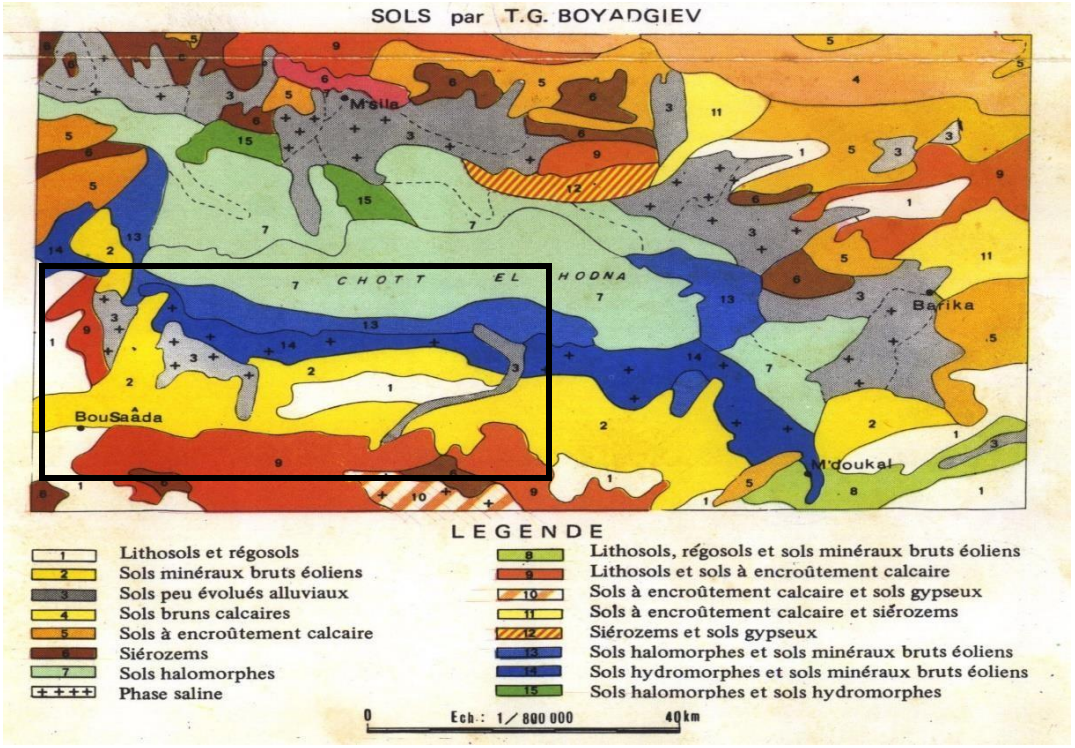



**Figure 04** : Carte des sols du bassin du Hodna (source : T.G.BOYADGIEV)

## 5-L'HYDROLOGIE (Figure05)

Le régime hydrologique du Hodna est lié au régime pluviométrique qui est caractérisé par de fortes irrégularités. La majorité des cours d'eaux n'ont pas de débits pérennes.
Tous les oueds, pérennes ou nom, ont des crues secondaires et fortes, les eaux se déversant dans le chott sont estimées à 150 hm3 par an pour une année moyennement pluvieuse.

De petits changements de température ou de pluviosité sont susceptibles d'entraîner d'importantes répercussions sur le ruissellement des eaux de surface. La diminution des précipitations influence directement les quantités d'eau qui atteignent le sol. La répartition des eaux de surface en eaux courantes et eaux d'infiltration est fonction de la nature des sols où tombe la pluie (topographie, perméabilité, et couvert végétal) (KHOUDIR, 2012).

Le bassin versant du Hodna dans la superficie est estimé à 26 000 km² est drainé vers la Sebkha par d'importants oueds, le réseau hydrographique est y très dense .Les principaux oueds du bassin du Hodna sont :

-Oued Leham, dans le bassin présente un 1/5 ou 1/6 de la totalité du bassin hydrologique du Hodna, il draine les terrains gypso-salins du Nord-Ouest du bassin.

-Oued Lougmane, Oued Ksoub, Oued Ennfida, Oued Nakrar, Oued Barika, Oued Bitam.

Les eaux de ces oueds qui convergent vers la sebkha sont faiblement à moyennement salées avec un pH neutre à basique.

### 5-1-Nappe Superficielle

Les eaux de la nappe superficielle ont une salinité modérée à très élevée, compte tenu du type de salinisation elles sont sulfato-chlorurée dans la partie Est.
Le résidu sec de la nappe varie de 0,5 à 280 g/l, le type de salinisation change dans la partie basse du bassin, les eaux dans la plaine sont sulfato-chlorurée avec quelques lentilles sulfatées.

### 5-2-Nappe phréatique

Le bassin du Hodna renferme un certain nombre de formations aquifères réparties sur plusieurs étages allant du jurassique au quaternaire. L'analyse de remplissage hodnéen peut se résumer en deux grands ensembles de réservoirs d'eau qui se superposent :

La nappe de remplissage (mio-pliocène) en profondeur et l'aquifère superficie constitue par les formations détritiques du quaternaire.

Tous les oueds pérennes au non ont des crues secondaires fortes, elles déversent dans le Chott. L'eau est estimée à 150 Hm3 par an en moyenne, malgré leurs caractéristiques sporadiques déverseuse.

- **La nappe captive**

Se situe à une profondeur varient entre 150 et 250 m, elle est exploitée depuis fort longtemps : depuis 1859. Plus de 80 forages y ont réalisés dans le but d'obtenir de l'eau artésienne sans frais de pompage. Elle est peu chargée en sels, le résidu sec varie de 0,5 à 02 g/l (MIMOUNE, 1995).

## 5-3-Profondeur, fluctuations et permanence de l'eau

Le chott El-Hodna est recouvert d'une nappe d'eau au moment des crues, sa limite septentrionale pendant la période hivernale est inondée entièrement ou partiellement, plus au moins longtemps suivant que l'année est pluvieuse ou sèche. En été, il est sec car le bilan alimentation-évaporation est nettement négatif.

N'ayant pas fait l'objet de beaucoup d'observations quantitatives, toutefois il semble que sa surface fluctue entre 1100 km2 et 100 km2 durant la période des basses eaux pour une différence de niveau de 1 à 3 m environ.

Les potentialités hydriques réelles du bassin versant du Hodna varient d'une année à l'autre, car elles dépendent de l'ampleur des précipitations annuelles. Le total du débit des oueds du Hodna dont 3/4 dépendent des pluies, est estimé entre 60 et 70% du ruissellement total du Hodna, le reste est le fait de petits cours d'eau temporaires et du ruissellement en nappe qui prend une grande importance lors des violents orages.

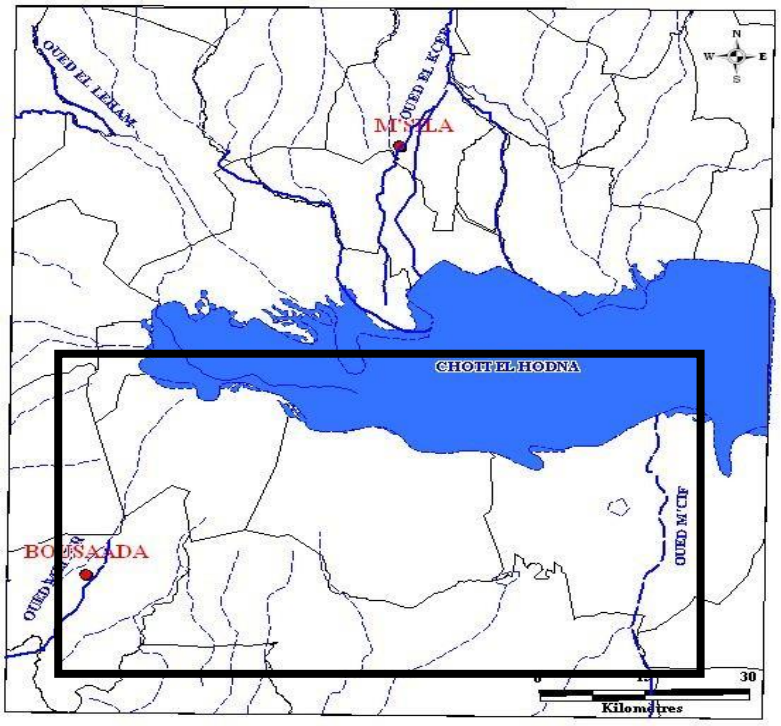



**Figure 05** : Carte hydrologique du Hodna (source : KHOUDIR, 2012)

## 6-ETUDE CLIMATIQUE ET BIOCLIMATIQUE

Les conditions climatiques sont celles des zones semi-arides et arides caractérisées par des cours d'eau non pérennes et à débit solide élevé, par des pluviosités annuelles faibles, par des précipitations d'intensité très variable et très inégalement réparties. La sécheresse est d'autant plus redoutable que l'évaporation est très forte et accentuée par des vents soufflant du Sahara et franchissant les chaînons montagneux discontinus du Sud du Chott.

Les données climatiques utilisées sont extraites essentiellement de l'Office National de météorologie (l'O.N.M), au niveau des quatre stations M'sila dont fait partie notre zone d'étude et Batna, Biskra et Djelfa, qui sont plus ou moins proches d'elle, pour caractériser le climat de notre région nous avons considéré la pluviosité, la température et autres facteurs du climat (vent, gelée, neige, évaporation, humidité, insolation).

Selon la disponibilité des données météorologiques recueillies, les périodes prises en considération diffèrent d'une station à l'autre et durent en moyenne sur 30 ans **(Tableau1).**

**Tableau 1** : Données météorologiques des stations référence selon l'O.NM

| Stations | Latitude | Longitude | Altitude (m) | Source | Période |
|---|---|---|---|---|---|
| M'sila | 35°40' N | 04°30' E | 441 | O.N.M | 1986-2015 |
| Batna | 35°45' N | 06°19' E | 822 | O.N.M | 1986-2015 |
| Biskra | 34°48' N | 05°44' E | 82 | O.N.M | 1986-2015 |
| Djelfa | 34°20' N | 03°23 E | 1180 | O.N.M | 1986-2015 |

Source : ONM

### 6-1-Les Paramètres climatiques

#### 6-1-1- les précipitations

La pluviosité est exprimée en général par la pluviosité moyenne annuelle ou mensuelle, ainsi que par leur mode de répartition (régime pluviométrique annuel et saisonnier). C'est un des éléments caractéristiques du climat.

#### 6-1-1-1-Pluviosité Moyenne Annuelle

Les hautes plaines du sud Algérois et constantinois reçoivent entre **120 et 330 mm** en moyenne par an. Cette pluviosité atteint **305,04 mm** à Djelfa, **319,84 mm** à Batna,**177.24 mm** à M'sila, et elle descend jusqu'à **129,29 mm** à Biskra (Tableau 2).

#### 6-1-1-2-Pluviosité moyenne mensuelle

La répartition des pluies au cours de l'année est une donnée essentielle qui conditionne également pour une large part la vie des végétaux.

Pour les différentes périodes prises pour chaque station, l'analyse des histogrammes obtenus à partir des pluviosités moyennes mensuelles, montre que le mois le plus arrosé est situé en

moi d'octobre pour la station de Biskra et en mois de septembre pour la station de Djelfa, et en mai pour M'sila et Batna, et le minimum est situé au mois de juillet pour les quatre stations (Figure06).

**Tableau 2** : Pluviosités moyennes mensuelles des quatre stations selon l'O.N.M

| Stations | J | F | M | A | M | J | Jt | A | S | O | N | D | Ann |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **M'sila 1986-2015** | 15,13 | 14,63 | 15,25 | 20,25 | 20,19 | 6,57 | 3,5 | 6,01 | 18.7 | 22.65 | 15.78 | 15.8 | 177.24 |
| **Batna 1986-2015** | 29,23 | 25,02 | 36,76 | 31.07 | 40,9 | 19,1 | 11,23 | 24,4 | 33,07 | 24,4 | 17,6 | 27,1 | 319,84 |
| **Biskra 1986-2015** | 15,84 | 9,53 | 13,6 | 13,38 | 11,41 | 5,1 | 1,12 | 3,81 | 15,67 | 16,73 | 15,1 | 8,28 | 129,29 |
| **Djelfa 1986-2015** | 29,2 | 28,05 | 26,71 | 29,75 | 29,53 | 17,5 | 8,61 | 20,97 | 34,57 | 27,51 | 25,6 | 27 | 305,04 |

### 6-2-Régime Saisonnier

Le régime pluvial pour une station est obtenu en calculant les cumules pluvieux pour chaque saison, ces derniers sont ensuite ordonnés par ordre décroissant.

Le tableau3 exprime les moyennes de la pluviosité pour chaque saison, il en ressort que le régime saisonnier est de type A.P.H.E. pour les stations de M'sila, Biskra et Djelfa, et de type P.H.A.E. pour les stations de Batna (Figure07).

**Tableau 3** : Régimes saisonniers des quatre stations (mm)

| Stations | Hiver (H) | Printemps (P) | Eté (E) | Automne (A) | Régime |
|---|---|---|---|---|---|
| **M'sila** | 45,54 | 55,69 | 16,08 | 57,13 | **A.P.H.E** |
| **Biskra** | 33,655 | 38,395 | 10,02 | 47,52 | **A.P.H.E** |
| **Batna** | 81,38 | 108,725 | 54,755 | 74,98 | **P.H.A.E** |
| **Djelfa** | 84,25 | 85,99 | 47,12 | 87,69 | **A.P.H.E** |

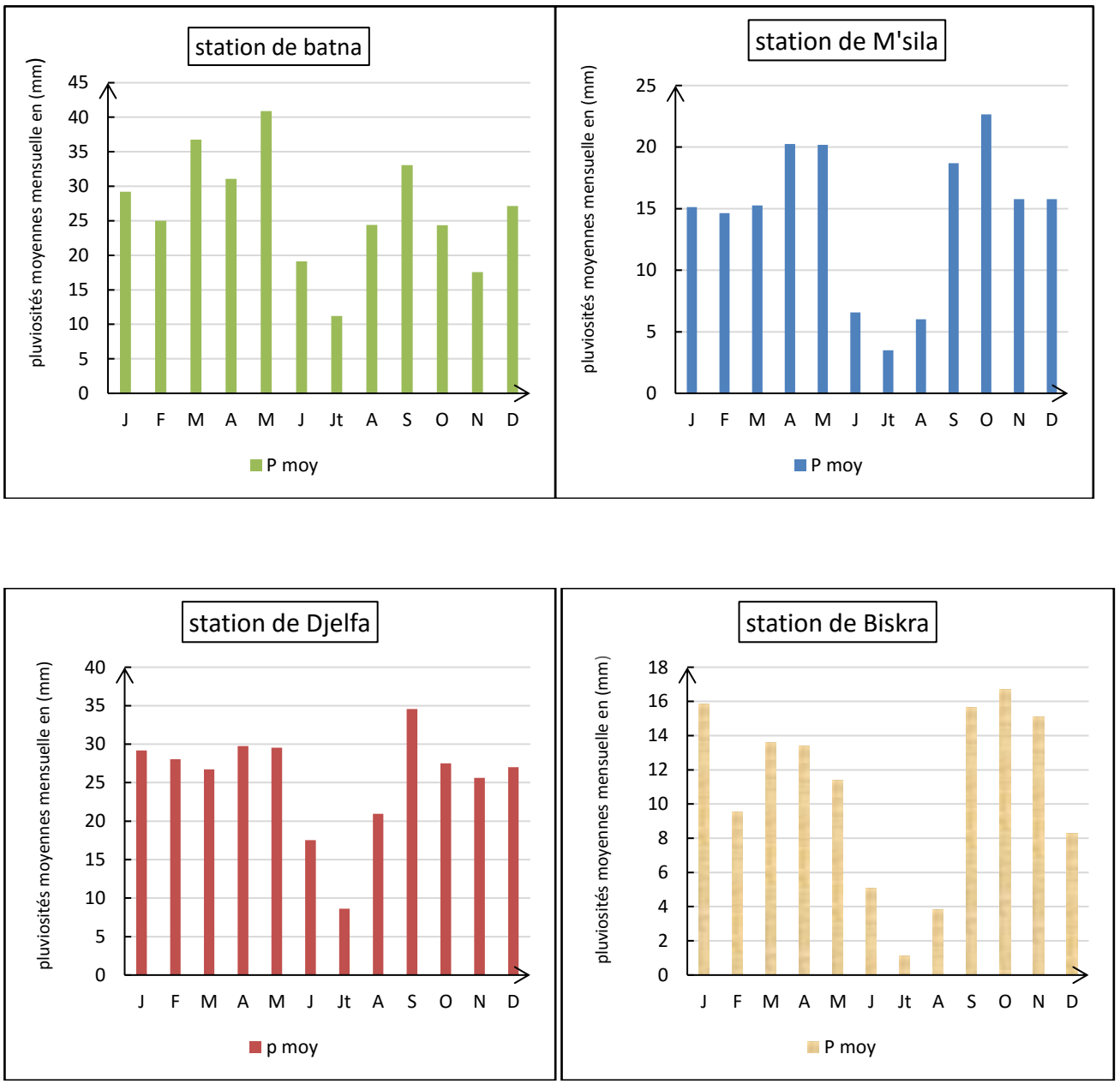



**Figure 6** : Pluviosités moyennes mensuelles (mm) des stations de référence (1986-2015)

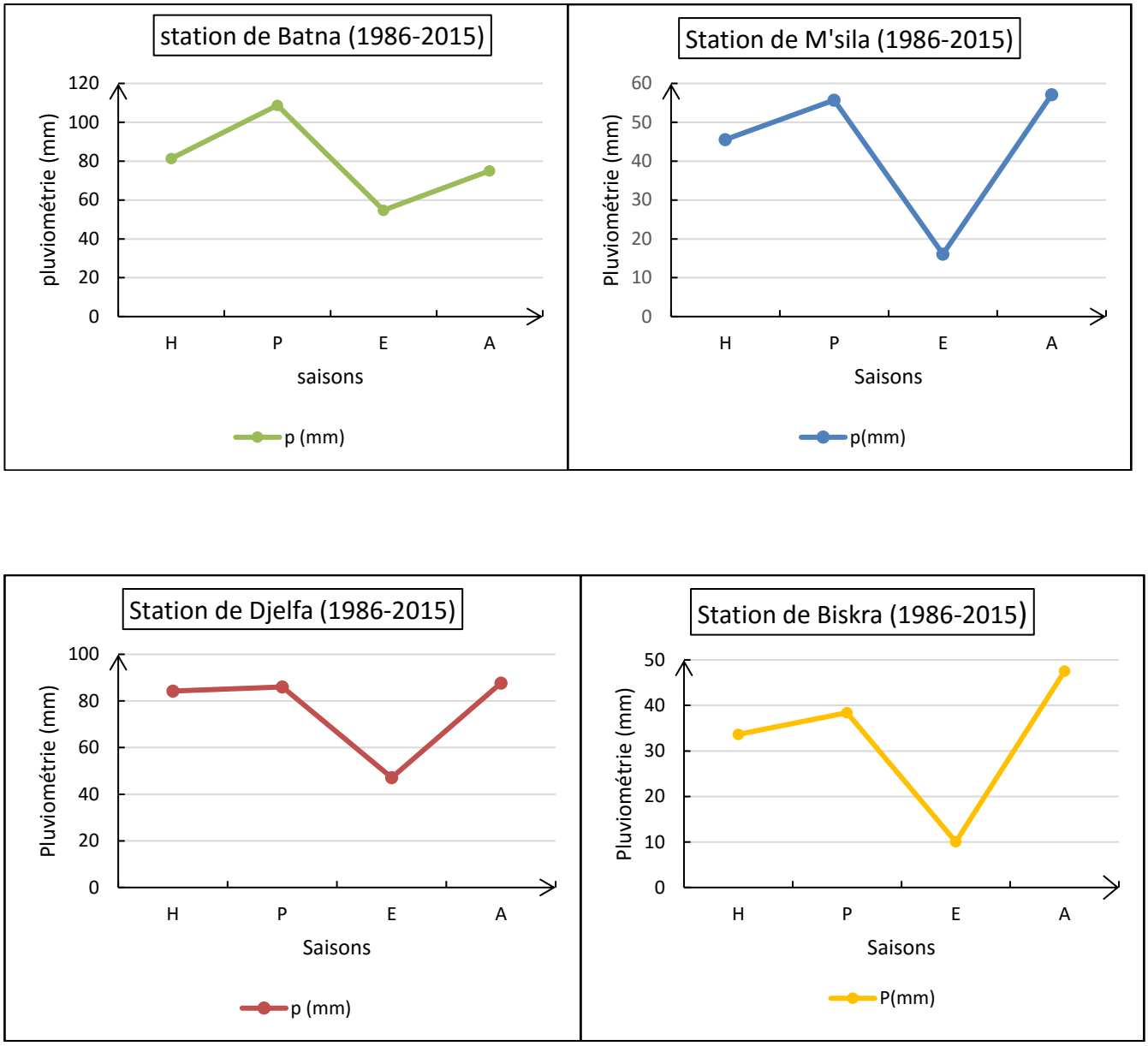



**Figure 7** : Régimes saisonniers des quatre stations de référence

## 6-3-Les températures

### 6- 3-1- Moyennes des Températures minimales du mois le plus froid « m »

D'après le (tableau 4), on remarque que la valeur moyenne des minima du mois le plus froid « m » correspond au mois de Janvier pour les quatre stations ; elle est de 3,25°C à M'sila ; 7,46°c à Biskra ; 0,17 °C à Batna et enfin de 0,64 °C à Djelfa.

### 6-3-2- Moyenne des Températures Maximales du mois le plus chaud « M »

En ce qui concerne les températures moyennes du mois le plus chaud « M » (Tableau 4), elles correspondent au mois de Juillet pour toutes les stations, leurs valeurs est de 39,16 °C à M'sila ; 40,54°c à Biskra ; 35,23°C à Batna et de 33,9°C à Djelfa.

### 6-3-3- Températures moyennes mensuelles et annuelles

Pour les Températures moyennes mensuelles **(figure08),** on remarque qu'elles enregistrent un minimum, au mois de Janvier pour les quatre stations, estimées à **8,79°C** à M'sila, **12,66°C** à Biskra, **5,93°C** à Batna et de **5,54°C** à Djelfa.et un maximum, au mois de juillet pour les quatre stations, estimées à **31,74°C** à M'sila, **34,08°C** à Biskra, **26,15°C** à Batna et de **26,17°C** à Djelfa.

Les températures moyennes annuelles, sont de **19,34 °c** pour M'sila, **22,85 °C** pour Biskra, **15,35°C** pour Batna et **12,48°C** pour Djelfa (tableau 4).

**Tableau 4** : Moyennes mensuelles des maxima (M) et minima (m) et des températures moyennes des stations de référence en (C°)

| Stations | (°C) | J | F | M | A | M | J | Jt | A | S | O | N | D | Ann. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| M'sila (1986-2015) (O.N.M) | M | 14,34 | 15,88 | 19,77 | 23,91 | 29,06 | 35,02 | 39,16 | 38,35 | 32,34 | 26,32 | 19,17 | 14,81 | 25,68 |
| | m | 3,25 | 4,14 | 7,19 | 10,71 | 15,68 | 20,77 | 24,33 | 23,85 | 19,47 | 14,34 | 8,23 | 4,19 | 13,01 |
| | M+m /2 | 8,79 | 10,01 | 13,48 | 17,31 | 22,37 | 27,89 | 31,74 | 31,1 | 25,9 | 20,33 | 13,7 | 9,5 | 19,34 |
| Biskra (1986-2015) (O.N.M) | M | 17,87 | 20,06 | 24,08 | 28,62 | 33,94 | 38,5 | 40,54 | 38,34 | 32,45 | 26,71 | 20,62 | 21,08 | 28,6 |
| | m | 7,46 | 8,89 | 12,34 | 16,58 | 21,37 | 25,48 | 27,63 | 26,25 | 21,41 | 16,03 | 10,65 | 10,71 | 17,1 |
| | M+m /2 | 12,66 | 14,47 | 18,21 | 22,6 | 27,65 | 31,99 | 34,08 | 32,29 | 26,93 | 21,37 | 15,63 | 15,89 | 22,85 |
| Batna (1986-2015) (O.N.M) | M | 11,7 | 12,9 | 16,08 | 19,94 | 25,56 | 31,07 | 35,23 | 34,78 | 29,39 | 23,88 | 17,08 | 12,67 | 22,52 |
| | m | 0,17 | 0,74 | 3,15 | 5,61 | 9.67 | 14,16 | 17,07 | 17,06 | 14,44 | 10,22 | 4,80 | 1,15 | 8,18 |
| | M+m /2 | 5,93 | 6,85 | 9,61 | 12,77 | 17,62 | 22,61 | 26,15 | 25,92 | 21,91 | 17,05 | 10,94 | 6,91 | 15,35 |
| Djelfa (1986-2015) ( O,N.M ) | M | 10,45 | 12,23 | 16,19 | 20,58 | 25,92 | 31,36 | 33,9 | 31,41 | 25,07 | 19,33 | 13,13 | 13,86 | 21.14 |
| | m | 0,64 | 1,43 | 4,24 | 7,64 | 12,08 | 16,28 | 18,45 | 16,94 | 12,69 | 8,07 | 3,44 | 3,66 | 3,83 |
| | M+m /2 | 5,54 | 6,83 | 10,21 | 14,11 | 19 | 23,82 | 26,17 | 24,17 | 18,88 | 13,7 | 8,28 | 8,76 | 12,48 |

Source : ONM

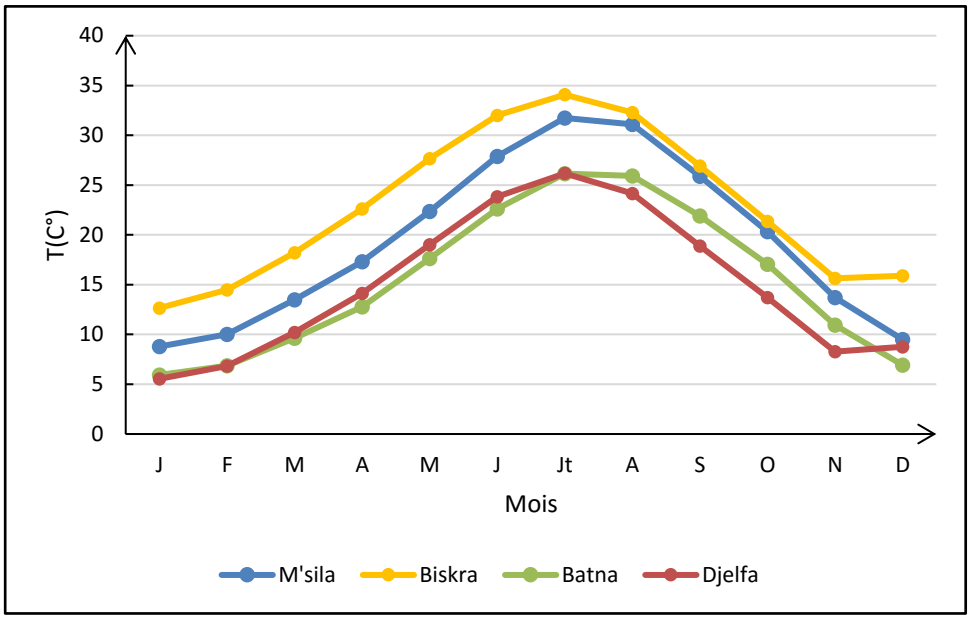



**Figure 8** : Températures moyennes annuelles en (C°) des stations de référence (1986-2015)

### 6-4-Autres facteurs climatiques

#### 6-4-1- Le vent

Le vent, dans les régions arides, joue un rôle important dans la formation des reliefs des sols, et dans la dégradation de la végétation (HALIMI, 1980 in KHOUDIR, 2012).

**Tableau 5** : Moyenne mensuelle des vitesses du vent moyen (m/s)

| Stations | J | F | M | A | M | J | Jt | A | S | O | N | D | Ann |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **M'sila (1986-2015)** | 5,39 | 6,39 | 6,55 | 7.12 | 6,92 | 6,88 | 6,82 | 6,62 | 6,24 | 5,35 | 5,52 | 5,42 | 6,3 |
| **Biskra (1986-2015)** | 6,48 | 6,97 | 7,25 | 8,4 | 8,13 | 7,23 | 6,59 | 6,31 | 6,62 | 5,97 | 6,18 | 6,11 | 6,9 |
| **Djelfa (1986-2015)** | 6,45 | 6,88 | 7,07 | 7,37 | 6,96 | 6,48 | 6,63 | 6,45 | 5,85 | 5,5 | 5,72 | 6,11 | 6,45 |
| **Batna (1996-2015)** | 10,18 | 11,77 | 12,44 | 12,94 | 13,01 | 14,06 | 14,39 | 14,54 | 12,97 | 11,46 | 11,31 | 10,41 | 12,5 |

Source : ONM

❖ **Les vents et le Sirocco**

Selon SEBHI (1987), les vents dominants pour la station de M'sila viennent de l'Est. D'une manière générale, le Hodna dépend beaucoup des masses d'air provenant de la méditerranée occidentale. Ces vents d'Ouest et du Nord-Ouest pénètrent par la large vallée de l'oued Leham (large de 20 à 30 km). Les vents du Nord-Est s'engouffrent dans la cuvette hodnéenne à travers les couloirs de Ngaous et Seggana et convergent vers Barika.

Le Sirocco (en arabe Chehili) qui est un vent chaud et sec, d'origine saharienne, souffle en général du secteur Sud. Les effets du Sirocco résultent de la coïncidence d'une hausse brutale de la température et d'une baisse non moins brusque du degré d'humidité d'où une intense évaporation. (KHOUDIR, 2012).

### 6-4-2- - La gelée

La gelée survient quand la température minimale tombe au-dessous de 0°c **(SELTZER, 1946**).

**Tableau 6** : Fréquences des gelées dans quelques stations de référence

| Stations | Source et période | Nombre de jours/an |
|---|---|---|
| **M'sila** | O.N.M. (1986-2005) | 19,65 |
| **Batna** | O.N.M. (1976-2005) | 49,37 |
| **Djelfa** | O.N.M. (1986-2005) | 51 |

### 6-4-3-La Neige

**Tableau 7** : Fréquence d'enneigement

| Stations | Sources et période | Nombre de jours /an |
|---|---|---|
| **M'sila** | O.N.M. (1986-2005) | 0,08 |
| **Batna** | O.N.M. (1976-2005) | 8,033 |
| **Djelfa** | O.N.M. (1986-2005) | 6,71 |

La période d'enneigement est relativement plus longue pour la wilaya de Batna et Djelfa, cela est dû à leur situation géographique (Atlas saharien) et leurs altitudes.

### 6-4-4-L'humidité

**Tableau 8** : Taux d'humidité en pourcentages pour les stations référence selon l'O.N.M

| Stations | J | F | M | A | M | J | Jt | A | S | O | N | D | Ann. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **M'sila (1986-2015)** | 72,59 | 67,87 | 61,38 | 56,43 | 49,38 | 42,27 | 36,5 | 37,86 | 53,27 | 60,68 | 70,74 | 75,76 | 57 |
| **Biskra (1996-2015)** | 58,45 | 50,05 | 43,7 | 39,6 | 33,8 | 28,8 | 26,4 | 29,95 | 40,55 | 46,65 | 54,2 | 59,85 | 42,6 |
| **Batna (1996-2015)** | 73,25 | 68,15 | 62 | 59,5 | 55,95 | 46,25 | 39,1 | 43,25 | 56,75 | 60,8 | 67,25 | 73,75 | 58,9 |
| **Djelfa (1996-2015)** | 77,5 | 72 ,15 | 64,65 | 59 | 52,9 | 42,65 | 34,45 | 38,7 | 54,5 | 63,25 | 73,7 | 79,25 | 59,4 |

### 6-4-3-L'insolation

**Tableau 9** : Taux d'insolation en heure pour les stations référence

| Stations | J | F | M | A | M | J | Jt | A | S | O | N | D | Annuel |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **M'sila (1995-2008)** | 196,7 | 221,9 | 266,5 | 266,5 | 305,4 | 322 | 343,5 | 314,4 | 260,5 | 252,9 | 201,5 | 163,8 | 3079,3 |
| **Biskra (1996-2008)** | 228,7 | 239,2 | 283,1 | 287 | 320 | 345,6 | 359,2 | 329,6 | 267,8 | 256,7 | 224,9 | 214, 9 | 3356,9 |
| **Batna (1996-2005)** | 173,6 | 188,7 | 237,8 | 254,6 | 290,7 | 311,2 | 346,7 | 311,1 | 256,7 | 239,5 | 178,2 | 164,2 | 2953 ,1 |

### 6-5- La synthèse climatique

L'expression synthétique du climat sera exprimée par le diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953), et le quotient pluviothermique d'EMBERGER (1955), qui combinent les deux facteurs essentiels : pluviosité et température, en tenant compte de leurs valeurs moyennes et leurs variations tout au long de l'année.

### 6-5-1-Diagramme Ombrothermique

Le diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN montre l'importance de la période sèche, en tenant compte de la moyenne mensuelle des températures moyennes (°C) et des précipitations (mm), ils définissent un mois sec comme étant " celui où le total mensuel des précipitations exprimé en millimètres est égal ou inférieur au double de la température moyenne mensuelle exprimé en degrés centigrades" (BAGNOULS et GAUSSEN, 1953 in C.R.B.T, 1978).

L'intérêt du diagramme ombrothermique est de saisir les rapports entre les précipitations et les températures par conséquent « le bilan d'eau » de la station considérée (SADKI, 1988).

$$P \leq 2T$$

L'importance de la période sèche est indiquée par la surface d'intersection des courbes ombrique et thermique.

Pour nos stations de référence **(Figure 09),** on remarque ce qui suit :

- Pour M'sila et Biskra, la période sèche s'étale sur toute l'année (12 mois secs)
- Pour Djelfa, la période sèche est estivale et dure environ 6 mois (de mai à octobre),
- Pour Batna, la période sèche est également estivale (de la mi-mai à Novembre) et dure 6 mois et demi.

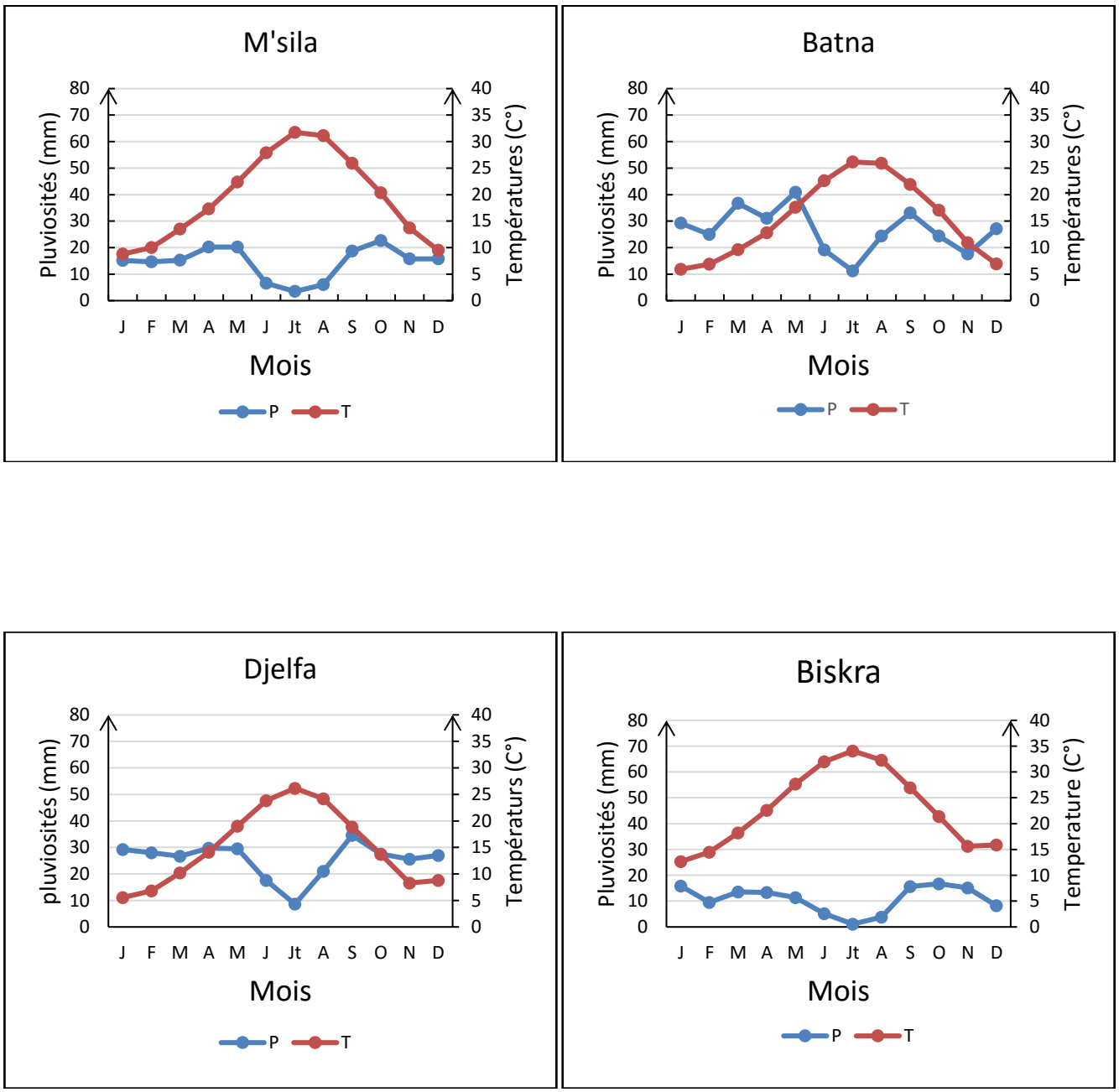



**Figure 9** : Diagrammes ombrothermiques des stations de référence

### 6-6 Quotient pluviothermique

Pour déterminer les types de bioclimat de la région méditerranéenne, EMBERGER (1955) a défini le quotient pluviothermique et établie le climagramme. **(Figure 10)**

EMBERGER (1930-1955) a proposé la formule suivante qui tient compte à la fois de la pluviosité, de la moyenne des températures annuelles **(M+m/2)** et de l'amplitude thermique **(M-m)**.

$$Q_2 = 1000P / (M+m/2)(M-m)$$

**Ou :**

$$Q_2 = \frac{2000 \times P}{M^2 - m^2}$$

$Q_2$ : quotient pluviothermique.

*P :* Pluviosité moyenne annuelle

***M :*** moyenne des minimums du mois le plus froid (degré Kelvin, °K)

***m :*** moyenne des maximums du mois le plus chaud (degré Kelvin, °K)

Après le calcul des quotients, nous les avons placés sur le climagramme d'EMBERGER. Les étages bioclimatiques avec leurs variantes thermiques, sont présentés comme suit : (Tableau10)

**Tableau 10** : Quotient pluviométrique et bioclimat des stations de référence

| Stations | m (°c) | Q2 | Bioclimat | Variante thermique |
|---|---|---|---|---|
| **M'sila** | 8,79 | 26,33 | Aride moyen | Hiver tempéré |
| **Biskra** | 12,66 | 20,37 | Aride inferieur | Hiver tempéré |
| **Batna** | 5,93 | 54,72 | Semi-Aride moyen | Hiver frais |
| **Djelfa** | 5,54 | 51,18 | Semi-Aride moyen | Hiver frais |

- **M'sila** : Aride moyen variante à Hiver tempéré
- **Biskra** : Aride inferieur variante à Hiver tempéré
- **Batna** : Semi-Aride moyen variante à Hiver frais
- **Djelfa** : Semi-Aride moyen variante à Hiver frais.

Ces résultats nous permettent de constater que notre zone d'étude appartient en grande partie aux étages bioclimatiques arides et semi-arides.

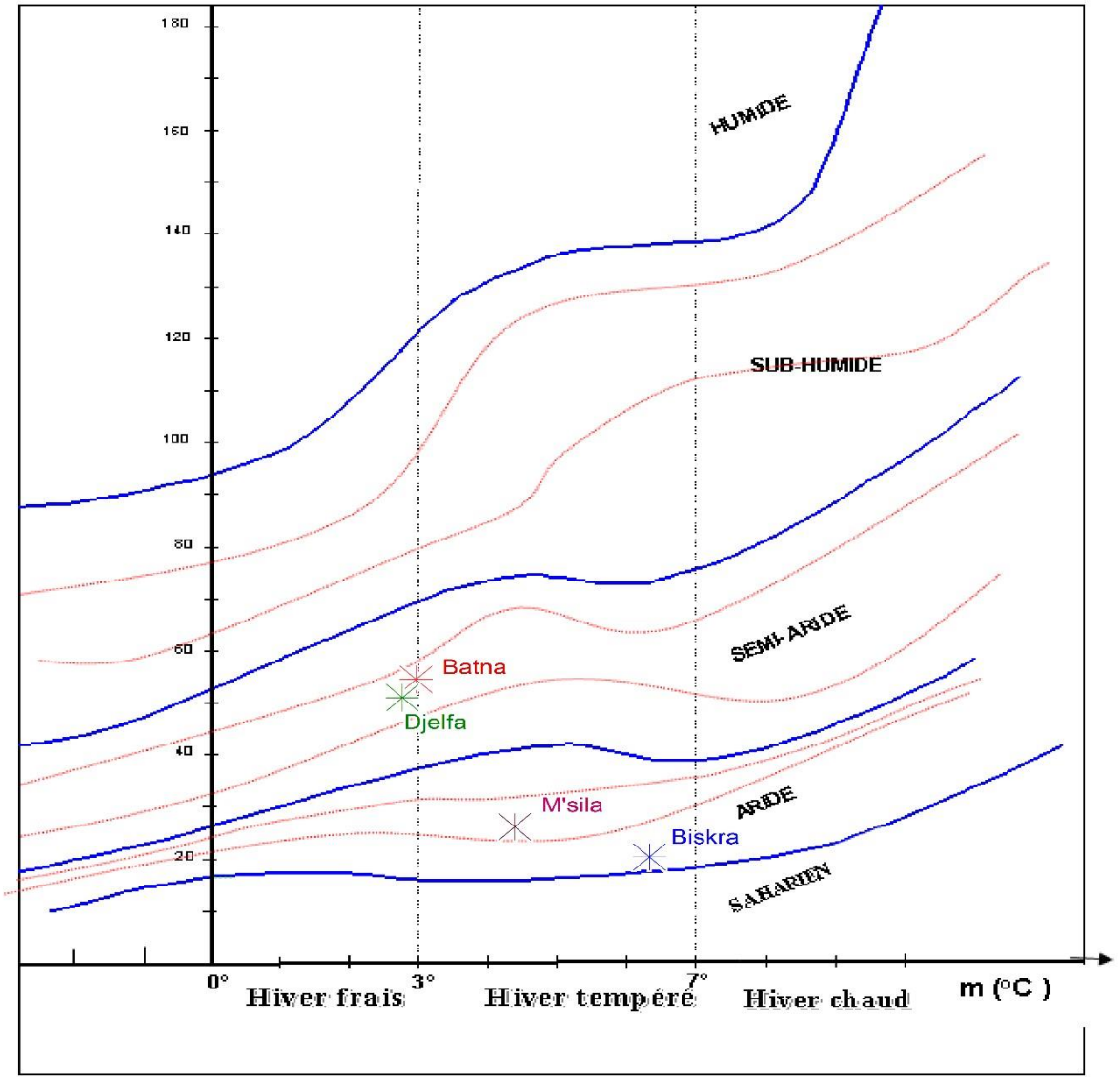



**Figure 10** : Positionnement des quatre stations de référence sur Climagramme d'EMBERGER (1955)

## 6-7-Les indices de continentalité

### 6-7-1- La continentalité pluviale

La continentalité pluviale, représentée par le coefficient « C », est déterminée comme étant le rapport de la somme des précipitations des 6 mois les plus chauds ($P_I$) soit de mai à octobre et de la somme des précipitations des 6 mois les plus froids ($P_{II}$), soit de novembre à août (SADKI, 1988).

$$C = P_I / P_{II}$$

Les valeurs de l'indice « C » pour nos stations sont exprimées dans le tableau 11

**Tableau 11** : La continentalité pluviale "C" des stations de référence

| Indices / Stations | C |
|---|---|
| **M'sila** | 0,80 |
| **Batna** | 0,91 |
| **Biskra** | 0,71 |
| **Djelfa** | 0,83 |

### 6-7-2- La continentalité thermique

La continentalité thermique est exprimée par l'indice K'. Ce dernier est modifié par DAGET (1977) qui y associe le critère altitudinal et la formule s'écrit comme suit :

$$K' = \frac{1,7A}{\sin(\varphi + 10 + 9h)} - 14$$

**A :** Amplitude thermique moyenne annuelle en degré Celsius.

**φ :** Latitude en degré d'arc.

**h :** Altitude en kilomètre.

L'amplitude thermique est exprimée par M-m, elle exprime le caractère de la continentalité du climat. Le calcul de ce coefficient, « K' », est indiqué dans **(tableau 12)**.

**Tableau 12 : La continentalité thermique « K'» des stations de la zone d'étude.**

| Indices / Stations | K' |
|---|---|
| M'sila | 38,02 |
| Batna | 29,51 |
| Biskra | 37,28 |
| Djelfa | 29,29 |

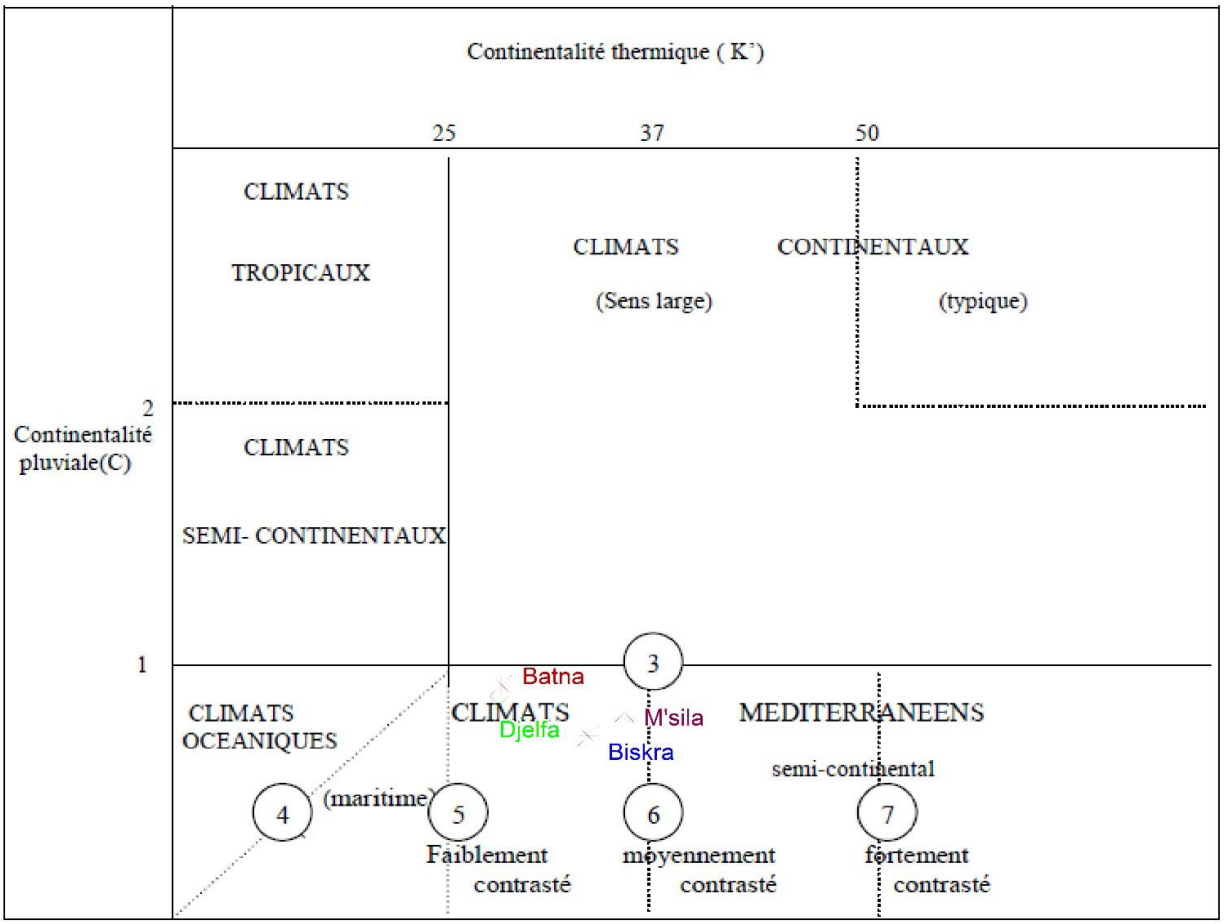



**Figure 11** : Diagramme de continentalité

# II-CADRE BIOTIQUE

## 1- LA FLORE ET LAFAUNE

### 1.1-La flore

L'exploration floristique de la plaine du Hodna a été entreprise depuis plus d'un siècle. Notons que REBOUD, en 1867, citait l'existence de 349 espèces appartenant aux communautés steppiques au pourtour du Chott El Hodna. Aussi, une étude réalisée par KILLIAN en 1952 a mis en exergue le rapport sol végétation et les possibilités culturales autour du Chott El Hodna.

L'essentiel du paysage végétal du Chott El Hodna est constitué par des formations steppiques qui font partie du paysage végétal des hautes plaines steppiques à l'exception des reliefs montagneux où prédominent des formations pré-forestières et des fonds d'oueds, lesquels sont colonisés par une végétation ripicole à structure arbustive à arborescente.

Les groupements végétaux du Chott El Hodna doivent leur physionomie à la fréquence et au mode de distribution, le plus souvent irréguliers, des espèces annuelles. Il en résulte une structure souvent complexe dont l'organisation structurale horizontale est de type « mosaïque » et dont les éléments constitutifs présentent des phénologies distinctes.

Ces groupements végétaux sont l'expression d'une combinaison de deux communautés, chacune soumise à un déterminisme propre :
l'une « permanente », constituée des seules vivaces ; l'autre « temporaire » à base de thérophytes (KAABECHE, 1990).

Cette classification permet de reconnaître cinq principaux types biologiques (Phanérophyte, Chaméphyte, Hémicryptophyte, Cryptophyte et Thérophyte).

Au niveau des groupements végétaux du Chott El Hodna, les variations saisonnières qui déterminent la phénologie de chacun de ces groupements est estimée selon le spectre biologique illustré (Figure I. Annexe) (KILLIAN, 1952 ; LE HOUEROU, 1975 ; KAABACHE, 1990 ; KAABACHE *et al.*, 1993 et AECOM Tecsult, 2009).

Les familles les plus représentatives en nombre d'espèces sont les suivantes :
Chenopodiaceae (14 espèces), Fabaceae (12 espèces), Asteraceae (12 espèces), Poaceae (8 espèces), Brassiceae (8 espèces), Fabaceae (7 espèces) et les Caryophyllacaeae (6 espèces) (Figure II. Annexe) (AECOM Tecsult, 2009).

## 1-2-La faune

Les données relatives à la faune du Chott El Hodna proviennent des informations contenues dans la littérature, les travaux de recherche universitaires et les observations récentes effectuées dans le cadre de la réalisation du plan de gestion de la réserve du Mergueb (MOREAU, 2005).

Par ailleurs, une étude réalisée par ZEROUAK et al. (2004) a mis en exergue les caractéristiques écologiques et la biodiversité de la zone humide.

### 1-2-1-L'avifaune

L'avifaune fréquentant le Chott El Hodna compte près de 28 espèces observées dans le milieu humide même ou le milieu riverain. Près de 15 espèces viennent hiverner dans la région d'octobre à mars, notamment les oiseaux d'eau.

En l'absence de roselières et d'une végétation aquatique émergente, les oiseaux paludicoles (des marais) sont inexistants dans le Chott El Hodna.

L'absence de massifs rocheux escarpés à proximité du Chott exclut l'installation de grands rapaces. Néanmoins, les montagnes de Sallet près de la réserve naturelle du Mergueb (hors zone d'étude) permettent la nidification de trois aigles : l'Aigle royal, l'Aigle de Bonelli et l'Aigle botté, qui viennent chasser dans les milieux ouverts et les zones d'épandage du Chott.

Le spectre biogéographique montre que la majorité des espèces recensées sont d'origine cosmopolite auxquelles se greffent des espèces paléarctiques (Figure III. Annexe).

### 1-2-2-Les mammifères

Dix-sept espèces de mammifères ont été inventoriées dans la région du Chott El Hodna. Les mammifères caractéristiques des milieux steppiques présents sont la Gazelle de Cuvier, la Gerboise, la Mérione de Shaw, la Musaraigne de Whitaker et l'Écureuil de Barbarie.

La Gazelle de Cuvier est une espèce grégaire dont le nombre a fortement décliné sur l'ensemble de son aire de répartition en raison du braconnage et de la dégradation des parcours. La végétation des milieux riverains de la zone humide, particulièrement *Salsola vermiculata* et *Helianthemum lippii* constituent la nourriture de base de la Gazelle de Cuvier (SELLAMI et BOUREDJLI, 1991) (Tableau I. Annexe).

### 1-2-3- Les amphibiens et les reptiles

Trois espèces sont particulièrement concernées, soit le Varan du désert, le Fouette-queue et le Caméléon commun (Tableau II. Annexe).

# III-CARACTERISTIQUE SOCIO-ECONOMIQUES

L'activité économique de la wilaya de M'sila repose sur deux activités principales, l'élevage et l'agriculture. Ces derniers sont les activités économiques dominantes dans le sous-bassin versant du Chott El Hodna à l'étude. Les autres activités économiques sont principalement situées dans les Wilayas de M'Sila et Batna.

La Wilaya de M'Sila possède une zone industrielle dans la Commune de M'Sila de 164 ha et 5 zones d'activité dans les communes suivantes : -Bou Saâda (142 ha), Ouled Derradj (14 ha), Ouled Addi Guebala (8 ha), Magra (9 ha), Belaiba (6 ha).

Les industries de la Wilaya de M'Sila produisent des filés, des toiles, des semoules, des farines, des boissons gazeuses, des limonades et des produits laitiers.
Pour sa part, dans la portion de la Wilaya de Batna incluse dans le sous-bassin versant du Chott El Hodna à l'étude, on trouve une zone industrielle de 103 ha, sise à Batna et comprenant une usine de textile et une usine de matériaux de construction.
La portion étudiée du bassin versant du Chott El Hodna recèle des gites miniers au sein ou près des agglomérations suivantes :
M'Sif : sel de gemme, Hamman Dalaa : calcaires, Bou Saâda : calcaires et sables, Magra : argiles, Barika : calcaire et argiles.

Au plan touristique, on note la présence d'un site historique, soit celui de la kalâa de Béni Hamed (Il s'agit d'une citadelle située au nord-est de la ville de M'Sila. La kalâa de Béni Hamed est le vestige de la première capitale musulmane des émirs Hammadides, fondée en 1007 dans une région montagneuse. Ce site a été classé patrimoine mondial de l'UNESCO en 1980.

## Conclusion :

L'aire d'étude est la zone humide d'importance internationale CHOTT EL HODNA. Ce Chott est situé au Nord- Est d'Algérie .Il est des plus grand du pays, c'est une zone humide continentale, aride et salée. Ecologiquement c'est une steppe s'intègrent dans l'étage bioclimatique aride à hiver tempéré.

Après la détermination de notre zone d'étude (partie sud du Chott). L'étude et l'analyse des différentes variables géologiques, géomorphologiques, pédologiques et climatiques de notre zone d'étude, on peut dire que cette dernière est caractérisée, du point de vue pédologie, par différentes classes de sols : les sols minéraux bruts, les sols calcimagnésiques, les sols peu évolués, les sols halomorphes et isohumiques.

En ce qui concerne la géomorphologie, notre région est caractérisée essentiellement par diverses formes géomorphologiques : les montagnes de l'Atlas saharien, les glacis les dépressions…, et le bassin du hodna symbole de la région.

Pour les variables climatiques, notre zone d'étude présente une pluviosité moyenne annuelle variant entre (170 et 305 mm) avec des températures maximales variant entre (33 et 40°C) en juillet et des températures minimales qui varient entre (0et 8°C) au mois de janvier, le vent généralement souffle en direction de l'Est avec apparition de temps à autre des siroccos. Les gelées et la neige sont plus au moins fréquentes suivant les saisons.

Toutes ces variables influent d'une manière importante sur la répartition et le développement des végétaux.

La végétation qui caractérise notre zone d'étude est une végétation steppique dominée par l'alfa (*Stipa tenacissima*), le sparte (*Lygeum spartum*) et l'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) avec la présence des espèces psammophiles (*Tamarix africana, Thymelaea microphylla, Retama retam)* et halophiles *salsola vermiculata*.

# CHAPITRE II

## CONCEPTS MATERIELS ET DEMARCHE METHODOLOGIQUE

# I-CARTOGRAPHIE

## 1-NOTION DE CARTOGRAPHIE ET DE LA CARTE

### 1-1-Notion de Cartographie

Selon LONG (1974), en général la cartographie est : « l'ensemble des études et des opérations scientifiques et techniques, intervenant dans l'établissement des cartes ou des plans à partir de résultats d'observation directe ou de l'exploitation d'une documentation préexistante ».

La cartographie est la science qui traite l'établissement de cartes de toutes sortes, elle englobe toutes les phases des travaux depuis les premiers levés jusqu'à l'impression finale des cartes. (CUENIN, 1972).

### 1-2-Notion de cartographie thématique

Selon OZENDA(1986), on appelle cartographie thématique, dont la cartographie écologique est un cas particulier, une opération qui consiste à transcrire, sur un fond topographique représentant le relief, l'hydrographie, les localités, les voies de communication, ou une partie seulement de ces éléments, les indications relatives à la localisation d'un phénomène supplémentaire qui constitue le thème.

On peut classer les thèmes intéressant en trois grandes catégories :

**-Les phénomènes abiotiques**

Ainsi les cartes géomorphologique ou bien les cartes géologique ou encore toutes les cartes climatologique.

**- Les phénomènes biotiques naturels**

Par exemple les cartes de forêts.

**- Les phénomènes liés à l'action humaine**

Carte d'occupation des sols, de types de cultures…..ect

### 1-3-Notion de carte

Une carte est une représentation géométrique généralement plane, simplifiée et conventionnelle, de toute la surface terrestre ou d'une partie, dans un rapport de similitude Convenable (CARADEC, 2002.

La cartographie réunit l'ensemble des études et des techniques qui permettent à l'homme de se représenter l'espace sur lequel il exerce une activité politique, économique ou scientifique).

#### 1-3-1-La carte d'occupation des terres

Selon LONG (1974), la carte de l'occupation des terres est avant tout la carte de la végétation actuelle, appréhendée par sa structure et sa composition floristique essentielle, plus les autres formes d'occupation des terres (infrastructures urbaines et routières).

### 1-3-2-La carte bioclimatique

Les cartes bioclimatiques représentent la répartition des facteurs du climat présumés intervenir dans la structure du manteau végétal et dans la distribution des écosystèmes : moyennes des températures ou des précipitations, risque de gel. Sous leur forme la plus élaborée, ces cartes représentent non plus des facteurs isolés mais des synthèses entre ces facteurs. (OZENDA, 1986).

### 1-3-3-La carte pédologique

Selon OZENDA (1986), il peut exister deux types fondamentaux de cartes pédologiques : celles qui se proposent de représenter des catégories de sol, un peu comparable en cela aux cartes biocénotiques, et celle où figurent seulement des composantes physico-chimiques ou biologique du sol.

### 1-3-4-La carte géologique

La carte géologique est une représentation planimétrique du territoire, montre généralement les types de roches, les données lithologiques et les données structurales (Kirkwood, 2002).

Une carte géologique est un document qui intègre les connaissances sur le sous-sol d'une région donnée. C'est une œuvre complexe qui se base aussi bien sur les grandes théories des Sciences de la Terre et les principes de fonctionnement de notre planète que sur la connaissance détaillée de minéralogie et de pétrographie sur le terrain. En se servant de différentes plages de couleur, la carte géologique représente la géométrie et les propriétés du sous-sol rocheux qui se trouve sous la couche de sol portant la végétation.

L'utilité de ce document scientifique est non seulement une meilleure connaissance de l'histoire géologique d'une région, mais il constitue également un instrument important au service de l'aménagement et de la mise en valeur du territoire, utile aux ingénieurs, architectes, pédologues, forestiers et autres.

## 1-4- Choix de l'échelle cartographique

Une carte est délicate et demande beaucoup d'attention surtout celle de la végétation. Notre étude est basé sur une contribution à l'élaboration de la carte des unités paysagères des secteurs écologique, et selon LONG (1974), les échelles d'expression cartographique préconisés sont de l'ordre du 1/250 000 à 1/50 000, en effet, l'auteur note que ces échelles moyennes sont à même de permettre une représentation fidèle en cohérence avec la véracité des faits écologiques constatés sur le terrain.

### 1-4-1-Intérêt écologique des cartes établies à moyenne échelles

Les documents cartographiques à moyenne échelle présentent un intérêt didactique certain pour la compréhension de la phytogéographie et de l'écologie régionale et permettent par conséquent une interprétation rationnelle et réelle du paysage.

Ces documents représentent un fond documentaire appréciable pour une recherche scientifique appliquée.

En effet, de tels documents même s'ils ne représentent pas de détails (par rapport aux documents établis à grande échelles) couvrent des surfaces considérables et font ressortir l'essentiel des unités d'occupation des terres (GRANDI, 1996).

### 1-5-Les travaux en cartographie de la végétation en Algérie

L'Algérie a fait l'objet de nombreuses études scientifiques et des nombreux travaux cartographiques. Les dits travaux ont intéressé une grande partie du pays, dont la région steppique algérienne

Aussi, il nous a paru nécessaire, de faire en premier lieu une présentation de cette région dont fais partie notre zone d'étude.

-L'espace steppique Algérien s'étend sur plus de 20 millions d'hectares et est compris entre l'Atlas tellien au Nord et l'Atlas saharien au Sud.

La steppe est connue par ces vastes parcours lesquels subissent actuellement une pression anthropozoïque croissante car l'élevage constitue la principale activité de la région.

Les grands ensembles géomorphologiques regroupent d'Ouest en Est, les hautes plaines Algéro-oranaises, qui atteignent leur plus grande extension à l'Ouest, la plaine du Hodna et enfin les hautes plaines constantinoises. Un premier bilan des potentialités a été réalisé grâce à la remarquable étude de la F.A.O, appelé Projet ALGERIE 9 intitulé « Etudes des ressources naturelles et expérimentations, et démonstrations agricoles dans la région du Hodna » qui a débuté en février 1968, avait pour but d'entreprendre les études et inventaires des ressources en terres et en eaux, en vue de leur utilisation optimale pour le développement agricole de la région.

S'ajoutent à cette importante étude des travaux réalisés généralement par des universitaires, à titre personnel ou collectif, qui précisent tel ou tel aspect du milieu biophysique hodnéen. A cet égard, l'on doit citer notamment les thèses de GUIRAUD (1969), KIEKEN (1970), ACHI (1970), DEKKICHE (1974), SARY et CAPOLINI (1975) KAABECHE (1990), BNEDER (1993, 1994, 1995)…

De nombreux travaux et conférences se sont penché sur l'étude de la désertification, nous citons celles de LE HOUEROU (1959, 1962, 1968, 1970, 1973, 1975, 1979,1993) ; FLORET et al. (1977), LES NATIONS UNIS (1977) ; ECKHOLM (1978,1984) ; FLORET et PONTANIER (1982,1989 ; ROGNON (1989) ; MAINGUET (1990) ; MONOD (1991) ; AKRIMI (1993). En Algérie, nous citons les travaux de MELZI (1986), AIDOUD (1989, 1994), AIDOUD et al (1991 a et b), HIRCHE (1995), SLIMANI (1998), KADI HANIFI et SALAMANI (2004) et KHOUDIR (2012).

# II-NOTION DE PAYSAGE ET UNITES PAYSAGERES

## 1-CONCEPT DE PAYSAGE

Le paysage est une réalité qui façonne notre environnement : il a une existence qui lui est propre et indépendante du regard et de la valorisation que les gens peuvent porter sur lui. Il est, à la fois, le résultat et la composante d'un tout reposant sur les structures naturelles (écosystèmes, relief, etc.) et les structures anthropiques (sociétés, éléments bâtis, histoire, culture, etc.) (Naveh, 2000).

Selon le même auteur, les concepts du paysage retrouvés dans la littérature sont répertoriés selon trois types : La lecture objective du paysage qui réfère aux éléments et à la structure naturelle ou anthropique de celui-ci ; la lecture subjective qui renvoie au regard de l'observateur ou à la valorisation du milieu comme préalable à l'existence du paysage (Lothian, 1999) ; finalement, une lecture dite holistique (historique) qui aborde le paysage comme un système complexe et multiniveaux

Ainsi le paysage est constitué de tous les éléments visibles et non visibles, qu'ils soient naturels ou anthropiques. Ce que l'écologie ou les sciences de l'environnement appellent « Écosystème » regroupe le visible et le non visible, soit les éléments biotiques et abiotiques, le territoire et les processus (flux biochimiques, compétition, interdépendance, etc.) qui y prennent place (NAVEH et LIEBERMAN, 1994).

## 2-NOTION ET DÉFINITION DU PAYSAGE

Pour que le paysage soit l'objet d'étude, il faut pouvoir le définir. Les définitions du paysage sont nombreuses tout comme les concepts qui les supportent.

Le paysage est une portion d'espace matériel qui existe en tant que structure et système écologique, donc indépendamment de la perception. Le paysage est alors posé comme un médiat entre la société et la nature (BERTRAND, 1995).

Un paysage c'est un niveau d'organisation des systèmes écologiques, supérieur à l'écosystème ; il se caractérise essentiellement par son hétérogénéité et par sa dynamique gouvernée pour partie par les activités humaines. Il existe indépendamment de la perception, (BUREL et BAUDRY 1999).

La définition du paysage donnée par DOMON (2004), est la suivante « Regard porté sur le territoire, qu'il qualifie ou déqualifie. Le regard implique plus que la simple vue, qui est plus neutre, car elle ne qualifie pas forcément et n'est pas nécessairement empreinte de valeur. La qualification, en effet, implique la reconnaissance des attributs, caractères ou propriétés d'un territoire par un individu ou une collectivité. »

Selon JACOBS (1999), Le paysage reflète la mémoire des processus naturels et des actions humaines. Il est l'expression de qui nous sommes et qui nous voulons devenir. Il est l'expression de la culture et de la façon (dont) nous vivons en nature.

GIRARD et GIRARD (1999), considèrent le paysage comme une « étendue de pays que l'on observe à la verticale, dont le sujet principal est le milieu naturel »

Le paysage est la résultante de la reconnaissance de l'occupation de la nature par l'homme.

Le paysage peut être emblématique ou unique à une communauté sans prétendre être exceptionnel (RIVARD 2008).

## 3-NATURE DU PAYSAGE

Selon les écrits de Genest et Moisan (1995), Grandgirard et Schaller (1995), Rowe (1993), Morin (1996), Tansley (1935) et nous avons pris à Teilhard de Chardin (1995) sa noosphère.

GERARDIN et DUCRUC (1996) ont définies le paysages et le réparties en quatre types :

### 3-1-Le paysage visible ou culturel ou symbolique

Le paysage est bien évidemment entendu par la majorité des gens comme le résultat d'une perception sensorielle (vue, ouïe, odorat) individuelle, unique, d'un espace géographique délimité par le champ de vision. Selon cette définition, le paysage n'existe pas sans observateur et il y a autant de paysages en un même point de vue qu'il y a d'observateurs, chacun d'eux étant doué de caractéristiques physiologiques propres et marqué par une sensibilité affective et une culture distinctes. Ce concept du paysage est celui du paysage visible. Il ne sera pas de notre propos.

### 3-2-Le paysage perceptible (paysage construit ou bâti et paysage naturel ou sauvage)

Le paysage perceptible couvre la surface de la planète. Il constitue un très mince film coincé entre la surface minérale du sol et la cime des plus hauts arbres en milieu naturel ou des plus hauts édifices humains en milieu bâti. Ce paysage n'a généralement qu'une dimension spatiale horizontale et une dimension temporelle. En milieu sauvage, son caractère lui est donné par la végétation spontanée.

En milieu habité - villes, campagnes, forêts aménagées - son caractère lui est conféré par l'organisation et la diversité des aménagements humains. Quoique cette idée du paysage sous-entende que cette organisation de l'espace est dépendante de facteurs écologiques sous-jacents, dans la pratique, elle ne reconnaît que rarement la nécessité d'y faire appel. Il a bien une dimension visuelle, mais il existe sans observateur. Il a surtout une dimension fonctionnelle dépendante de sa nature et de sa structure et de facteurs écologiques de base.

### 3-3-Le paysage fondamental (caché)

Le paysage fondamental est constitué des seuls éléments physiques du milieu-support de la vie, de la biosphère. C'est le géo système qui impose formes, lignes, plans et masses aux paysages visibles et perceptibles et contrôle flore, faune et productivité. La dynamique, l'évolution future des paysages, est contrôlée, en amont, par des lois - écologiques - inhérentes au milieu-support.

C'est ce paysage fondamental qui guide et contraint les interventions humaines sur le territoire et qui in fine les sanctionne.

C'est le paysage derrière le paysage. Il est la structure, la charpente de la maison qui confère formes et volumes et fonctionnement lesquels sous-tendent des usages.

Ces paysages sont de véritables écosystèmes dans le sens premier proposé par Tansley (1935). Ces systèmes sont organisés dans une hiérarchie descendante et peuvent être appréhendés à de multiples échelles.

C'est le domaine de l'écologie du paysage, nouvelle science qui plonge ses racines dans les sciences naturelles et les sciences humaines en général (géographie, géologie, biologie, sociologie, ...) et étale ses branches dans tous les secteurs de l'aménagement du territoire.

Ces quatre versions du paysage ne sont pas contradictoires. Elles sont logiquement associées par le schéma écosystémique qui nous rappelle qu'il y a toujours un paysage derrière le paysage dont on doit tenter de connaître la nature et de comprendre le fonctionnement pour atteindre un développement soutenable du vaisseau terre.

### 3-4-Le paysage intégral (concret)

Selon cette définition du paysage, chaque portion de territoire est un système écologique résultant des interactions et des échanges entre un milieu physique, milieu-support (paysage fondamental), et les éléments biologiques qui le colonisent - peuplements floristiques, fauniques et humains - (paysage perceptible).

Le paysage est ici compris comme espace géographique composé d'éléments ponctuels, linéaires et aréolaires en interaction, organisés en niveaux hiérarchiques.

Chaque niveau d'organisation spatiale et écologique, formé d'éléments plus petits, possède des qualités émergentes tout en étant lui-même élément d'un ensemble plus vaste

Ces paysages sont de véritables écosystèmes dans le sens premier proposé par Tansley (1935). Ces systèmes sont organisés dans une hiérarchie descendante et peuvent être appréhendés à de multiples échelles.

C'est le domaine de l'écologie du paysage, nouvelle science qui plonge ses racines dans les sciences naturelles et les sciences humaines en général (géographie, géologie, biologie, sociologie, ...) et étale ses branches dans tous les secteurs de l'aménagement du territoire.

Ces quatre versions du paysage ne sont pas contradictoires. Elles sont logiquement associées par le schéma écosystémique qui nous rappelle qu'il y a toujours un paysage derrière le paysage dont on doit tenter de connaître la nature et de comprendre le fonctionnement pour atteindre un développement soutenable du vaisseau terre.

## 4-L'ETUDE DU PAYSAGE

L'étude du paysage s'intéresse à l'une ou l'autre des quatre catégories présentées ci-dessus. L'aménagement du territoire et la gestion des ressources sont généralement la finalité de ces études. Aménagement et gestion sont dépendants du fonctionnement écologique des unités territoriales. Rares cependant sont les situations ou les variables écologiques sont intégrées dans le processus décisionnel. Occasionnellement, on tiendra compte des aspects visuels d'un aménagement ou de la sauvegarde de certains éléments biologiques rares ou encore du maintien de la structure du paysage perceptible (corridors, îlots, surfaces minérales).

Beaucoup plus rarement, verra-t-on des principes d'aménagement ou de gestion respectueux de la nature physique du milieu (géologie, topographie, sols…) et encore moins de sa nature écologique intégrale. Ou alors, règle générale, réduction des écosystèmes à leur plus simple expression.

La gestion intégrée des ressources forestières et la gestion par bassin versant sont deux illustrations de cette vision étroite. Dans le premier cas , l'écosystème est ramené à une physionomie forestière alors que dans l'autre , les écosystèmes du bassin versant se limitent à peu près à un corridor ,écologiquement anonyme , d'une vingtaine de mètres de part et d'autre de la rivière .Il n'est pourtant nécessaire de démontrer l'importance du milieu-support pour la productivité et la conservation des sols pour la protection des nappes souterraines ou pour le maintien des activités génératrices de paysages visibles.

Sans aborder la complexité des études écosystémiques, nous voulons montrer qu'une bonne compréhension du paysage fondamental, soit la nature, la variabilité et la répartition spatiale des éléments physiques du milieu –support, est la base même d'une connaissance écologique directement traduisible en aménagement du territoire.

## 5-L'INTERPRETATION DU PAYSAGE

La finalité de la cartographie et de la description des unités fondamentales du paysage est l'aménagement du territoire. Il faut donc traduire ces cartographies et typologies en termes appropriés aux exigences d'une gestion du territoire soucieuse de la pérennité des multiples capacités de support (agronomique, forestière, environnementale, culturelle) des milieux.

Ces cartographies à diverses échelles des paysages sont des cadres écologiques de référence. Elles intègrent, dans des contours uniques, les variables déterminantes des capacités de support.

Elles permettent ainsi une évaluation globale des potentialités, des fragilités et des contraintes que présente chaque portion du territoire. Ces évaluations s'abordent en confrontant la valeur intrinsèque d'un " paysage fondamental " avec les exigences d'une utilisation particulière.

Les unités de paysage peuvent alors être classées en aptitude, potentiel et vulnérabilité. Ces classes se rapportent à la production agricole ou forestière, à l'aptitude à l'urbanisation, à la vulnérabilité des eaux souterraines, à l'attrait du paysage ou à la capacité d'absorption visuelle. Par la suite, l'état actuel ou prévisible du milieu peut être comparé à l'état potentiel.

Cette analyse combinée des atouts et handicaps du paysage fondamental et de l'état actuel du paysage perceptible, est à la base des simulations, des mises en scène réalistes de la capacité des paysages à recevoir sans dégradation néfaste, tel ou tel aménagement.

## 6-L'AMENAGEMENT DU PAYSAGE

L'étape scientifique de l'analyse du paysage a pour objet de comprendre et de décrire sa variabilité et comme résultat la production de documents thématiques au service de l'aménagiste et du décideur.

L'aménagiste du territoire et le gestionnaire des ressources sont cependant souvent dépassés par la multiplicité et la complexité de ces documents thématiques auxquels s'ajoute la grande complexité des paramètres socio-économiques. Un effort supplémentaire de synthèse est donc nécessaire. Puisque la nature impose à l'homme un cadre dont il est difficile de s'éloigner sans risquer des rappels à l'ordre qui peuvent être brutaux, y va-t-il des niveaux de perception de l'espace qui puissent constituer un cadre de référence commun aux multiples vocations du territoire et aux paramètres socio-économiques propres à l'habitat humain.

Effectivement, la cartographie des " paysages fondamentaux ", à des niveaux de perception intermédiaires, semble propice à la recherche d'unités d'aménagement qui intègrent dans un même espace géographique, écologie et socio-économie.

# III-CONCEPT DE SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

La carte est un moyen de communication privilégié pour transmettre de tels messages ; c'est une vue, une représentation particulière d'un espace géographique adaptée à une utilisation précise, avec des informations différentes.

Pour composer une carte, le rôle de l'échelle (rapport entre une mesure de distance sur la carte et une même mesure sur le terrain) est majeur. Elle détermine la taille de la carte, la sélection des objets et leur représentation par leur emprise ou un symbole en fonction de leur taille.

Actuellement, l'introduction des systèmes d'information géographique (SIG) ouvre de nouvelles possibilités. Ils doivent répondre à des applications qui dépassent de loin la cartographie automatique, telles l'aide à la décision, à la gestion du territoire, à la planification dans des domaines très variés (urbanisme, environnement, transport, …). Ils permettent le stockage, la manipulation, l'interrogation, le partage, la diffusion, la restitution à l'écran et sur papier d'informations à composante géographique (DEVOGELE, 1997).

## 1-HISTORIQUE

Les premiers SIG opérationnels sont survenue dans les années 1960, au canada et aux États-Unis. Le pionnier est indéniablement le canadien geographic information system (1964). Qui rassemble des informations relatives à l'usage de sol, et des données concernant l'environnement.

Le logiciel a été développé pour des besoins spécifiques. Deux autres réalisation précoces méritent d'être citées : Le New York land use information system (1967) et le Minnesota land management information system (1969).La diffusion des outils de SIG dans les organismes d'état est apparié naissance au milieu des années 1970- début des années quatre-vingts.

Les couts et les difficultés techniques ont considérablement diminué depuis cette époque, et de nombreux logiciels commerciaux sont aujourd'hui disponibles, offrant de bonnes performances à un prix raisonnable. (BADJOU et ZERGUINI, 2000).

## 2-DEFINITIONS

### 2-1-Notion de systèmes d'information

Un système d'information est un ensemble composé de services, de méthodes et d'outils, susceptible de répondre à des questions relatives à une organisation ou à un domaine particulier (GOLEY 1989 in PANTAZI et DONNAY, 1996).

Le système d'information a plusieurs fonction (DIDIER, 1990, PORNON, 1990 in JAPPIOT, 2000) :

-Sélection de l'information extérieure utile

-Apporter à chacun l'information dont il a besoin

-Renvoie vers l'extérieur des informations demandées

## 2-2-Notion d'information géographique

L'information géographique indique toute information relative à un point ou un ensemble de points spatialement référencées à la surface de la terre. Elle est d'importance primordiale pour tous ceux qui ont à gérer un espace ou des objets dispersés dans un espace donné. On rassemble sous la distribution de ressources naturelles, la localisation d'infrastructure. (L.C.T, 1994).

Une information devient géographique dès qu'elle est spatialement référencée à la surface de la terre, on dit qu'elle est (Géo référencée) (JAPPIOT, 2000).

L'information géographique est une schématisation du monde réel, elle donne une description des objets et phénomènes localisé par rapport à un référentiel sur la terre.

Elle peut porter plusieurs noms : information géographique, information localisée ou encore information à référence spatiale (BORDIN, 2002).

En peut aussi définir l'information géographique comme : « La représentation d'un objet ou d'un phénomène réel, localisé dans l'espace à un moment donnée (QUODVERTE, 1996 in BORDIN, 2002).

## 2.3-Notion de système d'information géographique SIG

Le SIG est un système informatique permettant, à partir de diverses sources : de rassembler et d'organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement, contribuant notamment à la gestion de l'espace, (société française de photogrammétrie et télédétection, 1989).

Un Système d'Information Géographique est un ensemble de données numériques, localisées géographiquement et structurées à l'intérieur d'un système de traitement informatique comprenant des modules fonctionnels permettant de construire, de modifier, d'interroger, de représenter cartographiquement la base de données, selon des critères sémantiques et spatiaux (GILLIOT, 2000).

Un système d'information géographique (SIG) est un outil informatique permettent d'organiser et de présenter des données alphanumérique spatialement référencées, ainsi que de produire des plans et des cartes (DENEGRE et SALGE, 2004).

Un SIG est un système d'informatique composé de matériel (Hardware), de logiciel (Software) et des données de programmes d'application. Avec un tel système, on peut saisir (enregistrer) des données géo localisées, les stocker, pour les analyser et les représenter sous une forme numérique ou graphique (MOUISSA, 2005).

Les SIG permettent d'automatiser des fonctions précédemment effectuées manuellement, et se prêtent particulièrement bien à l'étude des problèmes environnementaux de par leur mode de gestion de données à référence spatiale, ces outils ont amélioré la capacité des écologues à examiner des relations et à tester des théories sur des régions plus étendues et plus hétérogènes qu'auparavant. (JOHNSON et GAGE, 1997 in MIRKO, 1998).

## 3-COMPOSANTES D'UN SIG

Selon THIERNO (2008) Le SIG exige six composantes clés pour fonctionner en ensemble :

### 3-1-Réseau

### 3-2-Matériel

Il s'agit de l'ordinateur ainsi que tous les équipements associés à la réalisation et l'exploitation de l'information géographique.

### 3-3-Logiciel

Il doit permettre de travailler sur des informations géographiques, intégrer un système de gestion de base de données, permettre de faire des analyses et de visualiser l'information avec une interface graphique (agréable) pour l'utilisateur. Les logiciels de SIG offrent les outils et les fonctions pour stocker, analyser et afficher toutes les informations. Exemple : ArcInfo, ArcView, etc.

### 3-4-Données

Les données sont certainement les composantes les plus importantes des SIG, les données géographiques et les données tabulaires associées, peuvent soit être constituées en interne, soit acquises auprès de producteurs de données.

### 3-5-Utilisateurs

Un SIG étant avant tout un outil, c'est son utilisation qui permet d'en exploiter la quintessence. Les SIG s'adressent à une grande communauté d'utilisateurs depuis ceux qui créent et maintiennent le système, jusqu'aux personnes utilisant dans leur travail quotidien la dimension géographique.

### 3-6-Méthodes

La mise en œuvre et l'exploitation d'un SIG ne peut s'envisager sans le respect de certaines règles et procédures propres à chaque organisme.

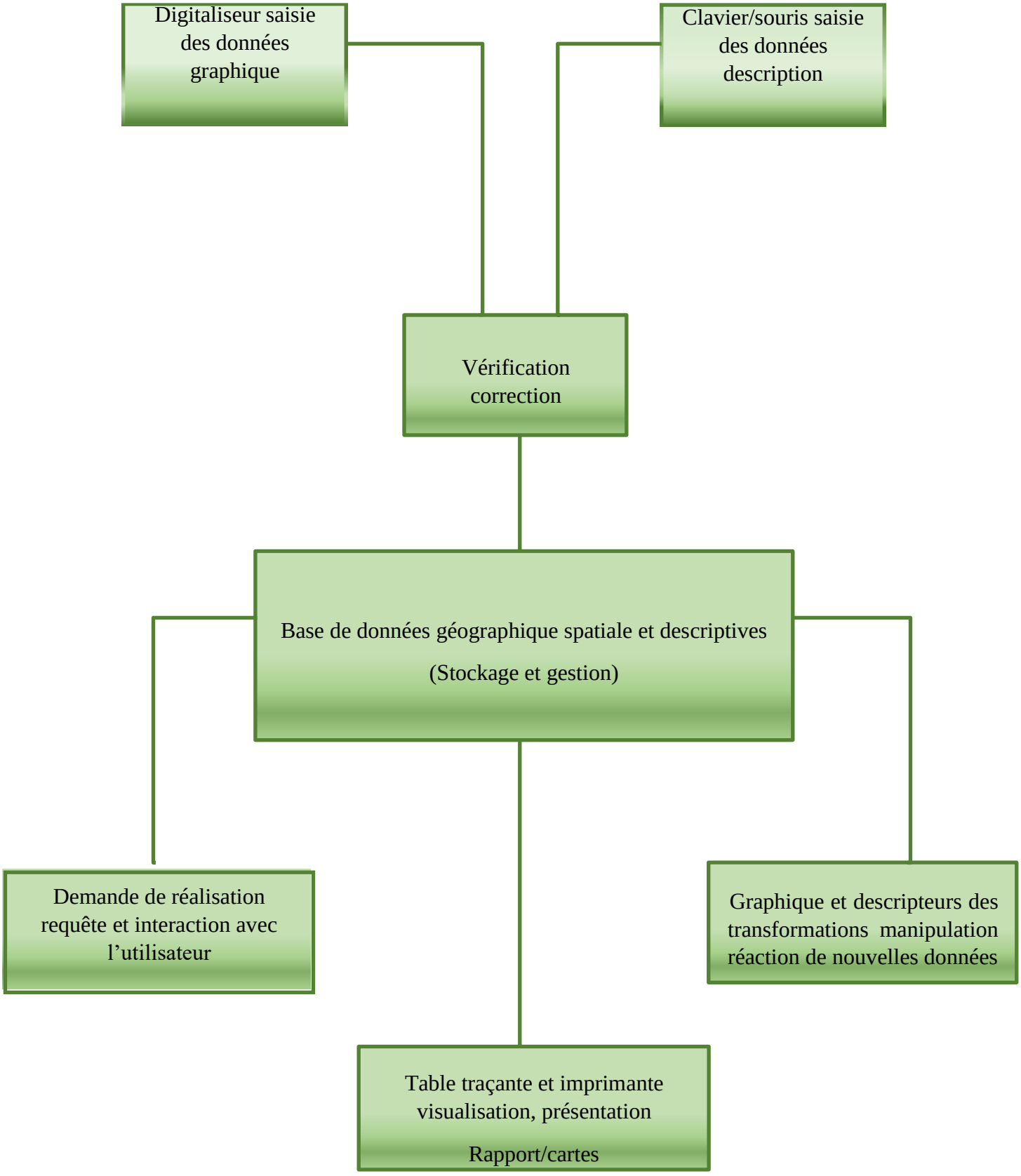



**Figure 12** : Les composantes matérielles d'un SIG et leurs fonctions (KHOUDIR, 2012)

## 4-MODE DE REPRESENTATION DE L'INFORMATION GEOGRAPHIQUE D'UN SIG

Il existe deux grands modes de représentation de la géométrie :

### 4-1-Mode raster

Par le procédé de scannage, la carte est transformée en une multitude de points singuliers, appelés pixels. Ces points sont stockés sous forme de valeurs numériques avec une information codée sur la couleur du point. La procédure de scannage est rapide et peu coûteuse et la représentation à l'échelle de scannage est très précise. En revanche, l'utilisation de ces données est très limitée du fait que les données ne sont pas structurées. D'autre part, ce format génère généralement des fichiers de taille importante (MAJERUS et REUTER, 2000).

### 4-2-Mode vecteur

En représentation vecteur, la géométrie de chaque objet géographique est décrite par une ou plusieurs primitives géométriques : des points, des lignes, des surfaces, et éventuellement des volumes. Une surface est délimitée par un ensemble de lignes, elles-mêmes décrites comme des ensembles de segments (ou plus rarement d'autres primitives telle que des cubiques), eux-mêmes représentés par deux points (LORENZA, 2001).

| Mode vecteur | Mode raster |
|---|---|
| Volume de stockage compact | Volume de stockage important |
| Structure des données complexe | Structure des données simple |
| Mise en oeuvre facile des relations topologiqe de voisinage | Mise en oeuvre difficile de la topologie |
| "saisie" possible des objets | On ne "saisit" que des pixels |
| Il peut être difficile de se repérer sur une sortie brute des données | Les cartes et les photos scannées sont interpretable comme les originales |
| Ne contient que les informations spécifiées | Exhaustivité des photographies raster |
| Adapté aux objets discrets | Adapté aux objets ayant une limite floue |
| Croisement thématique plus complexe | Croisement thématique |

**Figure 13** : Avantage respectifs de chaque mode de représentation (Source BORDIN, 2002)

## 5-DOMAINES D'APPLICATION DES SIG

Selon HABERT (2003), les domaines d'application des SIG sont aussi nombreux que variés. Citons : Le SIG touche pratiquement la plupart des domaines et résolve des problématiques de plus en plus complexes, ainsi il est devenu un outil de travail indispensables en :

- Biologie (étude du déplacement des populations animales)
- Forêt (cartographie pour aménagement, gestion des coupes et sylviculture, feux de forêts, désertification, etc.) ;

- Urbanisme
- Gestion de territoires
- Etude économiques et socio-économiques
- Hydrologie
- Science de la terre : Géologie, géodésie, pédologie, géotechnique.
- Tourisme (gestion des infrastructures, itinéraires touristiques) ;
- Marketing (localisation des clients, analyse du site) Géomarketing ;
- Planification urbaine (cadastre, POS, voirie, réseaux assainissement) ;
- Protection civile (gestion et prévention des catastrophes) ;
- Transport (planification des transports urbains, optimisation d'itinéraires) ;
- Géologie (prospection minière) ;
- Télécoms (implantation d'antennes par les téléphones mobiles) Réseaux de communication.

## 6-LES LOGICIELS DU SIG

Les logiciels les plus utilisés pour l'établissement des cartes sont ArcGIS et Mapinfo. Une comparaison des fonctionnalités des deux logiciels SIG Arcgis et Mapinfo est établie par (DELAUNAY, 2009).

## 7-INTERETS DU SIG

Le Système d'information géographique (SIG) permet de croiser des cartes aux thèmes différents, de fusionner leurs bases de données et d'appliquer des équations mathématiques sur les valeurs numériques (SADIKI et al, 2004). Leur utilisation permet de mettre en œuvre de nombreuses couches de données (ALEXANDRIAN, 1999). Ces couches d'informations peuvent être de toutes natures (Fonds cartographique, topographique, géologique, végétation ; etc.) (VAUZELLE et BUYSSE, 2005).

Ce système à vocation généraliste, offre la possibilité de s'adapter aux données et aux problématiques de tous les domaines qui requièrent la manipulation de l'information spatiale (MISSOUMI et TADJEROUNI, 2003). L'apport des SIG par rapport à la cartographie traditionnelle est d'une part, le stockage d'une quantité importante de données et d'autre part, une capacité de traitement de l'information accrue (BARD, 2004).

Par cette capacité il se présente comme l'outil le plus adéquat pour appréhender divers problèmes (CHAKHAR, 2006).

Grâce à ces systèmes, on peut désormais s'affranchir des contraintes graphiques et mémoriser un maximum de données de base ou élaborées, en décomposant l'information et en La structurant en « couvertures » indépendantes que l'on peut superposer librement (JAMAGNE et BOULAINE, 2004).

Il permet d'effectuer les opérations de discrétisation et d'affichage de la carte très rapidement. Il devient possible de faire réfléchir les utilisateurs sur la validité d'un mode de discrétisation et de produire rapidement différentes cartes qu'ils analyseront ensuite. Le travail de l'utilisateur se concentre sur l'analyse (BRIAT, 2007).

### 8-Fonctionnalité d'un SIG

Plusieurs fonctions peuvent être attribuées à ces systèmes :

La première est la création et la collecte de données géo référencées, issues de sources multiples et de formats très divers (par exemple la numérisation de fonds de cartes ou de photographies aériennes, la digitalisation de données de terrain, l'harmonisation spatiale, temporelle et structurelle des données).

La deuxième fonction est le stockage, l'organisation et la spatialisation de ces informations grâce à un système de gestion de bases de données (SGBD).

De manière bien plus spécifique, les fonctions d'affichage et de superposition de différentes couches d'information géographique sous forme de cartographies permettent une visualisation spatialisée des phénomènes terrestres.

Finalement, les fonctions d'interrogation et d'analyse spatiale et/ou statistique évaluent ensuite les tendances et interactions géographiques entre ces différents phénomènes. De ce fait, les SIG sont considérés comme des outils complet de connaissance, d'aide à la décision et de communication (GORIA et al. 2011).

Le SIG possède différents fonctions : Acquisition, Archivage, Analyse et Affichage

Mais avant de réaliser ces opérations, on doit décider de la manière dont on va représenter ou modéliser l'espace géographique étudié, ce qui amène à réaliser une première opération appelée « Abstraction » (DECHAYES et CHERY, 2000 in KHOUDIR et TRAORE, 2003).

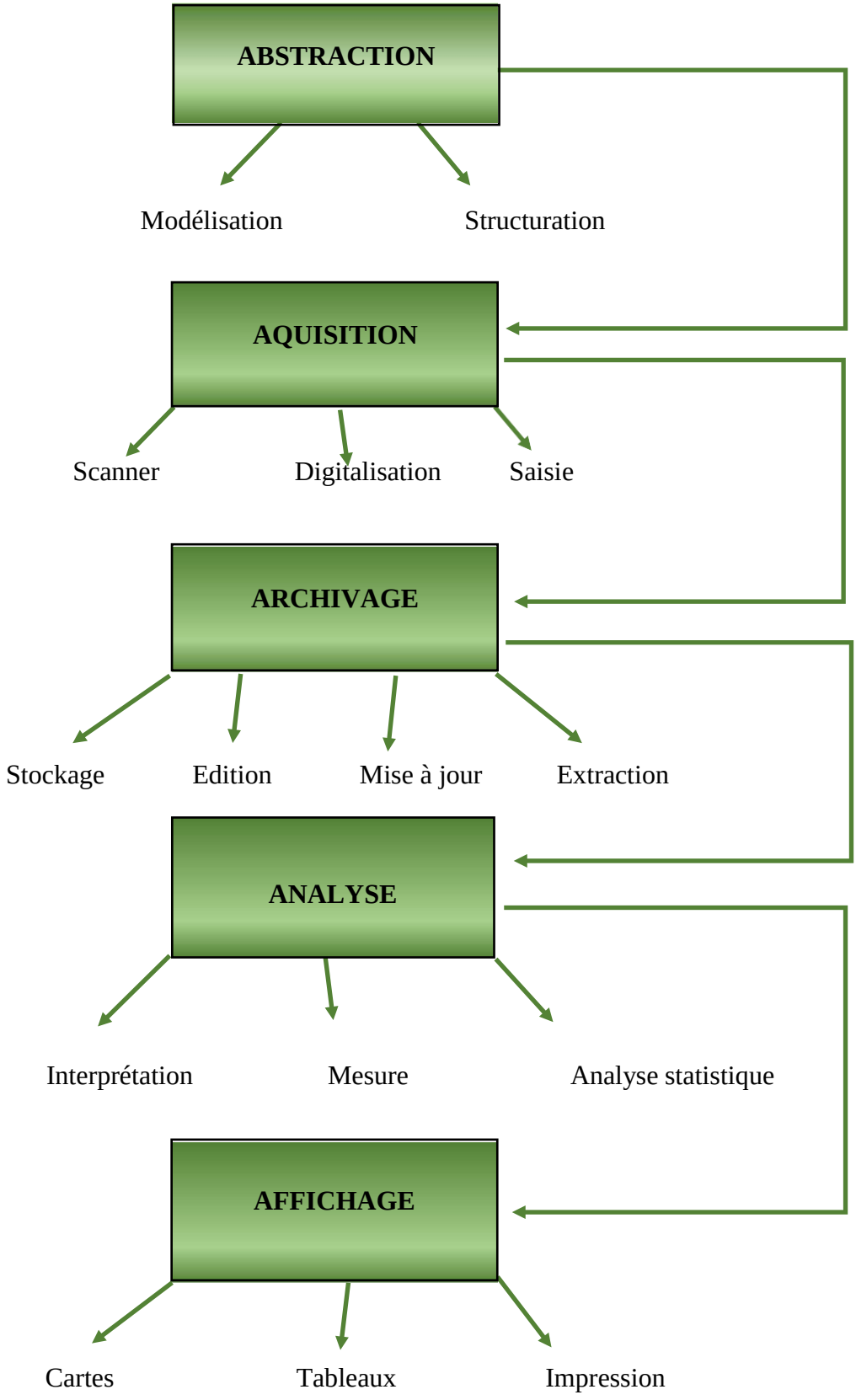



**Figure 14** : Organigramme des fonctionnalités d'un SIG les 5A (KHOUDIR et TRAORE, 2003)

### 9- LA BASE DE DONNEES

#### 9-1-Définition d'une base de données

Une Base de données, est une collection de données dans un domaine particulier ou les relations sémantiques entre ces données sont spécifiques par des concepts de modèles de données sous-jacentes (KHOUDIR, 2012).

C'est un ensemble de données organisé en vue de son utilisation par des programmes informatique permettant le classement, la gestion, la mise à jour grâce à des liens spécifique aux déférente logiciels (Oracle, D base) (STEINBERG, 2002 in AFIR et KEDIA, 2008).

#### 9-2-Système de gestion d'une base de données

Le SGBD permet de :

- maintien de l'intégrité des données
- Faire des requêtes
- L'accès aux informations par plusieurs utilisations
- Sécurité de fonctionnement.
- Connaissance d'accès : plusieurs utilisateurs doivent pouvoir accéder aux mêmes données.

## IV-MATERIEL UTILISE

### 1-MATERIEL DE TERRAIN

- **Global positioning system (GPS)**

Le GPS américain, ou plus exactement le NAVSTAR.GPS pour navigation System by Timing and Ranging. Il est considéré comme le plus utilisée et le plus médiatisée des systèmes de localisation par satellite. Développer à partir des années 70, le GPS est géré conjointement par le ministère de la défense (DoD) et le Ministère des Transports (DoT) américains (DURAND, 2003)

Le GPS est ainsi composé de trois parties selon (MANIERE, 1987).

- Les satellites en orbite autour de la terre ;
- Des stations de contrôle et de suivi sur la terre ;
- L'appareil de réception d'un nombre illimité d'utilisateurs.

Le récepteur de chaque utilisateur capte les signaux diffusés par les satellites et produit ainsi une localisation selon trois dimensions (latitude, longitude et altitude).

En écologie le GPS est utilisé pour les relevés phytoécologiques sur le site d'échantillonnage permettant d'obtenir un positionnement précis des relevés terrain et pour une vérification et localisation de l'apparition de changements et d'évènement pertinents.

❖ **Une boussole**

La boussole nous permet de s'orienter sur le terrain, et pour indiquer l'exposition des relevés Phytoécologiques réalisés.

❖ **Un clisimètre**

Cet instrument permet l'évaluation et la mesure de la pente exprimée en pourcentages ou en degrés.

❖ **Appareil photos numérique**

Nous avons utilisé un appareil photos pour photographie les différents états de la végétation (Nature, plantes, le paysage).

❖ **Documents cartographique**

-Carte topographique de l'Algérie au 1/1 000 000

-Carte topographique de M'sila 1/200 000

**2-MATERIEL DE SIG**

- Un microordinateur TOSHIBA
- System d'exploitation Windows 8
- Le logiciel MapInfo 7.5

## V-DEMARCHE METHODOLOGIQUE

Notre travail consiste en l'élaboration et l'analyse d'une carte des unités paysagères par l'exploitation des données cartographiques et des données descriptives ainsi que le travail de terrain pour la réalisation des relevées floristiques.

Pour ce travail nous avons suivi les étapes suivantes :

**1-RECOLTE ET SAISIE DES DONNEES**

La récolte des données s'effectue en premier lieu par une recherche bibliographique (ouvrages, thèses, mémoires,), utilisation de cartes topographiques et thématiques de la région étudié

**2-ELABORATION DE LA BASE DE DONNEES**

Le modèle de gestion de base de données utilisé dans notre travail et le modèle relationnel qui met l'accent sur les relations entre les objets, qui seront représentées sous forme de tableaux à deux dimensions.

Ce tableau facilite la manipulation des données et permet de définir le nom des éléments constituants la base de données, les attributs, le type d'attributs, et le mode de représentation.

La base de données résultantes est évolutive et serra formée par les trois cartes thématiques en relation avec la carte d'occupation de terres.

## 2-1- Inventaire des données

Pour notre travail, nous nous somme basé essentiellement sur les données cartographiques disponibles suivantes :

- Carte topographique de M'sila au 1/200.000ème
- Carte de végétation de M'sila au 1/200.000 (LE HOUEROU, 1975)
- Carte pédologique de la région du Hodna au 1/100.000 (FAO, 1975)
- Carte bioclimatique de la région du Hodna au 1/200.000.
- Carte géologique de l'Algérie au 1/500.000ème (1952)

## 2-2- Intégration et structure des données

Afin qu'elles soient exploitable par l'outil informatique, ces données spatiales (documents papiers) doivent être d'abord convertis en fichiers numérique, intégrées à la base de données, reproduites puis conservées.

Cette conversion se fait selon trois étapes de numérisation et de saisie : la scannérisation, la digitalisation et l'alphanumérisation.

### ❖ La scannérisation

Vu que les cartes utilisées ont été déjà utilisée précédemment, donc déjà stockée en format numérique, elles ne sont pas concernées par ces traitements.

Avant de passer à l'étape suivante qui est la digitalisation, on procède à l'entrée des données dans le MapInfo professionnel comme suit :

- Choix de la projection adéquate aux types de cartes utilisées, pour nos cartes, la projection serait projection WGS 84, hémisphère Nord.

Calage des cartes : se fait avec quatre points de calage, dans notre cas, les erreurs de pixel sont comprise entre (1 et 3)

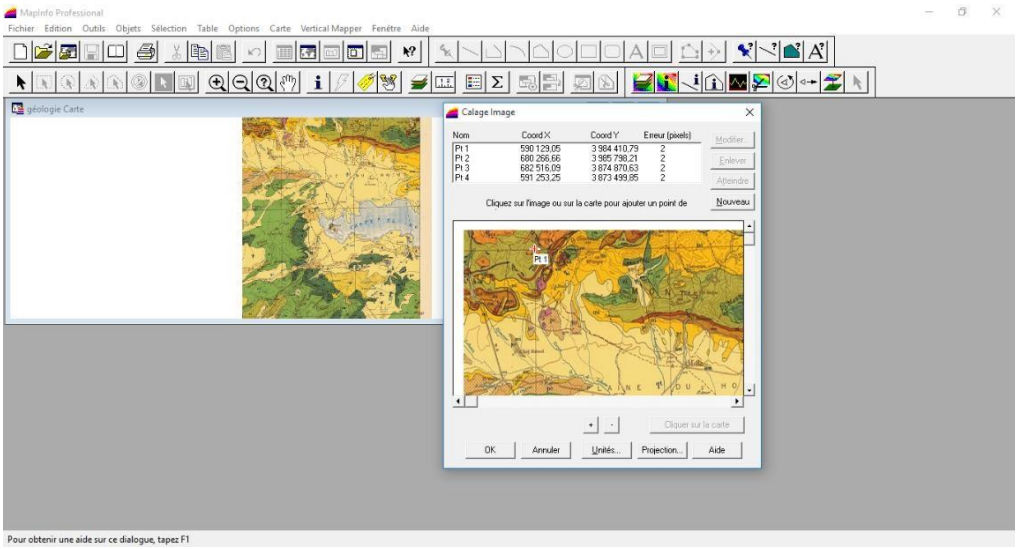



**Figure 15** : Calage de la carte géologique de l'Algérie 1/500.000

### ❖ La digitalisation

C'est l'opération qui permet la récupération de la géométrie des objets d'une carte à l'aide de la souris. Chaque point, ligne et surface est représenté par les coordonnées X et Y :

Une coordonnée seul représente un point, une série de coordonnées constituent une ligne et plusieurs lignes fermés composent le les polygones.

Pour les cartes thématiques de M'sila (Carte bioclimatique, carte de végétation et pédologique) à 1/200.000, elles ont été préalablement vectorisées (digitalisées), seule la carte géologique a été concernée par cette étape.

### ❖ L'alphanumérisation

Il s'agit de la saisie des données descriptives (légende des cartes) à l'aide du clavier dans la base de données sous forme de tableaux, les colonnes sont appelées champs(ou attributs), et les lignes sont des enregistrements dans lesquelles on aura toutes les informations existantes sur notre zone d'étude (Tableau III. Annexe).

## 3-LES CARTES THEMATIQUES UTILISEES

Cette analyse se fait par : « Sélection simple» et par requête « SQL », qui vont nous permettre de grouper les informations des bases de données des carte une par une, puis leurs superposition.

Cette opération se fait en plusieurs étapes :

- La fonction « SQL », va nous permettre de faire ressortir les unités les plus importantes de chaque carte, en les groupant par la colonne correspondante.
- Ensuite, on regroupe chaque information (champ) dans son unité correspondante, en créant une nouvelle colonne (code_2), pour chaque base de données, dans laquelle nous allons attribuer le même code à chaque information de chaque unité
- La fonction « Sélection simple », nous permettra d'assembler ces informations, de manière à avoir que les unités sélectionnées par SQL, dans les bases de données et sur les cartes.

- La figure 16 présente un exemple de visualisation de fenêtre SQL comportant les champs suivants :

-Le champ « Table », qui permet de définir la table qui doit figurer (dans la figure 16, la table est : la carte de végétation).

-Le champ « colonne », qui permet de définir la table qui doit figurer (dans la figure 18, la table -résultat de la requête (CODEUNITE, FORMATION, FACIES, ESPECE_1, ESPECE_2, ESPECES_3, code_2).

-Le champ « trier par colonne » qui permet de trier les lignes de la table résultats.

-Le champ « grouper par colonnes » permet de grouper les lignes de la table résultat.

L'intérêt de cette opération, est de faire ressortir les informations les plus importantes et d'avoir le moins d'unités possibles mais utiles à notre travail, uniquement, afin de créer des cartes plus simples, plus claire et plus faciles à gérer et à superposer dans le seul but d'arriver à la finalité du travail qui est la création de la carte du paysage.

Concernant l'interprétation, elle sera basée sur toutes les unités importantes, présentes sur les cartes et sur leurs bases de données.

### 3-1- Utilisation de la carte de végétation

L'analyse SQL de cette carte, et après avoir grouper les enregistrements par les colonnes « Formation et espèce_1», nous a fait ressortir 38 unités de végétation : 17 faciès steppiques, des steppes cultivées, quatre steppes arbustives, une forêt, une faciès d'un matorral et steppe, des formations d'halophiles et de psammophiles,.

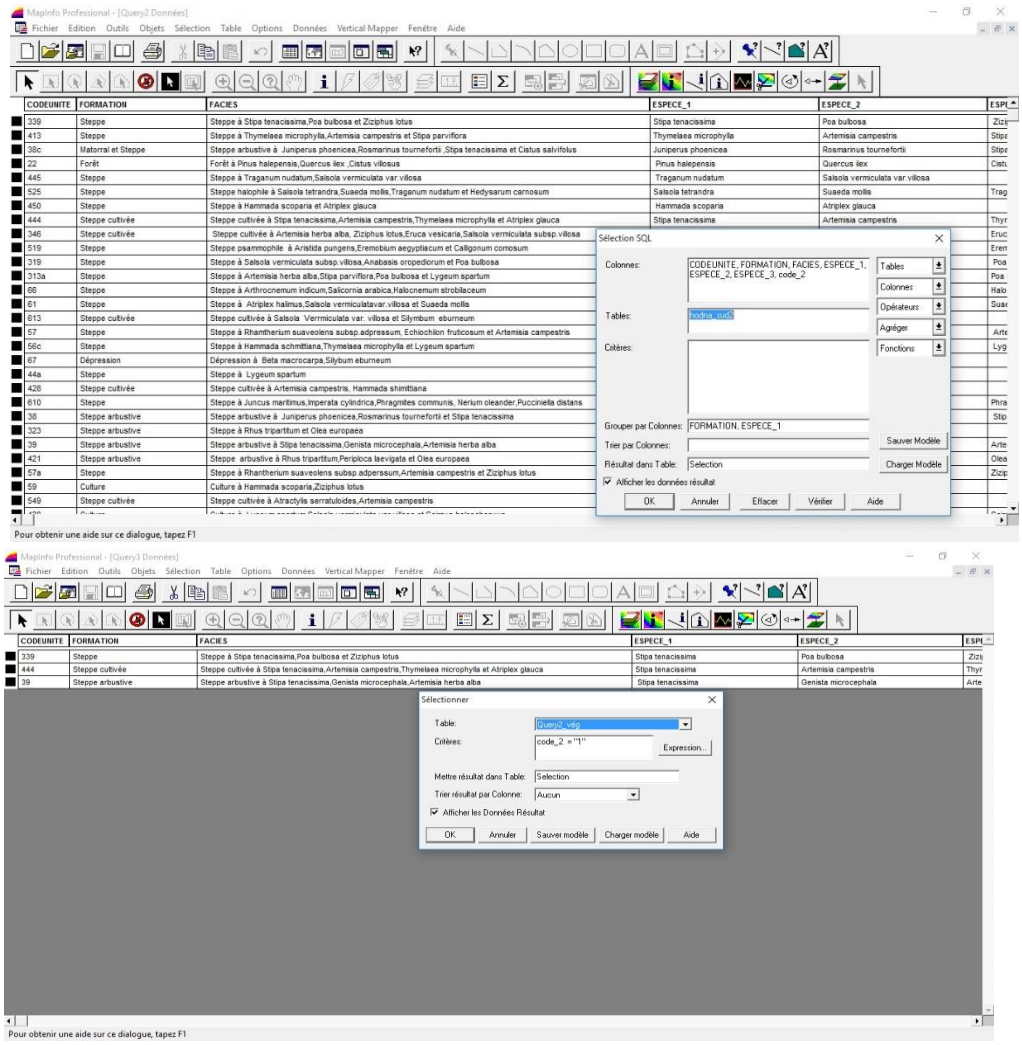



**Figure 16** : Structure de la base de données de la carte de végétation traitée par Sélection SQL et simple

### 3-2- Utilisation de la carte bioclimatique

Pour cette carte on a un seul étage bioclimatique dominant notre zone d'étude, l'aride avec ses deux sous étages (supérieur et inférieur).

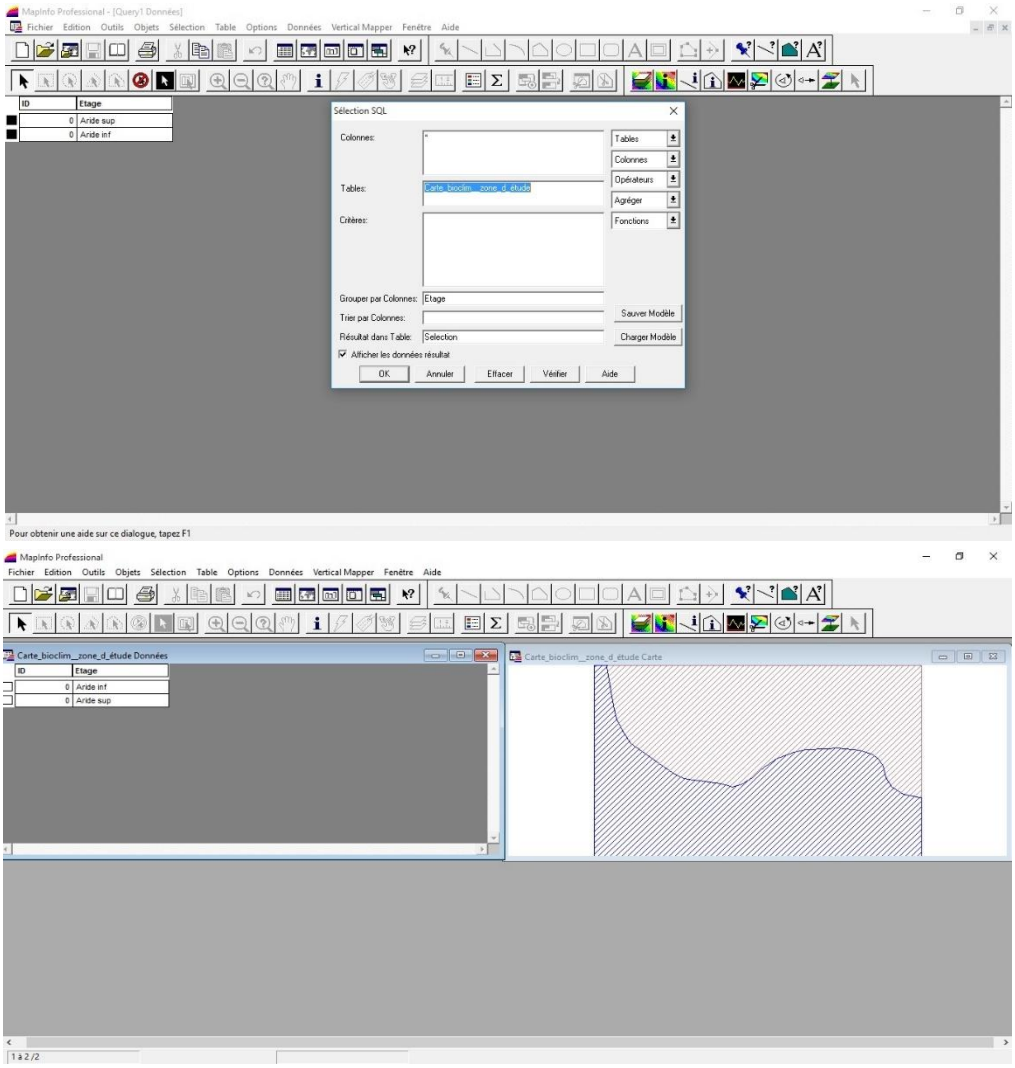



**Figure 17** : Structure de la base de données de la carte bioclimatique traitée par Sélection SQL et simple

### 3-3-Utilisation de la carte Géologique

Pour cette carte, les ensembles géologiques important démontrés par requête SQL sont nommés dans la (figure 18)

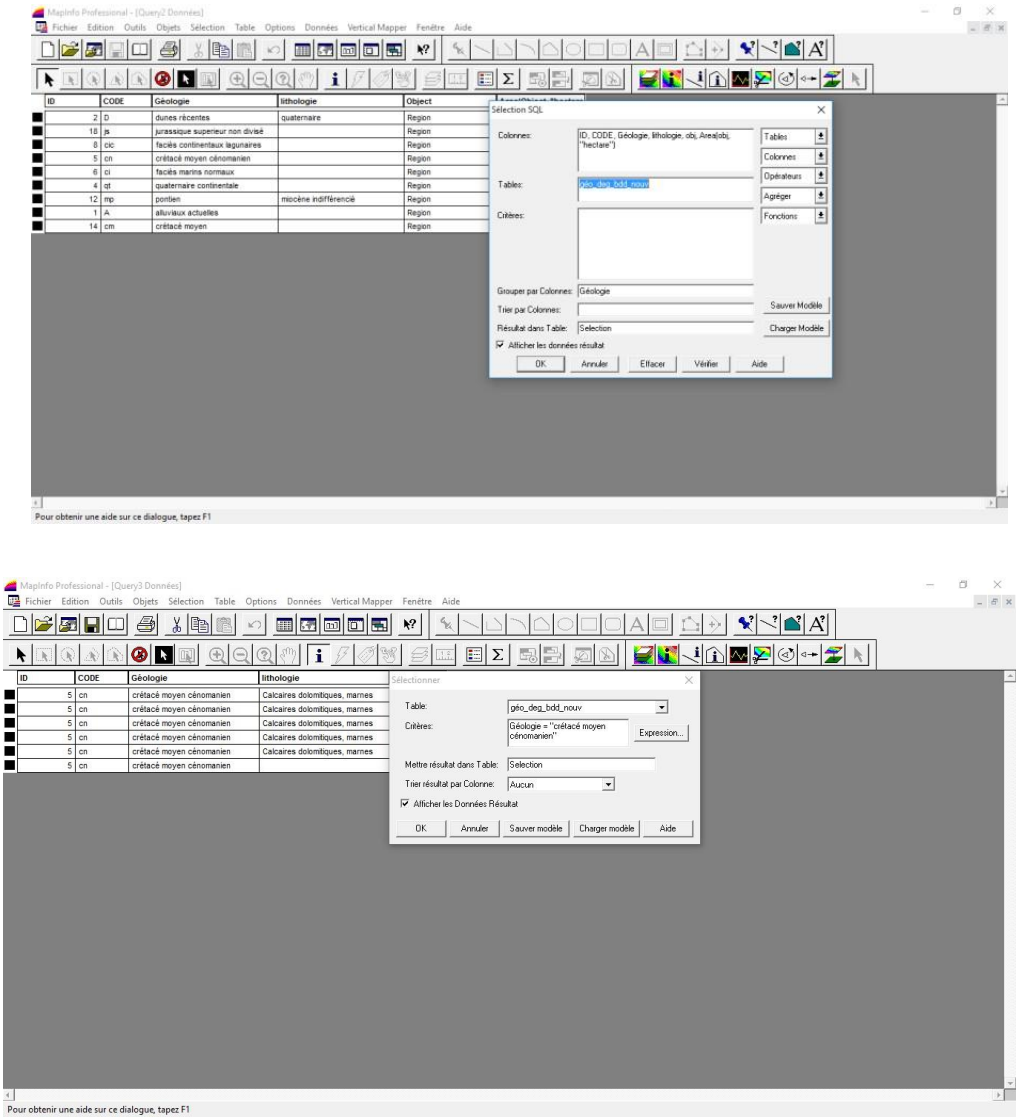


**Figure 18** : Structure de la base de données de la carte géologique traitée par Sélection SQL et simple

### 3-4- Utilisation de la carte pédologique

Dans cette carte, l'analyse SQL sur sa base de données montre l'existence de six classes de sols dont deux sont les plus dominants d'après la superficie : les sols minéraux bruts, les halomorphes et les calcimagnésiques. D'autres types de sols sont moins importants et seront mis dans unité à part pour mieux gérer la base de données et la carte.

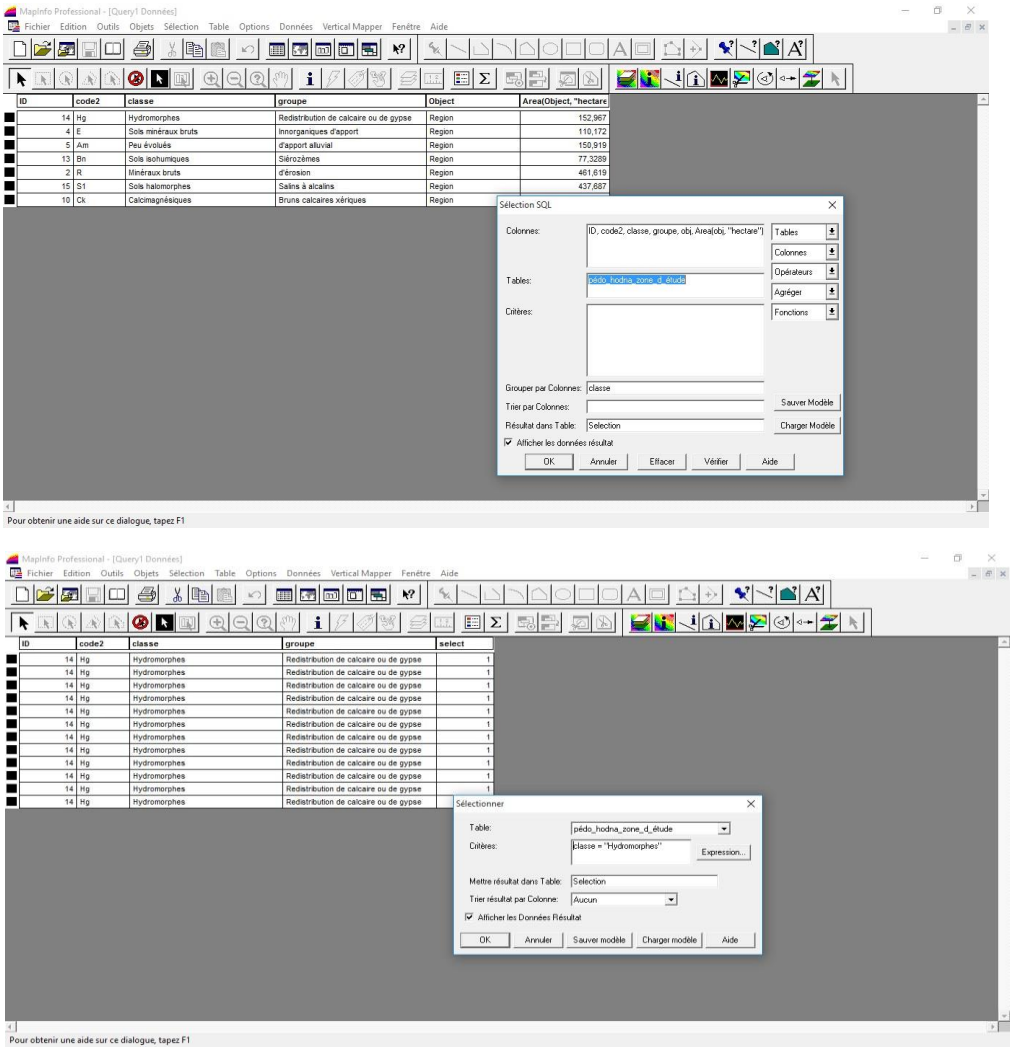



**Figure 19** : Structure de la base de données de la carte pédologique traitée par Sélection simple et par SQL

## 4-SUPERPOSITION DES CARTES

C'est l'étape la plus importante du travail, elle consiste à superposer les cartes digitalisées et d'en tirer la carte finale du paysage avec ses différentes unités paysagères (végétation, climat, géologie et sol) en plus de l'hydrographie et de la toponymie (agglomérations, pistes et routes).

La superposition se fait par la combinaison des cartes deux à deux par la découpe des parcelles superposées à fin d'assembler les cartes et leurs bases de données, grâce à la commande « Overlay » de mapinfo qui permet la superposition et la fusion des couches superposées.

Pour notre travail nous avons superposé d'abord la carte d'occupation des terres avec la carte pédologique, puis la combinaison de ces deux cartes avec la carte bioclimatique, en suite en termine avec la superposition des trois cartes précédentes avec la carte géologique.

Après chaque superposition de cartes, on procède au nettoyage de la carte résultante, c'est à dire assembler les petites parcelles obtenu avec les grandes parcelles voisines qui ont les mêmes informations (Figure IV, annexe).

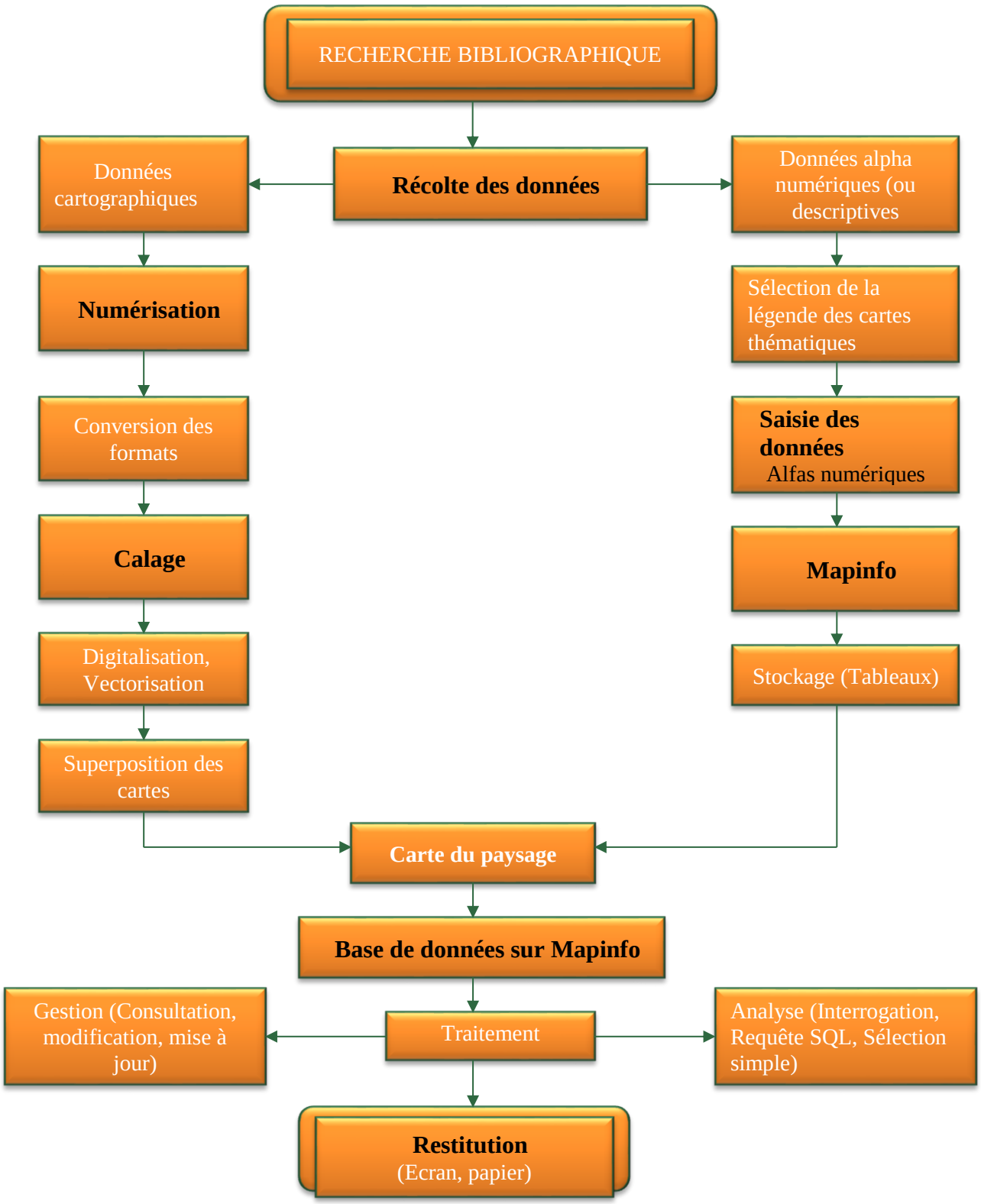



**Figure 20** : Démarche méthodologique de l'élaboration de la carte des unités paysagères de la région du Hodna

## 5-TRAVAIL DE TERRAIN

L'inventaire floristique permet de dresser la liste des espèces et d'avoir ainsi une idée sur la composition floristique de ce qui existe dans le milieu d'étude. En premier lieu notre vise l'inventaire de la flore de notre zone d'étude (partie sud du Chott). Pour ce que faire des relevés floristiques de la flore globale.

En deuxième lieu on essayera de faire une comparaison analytique des résultats obtenue avec celui de Mme KHOUDIR de l'année 2012.

Les sorties sur terrain nous ont permis de faire une étude phytoécologique et les comparer au paravent avec d'autre relevés réaliser par (KHOUDIR, 2012).

Afin de réaliser notre échantillonnage nous nous sommes munis sur le terrain d'un certain nombre de documentation suivant :

-Carte topographique de l'Algérie au 1/1 000 000

-Carte topographique de M'sila 1/200 000

-des relevés floristiques de l'année 2007 et 2009 réalisé par (KHOUDIR, 2012)

### 5-1-Méthodes d'échantillonnage

Le travail de terrain est l'étape de base la plus importante pour la réalisation de tous travail.

L'étude de la végétation fait appel à plusieurs méthodes d'échantillonnage propres au type de problèmes posé. Nous avons adopté dans ce travail l'échantillonnage subjectif.

#### 5-1-1- L'échantillonnage spatial stratifié

Il faut bien noter que l'interprétation visuelle des images est un outil d'investigation satisfaisant et peut éventuellement, aider à optimiser la préparation des campagnes de terrain, par la sélection des secteurs prioritaires et par l'établissement d'itinéraires efficaces (THIAM. S, 1999).

Pour ce mode d'échantillonnage, il faut en effet, sélectionner les échantillons sur l'image satellitaire (ou une carte), de telle sorte que l'on puisse avoir une représentation de strates aussi différentes que possible les unes des autre et qui correspondent à des caractéristiques homogènes (BONN, 1996, *in* KHOUDIR 2012). Les points d'échantillonnage sont alors pointés et matérialisés par des polygones (GIRARD et GIRARD, 1999 ; *in* KHOUDIR, 2012) puis repérés sur le terrain grâce à un GPS (Système de Position Géométrique).

Cet échantillonnage est dit stratifié, si l'on considère une carte ou une image satellitaire comme étant un résultat issu de l'imbrication de plusieurs thèmes en même temps.

#### 5-1-2- L'échantillonnage subjectif

C'est la forme la plus simple et la plus intuitive d'échantillonnage (GOUNOT, 1969), il consiste à choisir les échantillons qui paraissent les plus représentatifs est suffisamment homogènes (LONG, 1974). Selon ce même auteur, l'échantillonnage subjectif constitue un point de départ pour les recherches phytoécologiques, il permet, en effet, de juger de la validité du choix de la variable retenue pour conduire l'échantillonnage stratifié.

### 5-2-Récoltes des données

La récolte des données s'est effectuée au niveau de notre zone d'étude sur lesquelles nous avons exécuté nos relevés, en une sortie d'une semaine (début de printemps 2018, au mois de Mars)**,** pendant laquelle nous n'avons pu effectuer que près de 28 relevés floristiques.

### 5-2-1-Les données écologiques

Les données écologiques interceptées se réfèrent à l'ouvrage suffisamment instructif qu'est « le code du relevé méthodique de la végétation et du milieu » (SADKI, 1988)

Afin que l'inventaire des caractères écologiques soit complet, nous avons pris en considération les variables analytiques de niveau stationnel pour la réalisation des relevés floristiques.

- **Les variables analytiques de niveau stationnel**

Elles sont été soit appréciées, soit mesurées à l'aide d'appareils adéquats ; il s'agit de :

-L'altitude
-La longitude
-La latitude
-La pente
-L'exposition
-La position topographique (géomorphologique)
-Le pourcentage de recouvrement des éléments de la surface du sol
-Le type physionomique
-Les espèces dominantes
-La nature du substrat et certaines de ses propriétés physiques

Ces variables sont regroupées dans un inventaire réalisé par KHOUDIR (2012) (Annexe)

### 5-2-2-Les données floristiques

Les données floristiques sont saisies suivant un relevé phytoécologique dont le principe consiste à recenser la totalité des espèces existantes « sans préjuger de leur importance ».Dans notre échantillonnage, nous avons choisis une surface de 100m² (KHOUDIR, 2012).

### 5-2-3-Traitement des relevés floristiques

La réalisation d'un herbier floristique et numérique était nécessaire pour l'identification de nos espèces floristiques récoltées lors du travail terrain.

La gestion et l'analyse des relevés réalisés lors de la sortie sur terrain, pour le traitement, le classement, l'ordination ou l'établissement de cartes, graphes ou figures de données, a été effectuée par le programme Excel sous Windows

### 5-2-4 Analyse numérique des relevés floristiques

La technique qui a été utilisée pour l'élaboration de la carte numérisée (géo-référenciées) par l'utilisation de l'outil de cartographie et de SIG Mapinfo version 7.5 en utilisant les résultats établis dans une base de donné et la carte topographique de la wilaya de M'sila (1/200 000) (figure21)

### 5-2-5-Comparaison des relevés floristiques

Après la manipulation le classement et l'ordination des relevés et la réalisation des spectres biologiques et chorologiques brute une comparaison a été effectuée afin de compléter notre travail.

Les données utilisées pour cette comparaison, sont issues de l'étude réalisée par KHOUDIR en 2007et 2009.

## 5-3-Approche Chorologique

- **La chorologie :** (de chora=lieu) est la science qui étudie la distribution géographique des taxons (qu'il s'agisse de classes, de familles, de genres, ou d'espèces), pris isolément, sans référence à leur milieu, ni aux espèces qui les entourent.
- **Les aires de répartition des espèces** : chaque espèce occupe à la surface terrestre une aire (une surface) qui lui est propre ; cette surface intègre toutes les zones (les localités) où des « individus » de cette espèce se rencontrent à l'état spontané (ces espèces ne doivent pas être introduites par l'homme). Une « aire de répartition » c'est donc l'ensemble des régions dans Lesquelles on observe la présence d'une espèce.
- **Le territoire floristique** : un territoire floristique est une surface géographique définie par un ensemble d'espèces ayant à peu près la même aire de répartition.
- **L'élément floristique** : un élément floristique est un « groupe » d'espèces qui se rapportent à leur « aire de répartition d'origine » ou leur « aire principale de distribution » ; en effet, dans un territoire floristique donné, il existe « des groupes d'espèces » dont le centre principal de distribution (de provenance) se trouve dans d'autres territoires floristiques.
- **La flore d'un territoire donné ou d'une association végétale :** la flore est l'ensemble des plantes, des espèces végétales qui vivent dans un pays (ou bien une région ou une station). La flore implique l'inventaire et la description de ces espèces. Dans cet inventaire, l'abondance des espèces n'est pas prise en compte : les espèces qui sont très peu abondantes ont la même importance que les espèces abondantes.la flore d'un pays (région ou station) n'est jamais homogène, en effet, elle est composée d'élément floristique provenant d'autres territoires floristiques.

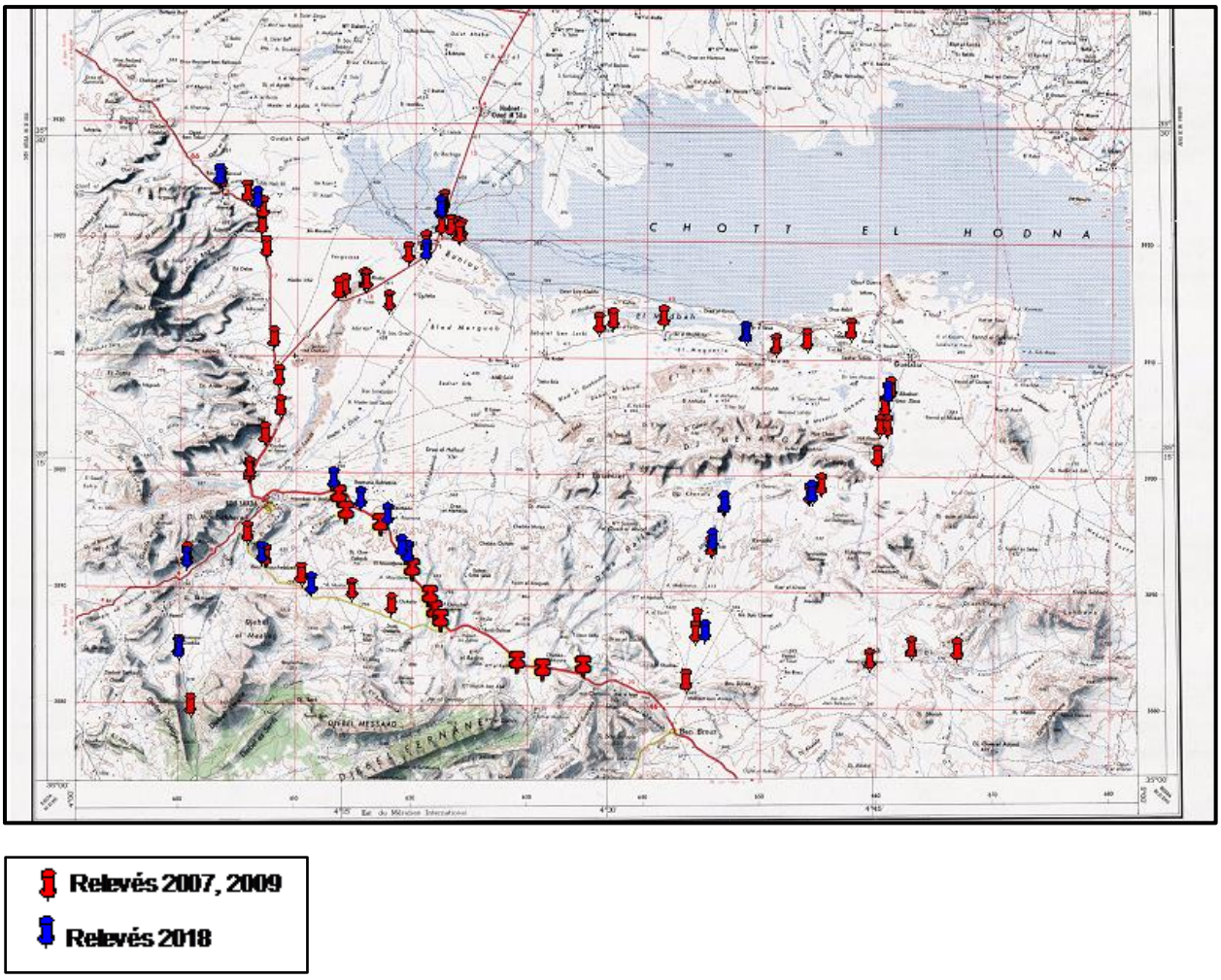



**Figure 21** : Positionnement des relevés terrains 2007,2009 et 2018 sur la carte topographique de M'sila (1/200 000) KHOUDIR (2012)

# CHAPITRE III

## RESULTATS ET DISCUSSION

# I-ANALYSE DE LA CARTE DES UNITES PAYSAGERES

## 1-ANALYSE DE LA CARTE DE VEGETATION (LE HOUEROU, 1975)

D'après la carte de végétation de la région de M'sila (LE HOUEROU, 1975), et après utilisation de la sélection simple et la requête SQL, nous avons interrogé la base de données afin d'analyser les différentes unités de végétation et leur importances.

Sur une superficie d'environ **219.860,543 hectares**, les différentes unités de végétations sont au nombre de 22 et sont réparties de la manière suivante (Tableau13)

**Tableau 13** : Superficies des différentes formes d'occupation des sols

| **Formation** | **Faciès (1ère espèce dominante)** | **Superficies (ha)** | **Superficies (%)** |
|---|---|---|---|
| Matorral et Steppe | *Juniperus phoenicea* | 7954,82 | 3,76 |
| Forêt | *Pinus halepensis* | 782,882 | 0,37 |
| Steppe cultivée | *Atractylis serratuloides* | 130,009 | 0,06 |
| | *Asparagus albus* | 143,102 | 0,07 |
| | *Artemisia herba alba* | 7 733,68 | 3,66 |
| | *Artemisia campestris* | 2 307,7 | 1,09 |
| Steppe arbustive | *Rhus tripartitum* | 12 711,65 | 6,01 |
| Dépression | *Beta macrocarpa* | 1 124,67 | 0,53 |
| Steppe | *Stipa tenacissima* | 55 120,18 | 26,06 |
| | *Thymelaea microphylla* | 17 384,8 | 8,22 |
| | *Traganum nudatum* | 36 790,7 | 17,40 |
| | *Salsola tetrandra* | 7 235,43 | 3,42 |
| | *Hammada scoparia* | 8 713,3 | 4,12 |
| | *Aristida pungens* | 14 443 ,01 | 6,83 |
| | *Salsola vermiculata subsp. villosa* | 5 739,69 | 2,71 |
| | *Arthrocnemum indicum* | 6709,79 | 3,17 |
| | *Atriplex halimus* | 4918,95 | 2,33 |
| | *Rhamtherium suaveolens subsp.adpressum* | 2659,01 | 1,26 |
| | *Hammada schmittiana* | 6431,62 | 3,04 |
| | *Lygeum spartum* | 5 111,83 | 2,42 |
| | *Noaea mucronata* | 3 627,68 | 1,72 |
| | *Juncus maritimus* | 3 717,09 | 1,76 |
| Sebkha | / | 22 811,66 | / |
| Total | / | 219 860,543 | 100 |

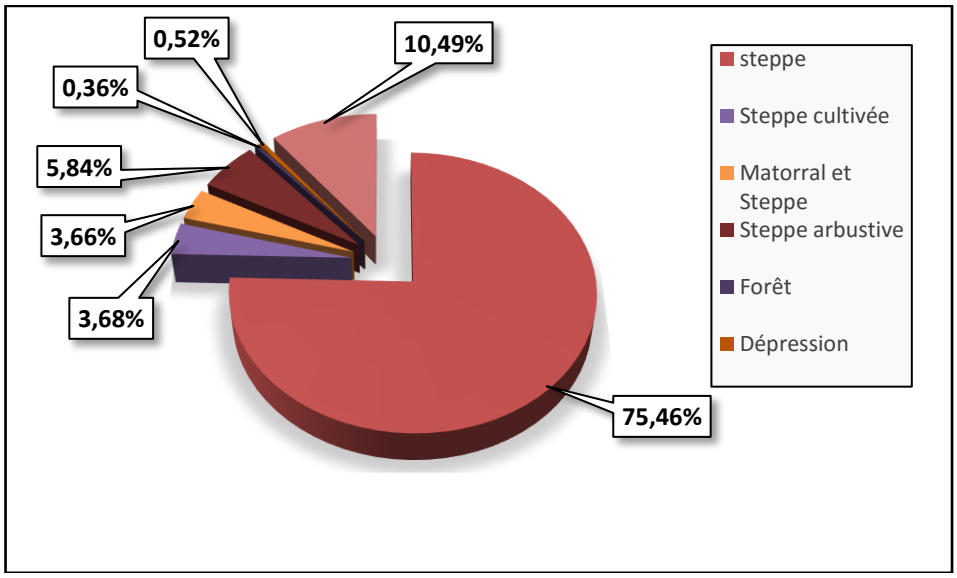



**Figure 22** : Superficie des différentes formes d'occupation de sol dans notre zone d'étude

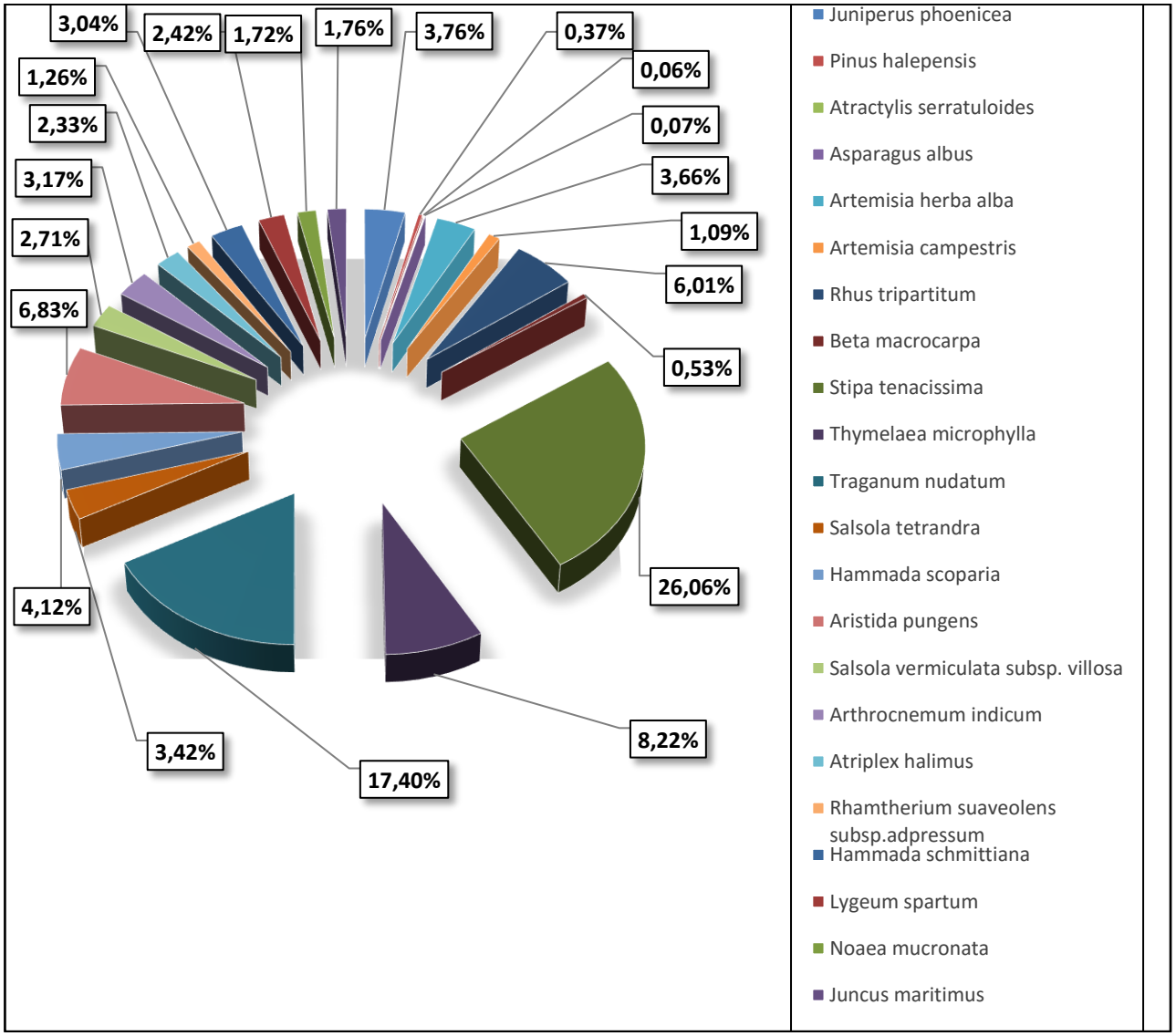



**Figure 23** : pourcentage des principales unités végétales obtenues par SQL, d'après la carte de végétation de la région de M'sila (LE HOUEROU, 1975)

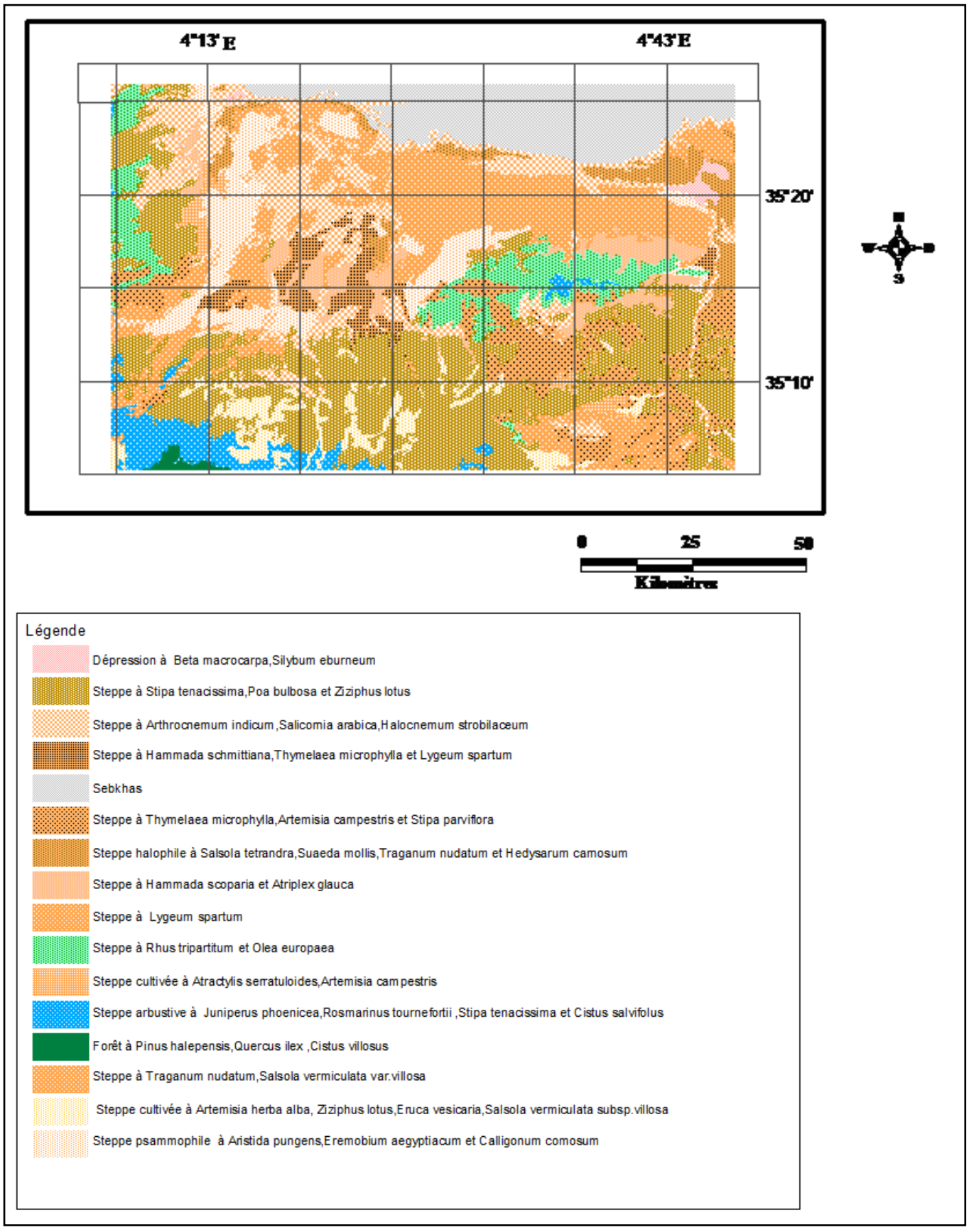



**Figure 24** : Carte de végétation de la partie sud de la région de M'sila (LE HOUEROU, 1975)

L'analyse de la carte de végétation nous a permis de distinguer plusieurs types de formations végétales sous formes de steppes, steppe arbustive, steppe cultivé, matorral et steppe, forêt et des dépressions (Tableau 13, Figure23)

**1-1-Forêt**

Cette formation occupe environ 0,37% avec une superficie de près de 782,882 ha de la totalité de la zone d'étude, sur un fascié à base de *Pinus halepensis*.

**1-2-Matorral et Steppe**

Le matorral c'est le stade qui résulte de la dégradation de la forêt et représente une formation dont les éléments constitutifs sont des nanophanérophytes et des chamaephytes souvent sempervirents, dont la croissance est entravée par les coupes, l'incendie et le surpâturage).

Les matorrals à *Juniperus phoenicea* avec 3,76%, se retrouvent avec d'autres formations steppiques graminéennes et des steppes à base de chamaephytes.

**1-3-Steppe arbustive**

L'espèce dominante qui occupe ces steppes est *Rhus tripartitum* avec 6,01% de la totalité de la zone d'étude.

**1-4-Steppes**

La végétation steppique représente la majeure partie du paysage végétal de cette région, elle occupe près de 84,46% de la végétation totale, elle est représentées essentiellement par, des steppes graminéennes, à *Stipa tenacissima* 26,06%, des steppes à *Traganum nudatum* 17,40%, et des steppes psammophiles à *Thymelaea microphylla*, qui apparaissent suite à un important apport en sable avec 8,22%, ainsi que la steppe à *Aristida pungens* 6,83%, à *Arthrocnemum indicum* 3,17%, à *Hammada scoparia* et *H. schmittiana* respectivement 4,12% et environ 3,04%, une steppe à *Salsola tetrandra* et *Salsola vermiculata* avec 3,42% et 2,71%.

D'autres formations steppiques sont obtenues par la sélection SQL avec des pourcentages moins importants de la totalité de la zone comme le *Lygeum spartum* 2,42%, des unités halophiles qui sont apparues suites à un décapage du sol mettant à un nu les croûtes sous- jacentes telles que l'*Atriplex halimus* 2,33%, *Juncus maritimus* 1,76%, *Noaea mucronata* 1,72% et *Rhamtherium suaveolens subsp.adpressum* 1,26%.

**1-5-Steppes cultivées**

Les faciès les plus dominants dans cette formation sont au nombre de quatre :

Des steppes à base de chamaephytes, l'*Artemisia herba alba* est la plus dominante avec un pourcentage de près de 3,66%, steppe à *Artemisia campestris* 1,09%, *Asparagus albus* 0,07% et d' hémicryptophyte *Atractylis serratuloides* environ 0,06%.

## 2- ANALYSE DE LA CARTE BIOCLIMATIQUE

Après avoir interrogé la base de données, on a constaté que notre zone d'étude est dominée par l'étage bioclimatique Aride divisé en deux sous étages (Aride supérieur et Aride inferieur), sur une superficie totale de **234 200,84 ha, 118 547,22 ha** pour l'Aride supérieur et **115 653,62 ha** pour l'aride inferieur.

**Tableau 14** : superficies des différents sous étages bioclimatique

| Sous étages bioclimatique | Superficies (ha) | Pourcentage (%) |
|---|---|---|
| Aride supérieur | 118 547,22 | 50,62 |
| Aride inferieur | 115 653,62 | 49,38 |

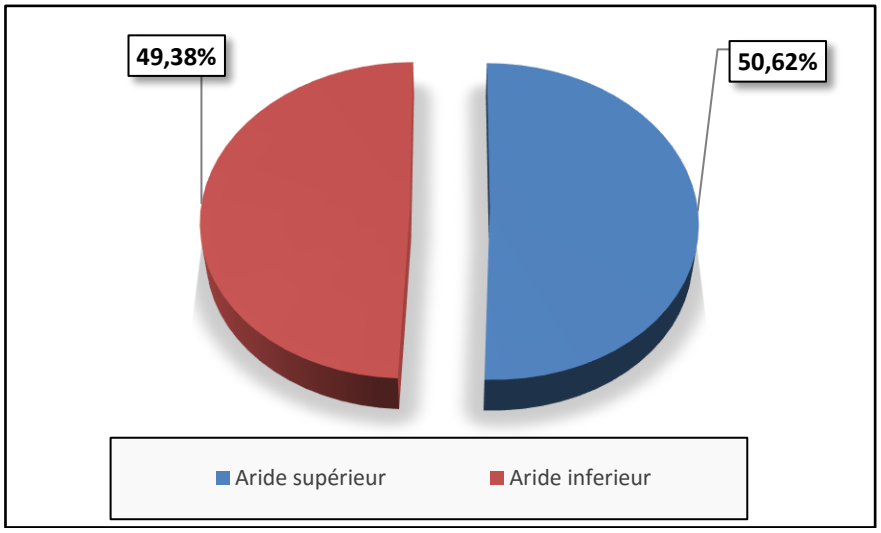



**Figure 25** : Pourcentages des deux principaux sous étages bioclimatique

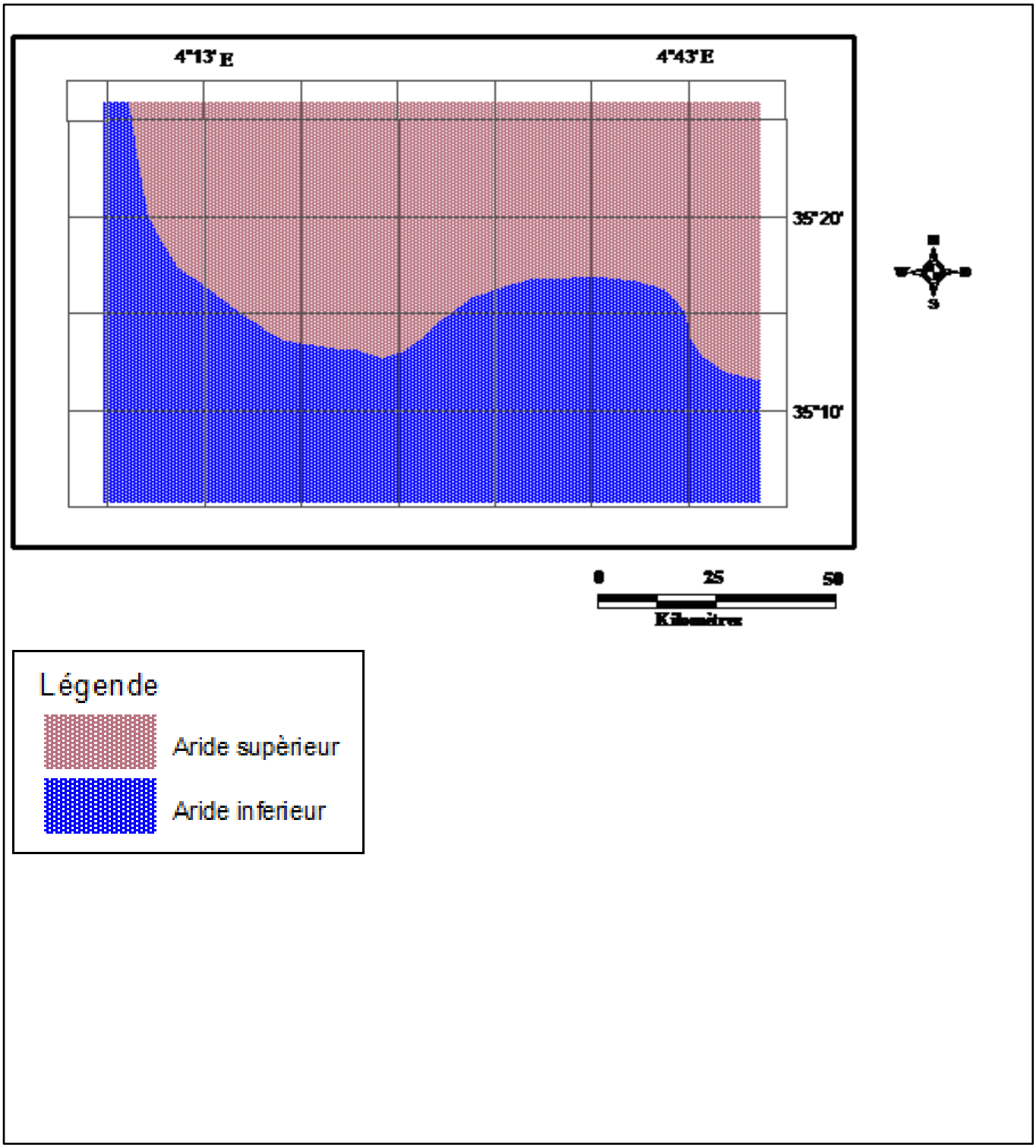



**Figure 26** : Cartes bioclimatique de la région du Hodna au 1/200.000

## 3-ANALYSE DE LA CARTE GEOLOGIQUE

La carte finale et obtenue après traitement par la requête SQL et la sélection simple (comme le montrent les Figure 28 et 29), permis de distinguer une dominance des formations géologiques peu ou pas tectonisées principalement le Quaternaire sur une superficie de

**168 627,74 ha** avec 40,69%, en différentes formes. Le quaternaire continentale (terrains de chott, alluvions et glacis) avec **109 561,42 ha** environ 40,69% c'est la forme la plus caractéristique de notre zone d'étude et de cette formation ils correspondent à des surfaces très faiblement pentues dont la pente augmente progressivement vers la montagne. Ils sont recouverts d'un matériel clastique faiblement calibré et très fragmenté vers le bas. Les alluviaux actuelles (chott) sur **42 480,35 ha** 15,78%, ce sont des vases salées occupées en hiver par une faible plan d'eau et asséchées pendant l'été donnant naissance à une faible couche de sel. La troisième forme de quaternaire et la moin dominante est représenté par les dunes récentes sur une superficie de **16 585,97 ha** près de 6,16% de la surface totale.

La formation géologique pontien vient en deuxième classeavec une superficie de **32 656,68 ha** 12,13%.

Les faciès marins normaux et les faciès continentaux lagunaires (Grès et argiles versicolores) sont deux formations sous-jacentes avec respectivement **29 496,18 ha** 10,95% et **22 818,92 ha** 8,47%.

Le Crétacé moyen cénomanien et le crétacé moyen formés de Calcaires dolomitiques, marnes et grés avec respectivement une superficie de **13 137,13 ha** 4,88% **et 561,587 ha** avec un pourcentage assez faible 0,21%.

Le Jurassique supérieur non divisé, ses dépôts recouvrent les dépôts calcaires plus récents sur **1986,52 ha** avec 0,74%.

**Tableau 14** : Superficies des différentes formations géologique

| Formations géologiques | superficies (ha) | Superficies (%) |
|---|---|---|
| Quaternaire continentale | 109 561,42 | 40,69 |
| Alluviaux actuelles | 42 480,35 | 15,78 |
| Pontien | 32 656,68 | 12,13 |
| Faciès continentaux lagunaires | 22 818,92 | 8,47 |
| Quaternaire | 16 585,97 | 6,16 |
| Faciès marins normaux | 29 496,18 | 10,95 |
| Crétacé moyen cénomanien | 13 137,13 | 4,88 |
| Crétacé moyen | 561,587 | 0,21 |
| Jurassique supérieur non divisé | 1986,52 | 0,74 |
| Total | 269284,757 | 100 |

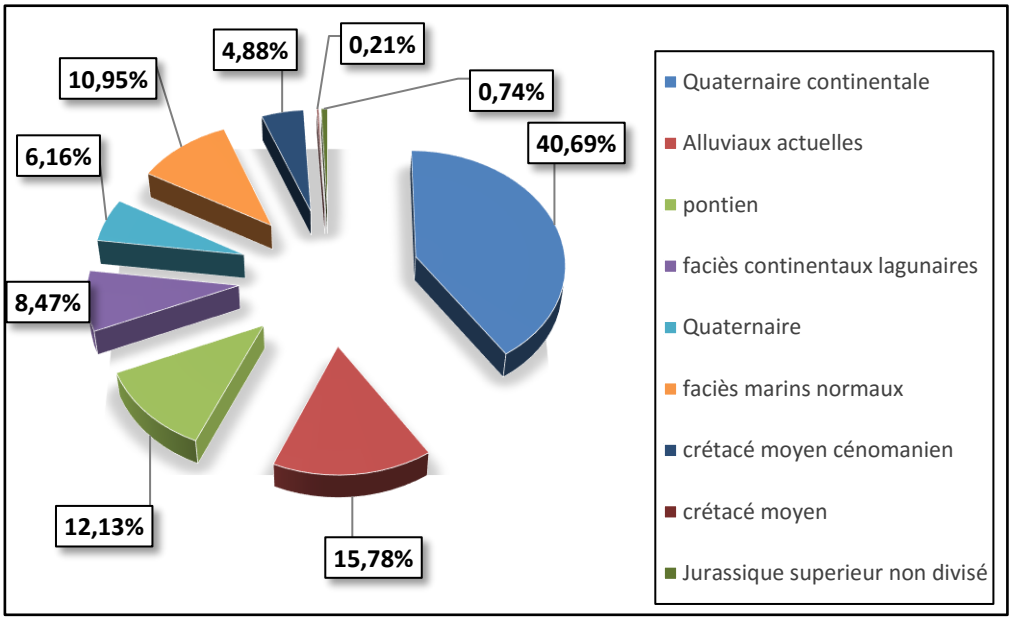



**Figure 27** : Pourcentages de principales formations écologiques

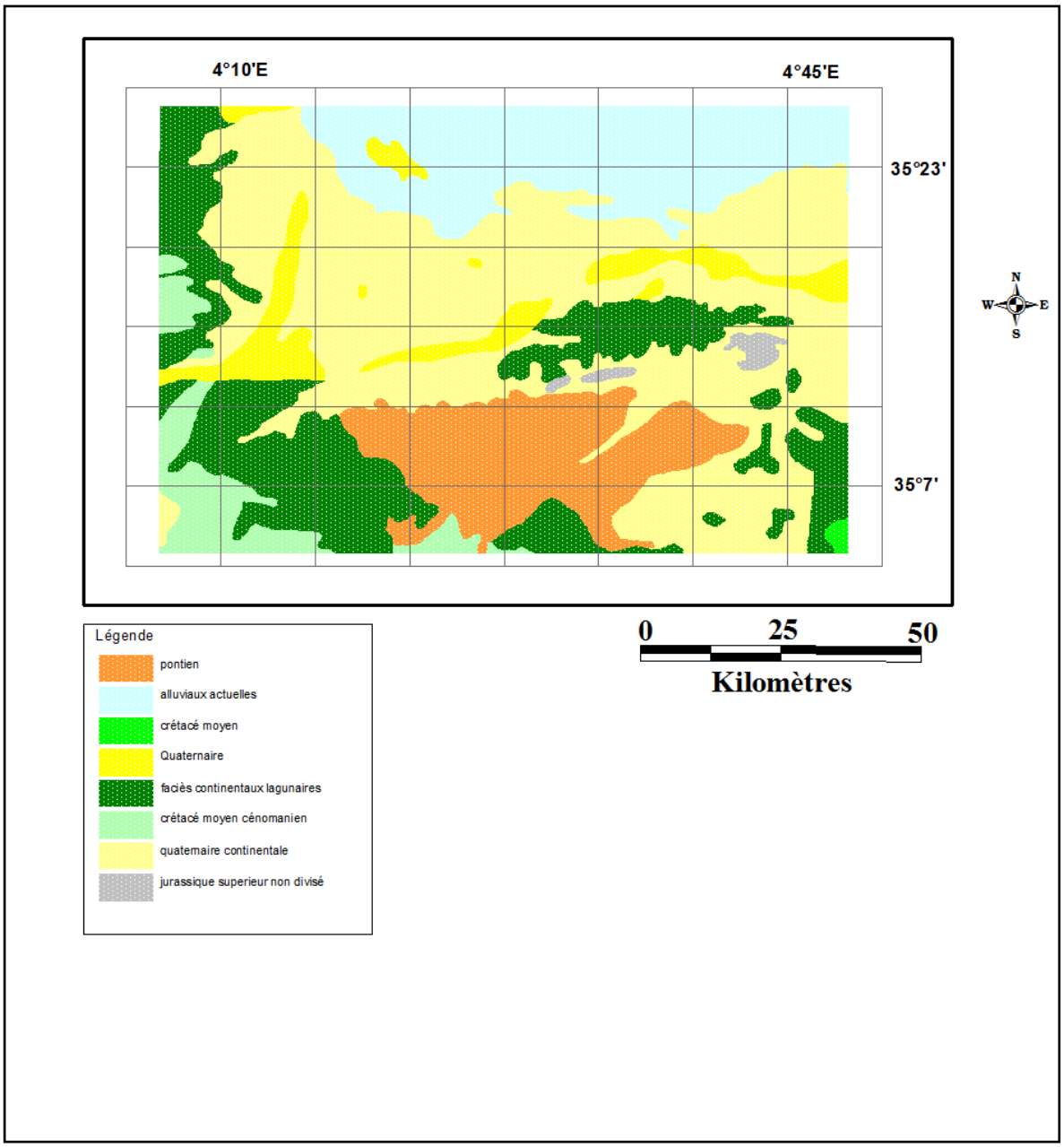



**Figure 28** : Carte géologique de l'Algérie au 1/500.000 (1952)

## 4-ANALYSE DE LA CARTE PEDOLOGIQUE

Les résultats obtenus de cette carte (figure 30) et de sa base de données par la requête SQL et sélection simple, ont fait apparaître les différents types de sols dominants dans la région d'étude

- **Les sols minéraux bruts**

C'est les plus dominants par leur répartition et couvrent la majorité de la zone d'étude avec **571,791 ha** soit 32,54% de la superficie totale des sols de la région.

❖ **Les sols halomorphes**

Ils représentent la deuxième classe des sols dans notre zone d'étude ces sols sont présent dans les dépressions (sebkha) sur une superficie de **437,687ha** soit 24,90% de la superficie totale des sols de la région.

❖ **Les sols calcimagnésiques**

Cette classe pédologique représentes l'un des plus dominants et couvrent la majorité de la zone d'étude au Sud près de **372,444 ha** soit 21,19% de la superficie totale des sols de la région.

❖ **Les sols hydromorphes, peu évolué et isohumique**

Représentent les classes les moins dominants sur des superficies de **152,967 ha**, **150,919 ha** et **77,328 ha** soit respectivement 8.70%, 8,50% et 4,40% de la superficie totale des sols de la zone d'étude.

**Tableau 15** : Superficies des différentes classes pédologiques

| Classes pédologiques | Superficies (ha) | Superficies (%) |
|---|---|---|
| **minéraux bruts** | 571.791 | 32,43 |
| **Halomorphes** | 437,687 | 24,82 |
| **Calcimagnésiques** | 372,444 | 21,12 |
| **hydromorphes** | 152,967 | 8,68 |
| **peu évolué** | 150,919 | 8,56 |
| **Isohumique** | 77,328 | 4,39 |

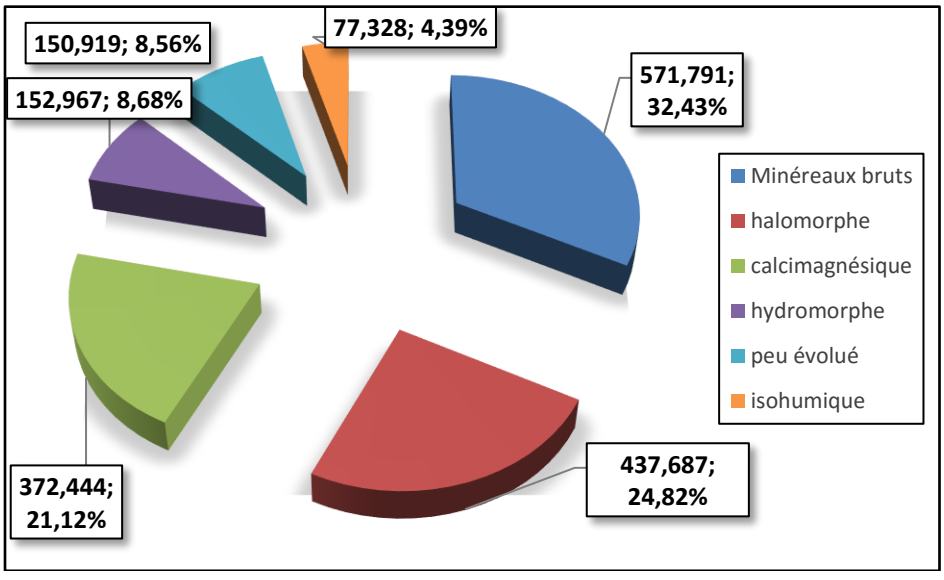



**Figure 29** : Pourcentages des principales unités pédologiques obtenues par SQL

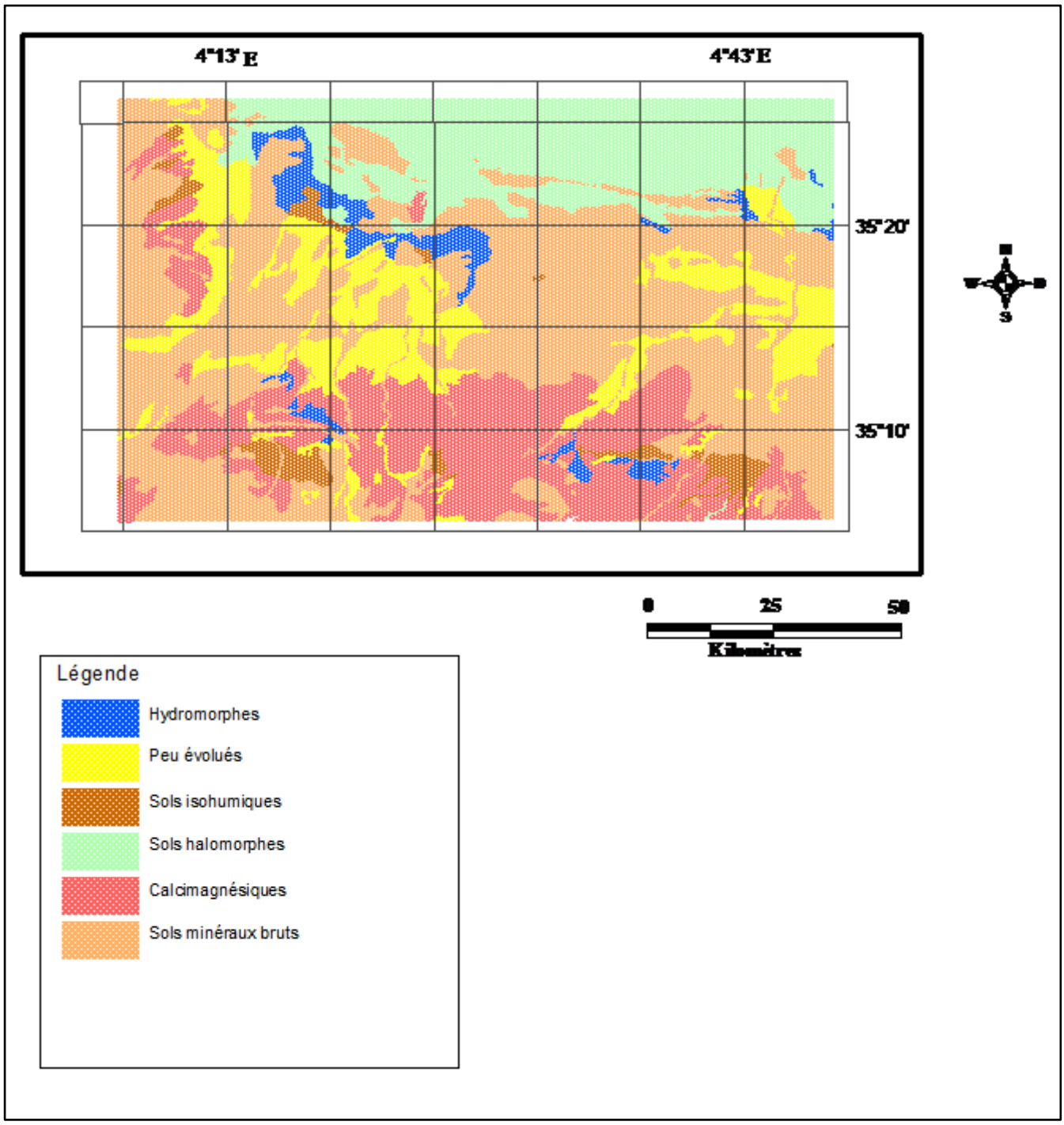



**Figure 30** : Cartes pédologique de la région du Hodna au 1/200.000 (F.A.O, 1975)

## 5-ANALYSE ET INTERPRETATION DE LA CARTE DES UNITES PAYSAGERES

### 5-1-Définition

Une carte de paysage peut être définie comme un document synthétique des différentes unités paysagères, c'est la physionomie des unités biotiques (végétation) et abiotiques (reliefs), nous permettant de voir les composantes (types d'unités) du milieu écologique et d'étudier : l'organisation spatiale ; les interactions ; la dissémination ; les liens de voisinage et l'hiérarchisation entre elle (KHOUDIR et TRAOURE, 2003).

### 5-2-Description du paysage

Dans l'approche de la cartographique, la description de la carte du paysage de la partie sud de la région du Hodna (wilaya de M'sila) (Figure 32), de sa base de données (Tableau 17) ainsi que des documents existants nous a permi de dégager les principaux descripteurs qui caractérisent le paysage : les unités pédologiques, les unités de végétation et les unités secondaires (bioclimat et géologie).

Notre zone d'étude étant une région des hauts plateaux et dont l'échelle est moyenne à grande (1/200 000$^{éme}$), le niveau de perception est stationnel.

Le paysage pédologique est constitué des principales unités suivantes :

### 5-3-Unités paysagères sur les différents types de sol

#### 5-3-1-Unités paysagères sur sols minéraux bruts

Les unités paysagères caractérisant cet ensemble pédologique sont représentées par les formations végétales suivantes : Steppes, Steppes cultivées et forêt, ce type de sol est dominé par des steppes à *Traganum nudatum*, *Stipa tenacissima,* des steppes psammophiles à *Aristida pungens,* des Steppes cultivée à *Atractylis serratuloides* et des Forêts à *Pinus halepensis.*

**Tableau 16 :** Unités paysagères sur sols minéraux bruts

| **Unités paysagères** | **Code U.P.** | **Superficie U.P. (ha)** | **Superficie U.P. (%)** |
|---|---|---|---|
| Steppe à *Rhus tripartitum* | III.1.5.1.2<br>III.1.2.1.1<br>III.1.6.1.1<br>III.1.7.1.1 | 35,41<br>49 ,52<br>10 74,82<br>151,94 | 1.7 |
| Steppe à *Traganum nudatum* | IV.9.4.1.2<br>IV.9.6.1.1<br>IV.9.0.1.2 | 83,97<br>379,14<br>35 948,55 | 30.81 |
| Steppe à *Thymelaea microphylla* | IV.2.0.1.2<br>IV.2.6.1.1<br>IV.2.2.1.1 | 199,19<br>290,44<br>13 339,02 | 11.70 |
| Forêt à *Pinus halepensis* | I.1.5.1.1 | 474,298 | 0.40 |
| Steppe à *Salsola vermiculata subsp. villosa* | IV.4.1.1.2 | 41,21 | 0.03 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Steppe à *Hammada scoparia* | IV.12.5.1.2 | 27,13 | 0.02 |
| Steppe à *Hammada schmittiana* | IV.7.1.1.1<br>IV.7.1.1.2 | 1 375,25<br>5 056,4 | 5.44 |
| Steppe à *Noaea mucronata* | IV.11.5.1.1<br>IV.11.0.1.2 | 417,45<br>2 798,28 | 2.72 |
| Steppe psammophile à *Aristida pungens* | IV.8.0.1.2 | 14 022,64 | 11.86 |
| Steppe à *Stipa tenacissima* | IV.1.2.1.1 | 33 797,31 | 28.60 |
| Steppe cultivée à *Atractylis serratuloides* | V.2.1.1.2 | 2 552,65 | 2.16 |
| Steppe à *Rhamtherium suaveolens subsp.adpressum* | IV.6.1.1.2 | 977,03 | 0.83 |
| Steppe à *Juncus maritimus* | IV.5.1.1.2 | 5 143,77 | 4.35 |

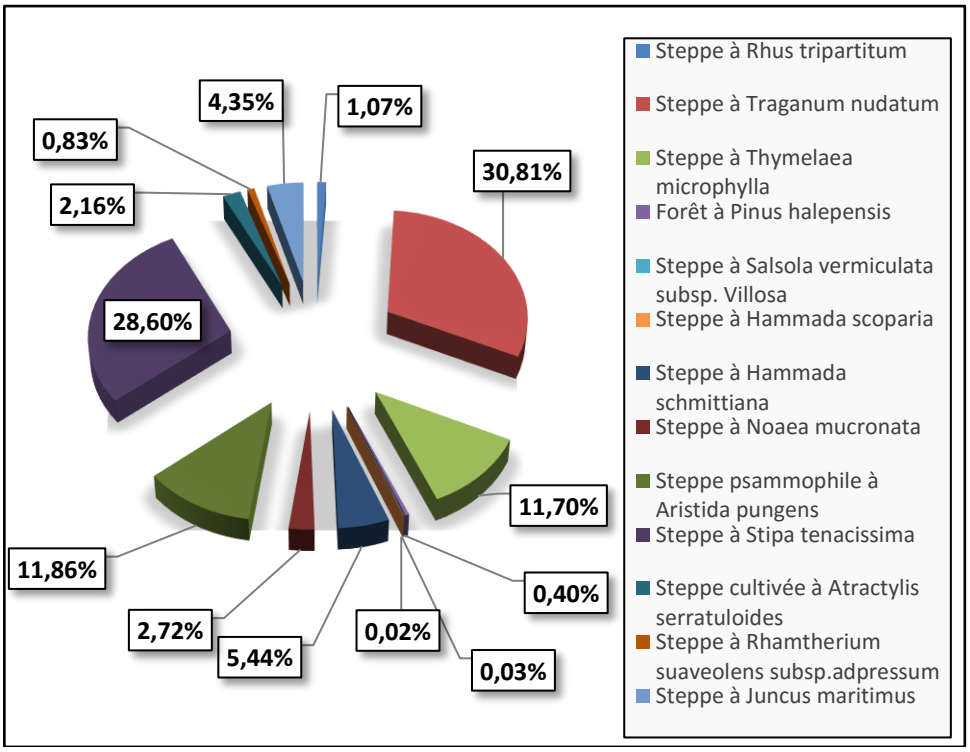



**Figure 31** : Pourcentages des unités paysagères sur sol minéraux bruts

**5-3-1-1-les steppes**

- **Unités paysagères à *Rhus tripartitum (*III.1.5.1.2/ III.1.2.1.1/ III.1.6.1.1/ III.1.7.1.1)**

Elles sont formées par des steppes à *Rhus tripartitum*, et couvrent une superficie totale de **1 262, 17 ha** soit 1, 07%.

Ces unités se développent dans un bioclimat aride supèrieur et inferieur et sur differents ensembles géologiques : des faciès marins lagunaires, le quaternaire (dunes récentes), le crétacé moyen cénomanien, et le jurassique supérieur non devisé.

- **Unités paysagères à *Traganum nudatum(*IV.9.4.1.2/ IV.9.6.1.1/ IV.9.0.1.2)**

Ces unités sont formées par des steppes à *Traganum nudatum,* dominants des superficies d'environ **36 411, 66** ha, soit 30, 81 %.

Elles se développent dans l'étage bioclimatique aride (supérieur et inferieur), s'installant sur des enssembles géologiques variés, parmi eux les faciès marins normaux, le crétacé moyen cénomanien et le quaternaire continental.

- **Unité paysagère à *Stipa tenacissima (*IV.1.2.1.1)**

Cette unité est formés par des steppes à *Stipa tenacissima,* c'est la deuxième steppe dominante dans cette catégorie, sur près de **33 797, 31 ha** soit 28, 60 %.

Cette derniére se développe dans un bioclimat aride supérieur et un enssemble géologique type pontien.

- **Unités paysagères à *Atractylis serratuloides, Rhamtherium suaveolens subsp.adpressum et Juncus maritimus* (IV.2.1.1.2/IV.6.1.1.2/IV.5.1.1.2)**

Ces unités sont formées par des steppes à *Rhamtherium suaveolens subsp.adpressum* et des steppes à *Juncus maritimus*sur, sur respectivement une superficie de **977, 03 ha** soit 0, 83 % et **5143, 77 ha** soit 4, 35 % et des steppes cultivées à *Atractylis serratuloides* sur environ **2552,65 ha** soit 2,16%.

Elles se développent dans un bioclimat aride inférieur sur un enssemble géologique caractérisé par les dunes récentes du quaternaire.

- **Unité paysagère à *Aristida pungens* (IV.8.0.1.2)**

Cette unité est l'une des plus représentatifs de se type du sol, elle occupe une superficie de **14022,64** ha soit 11,86 %.

Cette formation steppique psammophile, se trouve dans un étage bioclimatique aride inférieur, et fait partie d'un enssemble géologique dominant notre zone d'étude : le quaternaire continentale.

❖ **Unités paysagères à *Salsola vermiculata subsp. Villosa* et *Hammada schmittiana* (IV.4.1.1.2/ IV.7.1.1.1/ IV.7.1.1.2)**

La steppe à *Salsola vermiculata subsp. Villosa* est assez réduite 41,21 ha soit 0,03 % et celle à *Hammada schmittiana* occuppe une superficie de *6431,*65ha avec environ 5,44 %.

Cette unité se développe dans un bioclimat aride supérieur et inférieur, et une formation géologique type quaternaire (dunes récentes).

❖ **Unités paysagères à*Thymelaea microphylla* (IV.2.0.1.2/IV.2.6.1.1/IV.2.2.1.1)**

Elles occupent près de **13828,65** ha soit 11,70 % de la surface totale de cette classe pédologique

Ces unités sont caractérisées par un bioclimat aride supérieur et un enssemble géologique type pontien.

❖ **Unité paysagère forestiére à *Pinus halepensis* (I.1.5.1.1)**

Cette unité est formée par une forêt à *Pinus halepensis* sur une superficie de 474,298 ha soit 0,40 % de la totalité de cette classe pédologique minéraux brut, dans un étage bioclimatique aride supérieur ainsi qu'un enssemble géologique quaternaire (duness récentes).

**5-3-2 Unités paysagères sur sols halomorphes**

Cette classe pédologique est caractérisée par une vaste sebkha ainsi que d'autres formations steppiques à *Arthrocnemum indicum, Salsola tetrandra, Aristida pungens, Thymelaea microphylla* et *Stipa tenacissima.*

**Tableau 17** : Unités paysagères sur sols halomorphes

| **Unités paysagères** | **Code U.P.** | **Superficie U.P. (ha)** | **Superficie U.P. (%)** |
|---|---|---|---|
| Steppe à *Arthrocnemum indicum* | IV.10.1.2.2 | 11 422,77 | 27,36 |
| Steppe à *Thymelaea microphylla* | IV.2.7.2.1 | 14,68 | 0,04 |
| Steppe psammophile à *Aristida pungens* | IV.8.0.2.2<br>IV.8.3.2.2 | 41,97<br>255,89 | 0,71 |
| Steppe à *Stipa tenacissima* | IV.1.5.2.2 | 4,67 | 0,01 |
| Steppe halophile à *Salsola tetrandra* | IV.3.0.2.2 | 7 204,31 | 17,25 |
| Sebkha | V.1.3.2.2 | 22 811,72 | 54,63 |

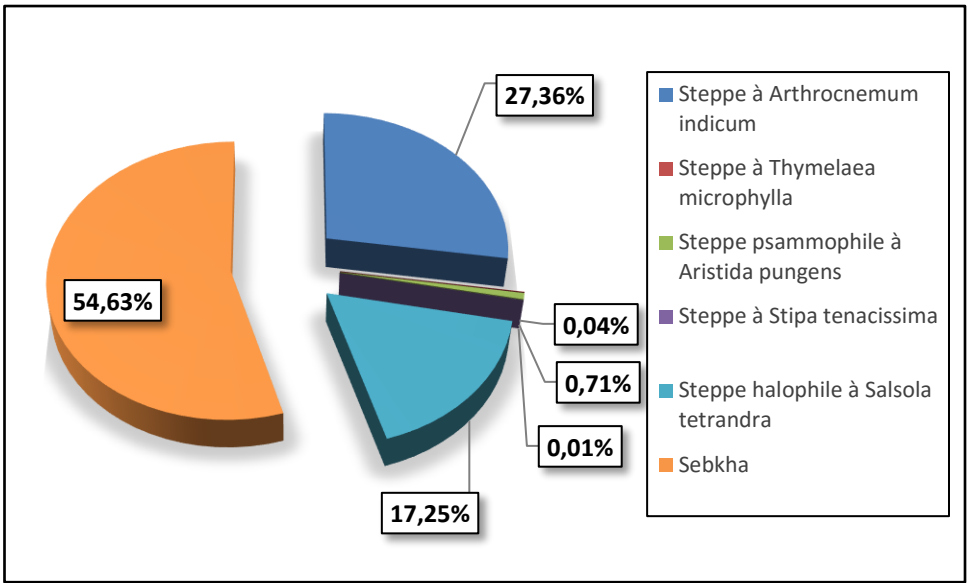



**Figure 32** : Pourcentage des unités paysagères sur sols halomorphes

❖ **Unités paysagères sans végétation (V.1.3.2.2)**

C'est les centres de la sebkha, dans notre cas c'est la partie sud du chott dépourvue de vie (très riche en chlorure, et inondés en hiver). Cette sebkha présente une superficie de **22 811, 72 ha** soit 54, 63 % dans l'étage bioclimatique aride inférieur. Le type de sol qui caractérise ces dépressions est un sol halomorphe sur un ensemble géologique d'alluviaux actuelles.

❖ **Unité paysagère à *Arthrocnemum indicum*(IV.10.1.2.2)**

Cette unite est la plus dominante et s'étend sur une superficie de **11 422, 77 ha** avec un pourcentage de 27, 36 %, Elle fait partie de l'étage bioclimatique aride inferieur, sur une formation géologique quaternaire (dunes récentes).

❖ **Unités paysagère à *Salsola tetrandra*(IV.3.0.2.2)**

Cette unité est formée par une steppe halophile s'étendant sur **7 204, 31 ha** avec près de 17, 25%. Elle fait partie de l'étage bioclimatique aride inférieur, sur le quaternaire continentale.

❖ **Unités paysagères à *Aristida pungens, Thymelaea microphylla et Stipa tenacissima* (IV.8.0.2.2/ IV.8.3.2.2/ IV.2.7.2.1/ IV.1.5.2.2)**

C'est les moins dominantes s'intégrant dans les deux sous étages bioclimatique aride (supérieur et inferieur). Sur des enssembles géologique variés, qui sont respectivement : le quaternaire continentale, les alluviaux actuelles, le jurassique supérieur et les faciès continentaux lagunaires.

### 5-3-3 Unités paysagères sur sols calcimagnésiques

Cette classe est caractérisée par des différentes formations végétales : des steppes, steppes arbustives et steppes cultivées. La plus dominante est la steppe à *Stipa tenacissima*

**Tableau 18** : Unités paysagères sur sols calcimagnésiques

| Unités paysagères | Code U.P. | Superficie U.P. (ha) | Superficie U.P. (%) |
|---|---|---|---|
| Steppe à *Hammada scoparia* | IV.12.0.3.2 | 8 034,63 | 18,94 |
| Steppe arbustive à *Juniperus phoenicea* | II.1.5.3.1 | 6 417,13 | 15, 13 |
| Steppe à *Thymelaea microphylla* | IV.2.5.3.1 | 877,77 | 2,07 |
| Steppe à *Lygeum spartum* | IV.13.5.3.2 | 165,74 | 0,39 |
| Steppe à *Salsola vermiculata subsp.villosa* | IV.4.7.3.1 | 2 013,27 | 4,75 |
| Steppe cultivée à *Atractylis serratuloides* | V.2.6.3.1 | 6 296,43 | 14,84 |
| Steppe à *Stipa tenacissima* | IV.1.2.3.1 | 18 621,09 | 43,89 |

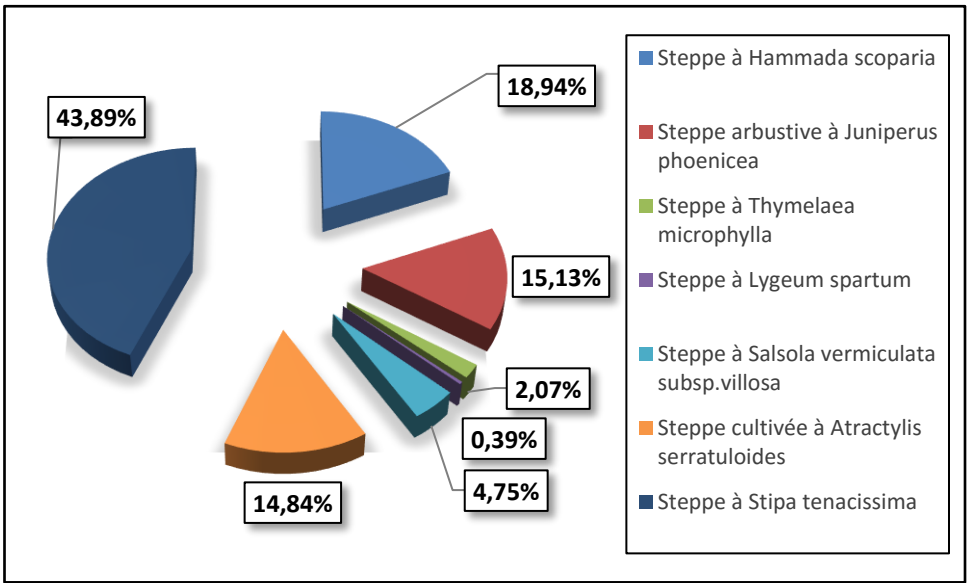



**Figure 33 :** Pourcentage des unités paysagères sur sols calcimagnésiques

- **Unités paysagères à *Stipa* tenacissima (IV.1.2.3.1)**

La steppe à Alfa se répartie sur une large surface estimée à 18 296, 43 ha soit 43,89 % des unités paysagères sur sol calcimagnésique, dans un bioclimat aride supérieur sur un ensemble géologique quaternaire (dunes récentes).

- **Unités paysagères à *Salsola vermiculata subsp.villosa* (IV.4.7.3.1)**

Représentent la deuxieme formation steppique sur près de 2013,27 ha avec prés de 4,75%, dans un étage bioclimatique aride supérieur sur les dunes récentes du quaternaire.

❖ **Unités paysagères à *Atractylis serratuloides* (V.2.6.3.1)**

Cette unité paysagère est formée par la steppe à *Atractilis serratuloides* s'étendant sur une surface de 6296,43 ha soit 14,84 %, dans un bioclimat aride supérieur et un enssemble géologique provenant du crétacé moyen cénomanien.

❖ **Unités paysagères arbustives à *Juniperus phoenicea* (II.1.5.3.1)**

Elle représente un pourcentage plus au moins important soit 15,13 % sur une superficie de 6417,13 ha, caractérisé par l'étage bioclimatique aride supérieur, sur un faciès continental lagunaire.

❖ **Unités paysagères à *Thymelaea microphylla et Lygeum spartum* (IV.2.5.3.1/ IV.13.5.3.2)**

C'est les moins dominantes sur, respectivement, des superficies de 877,77 ha avec 2, 07% et 165, 74% soit 0,39 %.

Ces unités appartiennent à l'étage bioclimatique aride supérieur et inferieur. Et s'étendent sur un enssemble géologique continental lagunaire.

**5-3-4 Unités paysagères sur sols peu évolué**

Cette classe pédologique porte des formations végétales diversifiées : des steppes et steppe arbustive.

**Tableau 19 :** Unités paysagères sur sols peu évolués

| **Unités paysagères** | **Code U.P.** | **Superficie U.P. (ha)** | **Superficie U.P. (%)** |
|---|---|---|---|
| Steppe à *Juncus maritimus* | IV.5.1.4.2<br>IV.5.2.4.1 | 92,13<br>106,71 | 1,34 |
| Steppe à *Stipa tenacissima* | IV.1.4.4.2<br>IV.1.6.4.1 | 164,57<br>1608,45 | 11,98 |
| Steppe à *Rhus tripartitum* | III.1.5.4.1<br>III.1.1.4.1<br>III.1.4.4.2 | 23,71<br>8731,19<br>599,69 | 63,22 |
| Steppe à *Traganum nudatum* | IV.9.6.4.1 | 75,82 | 0,51 |
| Steppe à *Thymelaea microphylla* | IV.2.0.4.2<br>IV.2.5.4.1<br>IV.2.6.4.1<br>IV.2.7.4.1<br>IV.2.1.4.1<br>IV.2.4.4.1 | 982,63<br>197,82<br>123,04<br>946,86<br>139,44<br>110,88 | 16,90 |
| Steppe arbustive à *Juniperus phoenicea* | II.1.5.4.1 | 96,17 | 0,65 |
| Steppe à *Hammada scoparia* | IV.12.7.4.1 | 335,33 | 2,27 |
| Steppe à *Lygeum spartum* | IV.13.7.4.2 | 78,79 | 0,53 |
| Steppe à *Noaea mucronata* | IV.11.5.4.2 | 383,07 | 2,59 |

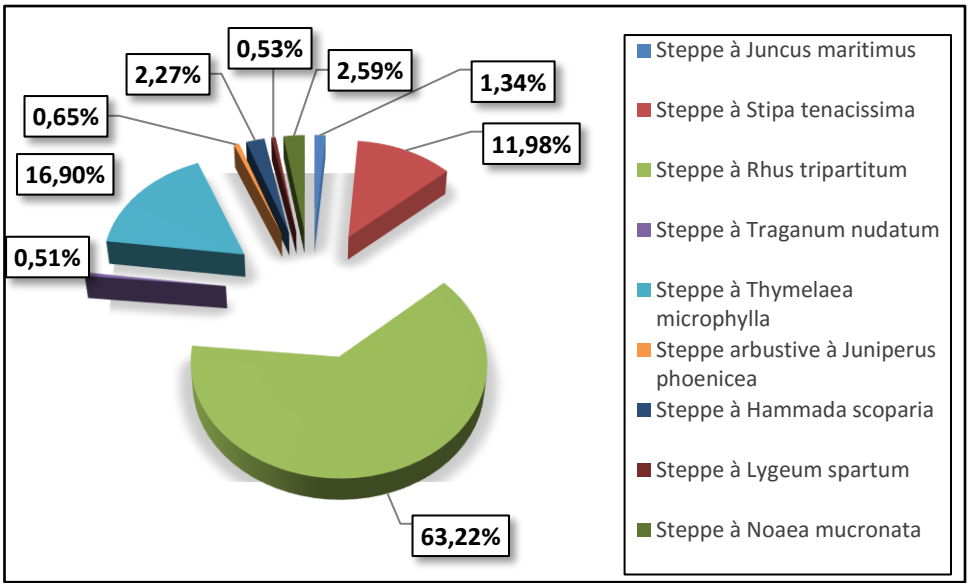



**Figure 34 :** Pourcentages des unités paysagères sur sols peu évolué

❖ **Unités paysagères à *Rhus tripartitum* (III.1.5.4.1/III.1.1.4.1/III.1.4.4.2)**

Ces unités sont les plus dominantes sur une superficie de 9 354,59 ha soit 63,22 %.

Elles sont formées dans l'étage bioclimatique aride supérieur et inferieur sur divers enssembles géologiques : les faciès continentaux lagunaire, le quaternaire (dunes récentes) et les faciès marins normaux.

❖ **Unités paysagères à *Thymelaea microphylla* (IV.2.0.4.2/ IV.2.5.4.1/ IV.2.6.4.1/ IV.2.7.4.1/ IV.2.1.4.1/ IV.2.4.4.1)**

C'est la deuxiéme formation dominante sur environ 2500,67 ha soit 16,90 % de la superficie totale de cette classe pédologique.

Elle s'intègre dans un étage bioclimatique aride et des enssembles géologiques divers : le quaternaires, les faciès continentaux lagunaires, le crétacé moyen cénomanien, et le jurassique supérieur.

❖ **Unités paysagères à *Stipa tenacissima* (IV.1.4.4.2/IV.1.6.4.1)**

Cette unité est formée d'une steppe à alfa sur **1 773,02 ha** avec un pourcentage de 11,98 %, dans l'étage bioclimatique aride et un enssemble géologique varié de faciés marins normaux et crétacé moyen cénomanien.

❖ **Unités paysagères à *Hammada scoparia, Lygeum spartum* et à *Noaea mucronata* (IV.12.7.4.1/IV.13.7.4.2/IV.11.5.4.2)**

Ces unités paysagères sont formées de steppes avec un pourcentage assez faible, les steppes à *Hammada scoparia avec* **335,33 ha** soit 2,27%, les teppe à *Lygeum spartum* sur une superficie de **78,79** ha soit 0,53 %.

Ces steppes font partie de l'étage bioclimatique aride et appartiennent à divers enssembles géologique : le jurassique supérieur et les faciès continentaux lagunaire.

❖ **Unités paysagères à *Juniperus phoenicea* (II.1.5.4.1)**

Ces une steppe arbustive s'étendant sur une surface de 96,17 ha avec 0,65%, dans l'étage bioclimatique aride supérieur, sur des faciès continentaux lagunaires.

### 5-3-5 Unités paysagères sur sols hydromorphes

Elles sont caractérisées par une steppe à *Lygeum spartum* dominant sur environ 4333,99ha soit 41,65 % et une steppe à *Traganum nudatum,* moins dominante sur une surface de près de 12,06 ha soit 0,12 %.

Ces dernieres se répartissent dans l'étage bioclimatique aride et sur divers enssemble géologique : les alluviaux actuelles et le pontien.

La steppe cultivée à *Atractylis serratuloides* domine en second lieu sur *une superfice de* 2114,67 ha avec 36,02%, dans un bioclimat aride supérieur et une formation géologique provenant du crétacé moyen cénomanien.

**Tableau 20** : Unités paysagères sur sols hydromorphes

| **Unités paysagères** | **Code U.P.** | **Superficie U.P. (ha)** | **Superficie U.P. (%)** |
|---|---|---|---|
| Steppe psammophile à *Aristida pungens* | IV.8.3.5.2 | 63,39 | 0,61 |
| Steppe à *Traganum nudatum* | IV.9.2.5.1 | 12,06 | 0,12 |
| Steppe à *Lygeum spartum* | IV.13.2.5.2<br>IV.13.0.5.2 | 1195,22<br>3 138,77 | 41,65 |
| Steppe à *Juncus maritimus* | IV.5.2.5.1 | 133,68 | 1,28 |
| Steppe cultivée à *Atractylis serratuloides* | V.2.6.5.1 | 2 114,67 | 20,32 |
| Steppe à *Salsola vermiculata subsp.villosa* | IV.4.0.5.2 | 3 748,79 | 36,02 |

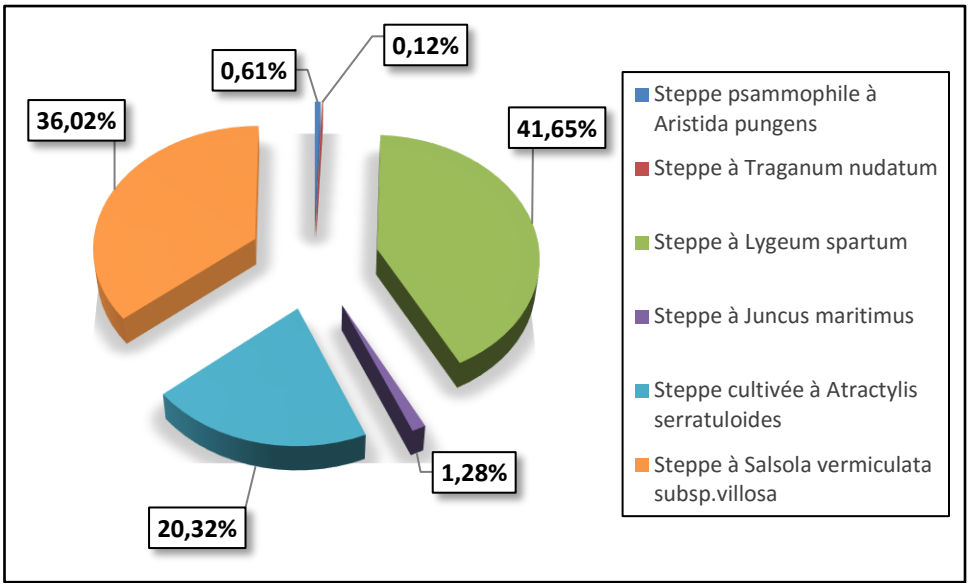



**Figure 35** : Pourcentages des unités paysagères sur sols hydromorphes

### 5-3-6 Unités paysagères sur sols isohumiques

La steppe à *Rhus tripartitum* **(III.1.5.6.1)**, se répartie sur une large surface de près de **2018,92 ha** soit 70,82%, dans l'étage bioclimatique aride supérieur et provenant du crétacé faciès continentaux lagunaires).

La steppe arbustive à *Juniperus phoenicea* **(II.1.2.6.1),** occupe la seconde place avec 560,41 soit 19,66%, dans l'atge bioclimatique aride et provenant d'un ensemble géologique type pontien.

Les autres unités paysagères sont moins importantes avec des pourcentages assez faibles.

**Tableau 21** : Unités paysagères sur sols isohumiques

| **Unités paysagères** | **Code U.P.** | **Superficie U.P. (ha)** | **Superficie U.P. (%)** |
|---|---|---|---|
| Steppe à *Rhus tripartitum* | III.1.5.6.1 | 2 018,92 | 70,82 |
| Steppe arbustive à *Juniperus phoenicea* | II.1.2.6.1 | 560,41 | 19,66 |
| Steppe psammophile à *Aristida pungens* | IV.8.0.6.2 | 4,75 | 0,18 |
| Steppe à *Arthrocnemum indicum* | IV.10.0.6.2 | 107,39 | 3,77 |
| Steppe à *Traganum nudatum* | IV.9.0.6.2<br>IV.9.6.6.1 | 134,46<br>10,65 | 5,09 |
| Steppe à *Thymelaea microphylla* | IV.2.2.6.1 | 14,38 | 0,50 |

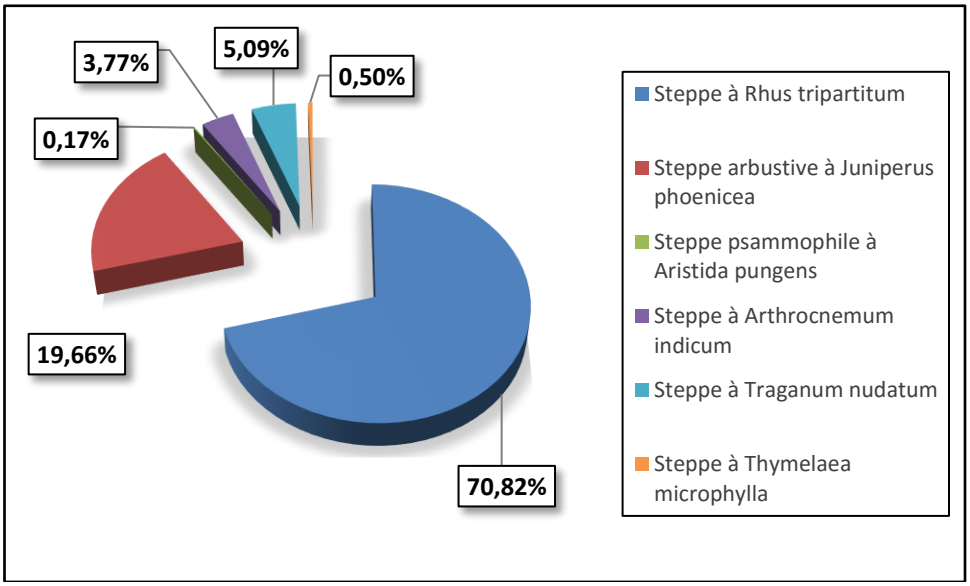



**Figure 36** : Pourcentages des unités paysagères sur sols isohumiques

## ➢ DOMAINES D'USAGE DE LA CARTE DE PAYSAGE

La carte de paysage est un document particulièrement intéressant lorsque nous nous proposons d'étudier une vaste superficie avec des objectifs diversifiés.

Elle présente un degré d'intérêt plus élevé dans plusieurs domaines. C'est un bon guide d'aménagement d'une région, du fait qu'elle met en évidence toutes les corrélations existantes entre les différentes composantes du paysage. Dans la surveillance écologique ; elle permet le suivi : de la dynamique des écosystèmes naturels (steppiques), l'évolution de l'utilisation du sol et ses conséquences écologiques (Importance de l'action anthropique).

Elle permet également : la valorisation des parcours ; l'établissement des bilans écologiques a partir du fonctionnement évolutif des écosystèmes pastoraux et le suivi de l'évolution de la biodiversité végétale.

Elle est utilisable dans les études du développement durable, de la prévention et de la lutte contre la désertification, de la biodiversité et du changement climatique global (diminuer l'accélération du processus de désertification par divers aménagements ; préserver le tapis végétal, éviter la surexploitation des parcours (dégradation) . Lutter contre l'envahissement des sables, diminuer l'action anthropique, établir un plan d'aménagement (restauration, réhabilitation) et de reboisement.

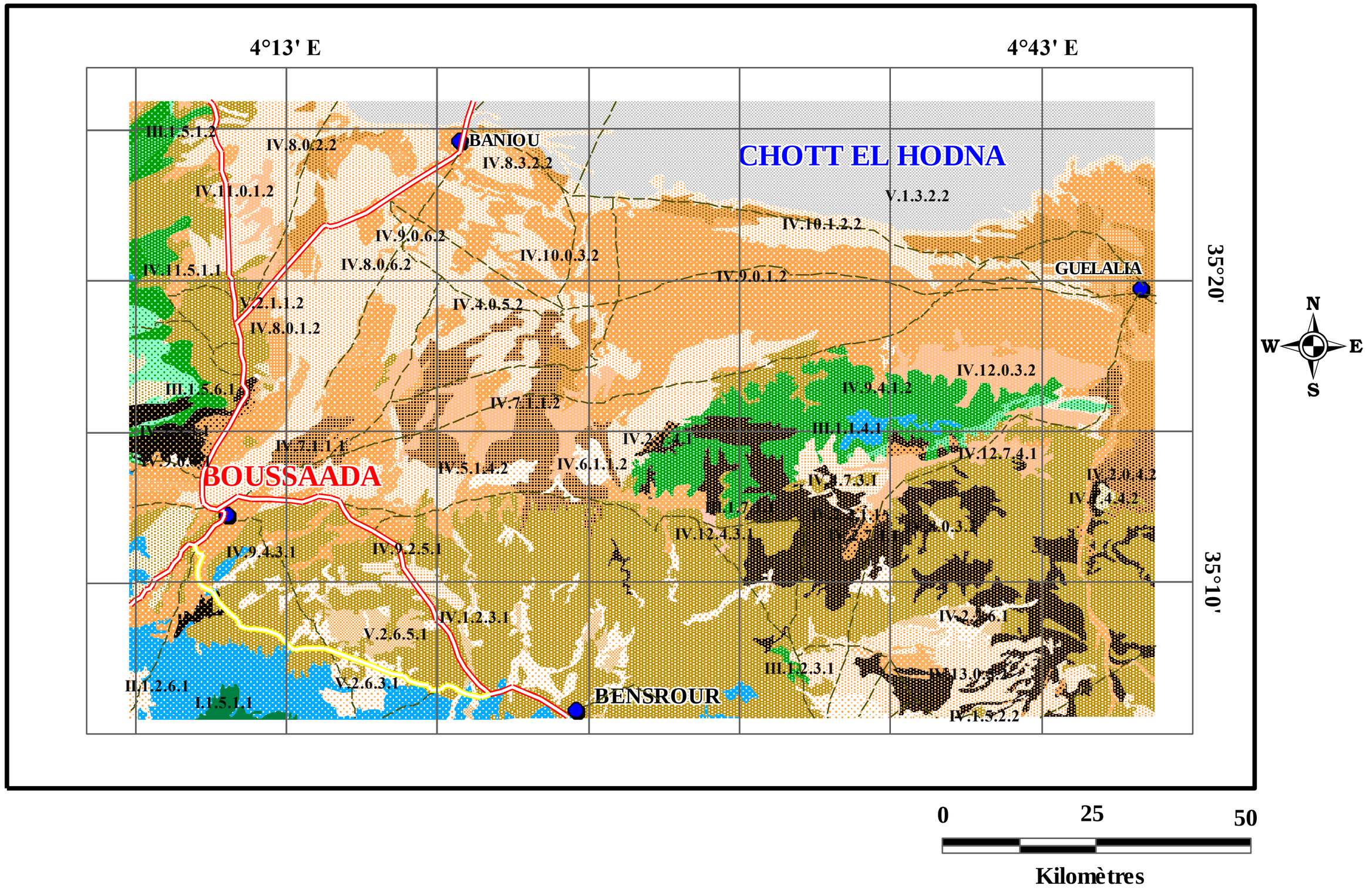



**Figure 36 :** Carte des unités paysagères de la partie sud de la région du Hodna (Wilaya de M'sila)

Légende

I.1.5.1.1 Forêt à Pinus halepensis

II.1.2.6.1 Steppe arbustive à Juniperus phoenicea

II.1.5.4.1 Steppe arbustive à Juniperus phoenicea

II.1.5.3.1 Steppe arbustive à Juniperus phoenicea

III.1.4.4.2 Steppe à Rhus tripartitum

III.1.1.4.1 Steppe à Rhus tripartitum

III.1.5.6.1 Steppe à Rhus tripartitum

III.1.6.1.1 Steppe à Rhus tripartitum

III.1.7.1.1 Steppe à Rhus tripartitum

III.1.5.4.1 Steppe à Rhus tripartitum

III.1.2.1.1 Steppe à Rhus tripartitum

III.1.2.3.1 Steppe à Rhus tripartitum

III.1.5.1.2 Steppe à Rhus tripartitum

IV.1.4.4.2 Steppe à Stipa tenacissima

IV.1.5.2.2 Steppe à Stipa tenacissima

IV.1.6.4.1 Steppe à Stipa tenacissima

IV.1.2.1.1 Steppe à Stipa tenacissima

IV.1.2.3.1 Steppe à Stipa tenacissima

IV.10.1.2.2 Steppe à Arthrocnemum indicum

IV.10.0.3.2 Steppe à Arthrocnemum indicum

IV.10.0.6.2 Steppe à Arthrocnemum indicum

IV.11.5.4.2 Steppe à Noaea mucronata

IV.11.5.1.1 Steppe à Noaea mucronata

IV.11.0.1.2 Steppe à Noaea mucronata

IV.12.0.3.2 Steppe à Hammada scoparia

IV.12.4.3.1 Steppe à Hammada scoparia

IV.12.5.1.2 Steppe à Hammada scoparia

IV.12.7.4.1 Steppe à Hammada scoparia

IV.13.2.5.2 Steppe à Lygeum spartum

IV.13.0.5.2 Steppe à Lygeum spartum

IV.13.5.3.2 Steppe à Lygeum spartum

IV.13.7.4.2 Steppe à Lygeum spartum

IV.2.0.4.2 Steppe à Thymelaea microphylla

IV.2.0.1.2 Steppe à Thymelaea microphylla

IV.2.2.6.1 Steppe à Thymelaea microphylla

IV.2.5.4.1 Steppe à Thymelaea microphylla

IV.2.6.4.1 Steppe à Thymelaea microphylla

IV.2.6.1.1 Steppe à Thymelaea microphylla

IV.2.7.4.1 Steppe à Thymelaea microphylla

IV.2.7.2.1 Steppe à Thymelaea microphylla

IV.2.5.3.1 Steppe à Thymelaea microphylla

IV.2.1.4.1 Steppe à Thymelaea microphylla

IV.2.2.1.1 Steppe à Thymelaea microphylla

IV.2.4.4.1 Steppe à Thymelaea microphylla

IV.3.0.2.2 Steppe halophile à Salsola tetrandra

IV.3.0.3.1 Steppe halophile à Salsola tetrandra

IV.4.1.1.2 Steppe à Salsola vermiculata subsp.villosa

IV.4.0.5.2 Steppe à Salsola vermiculata subsp. villosa

IV.4.7.3.1 Steppe à Salsola vermiculata subsp.villosa

IV.5.1.4.2 Steppe à Juncus maritimus

IV.5.2.5.1 Steppe à Juncus maritimus

IV.5.2.4.1 Steppe à Juncus maritimus

IV.5.1.1.2 Steppe à Juncus maritimus

IV.6.1.1.2 Steppe à Rhamtherium suaveolens subsp.adpressum

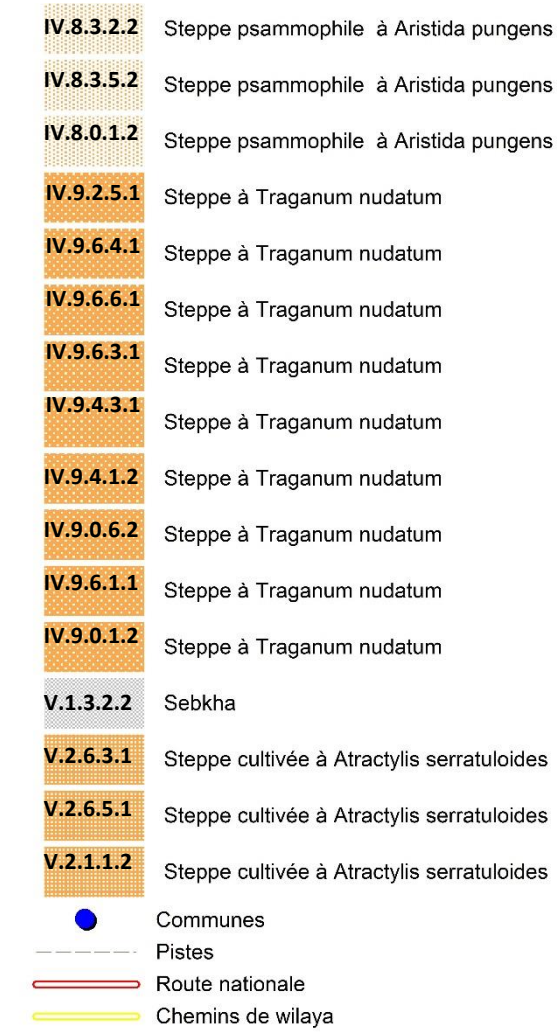
IV.7.1.1.1 Steppe à Hammada schmittiana

IV.7.1.1.2 Steppe à Hammada schmittiana

IV.8.0.6.2 Steppe psammophile à Aristida pungens

IV.8.0.2.2 Steppe psammophile à Aristida pungens

IV.8.0.3.2 Steppe psammophile à Aristida pungens


IV.8.3.2.2 Steppe psammophile à Aristida pungens
IV.8.3.5.2 Steppe psammophile à Aristida pungens
IV.8.0.1.2 Steppe psammophile à Aristida pungens
IV.9.2.5.1 Steppe à Traganum nudatum
IV.9.6.4.1 Steppe à Traganum nudatum
IV.9.6.6.1 Steppe à Traganum nudatum
IV.9.6.3.1 Steppe à Traganum nudatum
IV.9.4.3.1 Steppe à Traganum nudatum
IV.9.4.1.2 Steppe à Traganum nudatum
IV.9.0.6.2 Steppe à Traganum nudatum
IV.9.6.1.1 Steppe à Traganum nudatum
IV.9.0.1.2 Steppe à Traganum nudatum
V.1.3.2.2 Sebkha
V.2.6.3.1 Steppe cultivée à Atractylis serratuloides
V.2.6.5.1 Steppe cultivée à Atractylis serratuloides
V.2.1.1.2 Steppe cultivée à Atractylis serratuloides
Communes
Pistes
Route nationale
Chemins de wilaya

## 6-ETUDE PHYTOECOLOGIQUE COMPARATIF DE LA FLORE DU CHOTT EL HODNA

La zone humide du Chott El Hodna fait partie du grand bassin versant du Hodna (MIMOUNE, 1995 ; HADJEB, 1998 et LE HOUEROU, 2009). La végétation qui s'y trouve est confinée dans des milieux ou les paramètres écologiques sont imposants et parfois décisifs (salinité, aridité, ensablement, inondation…).

L'analyse de la flore de cet régiona été menée sur la végétation globale de notre zone d'étude, en la comparant avec des études précédentes.

### 6-1-Formes de la flore recensée

Pour l'étude de la flore, nous entamons la diversité floristique qui comprend deux niveaux : biologique et phytogéographique (chorologique).

### 6-1-1-Approche Biologique

L'examen des types biologiques de l'ensemble de la végétation recensée, est présenté dans le tableau VI (Annexe). Ce dernier fait ressortir les espèces rencontrées lors de l'échantillonnage de KHOUDIR (2012), et le notre (2018).

Nous remarquons que le nombre d'espèce recensées en 2012 est largement supérieur à celui de 2018, avec respectivement 96 et 26 espèces, ceci peut être expliqué par le fait que le précédant échantillonnage a été réalisé sur une plus grande superficie. Aussi, il est important de signaler que certains relevés échantillonnés en 2012 ont été occupé par (extension des agglomérations, construction de nouvelles bâtis, ainsi que des nombreuses pratiques culturales récentes).

- **Analyse comparative des spectres biologiques**

En observant deux spectres biologiques, nous remarquons que pour le travail de 2012, les Thérophytes sont le type le plus dominant avec 55.21%, suivi des Chaméphytes avec prés de 23%, le type biologique le moins répondu et celui des géophytes avec3.85 %. en 2018, nous remarquons que les Thérophytes et les Chaméphytes sont toujours dominants, mais avec des pourcentages pratiquement égaux (environ 40%). Les géophytes et les hémicryptohytes sont les moins répondu avec seulement 3.13%.

Cette observation permet de mettre en évidence la diminution des Thérophytes entre 2012 et 2018 de 55.21% à 34, 62%. Les chaméphytes actuelles présentent un pourcentage supérieur à celui de 2012 allant de 22,92% à près de 40% et celui des hémicryptophytes a diminué de10.42 % à 7,69%. Par contre, le pourcentage des phanérophytes augmente de 8.33% à 15, 38% et celui des géophytes ne présente aucun changement.

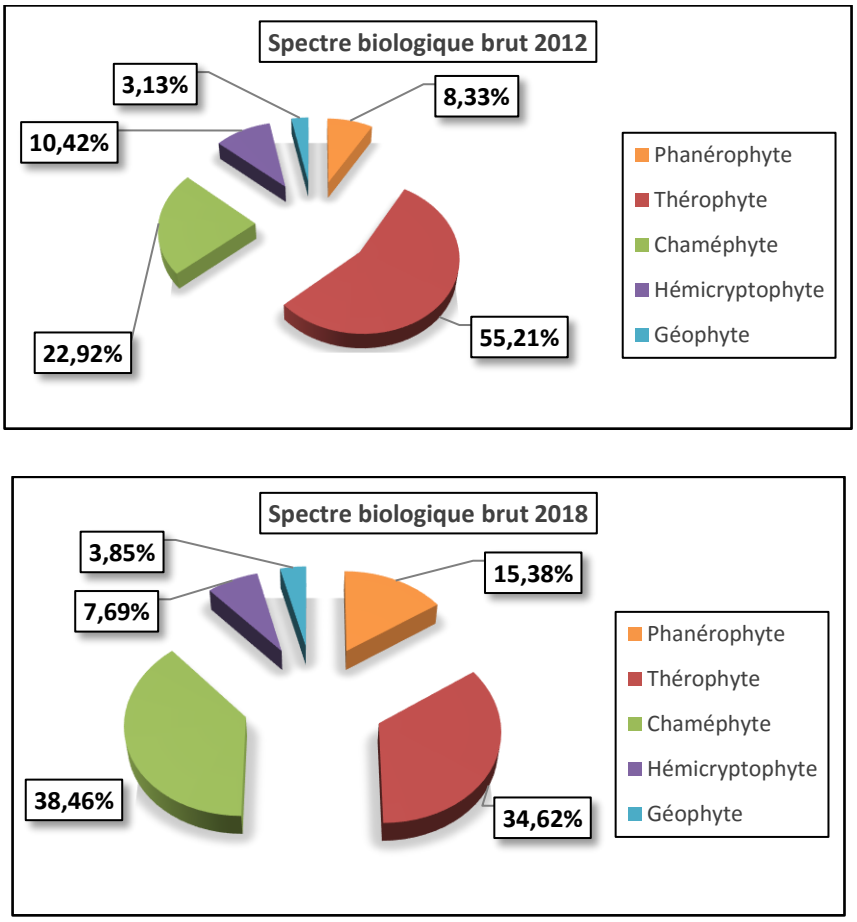



**Figure 38**: Spectres biologique brut 2012/2018

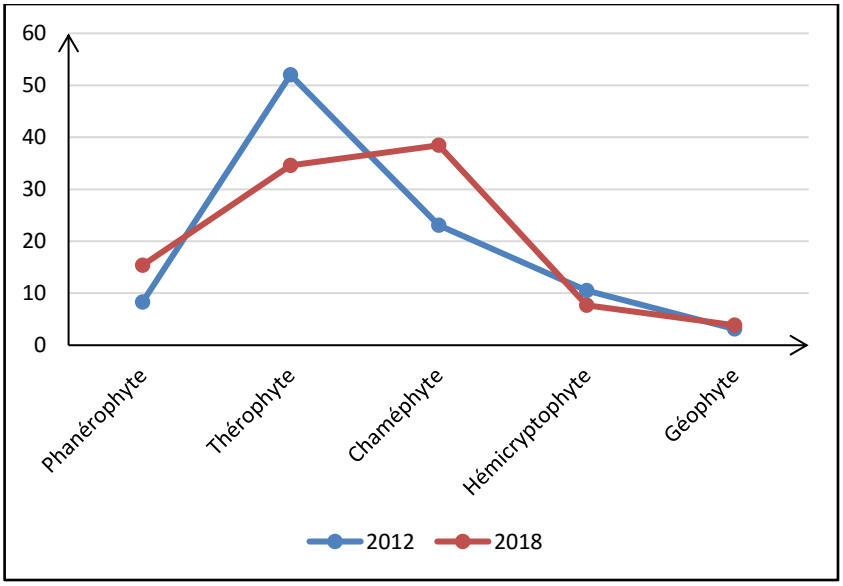



**Figure 39** : Courbes comparative des résultats de 2012 et 2018

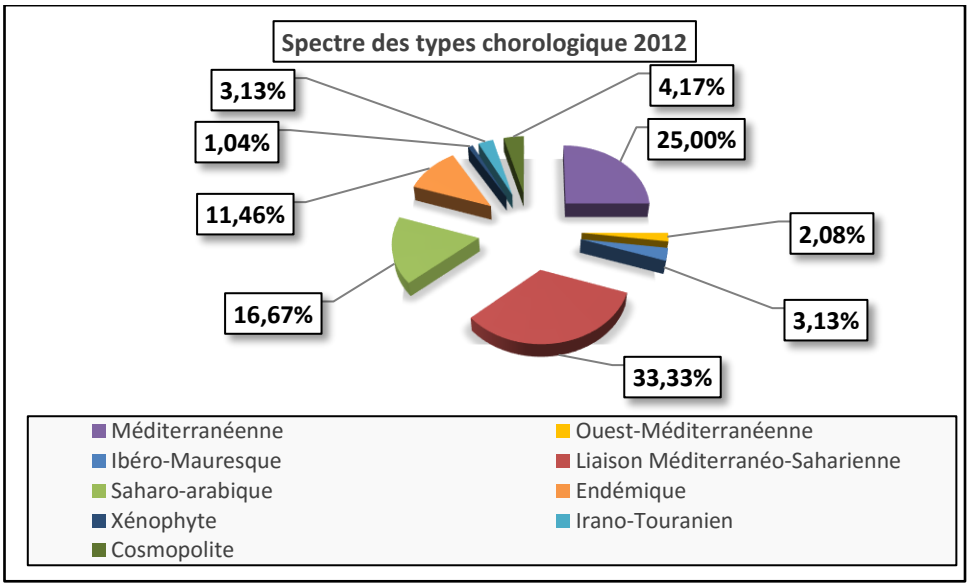
### 6-1-2-Approche chorologique

- **Analyse comparative des spectres des types chorologique**

L'analyse du spectre biogéographique, montre que celui de 2012 fait ressortir 9 éléments floristiques, avec l'élément de liaison Méditerranéo-Saharienne comme élément dominant avec 33.33%, suivi de l'élément méditerranéen (25%). L'élément le moins important est l'élément xenophyte (étranger à lz flore) avec 1.04% seulement.
L'échantillonnage de 2018, présente moin d'éléments floristiques de nombre de 7, le plus dominant est l'élément de saharo-arabiqu avec près de 26, 92%, suivi de l'élément saharo-arabique ou saharao sindien (25%). L'élément méditerranéen se trouve en 3$^{ème}$ position avec 17, 86% marquant une certaine diminution.

En comparant les deux spectres chorologiques, nous remarquons que les éléments floristiques les plus répondus sont l'élément Méditerranéo-Saharienne avec une diminution assez remarquable entre 2012 et 2018, et l'élément méditerranéen avec une diminution d'environ 8%.

Cette analyse démontre que notre zone d'étude s'intègre dans la région méditerranéenne faisant la transition entre cette dernière et la région saharienne.



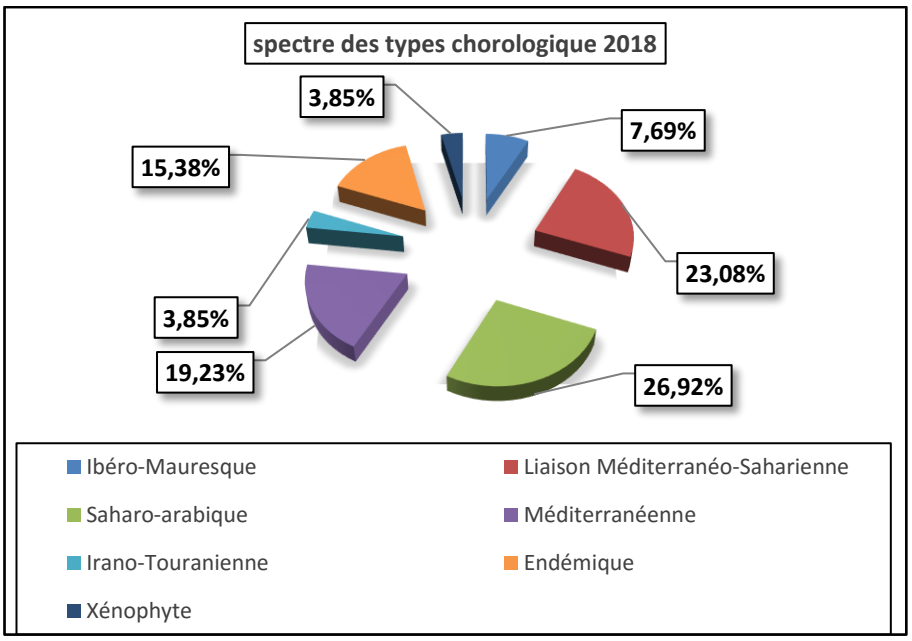



**Figure 40** : Spectre chorologique brute 2012/2018

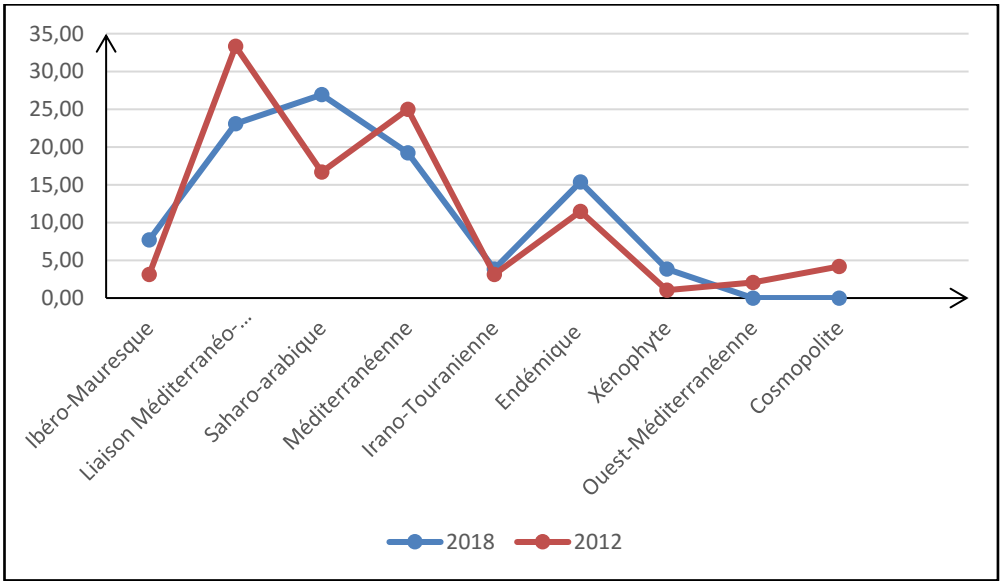



**Figure 41** : Courbes conparatives des résultas de 2012 et 2018

# CONCLUSION

## CONCLUSION GENERALE

L'utilisation des différentes cartes thématiques des facteurs du milieu et de l'occupation des terres ont permis d'élaborer une carte des unités paysagères que nous pouvons considérer comme un produit synthétique, utile pour la compréhension des systèmes et la gestion des espaces et des ressources.

Cette méthode d'étude des unités paysagères a été utilisée pour diverses applications et en divers lieux. Cela suppose une adaptation de la description des unités à l'objectif recherché, à la région étudiée et à la précision demandée.

L'analyse et la sélection par la requête SQL des unités paysagères codifiées, nous ont permis d'identifier et de caractériser le contenu de chaque unité.

L'analyse révèle que les unités steppiques occupent la majeure partie du paysage soit 75,46 %, les unités paysagères les plus dominantes sont les steppes à *stipa tenacissima* avec 26,06 %, suivies des steppes à *Traganum nudatum* avec prés de 17,40 % puis viennent les steppes à *Thymelaea microphylla avec 8.22%* de la superficie totale de la zone d'étude. Les unités paysagères dépourvues de végétation (sebkha) occupent une surface très importante d'environ 22 811,66 ha sur des sols halomorphe.

Du point de vu pédologique, le type de sols dominants dans cette région, sont les sols Minéraux bruts avec 571,791 ha soit 32,43%, suivis des sols halomorphes sur une superficie de 437,687 ha soit 24,82 % et les calcimagnèsiques sur 372,444 ha avec près de 21, 12 % de la surface totale de la zone d'étude.

La région est située dans l'étage bioclimatique Aride avec deux sous étage ; l'Aride supérieur avec 50, 62 % et l'Aride inférieur avec 49,38 % de la surface totale.

Sur la plan géologiques, l'analyse de la carte a montrée une dominance du quaternaire continental sur presque la moitié de la zone d'étude entourant toute la partie ouest et sud du chott, avec 40.69%, suivi des alluviaux actuelles surtoute la surface du chott avec 15.78%, puis vient le pontien dans la partie sud de la zone d'étude avec 12.13%.

Cette approche du paysage comme indicateur des conditions du milieu, avec une représentation cartographique, est très intéressante pour croiser, sous système d'information géographique, différentes données régionales.

La complexité de l'étude des unités paysagères n'est rendu possible que par l'utilisation des systèmes d'information géographique (SIG) seul outil capable de combiner , de découper et de gérer l'information contenue dans différentes couches géo référencées.

Pour l'étude phytoécologique de la flore globale de la zone d'étude, les relevés floristique de KHOUDIR (2012), représente l'un des bon point de départ pour une comparaison à l'aide de divers approche (biologique, chorologique). Il s'agit d'évaluer dans la mesure du possible et avec une approche très simplifiée, l'état de la végétation globale.

Ce document, étant réalisé, présente un degré d'intérêt très élevé dans plusieurs domaines. C'est un bon guide d'aménagement pour une région donnée, du fait qu'il met en évidence toutes les corrélations existantes entre les différentes composantes du paysage, dans la surveillance écologique ; car il permet le suivi de la dynamique des écosystèmes naturels (steppiques), l'évolution de l'utilisation du sol et ses conséquences écologiques (Importance de l'action anthropique). Il permet également ; la valorisation des parcours ; l'établissement des bilans écologiques à partir du fonctionnement évolutif des écosystèmes pastoraux ; le suivi de l'évolution de la biodiversitévégétale.

Il est utilisable dans les études du développement durable, de la prévention et de la lutte contre la désertification, de la biodiversité et du changement climatique global (diminuer l'accélération du processus de désertification par divers aménagements).

Enfin, il serait intéressant d'élargir et d'appliquer ce genre d'études sur l'ensemble des écosystèmes naturels, pour un suivi permanant des différents phénomènes biotique ou abiotique

# REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**AIDOUD A., 1989.-** Contribution à l'étude des écosystèmes pâturés des hautes plaines Algéro-Oranaise. Fonctionnement, évaluation, et évolution des ressources végétales. Alger, USTHB, Thèse de doctorat, 240 p.

**AIDOUD A., 1994. –** Pâturage et désertification des steppes arides en Algérie, cas de la steppe d'alfa (Stipa tenacissima L.), Paralelo 37,16, pp : 32-42.

**ACHOUR S., BELKESSA S., 2009**- Etude dynamique de la forêt à *Quercus coccifera* de la région de Tipaza sous l'impact de divers facteurs de dégradation. Mémoire d'ingéniorat. USTHB. 95 p.

**AFIR D., KEDIA N., 2008**- Utilisation d'un SIG dans la cartographie de l'occupation des terres à 1/10000 de la forêt domaniale de Bainem. Mémoire d'ingéniorat. USTHB. 51p.

**BNEDER., 1993-** Etude d'un plan directeur de mise en valeur de la wilaya de M'sila. Phase I : Délimitation préliminaire des terres susceptibles d'être mises en valeur. Alger, 97 p.

**BNEDER., 1994-** Plan directeur de mise en valeur de la wilaya de M'sila. Phase III: Schéma directeur d'aménagement. Alger, 137 p.

**BNEDER., 1995-** Plan directeur de mise en valeur. Phase II : Rapport additif, étude pédologique, Wilaya de M'sila. Direction des services agricoles. Alger, 15p.

**BNEDER., 1995-** Plan directeur de mise en valeur. Phase V : Programme de développement. Alger, 97 p.

**BAGNOULS G., GAUSSEN H., 1953**.- Saison sèche et indice xérothermique. Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse, 193-239.

**BADJOU S., ZERGUINI C., 2000**. -Suivi de la dynamique de la végétation à l'aide d'un système d'information géographique (SIG) dans le sud -oranais .Mémoire d'ingéniorat. USTHB.

**BARD S., 2004**.- Méthode d'évaluation de la qualité de données géographiques généralisées : application aux données urbaines. Thèse doctorat. Paris.

**BORDIN P., 2002**.- SIG concepts, outils et données.France. 251p.

**BOUALAM B., 2002**.- Cartographie de la végétation par télédétection et suivi des dynamiques à l'aide d'un Système d'Information Géographique (SIG) dans la Sud Oranais. Mémoire d'ingéniorat. Ecol. Vég. USTHB. Alger, 99.p.

**BAHLOULI F, AMROUNE A et al., 2012**,- Agro-ecological study of the plain of M'SILA, western northern zone of the Bassin of Hodna, wilaya of M'SILA, Algeria. Agricultural journal 7(1).university of M'SILA. p 10-16.

**BOUTTINE N., 2013**,- Caractéristiques géologiques, pétrographiques, minéralogiques et gîtologiques des substances utiles liées au diapir de Guellal (Sétif, Nord Est d'Algérie).Mémoire de Magistère. Université Badji Mokhtar. Annaba. 81p.

**BOURGET. E *et al*, 2010**, Définition d'unités paysagères par télédétection en Bretagne : méthodes et critiques .p69-83.

**CASADO A., 2007.-** Etude de la structure et de la dynamique des paysages de montagne. Exemple du bassin versant de La Voireuze, affluent de l'Alagnon entre 1948 et 2000. Département de Géographie Laboratoire de géographie physique UMR 6042 – CNRS Université Blaise Pascal 45 p.

**CORNET A. et DELEAU P. 1951** : Carte Géologique au 1/500.000. Publiée par le service de la Carte Géologique d'Algérie.

**C.R.B.T 1977**. Rapport phytoécologique et pastoral des hautes plaines steppiques de la wilaya de Saida. Alger. C.R.B.T., 256 p.

**C.R.B.T (Centre de Recherche sur les Ressources Biologiques Terrestres), 1978.-** Rapport phytoécologique et pastoral sur les Hautes Plaines steppiques de la Wilaya de Saida. CRBT, Alger, 256p + ann + cartes.

**CHERIF K., 2014,-** Etude eco - épidémiologique de la leishmaniose cutanée dans le bassin du Hodna (M'SILA), Thése.doc. Université Ferhat Abbas, Setif. 179 p.

**CARADEC Y., 2001**.- Histoire de la cartographie. Mémoire de fin d'étude. 38 p.

**CRSTRA, 2018**. Carte géologique de l'Algérie au 1/500.000 (1952).

**DELAUNAY A., 2009**. - Triangulation with o (n log n) time in the Euclidean plane -, 5th conference international.

**DENEGRE J., SALGE F., 2004**. - Les systémes d'information géographique, Que sais je ? Presses Universitaires de France, Paris, no 3,122-128 p.

**DIDON E., 1990**.- Système d'information géographique : concepts, fonctions, applications. Laboratoire commun de télédétection CEMAGREF/ENGREF, Montpellier, 44 p.

**DURAND S., 2003**.- Amélioration de la précision de la localisation différentielle temps réel par mesure de phase des systèmes GNSS. Thèse de doctorat. Paris.180-p.

**EMBERGER L., 1955**. - Une classification biogéographique des climats, Rec.Trav. Lab. Geol. Bot. Zool. Fasc.Sci. Montpelier, France, 544p.

**ERWAN M., SOUIAH S.A., 2003**.- L'analyse statistique et spatiale « statistique, ,cartographie, télédétection, SIG ». 284p.

**F.A.O., 1975.-** Etudes des ressources naturelles et expérimentations, et démonstrations agricoles dans la région du Hodna. Projet ALGERIE 9. Tome1 et Tome2, Alger, 958p+ cartes

**FLORET Ch., PONTANIER R., 1982. -** L'aridité en Tunisie présaharienne ; Climat, sol, végétation et Aménagement. Thèse USTL, Montpellier. Travaux et documents de l'ORSTOM n° 150.

**GAUSSEN H., 1963 –** Ecologie et phytogéographie. Abbayes. pp : 952-972

**GIRARD C.M., & GIRARD M.C., 1975. –** Application de la télédétection à l'étude de la biosphère. Masson, Paris, 120 p.

**GIRARD C. M., & GIRARD M. C., 1977.-** Télédétection de la surface du sol. 1er coll. Pédologie. Télédétection. ORSTOM. Rome. pp 55-64.

**GIRARD M.C., & GIRARD C.M., 1989. –** Télédétection appliquée aux zones tempérées et inter-tropicales. Masson, Paris, 260 p.

**GIRARD MC., GIRARD C., 1999.-** Traitement des données de télédétection. Ed Dunod, paris 511p.

**GUIRAUD R., 1970**.- Morphogenèse quaternaire de la région du Hodna (Algérie du Nord). Annales de Géographie. t. 79, n°433. pp.367-374.

**GRANDI M.**, **1996**, Méthode de cartographie thématique. Applications. Mémoire d'ingéniorat. USTHB. 87 p.

**GUETTOUCHE M.S., 2006**.- Sur l'existence d'un modèle-type d'encroûtement des sols arides et semiarides en Algérie : Etude comparative entre la Tafna (Algérie nord-occidentale), les Hauts Plateaux sétifiens et le bassin hodéen (Algérie nord-orientale).Journal des Sciences Pour l'Ingénieur.N°6.

**GILLIO T., 2000.-** Introduction aux SIG. Introduction & information spatiale. DAA AGER. Institut national Agronomique. Paris-Grignon.

**GHENNAM K., 2011**. Les lichens dans l'Algérois, étude de leur biodiversité et bio surveillance par SIG de la qualité de l'air. Mémoire Magistère. USTHB.

**GUENDOUL M., 2011**.- Application du SIG et la télédétection à la protection des forêts contre les incendies : cas du secteur de Tala Rana (Parc National du Djurdjura), Mémoire d'ingéniorat. INA.

**HABERT E., 2000**.- Qu'est-ce qu'un système d'information géographique ? Laboratoire de cartographie appliquée, IRD. 13p.

**HADJEB M., 2006**. - The salinisation of the earths in an endoreic basin The Hodna (Algeria). International conferenve on water in arid and searid lands. Texas Tech University. USA.

**HADBAOUI I., 2013.-** Les parcours steppiques dans la région de M'Sila : quelle gestion pour quel devenir ? Mémoire magister. Univesité Kasdi Merbah, Ouargla.

**HIRCHE A., 1995**.- Contribution à l'étude de l'apport de l'image satellitaire à l'inventaire cartographique et phytoécologique d'une zone pré-saharienne, cas de Ouled- Djellal. Thèse Mag. Univ. Sci.Thechnol. H. Boumediène, 230 p.

**ISAAK S., 1989**. - The land unit - A fundamental concept in landscape ecology, and its applications. Land scape Ecology vol. 3 n 2. p67-86.

**JOLY F., 1976.-** La cartographie. Presse Universitaires de France. La cartographie. Monographie, édition PUF, Paris. 276p.

**JAPPIOT M., 2000**.- Evaluationetcartographiedurisqued'incendiedeforêtàl'aided'unSIG. Exempled'unmassifforestierduSuddelaFrance, in Forêt Méditerranéenne, *Tome* XXI, n°1, mars 2000, Ed Foresterranée 99. pp 99-102.

**KADI HANIFI H., SALAMANI M., 2004,-** Carte de sensibilité a la désertification en Algérie. PROJET DIS-MED. OSS. Alger, 11p+ carte

**KAABECHE M., 1990**.- les groupements végétaux de la région de Bou Saada (Algérie).Essai de synthèse sur la végétation steppique du Maghreb. Thèse. Université de paris-sud.

**KAABACHE M., 1996**.- Les forêts de pin d'Alep de l'Atlas saharien (Algérie). Essai de synthèse phytosociologique par application de techniques numériques d'analyse. Doc. Phytosoc., N.S., Univ. degli Studi, Camerino, Italia. pp: 235-251.

**KAABECHE M., 1998**.- Les pelouses steppiques à dominante thérophytique du Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Essai de synthèse phytosociologique par application des techniques numériquesd'Analyse. Doc. Phytosoc., N.S., Univ. degli Studi, Camerino, Italia. Vol. 26.

**KHOUDIR S, TRAORE Y., 2003**.- Cartographie des unités paysagères de la région de Mécheria. Mémoire d'ingéniorat. USTHB. 54 p.

**KHOUDIR S, 2012**, Etude de la désertification dans la région du Hodna (wilaya de M'sila) .Mémoire de Magister. USTHB. 102 p.

**LE HOUEROU H.N., 1969. -** La végétation de la Tunisie steppique (avec référence au Maroc, à l'Algérie et à la Libye). Ann. Ins. Nat. Rech. Agr. Tunis, 42 (5) 624 p.

**LE HOUEROU H.N. 1975.-** Nature and cause of desertification. Arid plant land resources. Proceedings of the international Arid lands conference on the plant resources. Texas. Techn. University. Editors J.R... Goodin, David K.N. Worthington. Published by International Center of Arid and Semi-Arid Land Studies.T.T.U. Lubbock, Texas.

**LE HOUEROU H.N., 1985.-** Aspects météorologiques de la croissance et du développement végétal dans les déserts et les zones menacées de désertification. Organisation météorologique mondiale. 368 p.

**LE HOUEROU H.N., 1995.-** Dégradation, régénération et mise en valeur des terres sèches d'Afrique du Nord. Coll. « L'homme peut-il faire ce qu'il a défait ? » ORSTOM, Tunis, 65-102.

**LE HOUEROU H.N., HAYWOOD M. & CLAUDIN J., 1975. -** Etude phytoécologique du Hodna. Publ. FAO, Rome, 154 p. + cartes.

**LONG G. 1974.-**Diagnostic phyto-écologique et aménagement du territoire. Tome 1: Principes généraux et méthodes. Masson et Cie, Paris, 232 p.

**LORENZA S., 2001**.- Apprentissage supervisé pour la généralisation cartographique. Thèse Doctorat ès Informatique. Université Pierre et Marie Curie. Paris VI.241p.

**MAINGUET M., 1990.-** La désertification : une crise autant socio-économique que climatique. Sécheresse, 1, 3, pp. 187-195.

**MANIERE R., 1987.-** Télédétection spatiale et aéroportée et système d'information géographique géocodée sur l'environnement : principes généraux et étude de quelques domaines d'applications. Univ d'Aix-Marseille III, Thèse de doctoratd'état.

**MANIERE R., COURBOULES J., CELLES J.C., CHAMIGNON C., BOUZENOUNE A., MELZI S., DJEBAILI S. & KERMAD M., 1989. -** Inventaire des ressources renouvelables en zone aride méditerranéenne : évaluation de l'apport des données à moyenne résolution spatiale (LANDSAT, MSS). Photo-interprétation. Images aérienne et spatiale, 89-3 et 4 (3).

**MEBARKI A., 2005**.- Hydrologie des bassins de l'est algérien : ressources en eau, aménagement et environnement. Thèse. Doc. Université Mentouri de Constantine.

**MIMOUNE S., 1995**.- Gestion des sols salés et désertification dans une cuvette endoréique d'Algérie (Sud du Chott El Hodna). Thése de doctorat. Université d'Aix –Marseille I. 204 p.

**MIRKO S., 1998**.- Analyse S.I.G et caractérisation écologique des bassins versants de petits plans d'eau en relation avec leur biodiversité. Thèse. Université de Genève.

**MISSOUMI A, TADJROUNI K., 2003.-** SIG et imagerie Alsat pour la cartographie du risque d'incendie de forêt, 2nd FIG Régional Conférence Marrakech, Morocco, Déc,2-5p.
M'SILA 'sol-eau-végétation'.Mémoire d'ingéniorat. Université de M'sila. 14 p.

**MOUISSA H., 2005**.- Mise en œuvre d'un SIG pour l'aménagement d'une forêt de la wilaya de Djelfa. Thèse de magistère en sciences Agronomiques. INA.80p.

Ministère de l'Aménagement du Territoire., de l'Environnement et du Tourisme., AECOM., 2010.- Étude du cadastre des zones humides. Rapport 3 Caractérisation environnementale Chott El Hodna (W. M'Sila et Batna) et Rapport 4 Actions prioritaires et scénarios tendanciel et alternatifs. 58 p.

**OZENDA P., 1956.-** Flore du Sahara. CNRS., éd., France, 622 p.

**O.N.M., 2018.** – Données climatiques des stastions de références (M'sila, Biskra, Batna et Djelfa).

**PANTAZI D, DONNAY J.P, 1996**.- La conception de SIG : Méthode et formalisme, collection géomatique, Paris, Hermes, 343 p.

**QUEZEL P. & SANTA S., 1962-1963.-**Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. 2 vol. CNRS. Ed., Paris, 1170 p.

**SELTEZER P., 1946 :** le climat de l'Algérie. Travaux de l'institut de météorologie etde

physique du globe de l'Algérie. Université d'Algérie, 220 p.

**SADKI N., 1988 :** Contribution à l'étude des groupements à olivier et lentisque de la région d'Annaba. Thèse de Magister USTHB, Alger, 213 p.

**SLIMANI H., 1998.-** Effet du pâturage sur la végétation et le sol et désertification. Cas de la steppe à alfa (Stipa tenacissima L.) de Rogassa des Hautes plaines occidentales algériennes. Thèse Magistère. Université. Sci.Thechnol. H. Boumediène, Alger, 123 p. + ann.

**THIERNOA., 2008**.-Initiation à Mapinfo Professional, Support de formation Master 2,Cité et Mobilité, Modede vie,lieux urbain set service,support de formation, étapeI: Cartographie élémentaire avec Mapinfo Professional, Ecole des ponts Paris Tech,Université. Paris Est 15p.

**ZEROUAK S, MEDDAH N *et al.*, 2004**.- Les Caractéristiques écologiques de la zone humide du Chott El-Hodna et leur impact sur l'avifaune aquatique. Thèse Ingénieur d'état en écologie végétale et environnement. Université Mohamed Boudiaf de M'Sila, Algérie. 105 p.

**ZEDAM A., 2015**.- Etude de la flore endémique de la zone humide du chott el Hodna Inventaire- Préservation. Thèse. Doc. Université Ferhat Abbes.Sétif. 137 p.

# ANNEXE

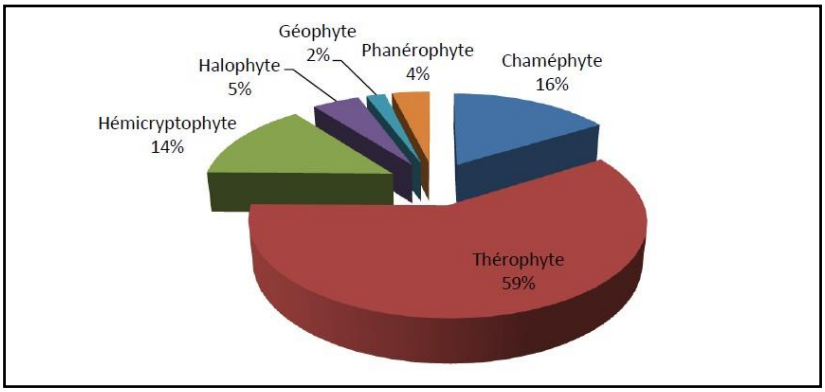



**Figure I** : Spectre des types biologiques de la composition floristique des espaces entourant le chott El Hodna

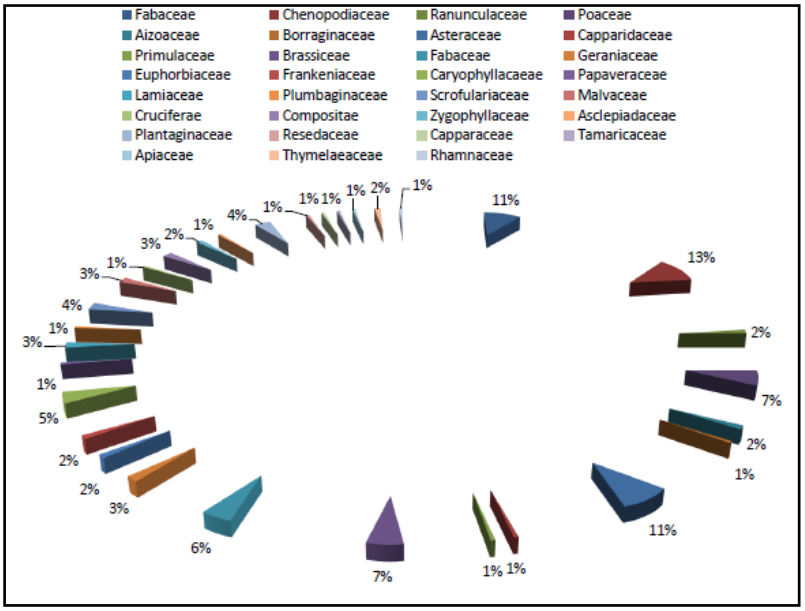



**Figure II** : Familles botaniques des taxons de végétation naturelle recensée au pourtour du Chott El Hodna

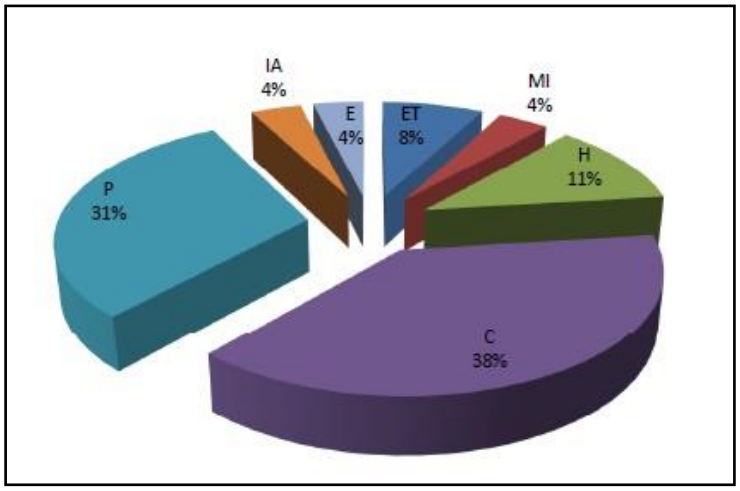
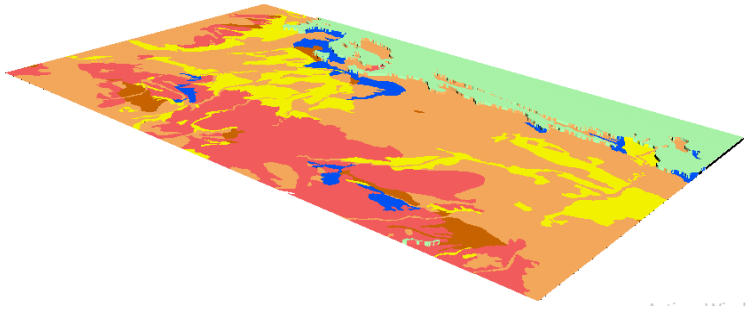


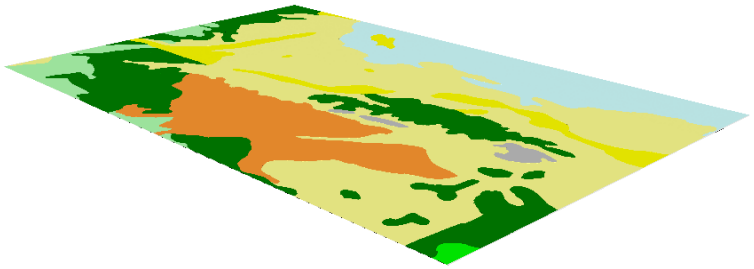

**Figure III** : Spectre biogéographique de l'avifaune recensée dans la région du Chott El Hodna

**Légende (figure III) :**
A : Ancien monde : répandu en Europe, Asie et Afrique (non représenté)
C : Cosmopolite : répandu en de nombreux endroits du monde
E : Européen : répandu en Europe
ET : Européen-Turkmène : répandu en Europe jusqu'au en Turkménistan
H : Holarctique : répandu à travers toute la région de l'Amérique du Nord, le Groenland et l'Eurasie (hormis sa partie méridionale)
IA : Indo-Africain : répandu depuis l'Afrique jusqu'à l'Inde
MI : Méditerrané-Irano touranien : répandu de la Méditerranée aux régions s'étendant de l'Iran jusqu'au Turkestan et à la Russie méridionale
P : Paléarctique : répandu dans la région géographique correspondant à l'Eurasie, au Maghreb, au nord de l'Arabie et de l'Himalaya

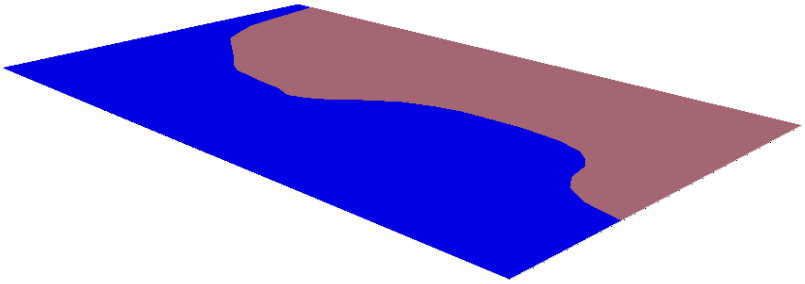
Carte pédologique



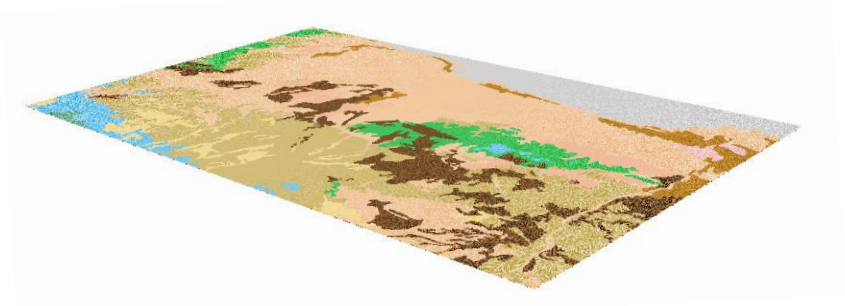
Carte géologique



Carte bioclimatique



Carte de végétation



**Carte des**
**UNITES PAYSAGERES**

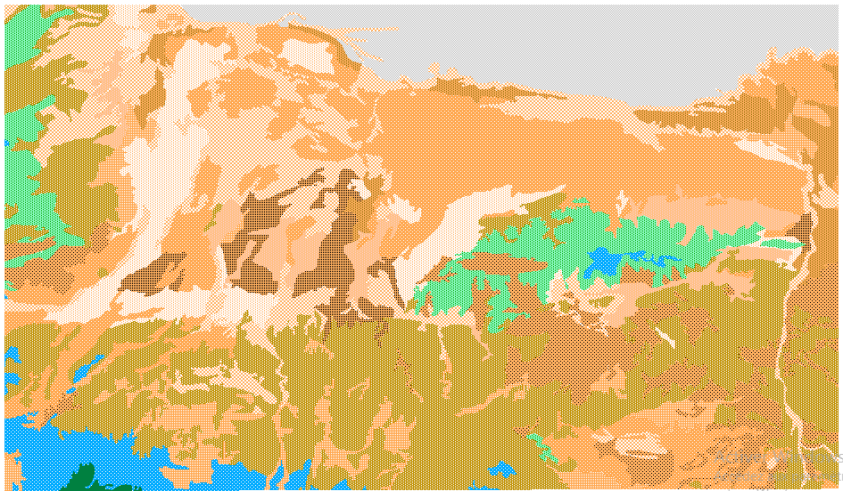


**Figure IV** : Superposition des cartes de la zone d'étude
(Partie sud du Hodna)

**Tableau I** : Mammifères terrestres fréquentant la région du Chott El Hodna

| **Ordre** | **Famille** | **Nom scientifique** | **Nom français** |
|---|---|---|---|
| Carnivore | Canidae | *Canis aureus* | Chacal doré |
| | | *Vulpes vulpes* | Renard roux |
| | Felidae | *Felis libyca* | Chat sauvage |
| | Hyaenidae | *Hyaena hyaena* | Hyène rayée |
| Lagomorphe | Leporidae | *Lepus capensis* | Lièvre brun |
| Insectivore | Erinaceidae | *Erinaceus aigirus* | Hérisson d'Algérie |
| Artiodactyle | Bovidae | *Gazella cuvieri* | Gazelle de montagne |
| | Suideae | *Sus scrofa* | Sanglier |
| Rongeur | Gerbillidae | *Jaculus jaculus* | Gerboise du désert |
| | | *Meriones shawi* | Merion de Shaw |
| | Muridae | *Leminiscomys barbarus* | Souris Rayée |
| | Soricidae | *Crocidura whitakeri* | Musaraigne de Whitaker |
| | Sciuridae | *Aslotoxerus getulus* | Écureuil de Barbarie |
| Chiroptère | Rhinolophidae | *Rhinolophus ferrumequinum* | Grand fer à cheval |
| | Vespertilionidae | *Pipistrellus pipistrellus* | Pipistrelle commune |
| | | *Myotis blythi* | Vespertilion de Bechstein |
| | | *Eptesicus serotinus* | Globicephale noir |

Sources : (Kowalski et Rzebik-Kowalska, 1991) (in Zerouak *et al*. ,2004)

**Tableau II** : Amphibiens et reptiles fréquentant la région du Chott El Hodna

| **Ordre** | **Famille** | **Nom scientifique** | **Nom français** |
|---|---|---|---|
| Anoures | Bufonidae | *Bufo viridis* | Crapaud vert |
| | Colubridae | *Bufo mauritanicus* | Crapaud de Mauritanie |
| | Ranidae | *Rana saharica* | Grenouille du Sahara |
| Urodèles | Salamandridae | *Salamandra salamandra* | Salamandre tachetée |
| Saurophidiens | Agamidae | *Agama bibroni* | Agame de bibéron |
| | Agamidae | *Agama mustabilus* | Agame variable |
| Testudines | Testudinidae | *Testudo grecca* | Tortue mauresque |
| | Emydidae | *Clemmys leprosa* | Tortue clemmyde |
| Sauriens | Cameleonidae | *Chameleo vulgaris* | Caméléon commun |
| Squamates | Agamidae | *Uromastix acanthinumis* | Fouette-queue |
| | Scincidae | *Scincus scincus* | Poisson de sable |
| | Varanidae | *Veranus griseus* | Varan du désert |
| | Viperidae | *Cerastes cerastes* | Vipère à corne |
| | Scincidae | *Tropiocolote tripolatanus* | Lézard d'Afrique du Nord |

Sources : (Peyre, 2005) (in Zerouak *et al*, 2004)

**Tableau III** : Structure des bases de données des quatre cartes utilisées

| **Nom Table** | **Attribut** | ***Type d'attribut*** | **Mode de représentation** |
|---|---|---|---|
| Carte de végétation | CODEUNITE | Caractère (10) | Polygone |
| | FORMATION | Caractère (40) | Polygone |
| | FACIES | Caractère (170) | Polygone |
| | Espèce_1 | Caractère (55) | Polygone |
| | Espèce_2 | Caractère (55) | Polygone |
| | Espèce_3 | Caractère (50) | Polygone |
| | Code_2 | Caractère (10) | Polygone |
| Carte bioclimatique | ID | Entier court | Polygone |
| | Etage_bioclimatique | Caractère (25) | Polygone |
| Carte géologique | ID | Entier | Polygone |
| | CODE | Caractère (10) | Polygone |
| | Géologie | Caractère (10) | Polygone |
| | Lithologie | Caractère (10) | Polygone |
| | Code_2 | Caractère (10) | Polygone |
| Carte pédologique | code_2 | Entier court | Polygone |
| | ID_ | Entier court | Polygone |
| | Code2 | Caractère (10) | Polygone |
| | Classe | Caractère (50) | Polygone |
| | Groupe | Caractère (50) | Polygone |

**Tableau IV** : Codification des différents descripteurs du paysage

| **Formations végétales (F.V)** | **Code F. V** | **Faciès** | **Code faciès** |
|---|---|---|---|
| Forêt | I | *Pinus halepensis* | 1 |
| Matorral et Steppe | II | *Juniperus phoenicea* | 1 |
| Steppe arbustive | III | *Rhus tripartitum* | 1 |
| Steppe | IV | *Stipa tenacissima* | 1 |
| | | *Thymelaea microphylla* | 2 |
| | | *Halophile à Salsola tetrandra* | 3 |
| | | *Salsola vermiculata subsp. villosa* | 4 |
| | | *Juncus maritimus* | 5 |
| | | *Rhamtherium suaveolens subsp.adpressum* | 6 |
| | | *Hammada schmittiana* | 7 |
| | | *Psamophile à Aristida pungens* | 8 |
| | | *Traganum nudatum* | 9 |
| | | *Arthrocnemum indicum* | 10 |
| | | *Noaea mucronata* | 11 |
| | | *Hammada scoparia* | 12 |
| | | *Lygeum spartum* | 13 |
| Autre | V | Sebkha | 1 |
| | | Steppe cultivée | 2 |

| **Formes Géologique** | **Code F.M** |
|---|---|
| Quaternaire continentale | 0 |
| Quaternaire | 1 |
| Pontien | 2 |
| Alluviaux actuelles | 3 |
| Faciès marins normaux | 4 |
| Faciès continentaux lagunaires | 5 |
| Crétacé moyen cénomanien | 6 |
| Jurassique supérieur non divisé | 7 |

| **Classes de sol (C.S)** | **Code C.S** |
|---|---|
| minéraux bruts | 1 |
| Halomorphes | 2 |
| Calcimagnésiques | 3 |
| peu évolué | 4 |
| hydromorphes | 5 |
| Isohumique | 6 |

| Sous Etages bioclimatiques (E.B) | Code E.B |
|---|---|
| Aride supérieur | 1 |
| Aride inferieur | 2 |

Exemple : IV.2.0.4.2 : VI : steppe à 2 : *Thymelaea microphylla*.

0 : Quaternaire continentale sur sol 4 : peu évolué dans un climat

2 : Aride inferieur

**Tableau VI** : Tableau comparatif des types biologique et chorologique

| **Famille** | ***Genre Espèce*** | **Type Biologique** | **Type Chorologique** | Présence Dans les 2 études | Présence uniquement dans le présent travail (2018) | Présence uniquement dans le travail de KHOUDIR (2012) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Anacardiaceae | *Rhus tripartita* | Phanérophyte | Méditerranéenne | | | * |
| Apiaceae | *Eryngium ilicifolium* | Thérophyte | Ouest-Méditerranéenne | | | * |
| Apiaceae | *Thapsia garganica* | Hémicryptophyte | Méditerranéenne | * | | * |
| Asteraceae | *Anacyclus cyrtolepidioides* | Thérophyte | Endémique Nord-Africaine | | | * |
| Asteraceae | *Artemisia campestris* | Chaméphyte | Ibéro-Mauresque | * | | * |
| Asteraceae | *Artemisia herba-alba* | Chaméphyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | * | | * |
| Asteraceae | *Atractylis prolifera* | Chaméphyte | Saharo-arabique | | | * |
| Asteraceae | *Atractylis serratuloides* | Hémicryptophyte | Saharo-arabique | | | * |
| Asteraceae | *Calendula aegyptiaca* | Thérophyte | Saharo-arabique | * | | * |
| Asteraceae | *Carduncellus eriocephalus* | Chaméphyte | Saharo-arabique | | | * |
| Asteraceae | *Catananche arenaria* | Thérophyte | Endémique Nord-Africaine | | | * |
| Asteraceae | *Chrysanthemum fuscatum* | Thérophyte | Méditerranéenne | | | * |
| Asteraceae | *Chrysanthemum macrocarpum* | Thérophyte | Endémique | * | | * |
| Asteraceae | *Evax argentea* | Thérophyte | Méditerranéenne | | | * |
| Asteraceae | *Filago spathulata* | Thérophyte | Méditerranéenne | | | * |
| Asteraceae | *Koelpinia linearis* | Thérophyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | | | * |
| Asteraceae | *Launaea acanthoclada* | Thérophyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | | | * |
| Asteraceae | *Launaea nudicaulis* | Thérophyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | | | * |
| Asteraceae | *Launaea residifolia* | Thérophyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | | | * |
| Asteraceae | *Leyssera capillifolia* | Thérophyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | | | * |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Asteraceae | *Matricaria pubescens* | Thérophyte | Saharo-arabique | | | * |
| Asteraceae | *Onopordon arenarium* | Hémicryptophyte | Endémique Maghrébine | * | | * |
| Asteraceae | *Picris coronopifolia* | Thérophyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | | | * |
| Asteraceae | *Reichardia tingitana* | Thérophyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | | | * |
| Boraginaceae | *Arnebia decumbens* | Thérophyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | | | * |
| Boraginaceae | *Sclerocaryopsis spinocarpos* | Thérophyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | | | * |
| Brassicaceae | *Alyssum scutigerum* | Thérophyte | Endémique Nord-Africaine | | | * |
| Brassicaceae | *Ammosperma cinereum* | Thérophyte | Endémique Nord-Africaine | | | * |
| Brassicaceae | *Didesmus bipinnatus* | Thérophyte | Endémique Nord-Africaine | | | * |
| Brassicaceae | *Diplotaxis virgata* | Thérophyte | Méditerranéenne | | | * |
| Brassicaceae | *Eruca vesicaria* | Thérophyte | Méditerranéenne | | | * |
| Brassicaceae | *Eruca vesicaria ssp. pinnatifida* | Thérophyte | Méditerranéenne | | | * |
| Brassicaceae | *Eruca vesicaria ssp. sativa* | Thérophyte | Méditerranéenne | | | * |
| Brassicaceae | *Lepidium sativum* | Hémicryptophyte | Méditerranéenne | | | * |
| Brassicaceae | *Matthiola livida* | Thérophyte | Saharo-arabique | | | * |
| Brassicaceae | *Pseudeurucaria teretifolia* | Thérophyte | Endémique Maghrébine | | | * |
| Brassicaceae | *Sisymbrium coronopifolium* | Thérophyte | Endémique Maghrébine | | | * |
| Capparidaceae | *Cleome arabica* | Thérophyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | | | * |
| Chenopodiaceae | *Anabasis articulata* | Chaméphyte | Saharo-arabique | * | | * |
| Chenopodiaceae | *Anabasis oropediorum* | Chaméphyte | Endémique Algérienne | | | * |
| Chenopodiaceae | *Arthrophytum schmittianum* | Chaméphyte | Américaine | * | | * |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Chenopodiaceae | *Arthrophytum scoparium* | Chaméphyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | * | | * |
| Chenopodiaceae | *Atriplex halimus* | Chaméphyte | Méditerranéenne | * | | * |
| Chenopodiaceae | *Bassia muricata* | Thérophyte | Saharo-arabique | | | * |
| Chenopodiaceae | *Calligonum azel* | Phanérophyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | | | * |
| Chenopodiaceae | *Halocnemum strobilaceum* | Chaméphyte | Méditerranéenne | | | * |
| Chenopodiaceae | *Noaea mucronata* | Chaméphyte | Irano-Touranien | | | * |
| Chenopodiaceae | *Salicornia arabica* | Chaméphyte | Cosmopolite | | | * |
| Chenopodiaceae | *Salsola tetragona* | Chaméphyte | Saharo-arabique | * | | * |
| Chenopodiaceae | *Salsola tetrandra* | Chaméphyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | * | | * |
| Chenopodiaceae | *Salsola vermiculata* | Chaméphyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | * | | * |
| Chenopodiaceae | *Suaeda mollis* | Chaméphyte | Saharo-arabique | * | | * |
| Chenopodiaceae | *Traganum nudatum* | Chaméphyte | Saharo-arabique | | | * |
| Dipsaceae | *Scabiosa arenaria* | Thérophyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | | | * |
| Euphorbiaceae | *Euphorbia falcata* | Thérophyte | Méditerranéenne | | | * |
| Fabaceae | *Astragalus caprinus* | Hémicryptophyte | Méditerranéenne | | | * |
| Fabaceae | *Astragalus maeroticus* | Hémicryptophyte | Saharo-arabique | | | * |
| Fabaceae | *Astragalus tenuifoliusus* | Hémicryptophyte | Méditerranéenne Ibéro-Mauresque | | | * |
| Fabaceae | *Lotus pusillus* | Thérophyte | Méditerranéenne | | | * |
| Fabaceae | *Retama retam* | Phanérophyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | * | | * |
| Fabaceae | *Trigonella polycerata* | Thérophyte | Méditerranéenne | | | * |
| Geraniaceae | *Erodium glaucophyllum* | Thérophyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | | | * |
| Geraniaceae | *Erodium guttatum* | Thérophyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | | | * |
| Geraniaceae | *Erodium hirtum* | Thérophyte | Méditérranénnne | | | * |
| Malvaceae | *Malva aegyptiaca* | Thérophyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | * | | * |
| Papaveraceae | *Hypecoum geslini* | Chaméphyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | | | * |
| Papaveraceae | *Papaver hybridum* | Thérophyte | Méditerranéenne | | | * |
| Pinaceae | *Pinus halepensis* | Phanérophyte | Méditterranéenne | | | * |
| Plantaginaceae | *Plantago albicans* | Hémicryptophyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | | | * |
| Plantaginaceae | *Plantago ciliata* | Thérophyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | | | * |
| Plantaginaceae | *Plantago psyllium* | Thérophyte | Méditerranéenne | | | * |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Plumbaginaceae | *Limoniastrum guyonianum* | Chaméphyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | | | * |
| Poaceae | *Arundo donax* | Géophyte | Cosmopolite | | | * |
| Poaceae | *Bromus rubens* | Thérophyte | Cosmopolite | | | * |
| Poaceae | *Cutandia dichotoma* | Thérophyte | Méditerranéenne | | | * |
| Poaceae | *Asthenatherum forskahlei* | Thérophyte | Saharo-arabique | | | * |
| Poaceae | *Hordeum murinum* | Thérophyte | Méditerranéenne | | | * |
| Poaceae | *Koeleria pubescens* | Thérophyte | Ibéro-Mauresque | | | * |
| Poaceae | *Lolium rigidum* | Thérophyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | | | * |
| Poaceae | *Lygeum spartum* | Géophyte | Méditerranéenne | * | | * |
| Poaceae | *Schismus barbatus* | Thérophyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | * | | * |
| Poaceae | *Stipa parviflora* | Hémicryptophyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | * | | * |
| Poaceae | *Stipa tenacissima* | Géophyte | Ibéro-Mauresque | * | | * |
| Poaceae | *Stipagrostis obtusa* | Thérophyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | | | * |
| Poaceae | *Stipagrostis pungens* | Hémicryptophyte | Saharo-Arabique | * | | * |
| Polygonaceae | *Rumex vesicarius* | Thérophyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | * | | * |
| Resedaceae | *Reseda alba* | Thérophyte | Méditerranéenne | * | | * |
| Rhamnaceae | *Ziziphus lotus* | Phanérophyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | * | | * |
| Scrophulariaceae | *Linaria laxiflora* | Thérophyte | Endémique Maghrébine | | | * |
| Scrophulariaceae | *Linaria simplex* | Thérophyte | Méditerranéenne | | | * |
| Solanaceae | *Lycium arabicum* | Phanérophyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | | | * |
| Tamaricaceae | *Tamarix aphylla* | Phanérophyte | Saharo-arabique | | | * |
| Tamaricaceae | *Tamarix africana* | Phanérophyte | Liaison Méditerranéo-Saharienne | | | * |
| Thymeleaceae | *Thymaelea microphylla* | Chaméphyte | Endémique Maghrébine | * | | * |
| Zygophyllaceae | *Peganum harmala* | Chaméphyte | Irano-Touranienne | * | | * |
| Zygophyllaceae | *Zygophyllum album* | Chaméphyte | Saharo-arabique | | | * |
| Amaranthaceae | *Halocnemum strobilaceum* | Phanérophyte | Méditerranéenne | | * | * |
| Cupressaceae | Juniperus phoenicea | Thérophyte | Méditerranéenne | | * | * |

**Tableau V** : Tableau récapitulatif des différentes unités paysagères groupées par SQL

| N° | Fomation végétal | Faciès | Formes géomorphologiques | Classe de sol | Bioclimat | Code | Superficie (ha) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Steppe | SaIsola tetrandra | quaternaire continentale | Calcimagnésiques | Aride sup | IV.3.0.3.1 | 8.86995 |
| 2 | Steppe | Juncus maritimus | Quaternaire | Peu évolués | Aride inf | IV.5.1.4.2 | 92,1283 |
| 3 | Steppe | Stipa tenacissima | faciès marins normaux | Peu évolués | Aride inf | IV.1.4.4.2 | 164,575 |
| 4 | Steppe arbustive | Rhus tripartitum | faciès continentaux lagunaires | Sols minéraux bruts | Aride inf | III.1.5.1.2 | 35,6266 |
| 5 | Steppe | Aristida pungens | alluviaux actuelles | Hydromorphes | Aride inf | IV.S.3.5.2 | 63,3956 |
| 6 | Steppe | Traganum nudatum | Pontien | Hydromorphes | Aride sup | IV.5.2.5.1 | 12,0613 |
| 7 | Steppe | Thymelaea microphylla | quaternaire continentale | Peu évolués | Aride inf | IV.2.0.4.2 | 982,638 |
| 8 | Steppe | Arthrocnemum indicum | quaternaire continentale | Sols isohumiques | Aride inf | IV.10.06.2 | 107,397 |
| 9 | Steppe | Hammada scoparia | faciès marins normaux | Calcimagnésiques | Aride sup | IV.1.4.3.1 | 111,853 |
| 10 | Steppe | Lygeum spartum | Pontien | Hydromorphes | Aride inf | IV.13.2.5.2 | 1195,22 |
| 11 | Sebkha | | alluviaux actuelles | Sols halomcrphes | Aride inf | V.1.3.2.2 | 22811,72 |
| 12 | Forêt | Pinus halepensis | faciès continentaux lagunaires | Sols minéraux bruts | Aride sup | I.1.5.1.1 | 474,298 |
| 13 | Matorral et Steppe | Juniperus phoenicea | Pontien | Sols isohumiques | Aride sup | II.1.2.6.1 | 560,411 |
| 14 | Steppe | SaIsala vermiculata subsp. villosa | Quaternaire | Sols minéraux bruts | Aride inf | IV.4.1.1.2 | 41,2127 |
| 15 | Steppe | Noaea mucronata | faciès continentaux lagunaires | Peu évolués | Aride inf | IV.11.5.4.2 | 383,07 |
| 16 | Steppe | Hammada schmittiana | Quaternaire | Sols minéraux bruts | Aride sup | IV.7.1.1.1 | 1375,25 |
| 17 | Steppe cultivée | Atractylis serratuloides | crétacé moyen cénomanien | Hydromorphes | Aride sup | V.2.6.5.1 | 2114,67 |
| 18 | Steppe | SaIsola vermiculata subsp. villosa | quaternaire continentale | Hydromorphes | Aride inf | IV.4.0.5,2 | 3784,79 |
| 19 | Steppe | Rhamtherium suaveoiens subsp.adpressum | Quaternaire | Sols minéraux bruts | Aride inf | IV.6.1.1.2 | 977,034 |
| TOTAL | | | | | | | 5822459.87 |




**Image 01 : Steppe à *Stipa tenacissima* (Alfa)**




**Image 02 : Chott El Hodna (partie sud)**




**Image 03** : ***Thymelaea microphylla***



**Image 04 : *Artemisia herba alba (chih)***



**Image 05 : Steppe arbustive à *Juniperus phoenicea***



**Image 06 : Steppe à *Suaeda mollis***



**Image 07 : *Atriplex halimus***

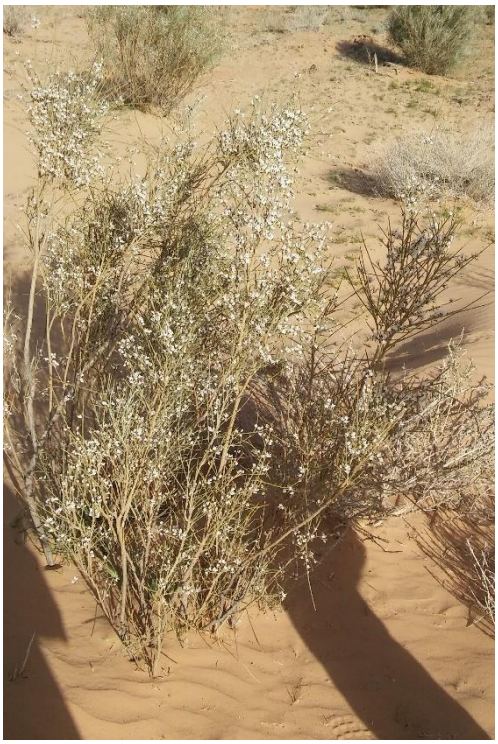


**Image 08 : *Retama retam***



**Image 09 : Steppe à *Peganum harmala***