

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ DOCTOR TAHAR MOULAY DE SAÏDA
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire Élaboré en vue de l'obtention du diplôme de Master
Spécialité : Ecologie et Gestion De L'environnement
Le thème

Utilisation des SIG pour l'évaluation de la sensibilité à la
désertification par l'approche MEDALUS application

« Région steppe ouest Algérie »

Cas de site teste choisie wilaya EL-BAYADH

Présenté par : Mme HAMDANI DJIHED

Soutenu le : 23 /06/ 2016

Devant la commission du jury, composée par

Mr. AMMAM
Mr. MDERBELL
Mr. ANTEUR .

Maitre-assistant (U de Saida)
Maitre-assistant (U de Saida)
Maitre-assistant (U de Saida)

Président
Examineur
Encadreur

Année Universitaire : 2015-2016

REMERCIEMENTS

Avant tout nous remercions Allah grâce à qui nous avons pour réaliser ce travail.

Mes grands hommages à toutes les personnes qui ont contribuées à mon enseignement et mon savoir, tous qui ont mis à ma disposition tout leur savoir et expériences et leur disponibilité de concrétiser ce travail.

Mes sincères remerciements s'adressent surtout à mon encadreur

Mr : ANTEUR DJAMEL

Maître de conférences à l'université de SAIDA, pour la confiance qu'il m'a accordée et les orientations quant à l'encadrement de ce mémoire.

Mes remerciements vont également à messieurs les membres de jury d'avoir bien voulu accepter de juger notre travail :

Président de jury : Mr. SAIDI Maître de conférences à l'université de SAIDA

Examinateur : Mr. MDERBEL Maître de conférences à l'université de SAIDA

Mes remerciements vont également

Ainsi à toute personne ayant participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.



DÉDICACE

DÉDICACE

Je dédie ce travail avec tous mes sentiments à :

*Mon très cher père ABDERRAHMAN et mon adorable mère HAMIDA et
mon mari ABDELJALIL qui m'ont offert les possibilités de poursuivre
mes études, pour leurs affectueux et attentifs, leurs sacrifices et
encouragement.*

Mes très chers frères : ZIZOU, IKBAL, SALAH ET ANESS

Mes très chères sœurs : ALAA ET HIDAYA.

Mon petit fils AYMEN

Toute la famille : HAMDANI ET BOUKOUCHA

*Mes très chers amis qui m'aide de près et de loin : AMINA , RANIA ET ma
grande sœur KHADIDJA*

*A tous mes amies de la faculté des sciences surtout la promotion de 2^{ème}
année master écologie et gestion de l'environnement*

Mon encadreur : Mr ANTEUR DJAMEL

Tous mes enseignants

A tous qui me connaît de près ou de loin.

DJIHED

Table des Matières

Page

Remerciements.	
Résumés	
Table des matières.	
Liste des abréviations.	
Liste des figures.	
Liste des tableaux.	
Listes des cartes	
Introduction générale.....	01

Partie 01 : Synthèse bibliographique

Chapitre : I La steppe Algérienne

1.Définition.....	05
2 Répartition des zones arides :.....	05
2.1- Dans le monde ::.....	05
2.2 Dans le Nord-Africain.....	06
2.3 En Algérie.....	07
3. Les caractéristiques de la steppe algérienne.....	08
3.1 Cadre physiographique:.....	08
3.2 Cadre climatiques.....	09
3.3 Cadre biogéographique.....	11
3.4 Les sols de la steppe	14
3.5 Cadre socio-économique:.....	15
4. Etat de la steppe Algérienne.....	16
5. La dégradation de la steppe algérienne	18
5.1 Les facteurs de dégradation des écosystèmes steppiques.....	18
5.1.1- Facteurs anthropiques (humains).....	18
5.1.2 Facteurs physiques.....	22
5.2. La steppe algérienne vers la désertisation	24
5.2.1- La Steppisation.....	24
5.2.2-La Désertisation	24

CONCLUSION :	25
--------------	----

Chapitre II Etats de connaissances sur la désertification

.1 Définition	26
2 Les cause de la désertification	26
2.1 Facteurs anthropique	26
2.1.1. Les activités humaines	26
2.1.2. Les coûts économiques de la désertification	27
2.1.3. Évaluation des coûts économiques	27
2.1.4. Exploitation économique des ressources naturelles	27
2.1.5Défrichements	27
2.1.6 Surpâturage	28
2.1.7. Extirpation des plantes à usage médical ou industriel	28
2.2. Facteurs naturels	28
2.1.1.Les sécheresses	28
2.2.2.Dégradation des terres arides	28
2.2.3.La salinisation	29
3 Les conséquences de la désertification	29
3.1 Ecologiquement	29
3.2 Economiquement	30
3.3 Socialement	31
4 Impact du phénomène désertification sur la diversité biologique	31
4.1- Impact du surpâturage sur la diversité biologique	31
4.2- Impact du défrichement sur la diversité biologique	31
4.3- Menaces de la désertification sur la biodiversité	32
5 La vulnérabilité du milieu à la désertification	33
6 La désertification en Algérie	34
6.1 État de la désertification en Algérie	35
6.2 Le problème De l'érosion des reliefs	37
6. L'accroissement du ruissellement et la réduction de l'infiltration	38
6.4.- Le problème de l'érosion éolienne	38
6.5. Le phénomène d'ensablement	39
7 - La carte nationale de sensibilité à la désertification	40

7.1. Actualisation et extension de la carte	40
8 La lutte contre le phénomène de la désertification.....	43
8.1 La reconstitution du couvert végétal.....	43
8.2 La lutte contre l'ensablement.....	43
8.3 La lutte contre l'érosion hydrique.....	43
CONCLUSION.....	44

CHAPITRE III : LE SYSTEM D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE (SIG

INTRODUCTION	45
1 Géomatique.....	45
1.1 Définitions et typologie.....	45
1.2 Notions de base.....	46
1.3 Métiers de la géomatique.....	46
1.4 Domaines d'application (utilisation).....	47
1.4.1 Prévention des risques.....	47
1.4.2 Environnement et développement durable.....	47
1.4.3 Aménagement de territoire	48
1.4.4 Géolocalisation.....	48
1.4.5 Aide à la prise de décision.....	48
2 Bases de données à référence spatiales.....	48
2.1 Définitions.....	48
2.2 Caractéristiques des BDG.....	49
2.3 Information géographique	50
3. Système d'Information Géographique.....	51

Introduction.....	51
3.1 Définitions	51
3.2 Notions de base.....	52
3.3 Fonctionnalités d'un SIG.....	52
3.3.1 Abstraction	52
3.3.2 Acquisition des données.....	54
3.3.3 Archivage	55
3.3.4 Analyse	56
3.3.5 Affichage.....	56
3.4 Structuration de l'information géographique.....	57
3.4.1 Les données graphiques	58
3.4.2 Comparaison entre le mode vecteur et raster	60
3.5 Les SIG ; outil d'aide à la prise de décision.....	61
4 Conclusion.....	63
Chapitre IV : Caractéristique générale de la région d'étude	
1 Présentation globale de la wilaya d'El Bayadh.....	63
1 -1 Situation géographique.....	63
1 -2 Les zones homogènes	63
1-3Limitées géographiques.....	67
1-4Aspect Administratif	67
2 Description de la zone d'étude.....	68
2.1- Aperçu historique	68
2.2 Spécificités écologiques du terrain d'étude.....	69
2.3 Réseau Hydrographique.....	72

2.4 Le cadre Géologique	73
2.5 Les caractéristique Géomorphologique.....	74
2.5.1 Les djebels, collines et sommets	74
2.5.2 Les surfaces plus ou moins planes.	77
2.5.3 Les dépressions.....	78
2.6 Les ressources végétales.....	78
2.6.1. Végétations steppiques.....	78
2.6.2. Les principales unités de végétation dans la wilaya.....	78
2.7 L'occupation des sols et pédologie	81
2.7.1 Les grandes occupations des sols.....	81
2.7.2 Les Terres Agricoles	83
2.7.3 - Les Terres de Parcours	83
2.7.4- Les Forêts et Reboisements	83
2.7.5 - Les Zones Alfatières	84
2.7.6- Les Terres labourables	86
2.7.7 Les Cultures permanentes	86
2.7.8 Les Cultures Irriguées	86
2.7.9Les Pacages et Parcours.....	86
2.8- Caractéristique climatique	86
2.8.1 Précipitations atmosphériques.....	87
2.8.1. Le régime pluviométrique.....	87
2.8.2. Températures.....	88
2.8.3. Le vent	91
2.8.4 Gelées blanche.....	92
2.8.5. Synthèse climatique	92
2.9 LES activités socio-économiques	93
2.9.1Les Activités Agricoles.....	93
9.1.1 Les Cultures annuelles	93
9.1.2Les Cultures permanentes	94
9.1.3Les Cultures irriguées	94
2.9.2 Les Activités Pastorales	94
2.10 LES RESSOURCES HYDRIQUES	95
10.1 Les Eaux Superficielles	95
10.2 Les barrages	95
10.3 Les Eaux Souterraines	95
10.3.1 Le captage des sources.....	95
10.3.3 Les stockages	95

.2.11 LES RESSOURCES AGRAIRES.....	96
2.12 Situation démographique.....	96
2.12. 1- Structure de la Population	96
2.12.2- Répartition de la population par sexe et par âge.....	96
2.12. 3- Evolution de la population aux différents Recensement général de la population et de l'habitat (RGPH)	96
3 -Les contraintes de développements de la région.....	97

Chapitre V : matériel et méthode

1.Matériel Utilisé	98
1.1. Les données	98
1.2. Moyen de travail	99
1.3.Reconnaissance terrain.....	102
2. Méthodologie de travail	104
2.1 L'application de la l'approche MEDALUS	105
2.1.1. L'indice de qualité du sol	105
2.1.2. Indice de qualité du climat.....	109
2.1.3 Indice de qualité de la végétation (IQV).....	111
2.1.4 Indice de qualité du système d'aménagement (IQSA).....	111
2.2. Réalisation des Cartes de l'indice de végétation NDVI.....	114
CONCLUSION	114

Parti III : RESULTAT ET DISCUSSION

CHAPITRE VI : Résultat et discussion

1.1.Réalisation des cartes thématiques.....	115
1.1.1.La carte de qualité du SOL.....	115
1.1. 2- La carte de qualité de la végétation.....	117
1.1.3 La carte de qualité du Climat	119
1.1.4 La carte de qualité système d'aménagement	120
1.1.5 .L'élaboration de la carte de sensibilité à la désertification.....	121
2. Interprétation des Cartes et discussion général.....	123
2.1 La carte de qualité du sol.....	123
2.2 La carte de qualité de la végétation.....	123
2.3 La carte de qualité du climat	124
2.4 La carte de système d'aménagement	124
2.5 La carte de sensibilité à la désertification.....	125

CONCLUSION GENERALE.....127

Annexes

Références bibliographique

Résumé

Introduction générale :

La steppe algérienne est devenue depuis quelques années le théâtre d'un déséquilibre écologique et climatique la dégradation intense de ce milieu fragile (ensablement, érosion éolienne, surpâturage, défrichement, salinisation) induisant la désertification, nécessite une meilleure compréhension en vue de voir comment lutter contre ce fléau et lui adapter un aménagement adéquat.

La zone steppique du Sud-Ouest algérien et plus particulièrement celle du Sud de la willaya d'El Bayedh est le meilleur exemple de cette dégradation où la désertification progresse surtout sous l'effet du pâturage et de la surexploitation des ressources naturelles.

Les conséquences sur la population locale sont bien souvent catastrophiques. La désertification se produit lorsque l'homme modifie les équilibres ou les dynamiques naturelles des terres par surexploitation. Si l'action de l'homme est indéniable et largement démontrée l'impact des conditions climatiques existe également et leurs rôles respectifs sont amplement discutés. **(HADDOUCHE, 1998).**

La désertification désigne « la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et sub-humides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines ». Les conséquences de la désertification sont souvent dramatiques pour les populations pauvres des pays en développement **(FAO, 1997).**

Ce phénomène constitue un obstacle majeur pour le développement des zones concernées.

Dans le Sud-Ouest de l'Algérie la désertification menace de plus en plus le mode de vie de la population notamment rurale.

La dégradation des ressources en eau et en sol accentue le phénomène d'exode rural et entrave au processus de développement économique et social.

Un nombre d'organismes et de chercheurs ont mené différentes études sur l'environnement aride et semi-arides

Le Système d'Information Géographiques (SIG) est un outil plus récemment largement utilisés dans la recherche pour l'environnement, il est capable de stocker et de gérer toutes sortes de données spatiales, de surveiller les dynamiques environnementales et de nous permettre d'effectuer l'analyse ou la modélisation spatiale.

Introduction générale

L'utilisation de cette technique serait certainement très efficace pour l'étude des zones arides. Une avancée scientifique importante est produite à la fin des années 1980 et au début de 1990, le Système de Positionnement Global (GPS), largement utilisé en navigation et en positionnement dans le monde entier. Cette technique serait d'une grande utilité lors de voyages de terrain pour vérifier et localiser l'apparition de changements et d'événements pertinents.

Ces deux techniques sont de nommées *méthodes numériques quantitatives* dans les années 1990. Actuellement, une nouvelle expression est utilisée : la géomatique ou géo informatique, terme générique utilisé par les Canadiens ces dernières années pour décrire le système de traitement des géo informations et les techniques associées, dont les techniques sont les éléments centraux.

Une tendance durant ces dernières années est la modélisation de l'interaction homme environnement qui vise à comprendre les forces d'entraînement et le mécanisme des changements environnementaux en s'appuyant sur les SIG et les modèles statistiques (**SERNEELS et al., 2001**)

L'objectif de ce travail est une évaluation quantitative numérique de l'état de vulnérabilité à la désertification de la région d'EL Bayadh

Dans ce travail, il ne s'agit pas d'évaluer la désertification en soit mais beaucoup plus pour définir le niveau de vulnérabilité et son articulation spatiale à l'échelle du bassin versant de BREZINA.

Ceci exige évidemment une approche systémique intégrant des paramètres objectifs pouvant influencer sur la vulnérabilité et appliqués dans un espace discrétisé dont les unités systématiques sont géo référencées.

Ce travail s'articule autour de trois parties

Partie I : Synthèse bibliographique. Elle se divise en quatre chapitres :

1. Le premier illustre un aperçu bibliographique sur la steppe algérienne.
2. Le deuxième identifier le phénomène de la désertification et ces conséquence.
3. Le troisième est consacré à une étude analytique de la zone d'étude
4. Le quatrième explique le système d'information géographique

Parti II : la partie pratique comprend un chapitre de l'étude expérimentale qui correspond à une mise en œuvre d'une base des données géo référencées nous a amenés à une spatialisation de

Introduction générale

toute cette informations géographique à l'aide de logiciel MapInfo. Une spatialisation thématique d'abord et synthétique en suite par superposition de différentes couches d'informations.

L'évaluation numérique des paramètres de vulnérabilité sous la forme indicielle a permis en fin de compte de modéliser le niveau de vulnérabilité sur un plan spatio-temporelle en utilisant pour cela le model **MEDALUS** auquel il était nécessaire d'apporter des adaptations objectives pour répondre à la réalité locale de notre région.

L'approche **MEDALUS APPLICATION** est une nouvelle méthode d'évaluation de la désertification en tant que risques naturels majeur et un outil d'aide à la décision en termes de protection des ressources naturelles.

Parti III est la partie d'évaluation des résultats obtenus et modélisation des données par SIG pour l'élaboration de la carte de vulnérabilité à la désertification de la région d'El Bayadh

PARTI 01 : Synthèse bibliographique

Chapitre I : La steppe Algérienne

Chapitre II : Etats de connaissances sur la désertification

Chapitre III : Le system d'information géographique

Chapitre IV : Description de la zone d'étude

Chapitre : I La steppe Algérienne

I.1. Définition

La steppe est cet ensemble géographique dont les limites sont définies par le seul critère bioclimatique. Selon (**MANIERE et CHAMIGNON, 1986**) le terme « steppe » évoque d'immenses étendues arides couvertes d'une végétation basse et clairsemée.

La steppe aussi est l'écosystème ou s'exacerbent l'ensemble des contraintes méditerranéennes par le déficit hydrique qui devient permanent (aridité) et par la pression anthropique qui est dans la plupart des cas, de plus en plus intense (**AIDOUD, 1994**).

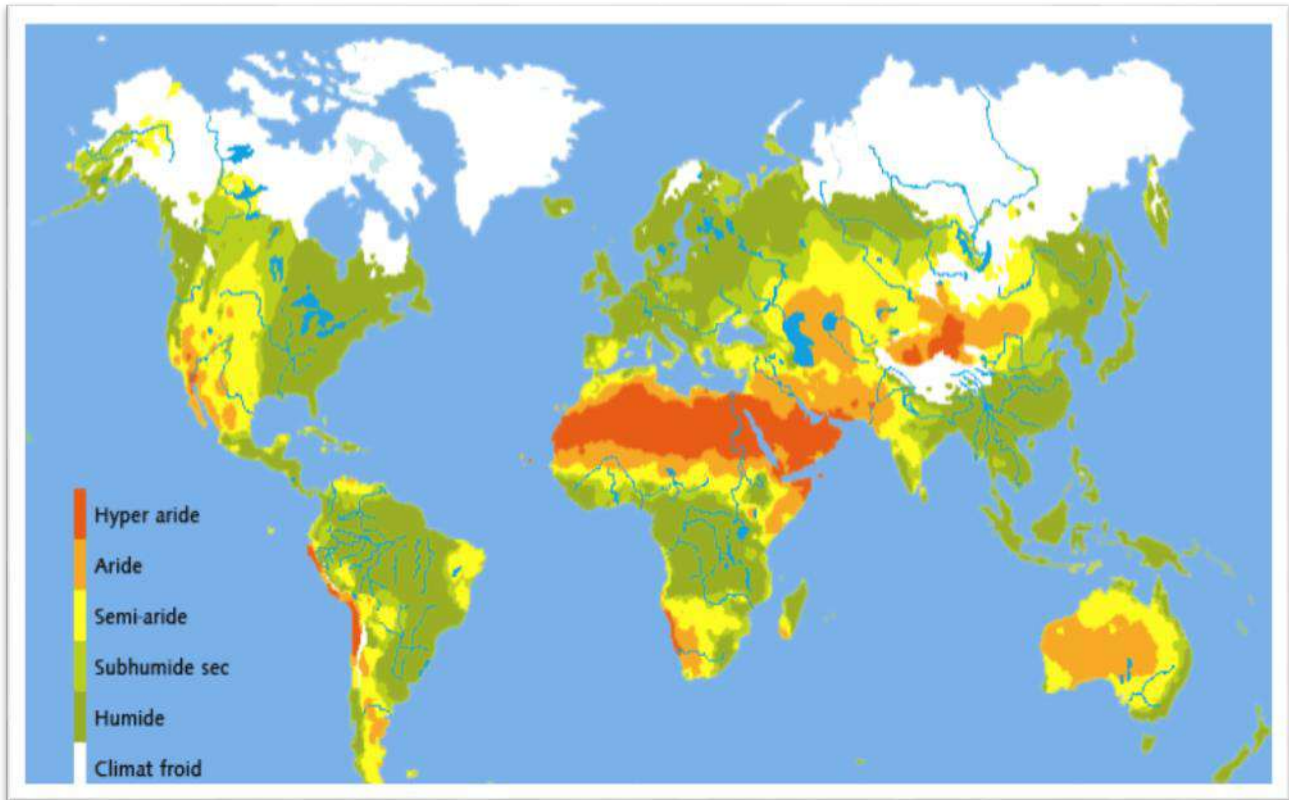
Selon (**Le HOUERON, 1995**) la steppe comme les formations végétales basses et ouvertes, dominée par des espèces pérennes, dépourvue d'arbres, où le sol nu apparaît dans des proportions variables.

I.2 Répartition des zones arides :

I.2.1- Dans le monde :

(**Wri, 2002**) vient de proposer pour classer la zone aride de considérer les valeurs du rapport ratio précipitation annuelle / évapotranspiration potentielle moyenne annuelle (carte 1), le monde a été divisé en :

- La zone hyper aride couvrant environs 11 millions de Kilomètres carrés, soit 8% des terres totales et elle correspond principalement au désert du Sahara.- Les zones arides, semi-arides et subhumides sèche et couvrent près de 54 kilomètres carrés, se rencontrent surtout dans continents, mais elles sont principalement concentrées en Asie et Afrique.



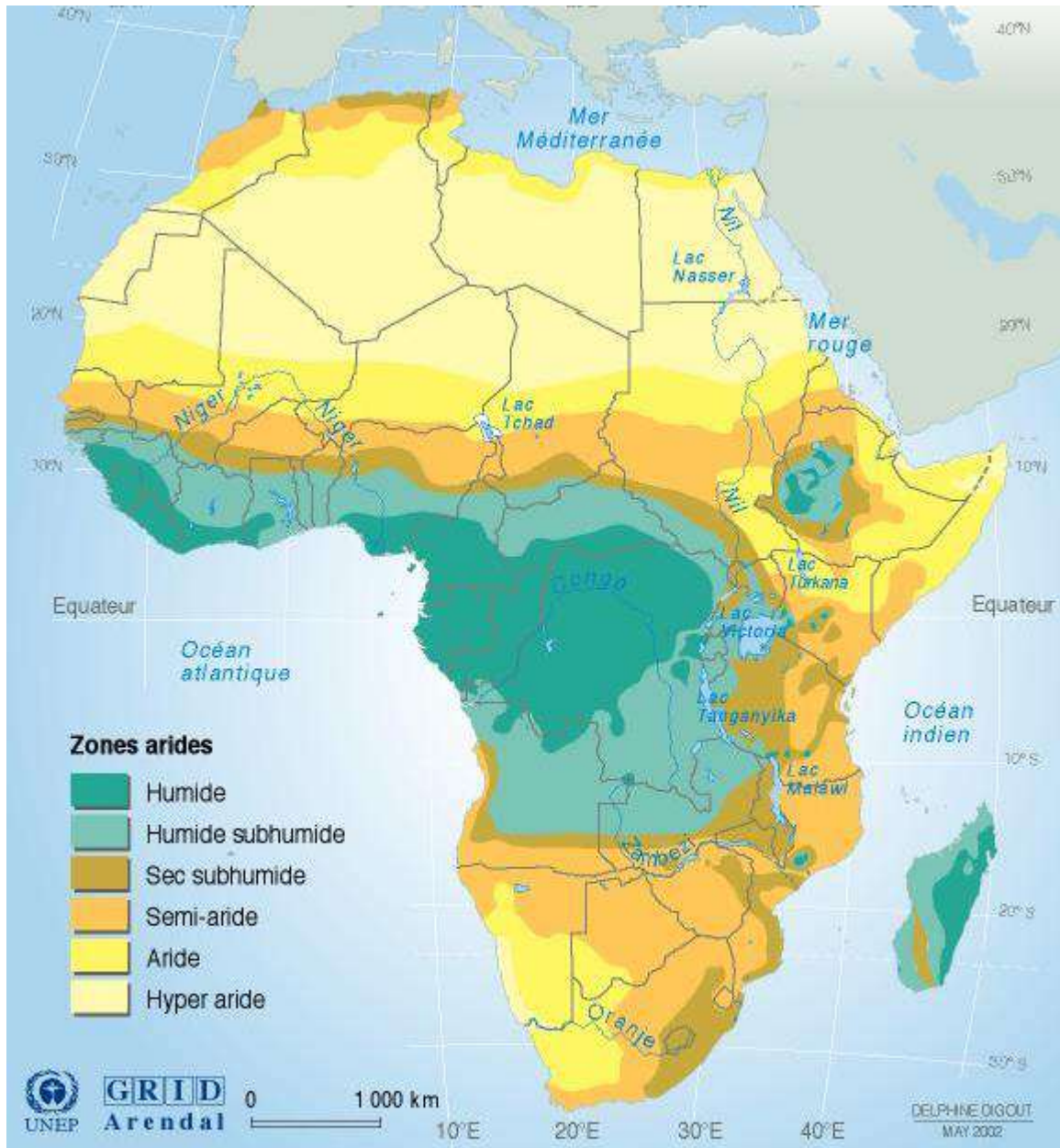
Carte N°1 : Carte des zones arides dans le monde (wri, 2002)

I.2.2 Dans le Nord-Africain

Les steppes du Nord de l’Afrique, situées entre les isohyètes moyennes annuelles 100 et 400 mm évoquent toujours de grandes étendues de plus de 60 millions d’hectares, couvertes d’une végétation basse et clairsemée (**LE HOUEROU, 1995**).

Les steppes couvrent, dans les cinq pays du Machrek africain au Maghreb (de l’Égypte au Maroc) des situations variées qu’il est possible de résumer selon (**AÏDOUD et Al., 2006**) comme suit :

- Les plus étendues sont les steppes dites « de plaines », qu’elles soient Hautes Plaines, allant de la dépression du Hodna en Algérie à l’Oriental marocain, ou Basses Plaines tunisiennes ;
- Les steppes de piémonts des montagnes des chaînes atlasiques du Maghreb ou des collines au voisinage de ces montagnes ;
- Celles, plus limitées, de la frange littorale de la Jeffara (Tunisie, Libye), de la Marmarique (Égypte) et du Sud-ouest marocain. (**carte N°02**)



Carte N°02 : les zones sèches en Afrique.

I.2.3 En Algérie

La steppe Algérienne est située entre les isohyètes 400mm au nord et 100mm au sud.

Elle s'étend sur une superficie de 20 millions d'hectares (**Ministère de l'Agriculture, 1998**) entre la limite sud de l'Atlas Tellien au nord et celle des piémonts sud de l'Atlas Saharien au Sud, répartie administrativement à travers 08 wilayas steppiques et 11 wilayas agro-pastorales totalisant 354 communes. Le climat varie du semi-aride inférieur frais au nord à l'aride inférieur tempéré au sud (**LE Houerou, 1995**).

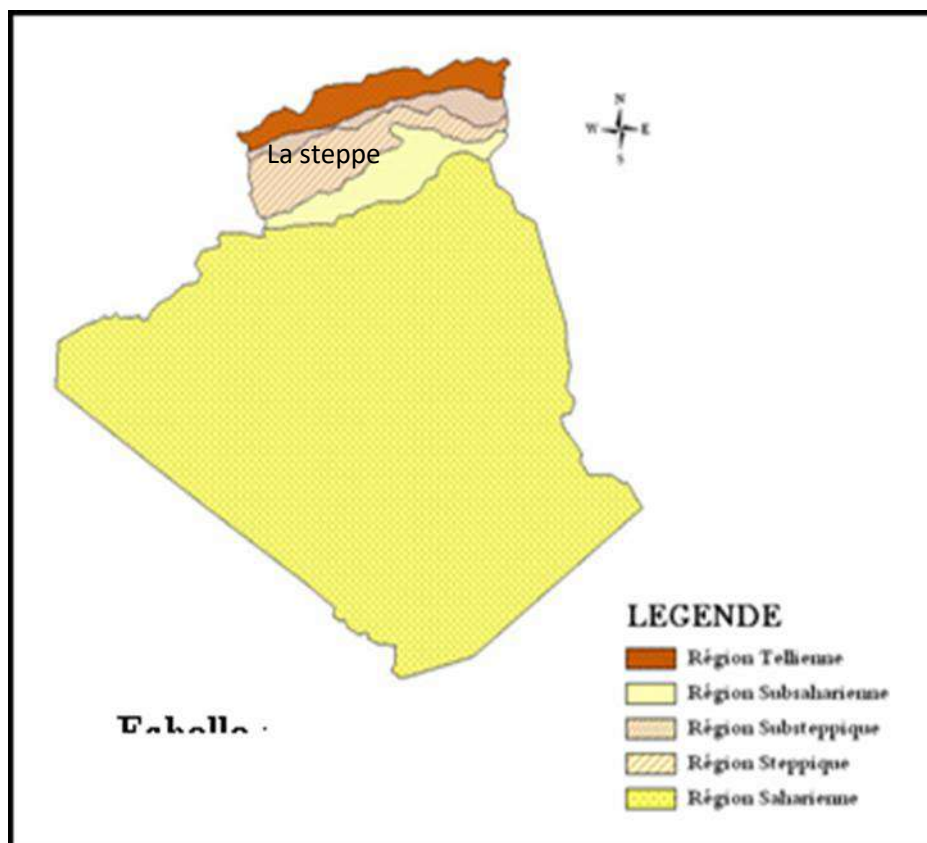
Selon (GHAZI, 2012) la géographie Algérienne définit trois grands ensembles physiques caractérisés par une grande diversité :

- Au Nord, les montagnes du Tell qui ne représentent que 4% du territoire, mais avec un patrimoine forestier estimé à 4,7 millions d'ha et un espace montagneux couvrant 12 millions d'ha menacés par l'érosion hydrique ;
- La steppe, un espace de 32 millions d'hectares, sensibles à la désertification, composé de 20 millions d'hectares de parcours steppiques dont 12 millions d'hectares de parcours présahariens dans un milieu aride et semi-aride.
- Le domaine saharien qui couvre 87% du territoire national, 200 millions d'ha composés de cordons dunaires vastes et mobiles.

I.3. Les caractéristiques de la steppe algérienne

I.3.1 Cadre physiographique

En Algérie, malgré l'absence de délimitations exactes, on estime la superficie steppique à 20 millions d'hectares, ce qui représente une part de près de 8.5 % du territoire national (HADOUCHE, 2009)



SOURCE : meteoalgerie.com

Carte N°3 : Localisation de la steppe en Algérie

Dans le schéma classique de l'Algérie du nord, les zones steppiques se situent directement au sud des chaînes telliennes et au nord des chaînons les plus méridionaux de l'Atlas saharien.

On peut distinguer dans un premier temps trois unités de relief bien distinctes :

- Les hautes-plaines sud-oranaises et sud-algéroises se prolongent à l'Est par le Bassin du Hodna et les Hautes-plaines sud –constantinoises.
- Au sud, faisant transition avec les vastes et monotones étendues Sahariennes et les monts des Aurès et Nememtcha.

De part et d'autre du Bassin subsidiaire du Hodna, deux ensembles comprenant chacun une zone de plateau ou plaines (hautes-plaines) bordées au sud par une barrière montagneuse : les steppes occidentales à l'Ouest : Hautes-plaines sud-Oranaises et Sud-algéroises avec l'Atlas saharien.

Ces Hautes-plaines forment un vaste ensemble monotone dont l'altitude décroît progressivement de la frontière marocaine (1200 m) à la dépression du Hodna (400m).

L'Atlas saharien (Monts des ksours, Dj. Amour, Monts des ouled Nail) est un alignement de reliefs orientés SO-NE ; leur altitude décroît également d'Ouest en est de plus de 2000 mètres dans les Ksours à 1000m environ au Sud du Chott El Hodna.

Les steppes orientales : à l'Est du Hodna s'étendent les Hautes-plaines sud Constantinoises dont l'altitude est relativement stable (900 à 1200 m) avec au sud, l'imposant massif des Aurès et son prolongement oriental des Nememtcha. (MEROUENE, 2014)

I.3.2 Cadre climatiques

Les zones steppiques ont un climat méditerranéen avec une saison estivale de 6 mois environ, sèche et chaude, les semestres hivernal (oct. –avril) étant par contre pluvieux et froid. Il s'agit cependant, pour les steppes, d'une forme particulière de ce climat caractérisé essentiellement par :

- Des faibles précipitations présentant une grande variabilité inter mensuelle et interannuelle.
- Des régimes thermiques relativement homogènes mais très contrastés, de type continental.
- Le climat varie du semi-aride inférieur frais au nord à l'aride inférieur tempéré au sud.

A)- La pluviosité

Elle est réduite par définition et irrégulière. L'irrégularité est à la fois inter annuelle et inter saisonnière. L'effet de cette irrégularité sur la végétation est plus que proportionnel. Certains scientifiques estiment qu'une variation de 1% de la pluviosité entraîne une variation de 1,5% de la phytomasse produite ;

B)- Les Pluies

Elles sont orageuses et brutales. Le diamètre d'une goutte de pluie est souvent supérieur ou égal à 2mm. Si le sol est découvert, ces gouttes arrivent avec force et arrachent les particules fines de sol. (REGAGBA, 2012)

La plupart des pluies sont d'origine orotopographiques et sont généralement plus importantes sur les versants exposés aux vents humides. Cependant, le long du littoral, l'augmentation des pluies de l'ouest à l'est, selon (Seltzer, 1946) « doit être attribuée au passage fréquent au nord de la Tunisie pendant la saison pluvieuse de perturbations qui affectent d'avantage l'est algérien.. »

C)- La Température et amplitude thermique :

Profondément en chassée à l'intérieur des terres et séparée de la mer par une barrière presque continue de montagnes, l'Algérie steppique connaît un régime thermique contrasté, de type continental. En effet, l'amplitude thermique annuelle y est partout supérieure à 20° C. Cependant, il faut remarquer que, pour la quasi-totalité de la région steppique, cette valeur reste comprise entre 20° et 22° C. A une distance moyenne de 100 Km de la mer, le régime thermique de la steppe est également fortement influencé par l'altitude. La latitude n'intervient qu'en deuxième lieu pour différencier les points extrêmes

- La Moyenne des Minima du Mois le plus froid (m) varie de - 2°C à + 6° C.

Bien que l'on y rencontre des conditions thermiques hivernales très variées, dans sa plus grande partie, l'Algérie steppique reste comprise entre les isothermes + 1°C et + 3° C. Localement, dans la partie centrale du Hodna et sur le piémont saharien central, ce paramètre dépasse cette valeur, et en particulier dans la région de Biskra où $m = + 6^{\circ}\text{C}$. Par contre, dans la partie centrale de l'Atlas saharien, les monts du Hodna, les Aurès, le piémont sud de l'Atlas tellien, la partie occidentale des hautes plaines steppiques et les hautes plaines sétifiennes connaissent des valeurs comprises entre + 1° C et - 2° C.

Enfin, si on extrapole les gradients connus pour les plus hauts sommets, les minimales hivernales seraient inférieures à - 2°C. D'une façon générale « m » diminue avec l'altitude selon un gradient moyen de 0,5°C/ 100 m (0,4°C pour Seltzer, 1946).

La situation topographique locale peut moduler ces températures. En effet, dans les bas-fonds peut stagner le gel comme cela se produit dans la région d'Aïn sefra. En expositions sud, nous notons des ceintures relativement chaudes telles que les piémonts sud des monts du Hodna et du Zab.

- La Moyenne des Maxima du Mois le plus chaud (M)

La majorité de la steppe algérienne est comprise entre les isothermes 34°C et 37°C. Du fait de son éloignement par rapport à la mer les piémonts sud de l'Atlas saharien et la partie centrale du Hodna de faible altitude, les maxima se situent entre 37°C et 40°C. Cette dernière valeur n'est dépassée que pour les stations sahariennes proprement dites et pour Biskra. En raison de leur altitude importante, les zones montagneuses ont des étés plus cléments ($M < 34^{\circ}\text{C}$). (BOUALLALA, 2006)

D) Le Vents :

Ils sont violents et ne rencontrent souvent pas d'obstacles pour les freiner. Les éléments fins des sols libérés par une remise en mouvement sous l'action des instruments aratoires ou tout simplement par un appauvrissement du sol en matière organique peuvent être transportés dès que le vent monte à 10km/h; (REGAGBA, 2012)

I.3.3 Cadre biogéographique

Généralement, sur le plan orographique, la steppe s'étend du sud de l'Atlas tellien aux piémonts sud de l'Atlas Saharien couvrants ainsi les hautes plaines algéro-oranaises, la cuvette du Hodna, les plaines sud-constantinoises et l'Atlas saharien avec une partie de son piémont.

D'une façon globale la steppe est caractérisée par de grands espaces pastoraux à relief plat et à altitude élevée comprise entre 1000 et 1200 m parcourus par des lits d'oueds, parsemés de dépressions plus ou moins vastes et de quelques îlots de chaînons montagneux isolés selon (Khellil, 1997).

Ces grandes espaces peuvent être différenciées en sous-ensembles régionaux bien distincts.

-La bordure septentrionale de la steppe se situe entre les isohyètes 300 et 400 mm, et s'étend sur la bordure sud de l'Atlas tellien à l'ouest et au centre. Vers l'est, elle se s'étale sur les hautes plaines constantinoises, les monts du Hodna et les Aurès.

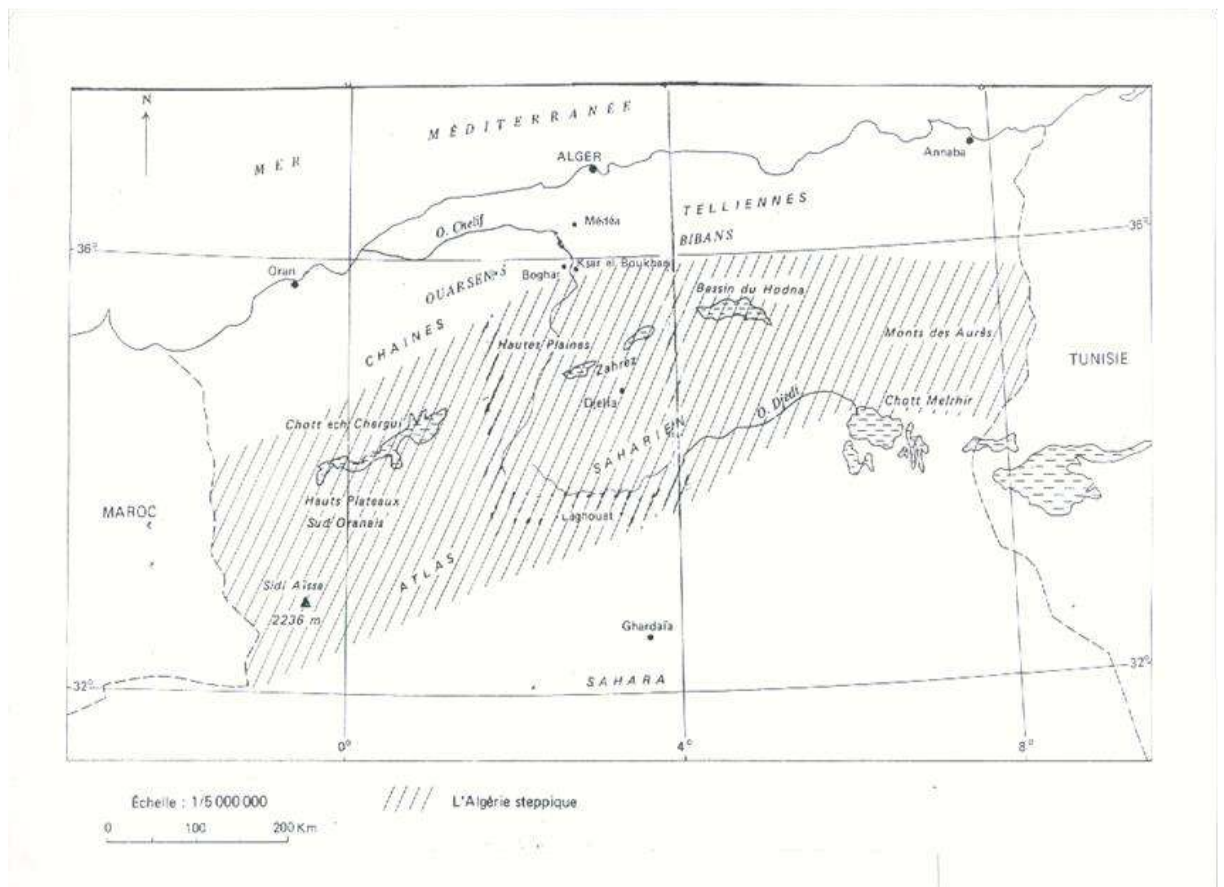
-La région steppique proprement dite est située entre les isohyètes 200 et 300 mm et comprend :

les hautes plaines à l'ouest et au centre les hautes plaines steppiques algéro-oranaises - plaines de Hassi Bahbah, Djelfa, du nord des wilayas de Laghouat et d'El-Bayad.

-A l'Est, les hautes plaines steppiques de M'sila, Khenchela et Tébessa qui sont nettement séparées des hautes plaines du centre par le massif des Aurès.

-La région pré-saharienne est située entre les isohyètes 100 et 200 mm et couvre tous les piémonts sud de l'Atlas saharien. Dans ce compartiment, s'ajoutent la cuvette du Hodna,

Le sud des wilayas de Djelfa et Laghouat. Plus à l'est, se retrouvent les monts du Zab, toute la région de Biskra, les monts de Nementchas ainsi que le sud des wilayas de Khenchela et de Tébessa. Cette situation est présentée sur la carte de la figure 1 (BOUALLALA, 2006)



Carte N°04 : Délimitation de la steppe algérienne (pouget, 1980)

La combinaison des facteurs pédo-climatiques et la répartition spatiale de la végétation fait ressortir trois types de steppes :

1. La steppe graminéenne à base d'Alfa (*stipa tenassima*) et/ou de sparte (*Lygeum spartum*) que nous trouvons dans les sols argileux à texture plus fine, Sur les sols sableux, nous trouvons la steppe à Drinn (*Aristada pungens*) ;
2. La steppe à chamaephytes représentée par l'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) qui occupe les sols à texture fine ;
3. La steppe à halophytes ou crassuléscentes qui occupe les terrains salés. On y trouve *Atriplex halimus*, *Salsola vermiculata* et *suaeda fruticosa*. (DJEBAILLI, 1984)

Les indicateurs de la dégradation des ressources végétales sont multiples. Ils se manifestent surtout à travers la diminution du taux de recouvrement et le changement du cortège floristique par la diminution des espèces pérennes productives au profit des espèces annuelles à faible biomasse.

Tableau N°1 : Classification de l'ensemble végétal steppique par ordre de progression (MEROUENE, 2014)

Formation végétale	Association-Faciès	Géomorphologie
Foret claire	- <i>Pinus halepenses</i> - <i>Pistacia atlantica</i>	Djebels, Piémonts
Matorral	- <i>Ziziphus lotus</i> - <i>Retamaretam</i> - <i>Juniperus phoenicea</i>	Plateau glacis, piémonts
Steppe	Groupe gramineen : - <i>Stipa tenacissima</i> - <i>Lygeumspartum</i> - <i>Aristidapungens</i> Groupe chamaephyte : - <i>Artemisia herba alba</i> - <i>Artemisiacampestris</i> Groupe crassulescent : <i>PPlante halophiles :</i> - <i>Atriplexhalimus</i> , - <i>Salsolacées, Ect.</i> Groupe nanophanerophyte : <i>Chamaephyte et arbustes</i>	Crêtes Plateaux Sables fixes Plateaux, Terrains sableux Piémonts
Pelouses	Annuelles et plantes postculturales	Alluvions et colluvions Humides
Steppe dégradée	- <i>Salsolazygophylla</i> - <i>Peganumharmala</i> - <i>Thymelaeamicrophylla</i>	Sols plus halomorphes Terrains sableux

I.3.4 Les sols de la steppe :

Dans cette partie, nous tenterons de définir les différents types des sols sur lesquelles évolue la végétation. La nature des sols et leur répartition sont en étroite relation avec les unités géomorphologiques. La majorité des sols est en relation avec le climat et avec la nature de la roche mère pratiquement toujours calcaire (**Djebaili et al, 1983**). Dans ce qui suit nous présentons les principaux types de sols de la steppe algérienne.

1. *Les Sols Minéraux Bruts ou peu Evolués* : sont localisés principalement sur les sommets des djebels, suivant la nature et la consistance de la roche mère. Deux groupes s'y distinguent ; les Lithosols sur les roches dures (Grès et Calcaire), les régo sols sur des roches tendres (Marnes et Calcaires Marneux). La végétation s'y développe sous forme d'un matorral à *Quercus rotundifolia*, *Pinus halepensis* et *Juniperus turbinata* (**Djebaili et al, 1983**).
2. *Les Sols peu Evolués* sont des sols qui résultent de l'altération des substrats géologiques ou d'apport. Nous pouvons distinguer :
 - **Les Sols d'Origine Alluviale** correspondent aux alluvions déposées très récemment, après la reprise d'érosion ayant succédé aux dernières grandes périodes humides (**Pouget, 1980**). Ces sols se situent dans les lits des oueds, les zones d'épandages et les petites dayas.
 - **Les Sols d'Origine Eolienne** se caractérisent par une végétation plus ou moins dense, parfois dégradée, qui a permis une certaine évolution. La coloration de l'horizon de surface indique la présence de matière organique. La texture est grossière, le taux de calcaire toujours faible (< 2 %) (Pouget, 1980). Ils envahies par des espèces psammophytes telles que, *Thymelea microphylla*, *Retama retam* et *Aristida pungens*, *Aristida eu-plumosa*.
 - **Les Sols d'Origine Colluviale** se localisent sur les piémonts des djebels, les cônes de déjection et les glacis de couverture colluviale. La végétation est surtout une steppe à *Stipa tenacissima* et *Launea acanthoclada*.
3. *Les Sols Iso humiques* : sont essentiellement représentés par des sierozems sur les glacis d'érosion polygéniques du quaternaire récent de l'étage aride inférieur. La végétation est essentiellement à base d'*Arthrophytum scoparium* et *Lygeum spartum* qu'accompagnent de nombreuses psammophytes : *Arthrophytum schmittianum*, *Thymelea microphylla* et *Retama retam*
4. *Les Sols Bruns Calcaires à Accumulation Calcaire* occupent une superficie importante sur les glacis polygéniques du quaternaire ancien et moyen. Ils sont occupés par des steppes à base de *Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum*, *Artemisia inculta*, *Helianthemum hirtum*, et présentent de nombreux faciès de dégradation (**Djebaili et al, 1983**)
5. *Les sols fersialitiques* (ou sols rouges méditerranéens) se localisent en zones subhumides et semi-arides dans les djebels de l'Atlas tellien et saharien, plus particulièrement dans les poches

Karstiques d'étendue et profondeur variables. Sous végétation forestières (forêt claire de pin d'Alep, chêne vert..) ou matorral de dégradation (**Pouget, 1980**).

6. *Les Sols Bruns Calcaires* : se développent sur différents substrats (calcaire tendre, calcaire dure). Ces types de sols sont les plus répandus sous les pins d'Alep de l'Atlas saharien. D'autre part, (**Pouget, 1980**) admet que ces sols sont caractérisés par la présence de calcaire dans l'horizon (B) avec localement une accumulation de calcaire (encroûtement et même croûte) entre les blocs de grès et les diaclases.
7. *Les Sols Hydro morphes* : occupent une superficie très restreinte : dépression inter dunaires dans le bassin des zahrez et dépressions alluviales dans les deux cas. Ils se caractérisent par la présence d'une nappe phréatique peu salée (résidu sec 0,5 à 3 g/l environ) toujours très proche de la surface (**Pouget, 1980**).
8. *Les Sols Halomorphes* : sont bien représentés dans le bassin de zahrez. Ils s'observent dans les hautes plaines, dans l'Atlas saharien, sur les terrasses, les zones d'épandages et les dépressions à nappe phréatique salée (**Pouget, 1980**). Ces sols se localisent dans les chotts (chergui et gharbi), dans les sebkhas. Leur conductivité varie entre 2,5 et 30 mm hos/cm.

I.3.5 Cadre socio-économique

Le développement économique et social d'une région est subordonné à une gestion tant raisonnée que rationnelle de son environnement physique, biologique et socio-économique.

D'énormes potentialités en termes de ressources naturelles risquent d'être irréversiblement compromises par l'évolution du climat et les mutations socio-économiques dans le milieu steppique qui reste l'ultime barrière naturelle contre le désert.

Il est généralement admis que traditionnellement l'activité dominante dans la steppe était le nomadisme. Ce mode de vie est basé sur la transhumance vers le Nord et vers le sud.

Cette transhumance était dictée par un besoin en fourrage dans des zones favorable (parcours présahariens en hiver, zone céréalières en été), réglementée par des ententes tacites entre tribus. Le revenus étaient tirés essentiellement de l'élevage.

Aujourd'hui la situation a évolué dans les sens d'une tendance à la sédentarisation et à la disparition progressive du nomadisme. (**MEROUENE, 2014**)

- Transhumance d'hiver et d'été (Achaba-Azzaba)

Le nomadisme et notamment la transhumance (Achaba-Azzaba) constitue la principale activité pastorale qui découle des facteurs historiques économiques et sociaux. C'est une forme d'adaptation à un milieu contraignant où l'offre fourragère est marquée par une discontinuité dans le temps et dans l'espace. Ces déplacements, s'effectuant en été vers les zones telliennes (Achaba) et en hivers vers les parcours présahariens (Azzaba), allègent la charge sur les parcours steppiques leur permettant ainsi de se régénérer.

En complémentarité avec les parcours steppiques, les parcours présahariens, qui couvrent une superficie estimée à environ 16 millions d'ha, sont exploités par les éleveurs en hivers parce qu'en cette saison, l'offre fourragère des parcours steppiques est faible et la température est très basse. (**Ministère de l'Agriculture, 1999**).

Ces parcours qui recèlent de grandes potentialités sont caractérisés par un hiver doux et une végétation palatable pour le cheptel.

Cette végétation se compose de plantes pérennes (*Retama retam*, *Aristida sp*, *Arthrophytum sp...*), d'annuelles et d'associations diverses.

Cette forme de l'élevage extensif était menée depuis longtemps sans grande difficulté, grâce aux équilibres écologiques et socio-économiques.

Ce pendant ces équilibres sont remis en cause en raison notamment de la diminution de la superficie des parcours et de la chute de leurs rendements à la suite des sécheresses répétitives et de la croissance continue des effectifs ovin d'une part de l'extension de la céréaliculture au dépens des meilleurs parcours d'autre part, réduisant ainsi les ressources alimentaires du cheptel.

Le mouvement (Achaba) était relativement facile à organiser du fait d'une grande partie des zones d'accueil était constitué essentiellement par les grandes exploitations du secteur public que l'administration instruisait pour le libre accès aux champs sans contrepartie.

Cette pratique a cependant été limitée depuis la réorganisation de la gestion des terres agricoles du domaine public qui s'est traduit par la multiplication de petites exploitations autonomes (**Ministère de l'Agriculture, 1999**)

I.4 Etat de la steppe Algérienne

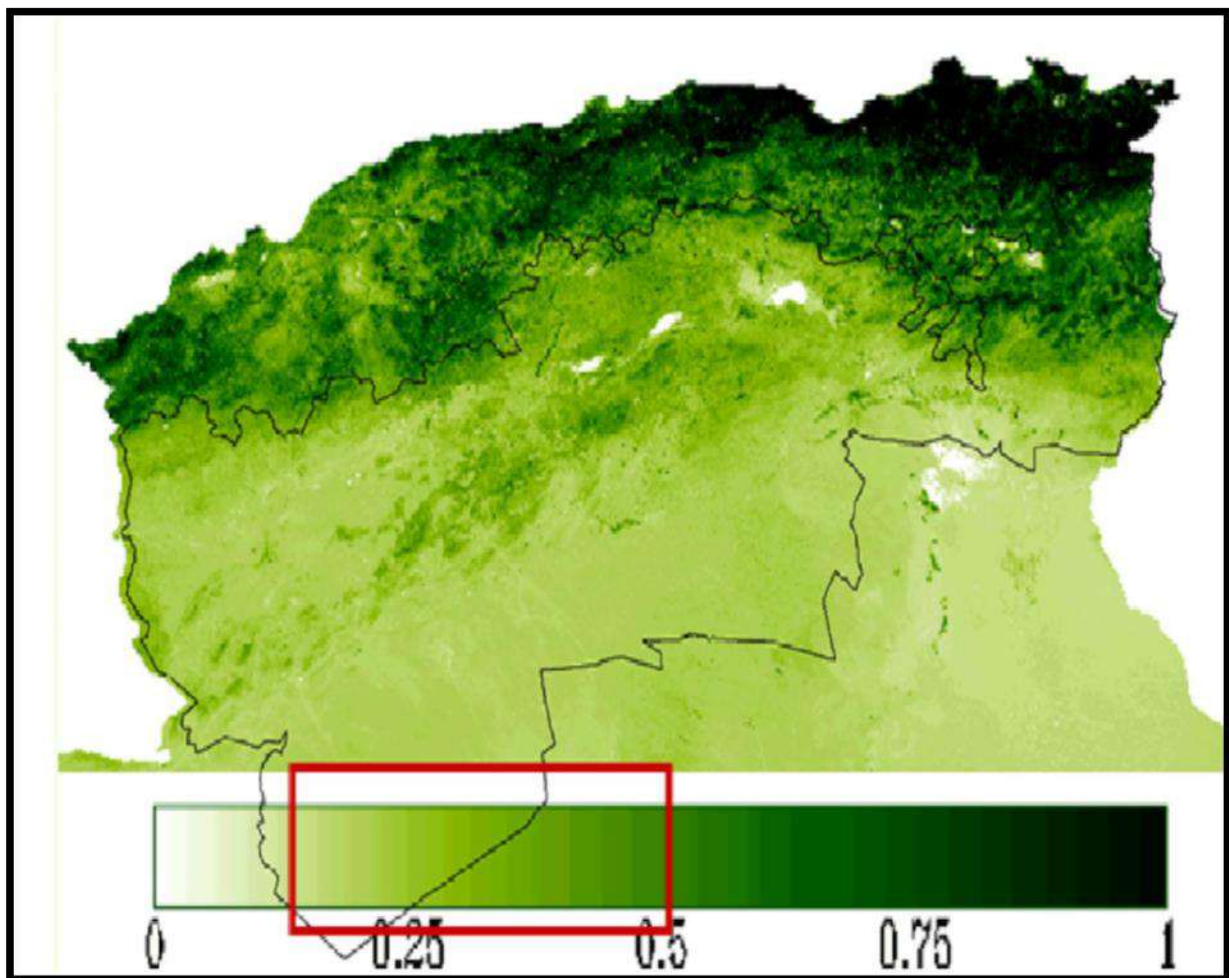
Les indicateurs de la dégradation des ressources végétales sont multiples. Ils se manifestent surtout à travers la diminution du taux de recouvrement et le changement du cortège floristique par la diminution des espèces pérennes productives au profit des espèces annuelles à faible biomasse (**Carte N°05**).

Le constat à faire c'est que la plus grande part des parcours steppiques se trouve soit dégradée, soit dans un état avancé de dégradation. Les statistiques officielles nous montrent que la part des parcours steppiques relativement bons s'élève à 20% seulement (**TAB. N°02**). (**MEROUENE, 2014**)

TABLEAU. N°02 :L'état des parcours steppiques en 2005.

Etat des parcours	Superficie (millions d'ha)	Pourcentage (%)	Production (UF/ha)
Dégradés	6,5	43,3	30
Moyennement dégradés	5,5	26,7	70
Bons	3	20	120
Total	15	100	220

Source : HCDS, (2005).



Source : HCDS, (2010)

Carte N°05 : l'indice de végétation de la steppe algérienne en 2004.

La valeur (0,15 à 0,5) traduit un taux de couverture < 10 % et la présence d'une Végétation correspondant à moins de 400 kg MS/ha (Sachant que le seuil NDVI de 0,05 indique un taux de couverture de 1 %) (**MEROUENE, 2014**)

Les fortes valeurs (0,75 à 1) de NDVI pour des sols à recouvrement végétal élevé correspondant aux forêts qui se localisent au Nord-Est (Collo, Kabylie, Aurès-Némamcha, etc.).

I.5 La dégradation de la steppe algérienne

Depuis une trentaine d'année, l'écosystème steppique a été complètement bouleversé, dans sa structure que dans son fonctionnement à travers sa productivité primaire.

La dégradation des parcours est issue de l'interaction de deux types de facteurs. Des facteurs naturels liés aux conditions du milieu physique en général, et des facteurs socio-économiques anthropiques qui favorisent une action souvent une intervention anarchique de l'homme sur l'écosystème. (**MEROUENE, 2014**)



Source: Rapport final ROSELT/ OSS/ ALGERIE, (2005).

Fig. N°01 : Dégradation des steppes à alfa.

I.5.1 Les facteurs de dégradation des écosystèmes steppiques

Les causes majeures de la dégradation des écosystèmes steppiques sont les suivantes. Tout d'abord, l'impact de l'homme à travers la démographie, l'éradication des espèces ligneuses, le surpâturage et le défrichage anarchique. Ensuite vient le rôle du climat qui peut affecter le couvert végétal par la sécheresse, le feu et la salinisation des sols.

I.5.1.1- Facteurs anthropiques (humains)

A)- Le surpâturage

Le surpâturage est défini comme étant un prélèvement d'une quantité de végétal supérieur à la production annuelle des parcours (**LE Houerou H.N, 1995**). La majeure partie de la population steppique tire ses revenus à travers la pratique de l'élevage d'un cheptel principalement ovin (**Soto G, 1997**).

L'exploitation permanente des pâturages naturels, utilisant une charge animale nettement supérieurs au potentiel de production des parcours, à pour effet de réduire leur capacité de régénération naturelle.

Cette sur exploitation est aggravé par l'utilisation des moyens de transport puissants et rapides qui permettent la concentration d'effectifs importants du cheptel au niveau des zones fraîchement arrosée sans laisser pour cela le temps nécessaire à la végétation de se développer (piétinements, surcharge, plantes n'arrivant pas à boucler leurs cycles...).

Depuis 1975, l'effectif du troupeau ovin au niveau des zones steppiques à pratiquement dépassé le double en l'espace de 20 ans, allant de 8500.000 têtes en 1978 à plus de 15 millions de têtes en 1999, ce qui respecte 83% du cheptel national (**Ministère de l'Agriculture 2000**).

TABLEAU 03, FIG.2

En absence d'un couvert broussailleux suffisant, la disponibilité en fourrage dépend seulement des plantes herbacées annuelles, elles-mêmes tributaire des précipitations, habituellement irrégulières. (**NEDJIMI et HOMIDA, 2006**)

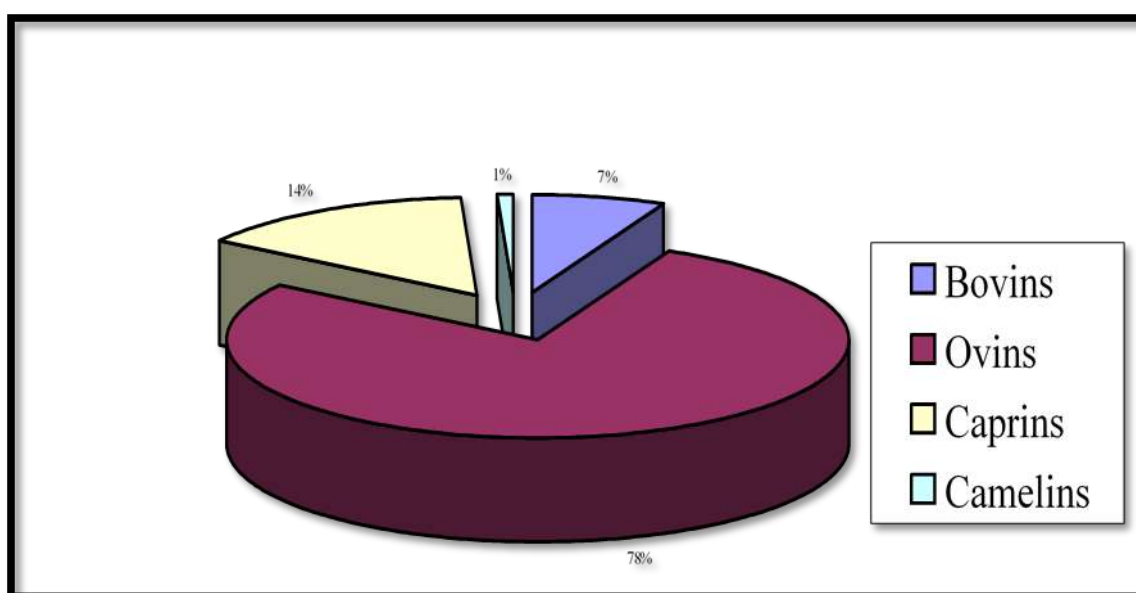
Cette croissance du cheptel n'a été possible que par une alimentation de plus en plus basée sur les concentrés, ceux-ci représentent actuellement plus de 50% de la ration des ovins dans l'ensemble de la région (**LE Houerou H.N, 1995**), Sur les 20 millions d'hectares de parcours steppique on compte 15 millions de parcours palatables (**H.C.D.S, 2001**) qui se répartissent en fonction de leur état de dégradation comme suit :

La croissance exponentielle du troupeau steppique est due à plusieurs phénomènes dont :

- La croissance démographique, la forte augmentation du prix de la viande ovine (prix de détail du kg est passé de 50 DA en 1977, à plus de 600 DA en 2004).
- La distribution à bas prix d'orge et d'aliment concentré aux éleveurs et l'utilisation une vingtaine d'années de moyens mécaniques de transport du troupeau et de citernes d'eau.
- L'offre fourragère des parcours ; estimée à 01 milliards d'UF (soit équivalent de 10 millions de quintaux d'orge) ne peut satisfaire que 15% des besoins alimentaire de cheptel ovin existant. Le déficit est comblé par l'importation de concentré et d'aliment de bétail, selon (**Ministère de l'Agriculture 2000**). ces importations dépassent 200 millions de dollars chaque année.

TABLEAU N°03 : L'effective nationale du cheptel

Espèces	1990	1995	1999
	Production	Production	Production
Bovins	1 392 700	1 266 620	1650 000
Ovins	17 697 270	17 301 560	18 200 000
Caprins	2 471 950	2 779 790	3 400 000
Camelins	122 450	126 350	220 000



Source : Ministère de l'Agriculture 2000

FIG N°02 : L'effective nationale du cheptel

B)- Défrichage et extension de la céréaliculture

Au cours des années 70, l'extension de la céréaliculture fut caractérisée par la généralisation de l'utilisation du tracteur à disques pour le labour des sols à texture grossière fragile.

Les labours par ces derniers constituent en un simple grattage de la couche superficielle accompagné de la destruction quasi totale des espèces pérennes. Ces techniques de labour ont aussi une action érosive, détruisant l'horizon superficiel et stérilisant le sol, le plus souvent de manière irréversible (NEDJIMI et HOMIDA, 2006).

Compte tenu des terres laissées en jachère, la superficie labourée en milieu steppique est estimée à plus de 2 millions d'hectares, la plus grande partie de ces terres se situe sur des sols fragiles en dehors des terres favorables des fonds d'oueds ou de Dayates.

Cette culture épisodique détruit les plantes vivaces qui sont remplacées par des espèces annuelles incapables de retenir le sol.

(LE Houerou H.N, 1995) estime que le degré de recouvrement des pérennes de la végétation steppique a diminué d'environ 25% en moyenne à moins de 5%.

C)- Eradication des espèces ligneuses comme combustibles

Les besoins en combustible pour la cuisson des aliments et le chauffage, amènent les habitants de la steppe à déraciner les espèces ligneuses, même parfois de petite taille (Armoise).

D'après(LE Houerou H.N, 1995) la consommation moyenne de bois de feu est de 1.5kg de matière sèche par personne et par jour.

D)- La croissance démographique

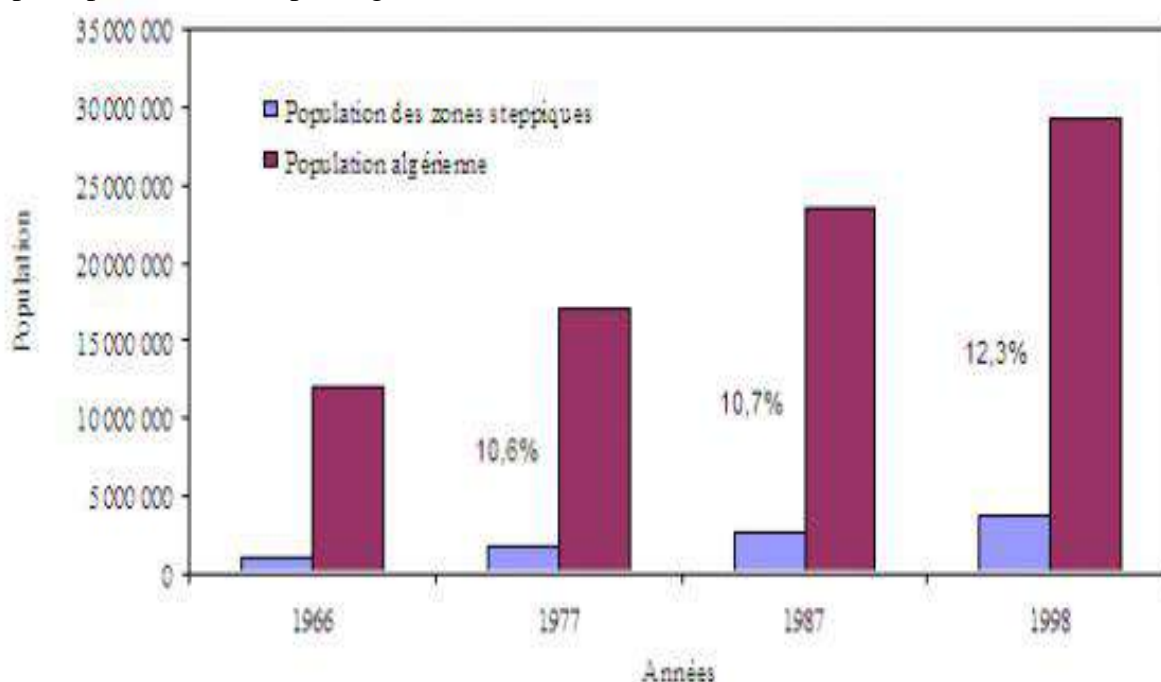
La croissance démographique galopante semble être parmi les principales causes de la dégradation des parcours steppique. La population vivante dans ces zones a évolué à un rythme considérable selon les recensements général des habitants.

La diminution de la population vivante en zones éparses et la baisse de la population nomade traduisent l'importance de la sédentarisation qu'a vécue la steppe ces dernières années.

En effets, la sédentarisation est le résultat ultime d'un développement du processus de dégradation de la société pastorale.

La pression humaine continue est à l'origine de l'important déséquilibre écologique des zones steppique. (BOUKHOBZA, 1982).

Selon, (MOULAI, 2008), la population steppique est passée de 1.255.000 habitants en 1968 à près de 4 millions en 1996. Durant la même période, la population nomade a régressé de 540.000 à 200.000 personnes. Cette régression est due au fait que la transhumance diminue au profit de déplacement de très courte durée. En effet, la forte concentration de population a conduit principalement au surpâturage et au défrichement.



Source : <https://vertigo.revues.org/docannexe/image/5375/img-3.png>

Fig. N°03: Évolution de la population steppique par rapport à la population totale algérienne.

Cette croissance a concerné aussi bien la population agglomérée que la population éparse. Cependant on note une importante régression du nomadisme qui ne subsiste que de façon marginale, les déplacements de grande amplitude ne concernant plus qu'environ 5% de la population steppique. Les pasteurs ont modifié leur système de production en associant quasi systématiquement culture céréalière et élevage (**Boukhobza, 1982**)

L'équilibre social et biologique s'est trouvé fortement perturbé par l'intensification des besoins engendrés par la croissance démographique qui n'a pas été accompagnée par une création d'emplois suffisamment conséquente pour absorber la main-d'œuvre excédentaire par rapport aux besoins d'une exploitation raisonnable des parcours naturels (**Bédrani, 1998**).

I.5.1.2 Facteurs physiques

Les facteurs naturels qui sont à l'origine de la dégradation des parcours steppiques sont intimement liés à la fragilité de l'écosystème de ces zones. L'action combinée des facteurs climatiques hostiles développement intensif qu'une végétation pérenne et les liés à la structure et à la texture des sols font que les parcours sont soumis à une dégradation irréversible accentuée par le phénomène de l'érosion (**LE HOUEROU, 1995**).

A)- Sécheresse

En générale la pluviométrie moyenne annuelle est faible (100 à 400mm) et sa répartition est irrégulière dans le temps et dans l'espace. Les pluies se caractérisent par leur brutalité (averse) et leurs aspects orageux.

Les dernières décennies ont connu une diminution notable de la pluviométrie annuelle, avec parfois plusieurs années consécutives de sécheresse persistante.

De longues observations sur le terrain ont démontré qu'une aridité croissante provoque une détérioration des caractéristiques du sol donnant lieu à un processus de désertification observé notamment dans le sud oranais et le sud algérois. (**NEDJIMI et HOMIDA, 2006**)

B)- Erosion éolienne

Les écosystèmes steppiques sont marqués par une grande variabilité interannuelle des précipitations. Les années passées ont connu une diminution notable de la pluviosité annuelle ce qui a accéléré le phénomène de l'érosion éolienne suivant la densité du couvert végétal. (**MEROUENE, 2014**).

L'action de l'érosion par le vent accentue le processus de désertification, elle varie en fonction du couvert végétale. Ce type d'érosion provoque une perte de sol de 100 à 250 tonnes/ha/an dans les steppes défrichées (**LE Houerou H.N, 1995**).



Source : NEDJRAOUI, (2011)

Fig. N°04 : Effet de l'érosion éolienne et hydrique sur les sols steppiques.

C)- Erosion hydrique

(**LE HOUEROU, 1995**) constate que l'érosion hydrique est due en grande partie aux pluies torrentielles qui, sous forme d'orages violents désagrègent les sols peu épais, diminuent leur perméabilité et leur fertilité. Les éléments fins, l'humus et les éléments minéraux sont emportés par le ruissellement qui provoque la formation de rigoles et de ravines entaillant profondément la surface du sol. Comme conséquence directe de ce phénomène d'érosion, un volume de 50 à 250 tonnes par hectare et par an de terre sont ainsi entraînées par le ruissellement sur les sols dénudés à forte pente

D)- Problème de salinité des sols

Plus de 95% des sols des régions arides sont soit calcaires, gypseux ou sal sodiques du fait des hautes températures qui sévissent pendant une longue période de l'année, les précipitations subissent après leur infiltration, une forte évaporation entraînant la remontée vers la surface du sol, des particules dissoutes qui se concentrent en croûtes et stérilisent le sol. On trouve deux types de dépressions salées aux niveaux des régions arides et semi-arides dont les termes vernaculaires sont Chott et Sebka (**PAUGET, 1980**) ;

La différence entre ces deux noms réside dans le mode d'alimentation. Les sebkhas sont sous la dépendance d'apport des eaux de crues et les Chotts sont alimentés respectivement par les apports de ruissellement et aussi par les nappes artésiennes profondes arrivant jusqu'en surface par des sources et/ou des suintements. Les Chotts seraient de véritables « machines évaporatoires », en période pluvieuse normale (hiver, printemps) une couche d'eau de quelques centimètre, saturée en sel (300-400g/l) recouvre la surface, laissant après évaporation des dépôts surtout de chlorure de sodium, parfois exploitables. Pluies, les chotts peuvent constituer de véritables lacs de plusieurs lettres de profondeur quelque mois après, l'évaporation très forte assèche complètement la surface.

Le vent balayant cette surface desséchée et dénudée peut, dans certaines conditions, entraîner des particules argileuses et des cristaux de sels (chlorure de sodium, gypse) qui s'accumulent en bordure de la dépression.

Tout autour de ces systèmes, la présence d'une nappe phréatique plus ou moins salée et inégalement profonde contribue à la formation de sols halomorphes (PAUGET, 1973).

E)-les incendies :

Le Feu, à travers les incendies de forêts intéressent une superficie moyenne annuelle de près de 200 000 hectares dans le bassin méditerranéen.

Les risques d'incendie sont d'autant plus grands que la saison sèche est plus longue et que la végétation est plus sensible (niveau d'inflammabilité élevé) (Le Houérou, 1980).

I.5.2. La steppe algérienne vers la désertisation

D'une manière générale la steppe algérienne passe de l'état de la steppisation à la désertisation. Il faut faire la différence entre les mots : steppisation, et désertisation.

I.5.2.1- La Steppisation

Le terme ultime de la dématerralisation est, essentiellement en bioclimat semi-aride et là où le matériel biologique existe, l'installation de structures steppiques, c'est-à-dire des formations largement dominés par des hémicryptophytes ou des chamaephytes bas, généralement à recouvrement non jointif, à cortège floristique peu diversifié. Une espèce ou un petit nombre d'espèces sont très largement dominantes, et colonisent des sols, variables en fonction du substrat, mais toujours peu évolués.

Les steppes succédant à des forêts pré-steppiques en Afrique du nord, sont surtout des **steppes à graminées** (*Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum*, *Aristida ssp*), à composées (*Artemisia*, *Hertia*) à **Labiées** (*Thymus*, *Micromeria*), à **Papilionacées** (*Astragales épineuses*), voire à **Chénopodiacées** (*Anabasis*, *Hammada*).

Beaucoup de ces formations constituent, en sous strate de milieux pas ou très peu arborés à base de *Juniperus phoenicea* et *Pinus halepensis* surtout, des peuplements stabilisés se pérennisant par semis, voire par division et fragmentation de touffes pour l'alfa. (NEDJIMI et HOMIDA, 2006)

I.5.2.2- La Désertisation

La désertisation a été définie par (Le Houérou, 1995) comme l'extension irréversible de paysages désertiques nouveaux à des zones qui naguère n'en portaient pas les caractères. Cette définition a été reprise par de nombreux auteurs, mais non retenue à la conférence de Nairobi en 1977, où elle a paru trop restrictive.

La désertisation est le résultat d'une progression des situations désertiques dans des zones bioclimatiques limites, en fonction des modifications du climat de type thermique et hydrique. L'extension du Sahara s'effectue plutôt sur ses limites septentrionales que sur ses limites méridionales (Quezel, 2000)

CONCLUSION :

L'aménagement et le développement de la Steppe restent complexes et difficilement maîtrisables actuellement quant aux choix des options à prendre et aux nombreux paramètres interdépendants à appréhender aussi bien dans l'approche sectorielle qu'intersectorielle et ou intégré.

S'il est vrai aujourd'hui, que presque tous les problèmes posés au niveau de cet espace sont connus et admis de tous, il n'en demeure pas moins que le cadre dans lequel doivent s'inscrire les solutions est à rechercher tant sur les plans juridique, réglementaire, institutionnel, socio-culturel et technico-économique...

La steppe algérienne se caractérise par une grande diversité bioclimatique, géomorphologique, édaphique, floristique. Là, nous ajouterons également la diversité des activités anthropiques, positives et négatives ; Depuis des siècles, la steppe est par excellence le domaine des nomades avec quelques petits centres de sédentarisation.

Cette steppe a subi une modification des systèmes anciens, notamment pendant la période coloniale. Pendant la période de libération, l'Algérie steppique a été perturbée par des actions d'aménagement inadaptées. Ces dernières sont les principales causes de dégradation des écosystèmes naturels qui ont amené à l'accélération des processus de désertisation et de désertification.

Chapitre : II Etats de connaissances sur la désertification

INTRODUCTION :

La désertification est considérée comme l'une des problématiques environnementales les plus préoccupantes du 21^e siècle. Par désertification, on entend une situation de dégradation des terres, liée au contexte socio-économique de l'utilisation des ressources naturelles au-delà de leur capacité de restauration, aggravée souvent par les fluctuations des conditions climatiques. Elle conduit à un déclin permanent des activités économiques, enracinant les populations locales les plus vulnérables dans la pauvreté et les poussant à un exode massif.

Le problème de désertification touche des territoires occupant 39,2 % du globe terrestre, soit environ $51,6 \times 10^6$ km² de terres dégradées (Thomas, 1995)

1 Définition :

Dans les recherches sur les écosystèmes des régions arides et semi-arides, beaucoup des chercheurs ont essayé de définir la désertification :

Pour (Mederbal, 1996), “ la désertification, un processus naturel ou anthropique, est un changement irréversible du sol et de la végétation des zones arides vers une irradiation et la diminution de la productivité biologique. Dans les cas extrêmes, ce processus peut mener jusqu'à une désintégration totale du potentiel biotique et la transformation du territoire en désert

Selon l'article de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification, (Paris, 1994), la désertification désigne « la dégradation des terres dans les zones arides, semi arides et subhumides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines » (Riahi Chandoul et al, 2014)

Pour (Khellil, 1995), “ la désertification est un phénomène complexe qui génère une dégradation irréversible du sol et de la végétation et qui a comme principale cause les activités humaines ”.

A l'unanimité, le concept désertification, utilisé par l'ensemble des auteurs, signifie la régression de la végétation sous des climats arides semi-arides ou même subhumides.

2 Les causes de la désertification

La désertification est causée par une combinaison de facteurs qui évoluent dans le temps et varient selon le lieu. Ceux-ci comprennent des facteurs indirects, tels que les facteurs socioéconomiques et politiques et la pression démographique, ainsi que des facteurs directs, comme les modes et pratiques d'utilisation des terres et certains processus liés au climat.

2.1 Facteurs anthropiques

2.1.1. Les activités humaines

La désertification est due essentiellement aux activités humaines au travers de ces pratiques (surpâturage, défrichement, éradication des espèces ligneuses). La pratique des

cultures à grande échelle, l'utilisation de moyens mécaniques pour l'agriculture et l'abreuvement du cheptel, sur les sols marginaux, et l'absence des règles d'accès aux ressources naturelles conduit à un accroissement de la pression anthropique (**Cornet, 2002**).

2.1.2. Les coûts économiques de la désertification

Depuis plus de 30 ans, les ressources naturelles des régions arides se dégradent en raison des pressions des hommes sur leur milieu naturel et des crises climatiques qui se sont manifestées dans diverses régions du monde. Cette dégradation du capital naturel entraîne un processus de désertification de plusieurs centaines de millions d'hectares sur tous les continents et conduit à des situations de pauvreté pour des centaines de millions de personnes. La dégradation des écosystèmes est dommageable en termes économiques, sociaux et environnementaux. Prévenir leur dégradation et restaurer le capital naturel dégradé devraient figurer au titre des priorités nationales et internationales dans le contexte du respect des objectifs du Millénaire. La question des coûts économiques de la dégradation des terres devient actuellement prioritaire dans les réunions internationales sur le développement des régions sèches (**Cornet, 2002**).

2.1.3. Évaluation des coûts économiques

L'analyse des coûts de la désertification a été jusqu'à présent peu traitée. Ces résultats représentent en fait les coûts économiques de l'inaction dans les régions sèches et une meilleure connaissance de ces coûts déboucherait sur des argumentaires en faveur des investissements en terres arides. En effet, les quelques résultats existants dans la littérature sont éloquentes bien qu'ils soient sous-estimés (**Cornet, 2002**). Ils ne prennent en compte, en effet, que les coûts directs de la désertification (les seules pertes agricoles). Ainsi, les pays d'Afrique du Nord ont par exemple des coûts annuels de la désertification compris entre 1,36 % du PIB (Algérie) et 0,47 % (Maroc). Dans les pays sub-sahariens, ils se situent entre 1 et 10 % du PIB agricole.

2.1.4. Exploitation économique des ressources naturelles

Les ressources naturelles constituent la base de la productivité des systèmes écologiques et des milieux. Dans les pays en développement, l'exploitation des ressources naturelles renouvelables contribue, de manière déterminante, à la satisfaction des besoins essentiels d'une grande partie de la population. Les économies nationales reposent largement sur ces ressources, qui contribuent encore, à la majeure partie des exportations de ces pays. Ainsi, selon la Banque Mondiale, dans la plupart des pays d'Afrique, la part de l'agriculture et de l'exploitation des ressources naturelles renouvelables dans le PIB était en 1992 supérieure à 30 %. L'abondance et le renouvellement des ressources naturelles sont contrôlés par les fluctuations de l'environnement. Leur devenir est fonction des usages qu'en font les sociétés et de la maîtrise des techniques d'exploitation, et de la manière dont elles sont partagées et appropriées.

2.1.5 Défrichements :

C'est l'action la plus brutale. Que ce soit par brûlis ou par traction mécanique, la mise en culture détruit totalement la végétation naturelle. Les sols défrichés, perdant rapidement leur fertilité, sont laissés en jachère et ils ne peuvent remonter à leur niveau antérieur tant que ces jachères steppisées sont pâturées.

2.1.6 Surpâturage :

La végétation diminue progressivement et finit par disparaître. Seules les plantes délaissées par les animaux colonisent les parcours, mais elles sont généralement sans grand intérêt pour la protection des sols (petits épineux, ...) (**Thomas, 1995**)

2.1.7. Extirpation des plantes à usage médical ou industriel :

Certaines plantes médicinales sont extirpées à outrance en Asie (Chine). En Afrique du Nord on peut citer la cueillette de l'Alfa pour les usines de pâte à papier.

Le bois dans différentes actions de dégradation est naturellement variable, mais la mise en culture, le surpâturage et la coupe de bois explique à eux seules 80 à 90% des surfaces désertifiées. Les résultats nationaux sont donnés en pourcentage du PIB (produit intérieur brut) pour les pays d'Afrique du Nord. Pour l'Afrique sub-saharienne, les coûts de la dégradation des terres sont présentés en pourcentage du PIB agricole (PIBA) compte tenu de l'importance du secteur primaire dans ces pays. (**Benguerai, 2011**)

2.2. Facteurs naturels

2.2.1. Les sécheresses

Les sécheresses cycliques qui transforment les paysages tout en accentuant l'action destructrice de l'homme ; la dernière sécheresse qui a sévi dans les hautes plaines oranaises, de 1980 à 1990, est exceptionnelle par son ampleur. Les sécheresses, ont été les révélateurs de la désertification dans les zones arides où la pluviosité faible et sa variabilité plus grande, il est devenu plus difficile à l'écosystème et à la société de résister. Cependant, l'impact des sécheresses est faible ou négligeable là où l'impact humain et animal est faible ou nul. En effet, la végétation et les sols des régions arides se sont adaptés à des conditions de sécheresses récurrentes au cours des siècles et des millénaires passés acquérant une capacité à récupérer leurs caractéristiques après perturbation (**Le Houérou, 1995**). L'accentuation des phénomènes de sécheresse n'est pas à l'origine de la désertification, mais elle constitue un facteur important d'aggravation de l'effet anthropique sur la dégradation des terres en zones sèches (**Thomas, 1995**).

2.2.2. Dégradation des terres arides

En général la dégradation débute par une altération de la végétation, une modification de la composition floristique, les espèces les plus utilisées se raréfient et disparaissent. Ensuite ou parallèlement, le couvert végétal s'éclaircit, la production de biomasse diminue. Les capacités de reproduction et de régénération de la végétation se réduisent de plus en plus. Le sol, moins protégé par la couverture végétale est soumis à l'action mécanique des précipitations qui provoquent une modification des états de surface (érosion).

La diminution de la biomasse et de sa restitution au sol entraîne des pertes progressives de matière organique qui constitue un des éléments déterminants des propriétés des sols. L'érosion s'accroît entraînant une destruction progressive du sol. Les conséquences sur la fertilité : chute de la capacité d'échange et des éléments disponibles ; et sur le bilan hydrique : augmentation du ruissellement, baisse de la réserve en eau disponible pour les plantes, modification du régime hydrique et des échanges avec l'atmosphère, aridification sont très importantes. (**Ghazi, 2004**).

2.2.3. La salinisation

La salinisation « est le résultat de l'évaporation et de la remontée par capillarité des eaux de la nappe phréatique ainsi que la présence d'eaux souterraines rendues de plus en plus salines faute d'un drainage approprié. Elle tient également à la pénétration des sels dans les eaux d'irrigation, à l'insuffisance de la quantité d'eau qui serait nécessaire à l'évacuation des sels accumulés dans les zones radiculaires, au fait que les eaux d'irrigation sont appliquées de manière irrationnelle, que les terres irriguées sont mal préparées et que les exploitants utilisent des méthodes de culture inappropriées » (Mabbut et Floret, 1983).

En effet, une salinisation définitive des terres par accumulation importante de sels s'installe par suite d'une agriculture en irrigué, provoquant une concentration élevée, atteint des niveaux de saturation insupportable pour les végétaux, ce qui déclenche une dénudation des sols et son appauvrissement en matière organique.

3 Les conséquences de la désertification :

Les conséquences sont fatales et multiples sur tous les plans dont nous citons principalement :

3.1 Ecologiquement :

- **Régression du couvert forestière** : La dégradation du couvert forestière résulte de l'abattage, des incendies et d'autres facteurs techniques, l'une des conséquences directe est la réduction des surfaces de végétation.

Note que, les facteurs de destruction ont provoqué en Algérie en 120 ans une régression de 25 à 30 % de l'armature boisée surtout en montagne.

Le tableau suivant (F.A.O. 2004), nous donne la régression du couvert forestier de 1990 à 2003 dans trois régions différentes.

Tableau N°04 : Régression du couvert forestier entre 1990 et 2003 (FAO ,2004).

	Superficie	Couvert forestier	Changement de C.F 1990-2003		Distribution de la superficie selon l'utilisation du sol (% 2003)		
			000 ha	% année	Forêt (%)	A.T.B. (%)	Autre terres (%)
Algérie	238,742	2,145	27	-1,33	0,8	0,7	98,4
Nord Afrique	3, 090,228	649,866	5,264	-0,78	21,8	15,5	62,6
Monde	13, 139,61	3, 869,453	9,319	-0,24	29,4	11,2	58,6

A partir des données de ce tableau, on remarque que le taux de régression du couvert forestier en Algérie est très élevé (-1,33 % de l'ensemble de la superficie forestière) par rapport aux autres pourcentages de régression (-0,78% et -0,24 %) du Nord de l'Afrique et dans le monde.

- Dégradation et régénération du sol :

Sous l'effet des principales causes de dégradation, les sols se dégradent et s'érodent rapidement ; cependant les produits des différentes formes d'érosion peuvent être transportés dans d'autres zones de la région et reconstituer d'autres sols plus jeunes et très souvent de fertilité et de propriété physico-hydrique moins favorables que les précédents

- La dégradation des sols est la phase qui prépare l'érosion (**BENCHETRI, 1972**).

D'une façon générale elle est liée à la dégradation de la végétation naturelle.

La disparition progressive du couvert végétal conduit :

- un appauvrissement en matière organique se traduisant, d'une part, par une désorganisation de la structure et des propriétés physico-chimiques du sol et d'autre part, par un abaissement de la fertilité ;
- une diminution de l'efficacité de la pluie dans la recharge des réserves en eau du sol ;
- une augmentation du ruissellement qui entraîne les graines des espèces végétales loin de la zone ;
- une mauvaise économie de l'eau du sol au cours de l'année (augmentation de l'évaporation) ;
- une érosion hydrique accrue ;

La dégradation des sols qui accompagne habituellement la dégradation du couvert végétal peut être de trois types différents (**BENMESSAOUD H, 2009**)

- **Dégradation physique** : perte de structure, encroûtement, colmatage réduction de la perméabilité, baisse de l'aération, limitation de l'enracinement ;
- **Dégradation chimique** : lessivage de bases et acidification, toxicité ;
- **Dégradation biologique** : perte de matière organique, décroissance de l'activité biologique.

- La baisse de fertilité notamment par la diminution du taux de matière organique et la perte des éléments nutritifs. La productivité primaire peut être réduite à moins de 10 % de la productivité initiale des écosystèmes non désertisés (**LE HOUEROU, 1987**).

- L'érosion génétique progressive tant végétale qu'animale

- Altération de l'environnement et déséquilibre écologique. (**ABDELGUERFI et LAOUAR 2000**).

- La pluviométrie ne conditionne la température, l'humidité de l'air, l'évaporation et la croissance des plantes que dans le cas où la pluie est retenue et évaporée sur place, toute modification à grande échelle du sol et de la végétation entraîne une transformation du bioclimat dans la région affectée. (**BENMESSAOUD H, 2009**)

3.2 Economiquement :

- Dégâts causés par l'ensablement sur les infrastructures, équipements publics, exploitations agricoles et agglomérations.
- Préjudices causés par l'érosion hydrique sur les différents ouvrages.

- Réduction de la productivité des terres agricoles sylvicoles et pastorales.
- Coûts élevés des opérations de lutte, et baisse des investissements. (ZAIR, 2011)

3.3 Socialement :

- Dégradation des conditions de vie de la population suite à la baisse de revenu pour les agropasteurs et les répercussions sur la sécurité alimentaire.
- Exode rural avec toutes ses conséquences multidimensionnelles.
- Conflits sociaux suite au à la régression des ressources naturelles. (ZAIR, 2011)

4 Impact du phénomène désertification sur la diversité biologique

4.1- Impact du surpâturage sur la diversité biologique

Précisons que le surpâturage est dû à l'accroissement du cheptel lié à une réduction de l'offre fourragère. Par ailleurs, au niveau des écosystèmes steppiques par exemple, l'exploitation des forages et des points d'eau à grand débit, sans organisation pastorale, provoque de grandes concentrations des troupeaux autour des forages et provoque la formation d'auréoles désertifiées sur des rayons de 5 à 15 km perceptibles sur les images satellites (Mederbal, 1992).

En outre, le surpâturage en forêts ou en steppe a pour conséquences d'éliminer par broutage les jeunes régénérations, les branches basses, et les rejets. Par ailleurs les effets du piétinement sur le sol et la végétation sont graves : tassement, solifluxion, écrasement des végétaux, etc...

Devant une situation dramatique, l'interdiction de pâturer a été initiée. Néanmoins, en dépit du contrôle des services forestiers, un accroissement souvent exponentiel des têtes de bétail a conduit en quelques décennies à une régression dramatique et souvent irréversible du couvert végétal. Ce surpâturage quasi permanent a stoppé les régénérations, transformé la steppe en "désert" et beaucoup de forêts en un piqueté d'arbres ébranchés et a profondément modifié le tapis herbacé associé.

Aux espèces caractéristiques du cortège Sylva tique des écosystèmes forestiers, souvent de haute valeur pastorale, a succédé une forêt à tapis ras d'annuelles dans le meilleur des cas, ou une forêt envahie par les espèces non appréciées. Ces forêts à annuelles (forêts-parcs) sont maintenant présentes en Algérie sous presque toutes les essences : *Pinus*, *Quercus*, *Tetraclinis*, *Cedrus*, etc... (Quézel, 2000).

Toutefois des initiatives de mise en défens (stricte ou contrôlée), au niveau des parcs nationaux (cas des écosystèmes forestiers) et dans la région steppique, ont induit une remontée biologique remarquable et une reprise d'extension de la végétation. (REGAGBA, 2012)

4.2- Impact du défrichement sur la diversité biologique

Rappelons que, au niveau de la région steppique, le défrichement a pour origine l'extension de la céréaliculture qui a été fortement amplifiée par l'introduction de la mécanisation et des labours réalisés à l'aide de tracteurs équipés de charrues à disques. Cette

mécanisation, inadaptée aux conditions écologiques de la steppe, entraîne également la stérilisation des sols. Nul n'ignore d'ailleurs, y compris une très large frange d'éleveurs, que les labours dans la région steppique, foncièrement pastorale, constituent le coup de grâce qui met fin définitivement, et d'une manière irréversible, à toute forme de vie végétale.

Notons qu'au cours des dernières années (et bien que des statistiques officielles soient impossibles à obtenir !), les surfaces cultivées au niveau des franges inférieures des forêts ont été multipliées par 4 ou 5 (Quézel, 2000).

Un autre type de défrichement anarchique est celui qui se produit à proximité des agglomérations. En effet une exploitation intensive conduit progressivement à leur disparition.

D'autres actions brutales comme les brûlis répétitifs, ou les jachères pâturées, favorisent le défrichement.

Malgré plusieurs cris d'alarme, la situation ne risque que de s'aggraver dans les prochaines années tant que la législation forestière n'est pas appliquée. . (REGAGBA, 2012)

4.3- Menaces de la désertification sur la biodiversité

Rappelons que la désertification, conséquence de phénomènes tels que le défrichement ou le surpâturage, englobe tous les processus de dégradation biologique quel que soit leurs causes ou l'endroit où ils apparaissent.

Le lien entre désertification et occupation humaine apparaît donc comme un concept généralisable et la FAO propose que ce lien soit clairement exprimé par une définition plus précise : "la désertification est l'ensemble des facteurs géologiques, climatiques, biologiques et humains qui conduisent à la dégradation des qualités physiques, chimiques et biologiques des terres des zones arides et semi-arides et mettent en cause la biodiversité et la survie des communautés humaines".(FAO, 1995).

L'action de l'homme se traduit par un double effet défavorable sur la biodiversité végétale :

- La dominance, en raréfiant les populations de la plupart des espèces, et l'extension d'un tout petit nombre d'espèces opportunistes ;
- L'extinction de certaines espèces de la totalité de leur aire de répartition géographique ;

Selon certaines estimations, 25 à 75000 espèces végétales devaient disparaître avant l'an 2000. Or, 60% de médicaments sont issus du règne végétal et on estime qu'une espèce sur 1000 à 10000 présentes des propriétés pharmacologiques remarquables.

Par ailleurs, les causes du déclin des espèces animales de grande taille peuvent être multiples.

Elles sont directement liées la chasse à laquelle se livre l'Homme ou indirectement à des pressions anthro pozoogènes induisant la destruction des niches écologiques.

La réduction de la biodiversité est souvent présentée comme un problème environnementale, mais ces causes fondamentales sont essentiellement sociales économiques et politiques. En effet, la tendance à la monoculture (uniformité génétique) agricole et forestière sur de vastes territoires entraîne la disparition de nombreuses espèces de flore et de faune sauvage qui avaient besoin d'un milieu diversifié pour se nourrir tout l'année et survivre. . (REGAGBA, 2012)

La diversité génétique disparaît des champs cultivés au fur et à mesure des succès mêmes de l'alimentation des plantes et l'intensification de l'agriculture. Il s'agit de l'érosion génétique qui se manifeste selon trois niveaux :

1. Diminution de la diversité interne aux variétés, par la généralisation de variétés génétiquement homogènes ;
2. Diminution du nombre des variétés cultivées au sein d'une espèce ;
3. Diminution du nombre d'espèces cultivées.

Cette érosion génétique est reconnue comme étant la principale cause d'extinction des espèces (FAO, 1995).

L'érosion génétique est, à ce titre, un index révélateur du déséquilibre et de la dégradation des écosystèmes.

5. La vulnérabilité du milieu à la désertification :

La vulnérabilité du milieu à la désertification dépend de la sensibilité propre des sols et la végétation aux différents facteurs de dégradation.

Rappelons toutefois que ce ne sont pas tous les processus de dégradation en cours qui ont un rapport étroit avec sensibilité. Il y'a des zones qui sont très sensibles à la désertification mais qui ne sont affectées que par un faible processus de déflation, d'après le projet (MEDALUS 1999), les zones de sensibilité à la désertification sont classées comme suit :

1. Zone très vulnérable : En général les milieux sableux sont les plus sensibles à la désertification, c'est-à-dire où les risques actuels de la désertification sont les plus élevés, Ils sont généralement formés par des steppes très dégradées, sensibles aux pâturages ou par des sols nus.

2. Zones vulnérables : Ce sont En général des zones ayant un degré de sensibilité moins important que le précédent. Il s'agit en général d'une steppe peu dégradée sur un sol gypseux, dont le couvert végétal est sensible à la mise en culture et au surpâturage et le sol présente une forte sensibilité à la mise en valeur et aux labours.

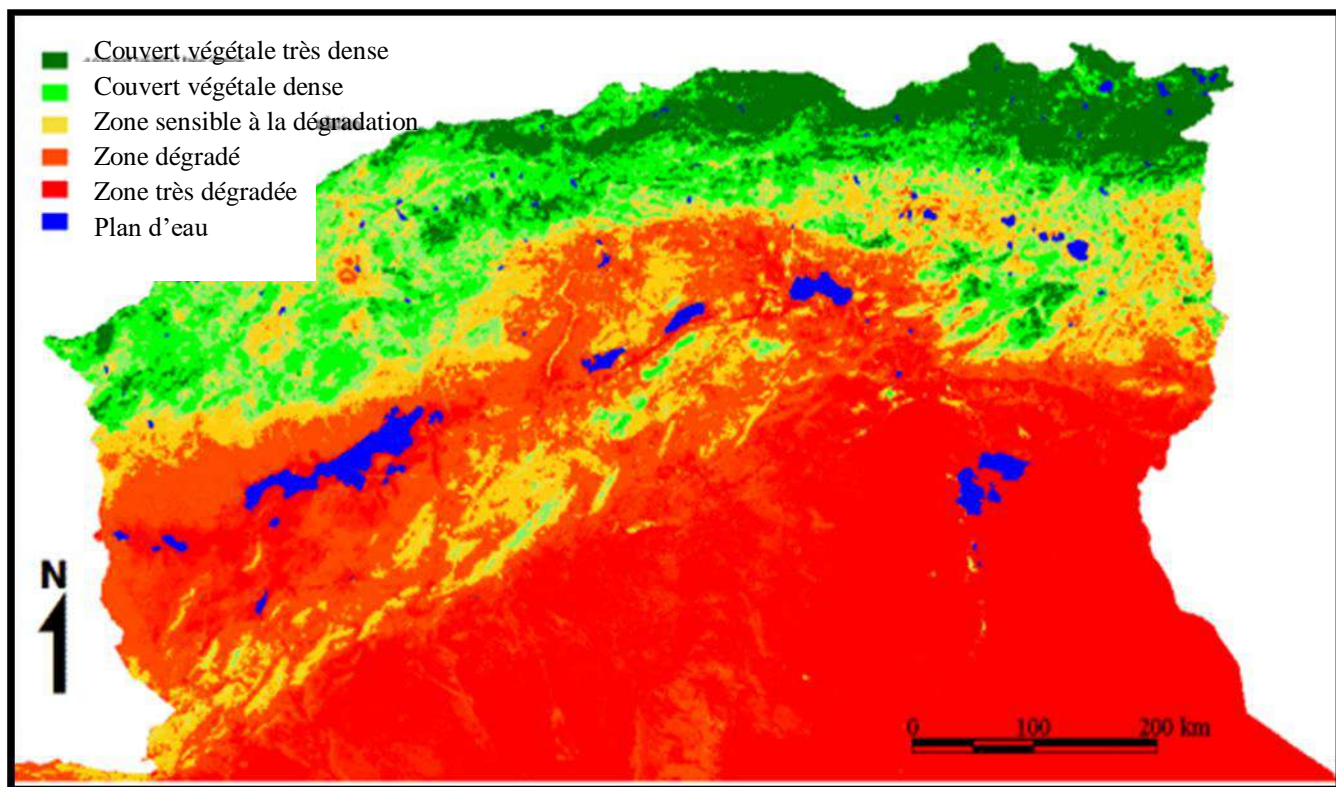
3. Zones peu vulnérables : Il s'agit En général là d'une steppe non dégradée ou des maquis sur Croûte calcaire ou des cultures arborée, la végétation des montagnes où le couvert végétal et le sol sont tous les deux sensibles à la mise en culture et moyennement sensibles au surpâturage.

4. Zones non vulnérables : Se sont souvent des zones à végétation naturelles et au climat favorable on peut déduire que la sensibilité des milieux résulte donc des sensibilités de

la végétation et des sols modulés par leur attractivité soit pour la mise en culture soit pour le pâturage. (Benmessaoud. H, 2009)

6. La désertification en Algérie :

L'Algérie fait partie d'une région bioclimatique où les zones sèches constituent la majeure partie du territoire (littoral : 2 % ; steppe : 11% ; Sahara et oasis : 87 %).



Source : (ANAT, 2004)

CARTE N°06 : Carte synthèse de sensibilité à la désertification.

Tableau N°05 : Zones de sensibilité à la dégradation de l'ouest Algérie. (Benmessaoud. H, 2009)

Régions	Tell		Hautes plaines steppiques		Total	
Zones de sensibilités	Superficie en Km ²	%	Superficie en Km ²	%	Superficie en Km ²	%
Très bon état	4920	7,07	320	0,31	5240	3,04
bon état	44140	63,42	7600	7,41	51740	30,06
Zones critiques	19360	27,82	26000	25,37	45360	26,36

Zones dégradées	340	0,49	38000	37,07	38340	22,28
Zones très dégradées	0	0,00	26820	26,17	26820	15,58
Zones humides	840	1,21	3760	3,67	4600	2,67
Total	69600	100	102500	100	172100	100

Cette situation induit une grande précarité de la productivité biologique variant au gré d'une grande variabilité interannuelle du climat. La zone steppique est actuellement très menacée par le phénomène de désertification. (D.G.F, 2004)

La région ouest en particulier est considérée comme zone en désertification au vu de la dégradation de la couverture végétale, de la faiblesse qualitative et quantitative des ressources en eau, de l'exacerbation des mécanismes physiques à la surface du sol, de l'érosion et de l'ensablement. (Benmessaoud. H, 2009)

Concerne essentiellement les steppes des régions arides et semi-arides qui ont toujours été l'espace privilégié de l'élevage ovin extensif. Ces parcours naturels qui jouent un rôle fondamental dans l'économie agricole du pays sont soumis à des sécheresses récurrentes et à une pression anthropique croissante : surpâturage, exploitation de terres impropres aux cultures... Depuis plus d'une trentaine d'années, ils connaissent une dégradation de plus en plus accentuée de toutes les composantes de l'écosystème (flore, couvert végétal, sol et ses éléments, faune et son habitat). Cette dégradation des terres et la désertification qui en est l

e stade le plus avancé, se traduisent par la réduction du potentiel biologique et par la rupture des équilibres écologique et socio-économique (Nedjraoui D et Bédrani S, 2008).

6.1 État de la désertification en Algérie

L'Algérie couvre une superficie de 2.381.741 km² est caractérisée par trois écosystèmes distincts ; un écosystème montagnoux localisé dans la zone tellienne, steppique compris entre l'isohyète 400 mm au Nord et 100 mm au Sud, s'étend sur 20 millions d'hectares et saharien représentant 80 % de la superficie totale (Tableau 05) partagé par des grandes unités morphologiques, les ergs sableux, les hamadas (plateaux caillouteux) et le Hoggar.

Le processus de désertification affecte de grandes étendues et est d'autant plus prononcé que le climat est aride et saharien.

Selon le rapport annuel de 2004 du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, l'Algérie connaît actuellement des problèmes environnementaux majeurs dus à plusieurs facteurs ;

Plus de 12 millions d'hectares soumis à l'érosion hydrique qui provoque des pertes en sol importantes entraînant l'envasement des barrages.

20 millions d'hectares que constitue la zone steppique, sont menacés par la désertification par conséquent, perte des éléments fins du sol (120 millions de tonnes de sédiments par An), glissements de terrain (16,6 m³ érodés/ An).

La superficie totale menacée par l'érosion hydrique est estimée à près de 10 millions d'ha. La précarité des conditions de vie des populations rurales les pousse à surexploiter les ressources naturelles pour satisfaire leurs besoins croissants, ce qui accentue davantage la dégradation des milieux. . (Benguerai, 2011)

La perte des ressources en eau provoquée par l'insuffisance d'alimentation des nappes phréatiques, suite à la diminution de l'infiltration, l'envasement des barrages dont certains a atteint un taux de sédimentation avoisine les 100 % (Ghazi, 2004).

Des résultats inquiétants de l'érosion éolienne sont obtenus grâce à l'élaboration par télédétection d'une carte de sensibilité à la désertification par le Centre national des Technique spatiales (CNTS, 2004) près de 600.000 ha de terres en zone steppique sont totalement désertifiées sans possibilité de remontée biologique et que près de 6 millions d'ha sont très menacés par le phénomène de désertification. Près de 1,2 millions ha de terre labourée annuellement sont soumises à la désertification suite aux pratiques culturales inadaptées en milieu steppique. .

La superficie reboisée ne représente que 10 % de la superficie totale des bassins versants à protéger, alors que le taux nécessaire pour protéger un barrage contre l'envasement est de 25 %. Avec 4.150.000 ha de forêts, le taux de boisement n'est que de 1,5 %. Au niveau steppique, les écosystèmes pastoraux subissent une dégradation persistante et continue.

Outre, la sécheresse persistante et cyclique, la végétation pastorale malgré sa variété et sa richesse, est soumise à une exploitation de type "minier" qui, à moyen terme, si cette situation persiste, verrait sa disparition totale. L'alfa, avec 3 millions d'ha, reste la végétation homogène dominante avec l'armoise blanche (4 millions d'ha), le sparte ainsi que le pistachier et le jujubier au niveau des dayas. La flore du Sahara est dans la plupart des cas au stade relique comme le *Cupressus Duprezian* (cyprès du Tassili), l'*Acacia radiana*, la flore herbacée évaluée à 500 espèces de plantes vasculaires et 700 espèces de cryptogames.

Le déficit en eau d'irrigation et la faible capacité d'entretien et d'exploitation des ouvrages hydrauliques, des digues, des puits et autres points d'eau, retardent et freinent les possibilités d'intensification agricole et de l'irrigation. Des cas de remontée de sels sont apparus suite à de mauvaises irrigations, notamment, en zone saharienne, steppique et l'Oranie. Certaines industries qui se sont développées à un rythme accéléré déversent, souvent sans traitement, leurs déchets solides, liquides, gazeux stérilisant ainsi beaucoup de terres agricoles (Moulai, 2008).

TABLEAU N°06 : Utilisation des terres en Algérie. Source (D.G.F, 2004)

	Superficie Agricole Utile(SAU)	Pacages et parcours(Pâturages)	Terres improductives des exploitations	Superficie Agricole totale(SAT)

			agricoles	
Superficie en ha	8228690	31624770	882460	40735920
Pourcentage	3,5	13,3	0,4	17,1
	Forêts et terres boisées	Alfa	Terres improductives non affectées à l'agriculture	Totale Superficie Territoriale
Superficie en ha	4280000	2725000	190433180	238174100
Pourcentage	1,8	1,1	80,0	100,0

Le libre accès aux parcours, a vu une multitude d'investisseurs dans l'élevage, compte tenu de sa rentabilité et la gratuité de l'unité fourragères.

L'Algérie a vécu durant la décennie écoulée une période marquée par un sentiment d'insécurité générale qui a affectée non seulement les populations mais également la physionomie du pays, une bonne partie de son potentiel économique et écologique a été détruit. .

La lutte antiterroriste a conduit parfois au sacrifice involontaire d'une partie du patrimoine forestier. Au vu de ce constat, si les méthodes d'approche restent les mêmes, la tendance ira vers la persistance de cette dégradation à un rythme qu'il est difficile d'estimer, mais certainement important.

Une situation de dégradation continue des ressources naturelles ne fera qu'engendrer la famine qui a son tour engendrera des conflits sociaux et par conséquent l'insécurité pour tout le monde (**Ghazi, 2004**).

6.2 Le problème De l'érosion des reliefs :

La liaison entre la dégradation de la végétation naturelle et l'érosion du sol est reconnue depuis très longtemps.

(**BENCHETRIT, 1972**), note que le développement considérable de l'érosion que nous constatons aujourd'hui en Algérie résulte de la destruction du couvert forestier de chaînes de l'atlas tellien par les indigènes qui y ont été refoulés il y a moins d'un siècle.

Toutes les études font état d'une dégradation des sols et signalent que l'érosion éolienne et hydrique augmente en fonction de la destruction de la végétation pérenne et des piétinements du sol.

En Algérie, (**LE HOUEROU, 1979**) cité, estime que chaque année 100.000 hectares de terres fertiles sont perdus du fait de l'érosion éolienne. Ce chiffre traduit l'ampleur de la déforestation et l'impact des mauvaises techniques agricoles et de surpâturage.

6.3. L'accroissement du ruissellement et la réduction de l'infiltration

Le ruissellement croît proportionnellement à la destruction du sol. **TABLEAU.07** d'après (**NAHAL, 1975**) illustre l'influence des forêts sur le ruissellement comparée à d'autres couvertures végétales.

TABLEAU N°07 : L'accroissement du ruissellement et la réduction de l'infiltration

Nature de la couverture végétale	Ruissellement		Infiltration en m ³ d'eau(en 100 ha)
	%	En m ³ d'eau a 100 ha.	
Forêt	2	1,000	49,000
Pâturage	5	2,500	47,500
Blé et avoine	25	12,500	37,500
Mais et coton	50	25,000	25,000

La nature du couvert végétal réduit donc corrélativement le ruissellement et augmente l'infiltration de l'eau.

L'accroissement du ruissellement et la réduction de l'infiltration après la disparition du couvert végétal perturbent le régime de l'alimentation des nappes phréatiques et de leur recharge. L'eau au lieu de s'infiltrer se perd dans les oueds et les chotts. . (**Benmessaoud. H, 2009**)

6.4.- Le problème de l'érosion éolienne :

Après régression de la végétation steppique la partie supérieure du sol est soumise à l'effet de l'érosion éolienne. Donc, les particules fines sont soulevées par le vent et s'accumulent en des endroits sous forme de voile sableux ou d'un édifice dunaire.

Ainsi, le sol devient plus compact et on assiste à la formation de ce qu'on appelle reg.

Sur ces zones glacées les plantes pérennes et annuelles ont du mal à germer et le ruissellement devient de plus en plus grand provoquant ainsi l'érosion hydrique (formations de rigoles et de ravines). Ainsi, à l'intérieur des zones investiguées l'alfa a complètement disparu et le sparte se trouve dans un état de dégradation très avancé favorisant ainsi la prolifération des espèces non palatables (harmala). (**ZAIR, 2011**)

D'une façon générale la disparition progressive du couvert végétal engendre :

- Une diminution de la matière organique qui provoque une destruction des propriétés physico-chimiques du sol et une réduction en fertilité.
- La disparition de la partie meuble qui empêche le glaçage du sol lors de fortes pluies.
- Un faible recharge en eau des réserves souterraines et une mauvaise économie en ressources hydriques.

6.5. Le phénomène d'ensablement

En Algérie, 150.000 d'hectares par an sont ensevelis par l'ensablement. Ce phénomène demeure l'aspect le plus frappant qui caractérise l'érosion éolienne et constitue le risque majeur qui menace les wilayas (Djelfa, M'sila, Laghouat, Batna, Khenchela, Tébessa, Biskra, El bayadh, et Naama) sur tous les plans.

L'ensablement ne peut se produire que si les conditions édaphiques, climatiques et de végétation leur offrent un terrain propice, à savoir :

- l'aridité du climat
- un sol peu profond
- un taux de recouvrement faible de la végétation
- présence d'un espace assez étendu et absence de barrières naturelles permettant de limiter la vitesse du vent pour freiner les mouvements des particules ;

Les conditions énumérées ci-dessus sont en réalité omniprésentes, sauf que dans le passé le couvert végétal qui était dense a joué un rôle considérable dans le piégeage du sable et de la matière organique entraînée par le vent ; matériaux qui s'accumulent au pied de chaque touffe de végétation. (**BENABDELLI 2007**).

L'ampleur du phénomène réside dans sa vitesse de propagation amplifiée par les vents efficaces.

Le sable gagne du terrain au fur et à mesure que la végétation avoisinante est détruite ou enterrée, rendant stériles les terrains de culture et de parcours productifs se trouvant aux alentours.

Selon (**BOUABDELLAH H, 1991**) ce phénomène s'est accentué dès les années 80. Les études réalisées sur l'ensablement ont pu mettre en évidence une dynamique (**Fig.10**) qui caractérise chaque forme d'accumulation sableuse :

- ***Les anciens cordons dunaires :***

Les édifices dunaires présents des grandes dunes ont acquis avec le temps une forme longitudinale selon la même direction que les chaînons de l'Atlas saharien (sud-ouest nord-est), et elles sont considérées comme des zones d'exportation de sable.

Dans l'ensemble ces dunes paraissent stables, mais la fragilité du milieu aggravé par les phénomènes épisodiques de sécheresse ces dernières décennies a perturbé cette stabilité.

A cet effet, il n'en demeure pas moins qu'elles constituent une source d'alimentation en sable pour les différentes zones situées plus en aval de ces édifices, malgré la présence de la végétation psammophile et clairsemée naturelle et artificielle (ancienne fixation des dunes).

Causant ainsi des dégâts sur les infrastructures (régions d'El BAYADH, BRIZINA, NAAMA, Ain safra...).

- ***Les accumulations sableuses :***

Selon les études menées par l'IGAT de l'université d'Oran en 2004 ou l'étude réalisée par l'INRF au profit de la conservation des forêts en 2003, les dépôts sableux récents relevés sur le terrain sont de divers types :

Le nappage de sable : est considéré comme un saupoudrage diffus des particules fines évolué à un dépôt de sable de 5 à 25 centimètres d'épaisseur moyenne qui se propage suivant la direction du vent dominant en formant de véritables zones d'accumulation qui s'étalent de quelques mètres à plusieurs kilomètres. Plusieurs zones sont touchées par ce phénomène et plus particulièrement les espaces dépourvus de tous obstacles naturels.

Les dunes édifiées sont de formes et de tailles diverses : les barkhanes isolées et coalescentes, les micros dunes, des dunes sans crêtes apparentes et les voiles sableux. Leur morphologie diffère d'une zone à l'autre par le stade d'évolution lié à plusieurs critères d'ordre naturels (reliefs, nature de substrats, présence ou absence de la végétation, force et fréquence des vents efficaces, etc.) et artificiels (obstacles créés par l'homme). (ZAIR, 2011)

7 - La carte nationale de sensibilité à la désertification

7.1. Actualisation et extension de la carte :

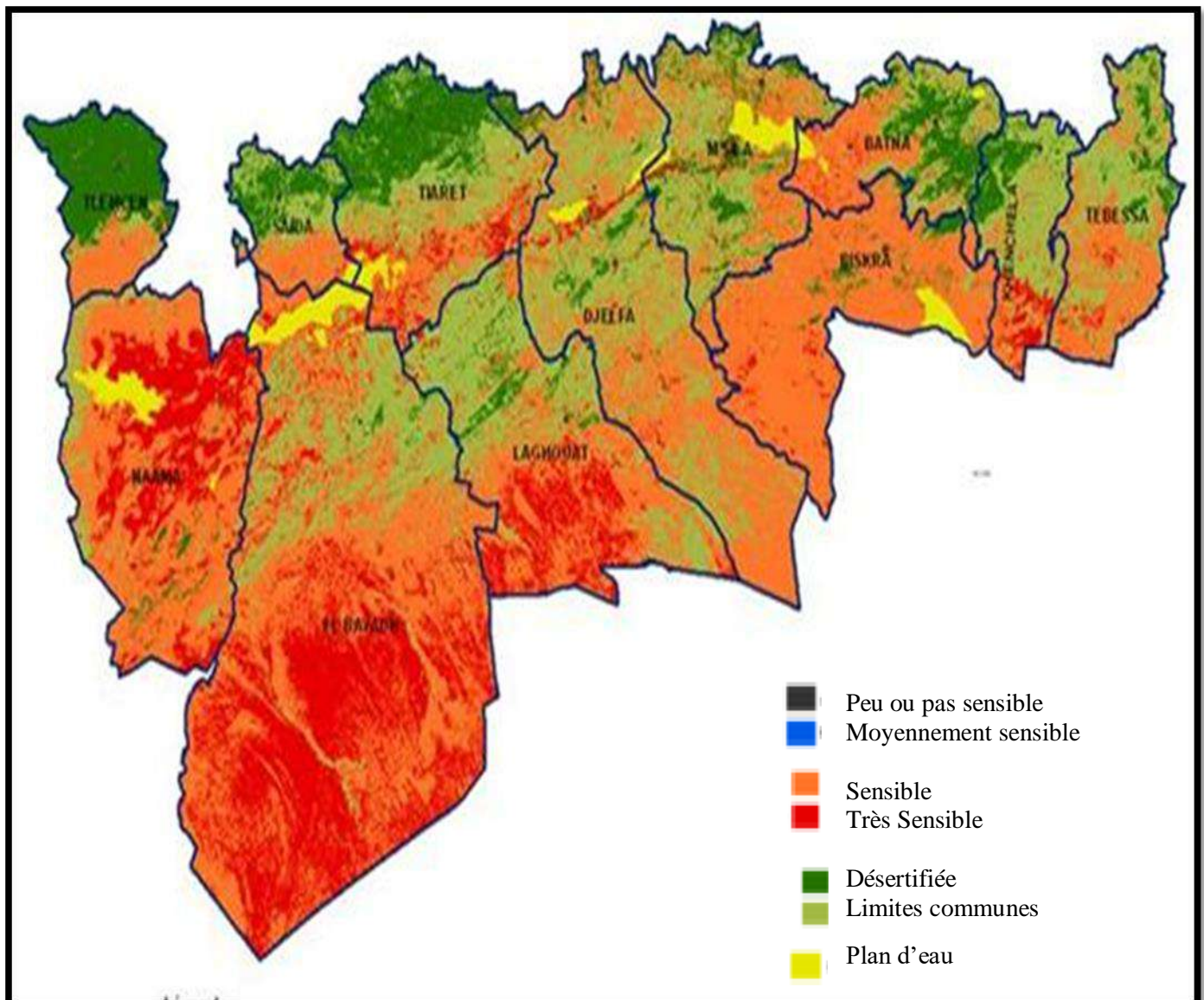
Devant toutes les conséquences qui ne représentent qu'une partie de ce que pourrait engendrer le fléau de la désertification, et dans le but d'orienter les interventions de lutte au niveau des zones touchées, la DGF a lancé en 1992 une étude qui a été confiée au Centre des Techniques Spatiales (CTS) d'Arzew portant sur "l'établissement de la carte nationale de sensibilité des terres à la désertification" par télédétection, qui fût actualisée en 2009.

L'étude a touché les zones exposées au risque de désertification afin d'effectuer un zonage de l'écosystème steppique en fonction de sa dégradation. Cette étude a permis d'établir la carte nationale de sensibilité à la désertification à l'échelle du 1/200.000e sur l'ensemble de la zone steppique pour les wilayas de Djelfa, M'sila, Laghouat, Batna, Khenchela, Tébessa, Biskra, El bayadh, et Naama. (ZAIR, 2011)(CARTE N°07)

Le contexte de cette étude est l'élaboration d'un plan de développement des zones arides et de lutte contre la désertification en Algérie. Etant donné l'étendue du territoire et de la région touchée par ce phénomène, la télédétection a été retenue comme outil d'investigation. Cet outil consiste en l'utilisation d'images prises par des capteurs placés à bord de satellites, dont les principales propriétés sont :

- Possibilité d'appréhender de vastes étendus à partir d'un seul document représentant différentes bandes spectrales
- Répétitivité et fréquence de prise de vue permettant le suivi de phénomènes évolutifs.

Cette étude constitue un outil d'aide à la décision pour la mise en œuvre d'un plan d'action de lutte contre la désertification pour le programme quinquennal 2010 – 2014.



CARTE N° 07 : Carte nationale de sensibilité à la désertification aux 1/200.000 couvrantes 12 wilayas steppiques (27 millions 435 mille hectares)

La méthodologie adoptée conjointement entre le CTS et la DGF s'appuie sur :

- les données images satellitaires
- les données climatiques
- la réalisation des cartes de base
 - la carte d'occupation du sol
 - la carte morpho-pédologique

- la carte d'ensablement

- le modèle de croisement des cartes thématiques
- la réalisation de la carte de synthèse : carte nationale de sensibilité à la désertification

Les cartes par wilaya ont été remises à l'ensemble des conservations forestières concernées, avec les notices explicatives correspondantes. Elles seront confrontées au terrain et validées (par commune). (ZAIR, 2011)

- **Indicateurs de la désertification :**

En l'absence de couvert végétal (destruction des plantes pérennes par arrachage ou fauchage), l'érosion hydrique et éolienne interviennent sur la couche arable, le stade ultime de la désertification étant la mise à nu de la roche mère ou des encroûtements calcaires et gypseux. Les produits érodés se déposent et leurs éléments fins sont repris par l'érosion éolienne. L'intensité de l'érosion dépend de la topographie, du caractère des précipitations et des vents.

Les indicateurs de la désertification retenus dans cette étude sont le couvert végétal, le sol et la morphologie. Chacun de ces indicateurs est classé selon son état et l'impact qu'il produit sur la désertification. La combinaison à travers une matrice de décision de l'état de chacun de ces indicateurs donne lieu, selon un croisement judicieusement conçu, à un niveau de sensibilité à la désertification. (DGF, 2004)

- **Etablissement de la carte :**

La carte établie (CARTE N°07) a fait ressortir 05 classes de terres :

1. La classe **très sensible** à la désertification

Se localise au niveau des édifices sableux et de leurs environs constitués par des voiles sableux.

2. la classe **sensible** à la désertification

Il s'agit essentiellement des terrains occupés par une steppe, dont le taux de recouvrement ne dépasse guère les 20%. Les terrains plats de parcours sont sensibles car très accessibles. Aussi, cette classe concerne les terrains en pente accentuée affectés par une érosion hydrique intense.

3. La classe **moyennement sensible** à la désertification,

Concerne les terrains peu accidentés couverts par des parcours à recouvrement moyen à base d'Alfa et d'Armoise ainsi que les lits d'oueds et Dayas occupés par la céréaliculture.

4. La classe **peu ou pas sensible** à la désertification

Est caractérisée par des sols minéraux bruts, des parcours à base d'alfa bien venante, des massifs montagneux et des matorrals constitués par une végétation à base d'Alfa et de

génévrier. Cette végétation est dotée de grandes potentialités de régénération pouvant stopper l'effet de l'érosion.

5. La classe **désertifiée**

Est constituée par les chotts et les sebkhas.

Selon la DGF, l'utilité de ce travail se justifie dans la mesure où c'est à partir de ses conclusions que nous pouvons élaborer des programmes d'interventions précis sur la steppe, et que le suivi de la désertification et de son évolution peut se faire par une mise à jour de cette étude. Nous pouvons dire qu'actuellement cette carte peut constituer une base de travail notamment pour le forestier mais avec certains travaux complémentaires de terrains. (DGF, 2004)

8 La lutte contre le phénomène de la désertification

La lutte contre le phénomène de la désertification sous toutes ses formes est l'axe principal de cet aménagement. Les reboisements doivent dans ce cas viser :

8.1 La reconstitution du couvert végétal : L'état alarmant du couvert végétal nécessite un programme de réhabilitation axé sur des opérations de protection et des opérations de réhabilitation.

Le reboisement basé sur : les plantations pastorales, les fixations des dunes en amont et les bosquets d'ombrage doit contribuer d'une manière considérable à la réhabilitation des parcours. Seulement, il faut préciser que l'opération de mise en défens constitue l'une des mesures les moins coûteuses et les plus efficaces dans ce cadre.

8.2 La lutte contre l'ensablement : compte tenu de son évolution, ce phénomène risque de mettre en danger plusieurs wilayas. Il risque de causer l'échec pour certains périmètres de mise en valeur qui sont devenus de véritables pièges pour la formation de nouvelles accumulations sableuses (périmètres de Brizina et el Bayadh). Il tend également à mettre en péril certaines plantations forestières telles que les bandes vertes, ainsi de compromettre les efforts déployés en matière d'infrastructures de base.

L'ensablement est devenu donc un véritable fléau qui doit être pris au sérieux. L'organisation spatiale de la dynamique de l'ensablement, ainsi que l'ampleur et les dégâts causés par ce phénomène appellent à raisonner efficacement et imposent une stratégie de lutte basée sur un choix judicieux des opérations à engager dont le reboisement avec toutes ses formes constitue l'une des principales actions.

8.3 La lutte contre l'érosion hydrique : L'opération de lutte contre l'érosion hydrique confiée au secteur des forêts se fait exclusivement avec le procédé mécanique. L'opération de correction torrentielle en gabionnage et en pierres sèches comme seul moyen de lutte cumule un volume de 80.000 m. Dans le but d'atténuer les risques de ce type d'érosion, il s'avère nécessaire de favoriser la reconstitution de la couverture végétale au niveau des piedmonts, bas-versants et mi-versant. Cela peut se faire, selon les zones, par des opérations de mise en défens stricte et des actions de repeuplements.

CONCLUSION

Le processus de désertification s'explique encore une fois, à travers ce travail de recherche reposant sur la télédétection et la géomatique, par une diminution de la couverture végétale induisant une augmentation de l'albédo, une plus faible quantité d'énergie disponible au sol et une réduction de la température de surface. Il s'ensuit donc une réduction des mouvements convectifs verticaux de l'atmosphère et, par suite, une réduction des précipitations d'origines convectives, s'ajoutant encore au stress hydrique de la végétation et amplifiant le phénomène de désertification progressive.

Dans la zone Tellienne, la cause essentielle réside dans l'érosion hydrique ; ce phénomène est dû à la conjugaison des facteurs climatiques, édaphiques et également anthropiques.

Cependant dans la zone des hauts plateaux steppiques, à vocation agro-pastorale, les deux principales causes de dégradation des sols, donc d'accélération du processus de désertification sont l'érosion éolienne induite par une pression humaine alarmante (défrichement, labours) et un parcours excessif et permanent (éradication des espèces pérennes palatables et piétinement du sol avec destruction de la structure du sol et son émiettement).

Cette zone fragilisée par les facteurs naturels (sécheresse, diminution de la matière organique des sols, faiblesse de pluviométrie, grande amplitude thermique, vents chauds etc.) connaît ces dernières décennies des programmes de mise en valeur se traduisant par une sédentarisation des nomades avec toutes les conséquences néfastes qui en découlent comme : le surpâturage, tarissement des points d'eau, le défrichement, l'introduction d'espèces exotiques, l'agriculture de subsistance). Il s'en suit une totale désorganisation des parcours qui disparaissent avec le temps sous la pression d'un cheptel de plus en plus important.

CHAPITRE III : LE SYSTEM D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE (SIG)

Introduction

Bien que la géomatique soit un domaine plutôt méconnu du grand public, la population utilise quotidiennement ses applications sans même le savoir. En effet, la géomatique est à la base des applications de localisation installées sur les téléphones portables (Android, IOS, Blackberry...), du géopositionnement par technologies spatiales (GPS) ainsi que du site Google Earth, entre autres.

La géomatique est une discipline qui intègre les technologies de l'informatique aux sciences de la Terre. Elle permet de manipuler et de traiter une foule de données afin de constituer des cartes et des images sur mesure. Ces éléments se composent de différentes couches d'information superposées, établies à partir de préoccupations et de besoins particuliers.

Grâce à la géomatique, le traitement de l'information géographique de base ou thématique devient plus convivial. Les techniques informatiques permettent d'analyser l'évolution des données dans le temps et dans l'espace, un avantage que les cartes traditionnelles n'ont pas. La géomatique vient ainsi appuyer le processus de décision et pave la voie à une gestion plus efficace et plus éclairée.

.1 Géomatique

1.1 Définitions et typologie

La géomatique est une discipline regroupant les pratiques, méthodes et technologies qui permettent de modéliser, de représenter et d'analyser le territoire pour en faire des représentations virtuelles : géolocalisation, imagerie spatiale, bases de données, systèmes d'information et SIG (Système d'information géographique), systèmes décisionnels, technologies du Web... Dans ses applications, la géomatique est largement ouverte sur l'ensemble des secteurs économiques : développement et aménagement durables du territoire, agriculture, milieux naturels, gestion de ressources, transports, urbanisme, industrie spatiale, gestionnaires de réseaux (routes, télécommunications, etc.), énergie, défense et sécurité civile, commerce et géomarketing...

La Géomatique est maintenant l'un des secteurs de la technologie de l'information les plus dynamiques, elle s'est imposée comme un outil de gestion de l'information indispensable intégré obligatoirement dans le processus décisionnel.

Le terme géomatique provient de la contraction des termes géographie et informatique. La géomatique permet donc de tirer le meilleur parti de chacun de ces deux domaines.

1.2 Notions de base

Pour fournir aux spécialistes et aux gestionnaires un produit géographique de qualité, offrant des données précises et le plus à jour possible, plusieurs sciences sont mises à contribution.

- **La géodésie** étudie la forme et les dimensions de la Terre, ainsi que la localisation de points à sa surface. Elle est utilisée au début des travaux de cartographie, de télédétection, de génie civil et de navigation terrestre ou spatiale. Elle permet d'assurer le positionnement des bases de données géographiques.
- **La topométrie** sert à collecter et à enregistrer, sur le terrain, des mesures d'angles et de distances.
- **La photogrammétrie** utilise des photographies aériennes et des images satellites pour effectuer l'interprétation, le positionnement et la prise de mesures des détails topographiques visibles.
- **L'arpentage** détermine la position et la limite d'une propriété, d'un bâtiment ou d'un territoire administratif à partir de l'analyse des titres, des lois, des règlements et des arpentages antérieurs. L'opération peut comprendre la création d'une désignation territoriale officielle et l'établissement de repères au sol, afin, entre autres, de reconstituer en tout temps le périmètre du terrain ou du territoire concerné.
- **La télédétection** recueille de l'information sur une cible au sol, et ce, par l'analyse et l'interprétation d'images captées à partir de plates-formes comme les satellites.
- **La cartographie** permet la représentation géographique des éléments naturels et artificiels d'un territoire dans un système de coordonnées terrestres.

1.3 Métiers de la géomatique

L'approche géomatique est par essence multifacettes et pluridisciplinaire, elle permet d'accéder quatre familles représentatives de métiers [<http://www.ensg.eu/Les-metiers-de-la-geomatique>] :

- **acquisition de données géographiques** : il s'agit de l'ensemble des technologies visant à produire de l'information géographique via des mesures (positionnement, imagerie aérienne ou spatiale, LIDAR, etc.), à caractériser leur qualité et leur fiabilité ;
- **informatique et technologies de l'information** : les données géographiques générées sont très variées dans leur nature et représentent des volumes d'information très importants. Pour les exploiter efficacement et rapidement, il faut recourir aux technologies informatiques. Il est nécessaire de modéliser la connaissance pour structurer et ordonner intelligemment les données géographiques, pour identifier leurs interdépendances et les urbaniser dans le cadre de systèmes

d'information complexes. Il faut aussi mettre en place les modalités de diffusion et d'accès à l'information ;

• **utilisation métier dans un domaine applicatif** : les données géographiques et les SIG ainsi produits ont vocation à être utilisés par des professionnels exerçant dans des secteurs économiques variés ; la géomatique doit répondre à leurs besoins en adoptant leur point de vue, tout en restant accessible à ces publics non spécialistes. La géomatique est donc une rencontre entre un expert en géomatique, capable de comprendre les enjeux d'un domaine applicatif, et un professionnel non spécialiste ; le premier doit savoir reformuler les besoins du second et proposer des solutions technologiques exploitables par lui ; le second doit comprendre la plus-value de l'outil géomatique afin de jouer pleinement son rôle d'utilisateur ;

• **sphère décisionnelle** : la rencontre des données géographiques, des technologies de l'information et d'un domaine métier applicatif font de la géomatique un outil incomparable d'aide à la prise de décision (quelle stratégie pour développer un territoire ? Quel plan d'action pour gérer une catastrophe ? Où implanter une structure commerciale pour garantir sa viabilité ?). L'outil géomatique s'adresse donc directement aux décideurs par l'approche intuitive qu'il propose et sa facilité d'emploi. La géomatique est un outil de gouvernance.

1.4 Domaines d'application (utilisation)

Ces outils de gestion sont utilisables dans plusieurs domaines à savoir : l'agriculture, l'environnement et la gestion des ressources en eau, le transport, la santé, les risques majeurs et sécurité, les réseaux de distribution (télécommunication, gaz, électricité et mines), géomarketing (localisation de la clientèle et zones de chalandises) et géostratégie...etc.

Ainsi, les domaines d'applications de la géomatique peuvent se regrouper en cinq grands axes :

1.4.1 Prévention des risques

La géomatique est un outil d'étude de risques naturels (inondations, désertification, feux de forêt...). Elle aide d'une part à développer des techniques et des méthodes d'analyse pour une meilleure gestion et compréhension des catastrophes naturelle et d'autre part à mettre en place des plans de prévention et de protection. Elle est particulièrement utile pour gérer les crises.

Dans d'autres domaine comme celui de la santé, l'outil géomatique sert à étudier et à mieux comprendre la propagation de maladies afin de réduire les risques d'épidémies. Enfin, grâce à l'analyse et à la représentation des données qui se caractérisent sa localisation géographique, elle permet d'améliorer l'accessibilité aux soins pour les populations.

1.4.2 Environnement et développement durable

La réalisation de cartes, de plans, d'images numériques à partir des données géographiques et de leur traitement concourt à la protection de l'environnement et contribue au développement durable.

La gestion spatiale des données permet de modéliser le territoire afin de trouver les meilleurs sites pour des nouvelles infrastructures. Elle permet aussi de gérer l'occupation des sols (forêts, végétations, espaces agricoles...), de mieux maîtriser l'expansion de l'urbanisation et ainsi de préserver les espèces et les écosystèmes.

.1.4.3 Aménagement de territoire

Les outils géomatiques, et tout particulièrement les Système d'Information Géographique (SIG) sont au cœur de l'aménagement du territoire. Ils sont utilisés pour des tâches telles que la numérisation, le stockage, la mise à jour et la production de plusieurs types de documents, mais aussi pour mieux prévoir le développement des territoires. En effet, ces systèmes permettent de croiser des informations diverses et complémentaires sur le territoire: occupation du sol, populations, réseaux, espaces naturels... Par leur fonction d'analyse spatiale, il est possible de réaliser des études d'impacts ou de déterminer les sites les plus appropriés pour installer des services.

1.4.4 Géolocalisation

La géolocalisation est un outil essentiel permettant de localiser un objet en tout point de la planète, c'est-à-dire d'obtenir ses coordonnées dans un référentiel lié à la Terre. La géolocalisation s'est fortement démocratisée grâce aux systèmes de positionnement par satellite (GPS, Glonass, Galileo) avec une précision allant d'une dizaine de mètres pour les applications grand public à quelques millimètres pour les applications scientifiques.

Les techniques de géolocalisation permettent aussi d'améliorer le fonctionnement des services urbains pour rendre la ville plus intelligente : meilleure prévision des tournées de ramassages des déchets, gestion de l'éclairage urbain, gestion des réseaux d'eau ou d'électricité.

L'utilisation des techniques de localisation a tenu sa part dans des applications biologiques (étude du déplacement des populations animales, la santé de la flore).

.1.4.5 Aide à la prise de décision

La rencontre des données géographiques, des technologies de l'information et d'un domaine métier applicatif font de la géomatique un outil incomparable d'aide à la prise de décision. En effet, l'outil géomatique s'adresse directement aux décideurs par l'approche intuitive qu'il propose et sa facilité d'emploi. La géomatique est un outil de gouvernance.

2 Bases de données à référence spatiales

2.1 Définitions

Des bases de données ont été développées depuis de nombreuses années dans toute une série de domaines, de la gestion des données statistiques ou médicale à celles des entreprises. Selon Laurini et Thompson (**Laurini, et al., 1992**), une base de données est une collection de données

non-redondantes représentant les besoins d'un ensemble d'utilisateurs. De manière générale, le recours à une base de données présente les avantages suivants :

- gestion d'un grand volume de données ;
- organisation et structuration des données ;
- facilité de saisie, de consultation et de mise à jour des données ;
- rapidité d'extraction et de traitement des données ;
- accès facilité aux données au travers d'un langage d'interrogation approprié ;
- consistance, sécurité et protection des données.

L'augmentation considérable des capacités de calcul des systèmes informatiques, accompagnée du développement d'applications graphiques élaborées, comme les SIG, s'est traduit par des besoins nouveaux en matière de gestion de données possédant une référence spatiale. La grande famille des bases de données a ainsi accueilli un nouveau membre : les bases de données géographiques (ou bases de données à référence spatiale BDRS). Ces derniers peuvent se définir comme un ensemble de données géoréférencées organisé en vue de son utilisation par des programmes d'ordinateurs (des applications), pouvant décrire plusieurs thèmes à des échelles différentes pour un même territoire (**Federal Geographic Data Committee 1994 ; Commission permanente de la Recherche Géographique 1993**). En effet, les **géodatabases** sont des bases de données relationnelles qui contiennent des informations géographiques. Le modèle de géodatabase prend en charge un modèle de données vectorielles **orienté objet**. Avec ce modèle, les entités sont représentées comme des objets avec des propriétés, un comportement et des relations. Une entité du monde réel est représentée par un objet correspondant à un enregistrement dans une table relationnelle.

2.2 Caractéristiques des BDG

Les bases de données géographiques se distinguent par les aspects suivants :

- Elles contiennent des données alphanumériques et des données graphiques. Ces dernières permettent de localiser et de définir la forme géométrique des phénomènes représentés.
- Les liens de voisinage, d'adjacence, d'intersection, d'appartenance et d'inclusion qui relient les phénomènes du territoire, nécessitent de prendre en compte la dimension topologique de l'information spatiale.
- L'échelle de perception de la réalité n'est pas unique, ce qui nécessite de disposer de plusieurs niveaux de définition de l'information spatiale.
- L'existence de deux modes de structuration de l'information géographique, à savoir les modes matriciel (raster) et vectoriel, nécessite de les faire cohabiter et de les combiner pour pouvoir intégrer et exploiter l'ensemble des informations spatiales répondant aux besoins des utilisateurs.
- Le besoin de pouvoir accéder aux informations au travers des objets graphiques nécessite le développement de structures de représentation physiques appropriées et l'extension des langages d'interrogation habituellement utilisés.

2.3 Information géographique

L'information géographique (IG) peut être définie comme l'ensemble de la description d'un objet et de sa position géographique à la surface de la Terre. Il est courant de dire que 80% de l'information que nous traitons possède une dimension géographique. A cette information peut être attachée une ou plusieurs représentations graphiques.

Selon Quodverte, l'information géographique est la représentation d'un objet ou d'un phénomène réel, localisé dans l'espace à un moment donné (**Quodverte, 1994**)

En général, l'information géographique est une information ayant une référence au territoire, soit sous la forme de coordonnées, de nom de lieu, d'adresse postale ou autre.

Elle peut être dupliquée sans dégradation,

- circule et s'échange à grande vitesse via les réseaux de communication,
- se combine avec d'autres informations en vue d'en créer de nouvelles.

Les informations géographiques sont acquises, stockées, analysées, visualisées et distribuées à l'aide de systèmes d'information géographique (**Coordination de l'information géographique et des systèmes d'information géographique, 2001, Suisse**).

On distingue habituellement deux types d'information géographique :

- des informations de base ou de référence (ex.: **Référentiel à Grande Echelle**),
- des informations thématiques concernant un domaine thématique particulier (**environnement, biodiversité, transport, réseaux d'utilités, foncier**, etc.) venant enrichir la description d'un espace ou d'un phénomène défini par des informations de base.

Les trois composantes de l'information géographique sont (Association Française de l'information géographique) :

- l'information relative à un objet décrit par sa nature, son aspect : c'est le niveau **sémantique**. L'ensemble des attributs de l'objet forme ses attributs (ex. : le numéro d'une parcelle cadastrale, le nom d'une route, d'une rivière, d'une commune, etc.).
- les relations éventuelles avec d'autres objets ou phénomènes : c'est le niveau **topologique** (ex. : la contiguïté entre deux communes, l'inclusion d'une parcelle dans une commune, l'adjacence entre les différents nœuds des tronçons constituant des parcelles cadastrales, etc.).
- la forme et la localisation de l'objet sur la surface terrestre, exprimés dans un système de coordonnées explicite c'est le niveau **géométrique** (ex. : coordonnées géographiques polaires ou sphériques de type Longitude-Latitude ou coordonnées cartographiques issues d'une projection cartographique comme la projection Lambert). Un système de coordonnées peut être valable sur tout ou partie de la surface terrestre ou autre (ex. : **le système géodésique mondial WGS84**)..

3. Système d'Information Géographique

Introduction

L'information géographique est devenue l'instrument indispensable de la gestion rationnelle de l'espace. Il y a quelques années la mise en place de SIG paraissait réservée aux grandes structures. Aujourd'hui les progrès informatiques et les possibilités offertes en matière de gestion et d'analyse, conduisent à la généralisation de l'outil à tous les échelons du territoire. Cependant la mise en place d'un SIG, quelle que soit la taille du territoire, reste un investissement humain et financier important.

Le premier système d'information géographique a été mis en place à la fin des années 60 par le gouvernement fédéral canadien qui avait besoin d'un outil pour effectuer ces activités de cartographie et assurer la gestion et la mise à jour de la base de données territoriales nationales (Roche, 2000).

Le système d'information géographique ou S.I.G. est un véritable instrument de travail, son application permet de représenter sur un écran d'ordinateur (système informatique) une carte ou un plan plus renseigné qu'un document papier ou un fichier d'attribut du fait que, chaque information attributaire est liée directement à un objet géographique.

3.1 Définitions

Selon la Comité Fédéral de Coordination Inter-agences pour la Cartographie Numérique, 1988, USA., le Système d'Information Géographique est un Système informatique de matériels, de logiciels, et de processus conçu pour permettre: (1) la collecte, (2) la gestion, (3) la manipulation, (4) l'analyse, (5) la modélisation et (6) l'affichage de données à référence spatiale afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion.

La Société française de Photogrammétrie et de télédétection (1989) a donné la définition suivante : «*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 (géoréférencées)* ». Aronoff, le définit comme un système informatique pour gérer les données géoréférencées, il offre les quatre fonctionnalités: acquisition, gestion des données (archivage de données), la manipulation et l'analyse, et l'affichage de données (Aronoff, 1989).

L'économiste français M. Didier le définit comme « un ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision ». (Didier, 1990). À cet ensemble, il faut ajouter les outils informatiques, tant matériels que logiciels, nécessaires à l'exploitation des données.

Selon Rendremanana, (Rendremanana, et al., 2001), un SIG peut être défini comme "*un ensemble de données de nature diverse, structurées de façon à être gérées facilement et dont le*

point commun est d'être géoréférencées, c'est-à-dire être repérées dans l'espace, à l'aide de coordonnées géographiques".

Un SIG. est donc constitué : d'une part, d'un ensemble de données géographiques numériques, accompagnées de leur description détaillée en termes de précision, d'exhaustivité; d'autre part, des moyens informatiques permettant de traiter ces informations, de les gérer et d'en extraire - de la façon la plus efficace et la plus simple possible - des sous-ensembles utiles pour les présenter à l'utilisateur.

Par conséquent, cette diversité de définition des SIG a causée de nombreuses nominations de ces systèmes. Les anglophones utilisent le terme GIS (Geographic Information System) sans faire de distinction le logiciel et l'application qui l'utilise (Thériault, 1996) in (Joerin, 1997). Les francophones utilisent les termes SIG, SIRS, SIL, SIT...etc.

3.2 Notions de base

Il est nécessaire de différencier entre deux termes couramment utilisés dans les problématiques qui peuvent être traitées avec les Système d'Information Géographique à savoir la donnée et l'information :

Donnée : représentation d'une information sous forme conventionnelle destinée à faciliter son traitement et sa communication. Elle sera plutôt utilisée pour désigner des éléments dans le cadre de leur manipulation informatique, sans référence à leur signification.

Information : une information est la signification qui est attachée à une donnée. Une information concerne un utilisateur. Elle devient une donnée quand elle est dans l'ordinateur. L'information sera plutôt utilisée pour désigner des éléments avant et après le traitement informatique.

3.3 Fonctionnalités d'un SIG

Les SIG présentent un certain nombre de fonctionnalités qui peuvent être rassemblées de différentes manières. Dans ce contexte, on trouve plusieurs typologies qui regroupent d'une façon plus ou moins exhaustive l'éventail des potentialités des SIG.

3.3.1 Abstraction

Les SIG sont utilisés pour réaliser des descriptions du territoire permettant d'obtenir l'information nécessaire pour répondre à une problématique déterminée. Ils contiennent cette information sous plusieurs formes dont certaines sont des représentations d'éléments ou de phénomènes existants. Ces représentations cherchent à reproduire le plus fidèlement possible la réalité d'une manière compréhensible par les utilisateurs et utilisable informatiquement dans le but de répondre à des objectifs donnés. Il est donc nécessaire de préciser les éléments sur lesquelles on doit disposer d'information et la nature de celle-ci. Le monde réel est ainsi modélisé en fonction des besoins, ce qui permet de définir précisément le contenu du système.

Les SIG (au sens du logiciel) gèrent plusieurs types de supports d'informations correspondant à plusieurs familles de données : certaines sont dites "vectorielles" (les objets sont représentés ou schématisés par un élément ayant une forme et des propriétés), d'autres sont dites "raster" (appelé aussi mode image ou mode matriciel) telles les photographies, les images satellitaires, images scannées...etc.

Le système d'information géographique sera ainsi basé sur une description synthétique du territoire, c'est à dire qu'un choix de contenu a été effectué, un mode de description a été retenu et les relations entre objets et les renseignements attributaires ont été identifiés . Il reprend toutes les fonctionnalités attendues d'un système d'information et prend en compte la dimension supplémentaire imposée par la géométrie

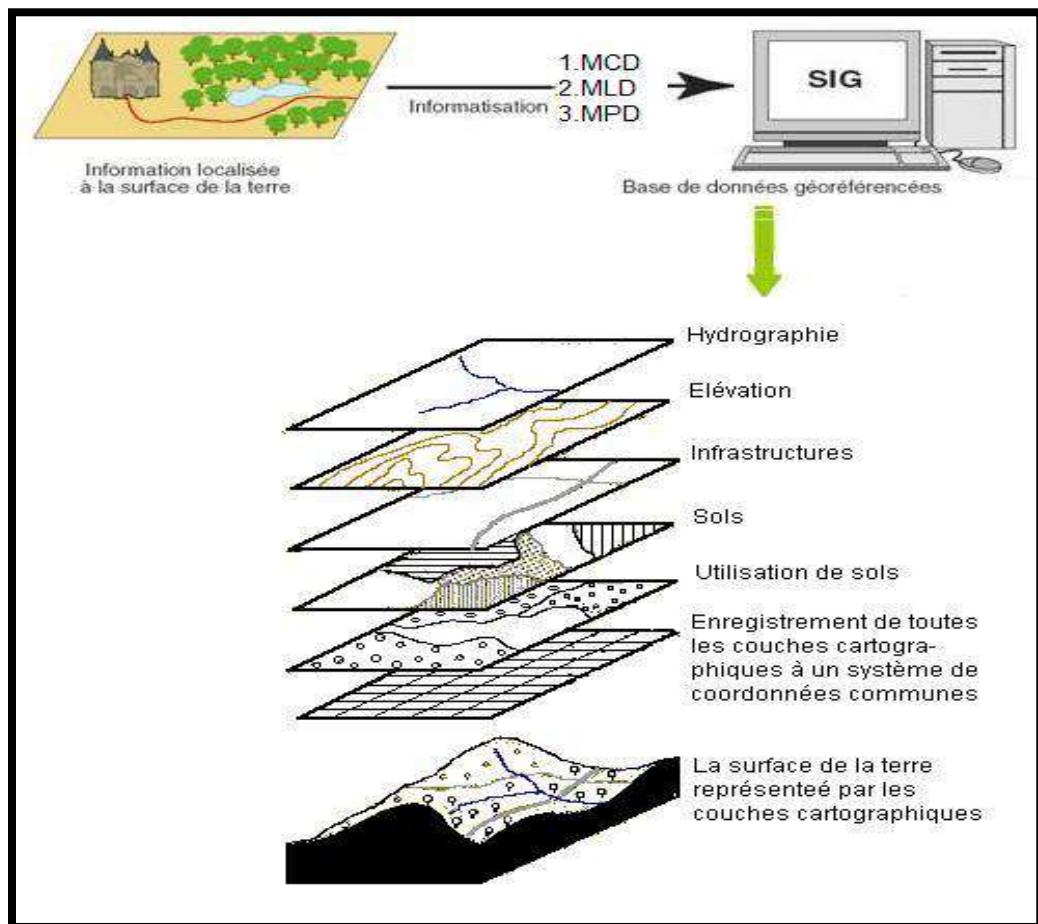


Figure N°05 Modélisation du monde réel

3.3.2 Acquisition des données

Les éléments que doit contenir le système sont connus dès que le modèle conceptuel est établi et les informations géométriques et sémantiques nécessaires sont précisées. Les données doivent ensuite être intégrées et doivent répondre aux exigences de qualité induites par les objectifs à atteindre. Ces données peuvent provenir de fournisseurs extérieurs, de numérisation directe ou de traitements particuliers comme des images satellites par exemple.

-Les techniques d'acquisition

Pour les données vecteurs les sources sont soit indirectes, plan, photo, image satellite, soit directes avec des levés terrains.

• *Acquisition à partir de documents existants*

Du papier (plan carte) au numérique, à partir d'une planche à numériser ou du scannage de la donnée sur l'écran de l'ordinateur, on numérise des objets dessinés sur le plan en données vecteurs. L'inconvénient de cette méthode est la retranscription des erreurs dues au support d'origine (déformation du papier, épaisseur du trait, ...). Si la donnée est scannée et géoréférencée c'est de la donnée « raster »

• *Acquisition à partir de photos*

De la photo (scannée) ortho-rectifiée à la donnée vecteur, c'est une des principales sources pour une numérisation précise sur de grands territoires (la constitution de la donnée topographique de l'INCT (Institut National de Cartographie et de la Télédétection) ou du ANC (Agence National du Cadastre) pour l'ensemble du territoire se fait par photogrammétrie). La précision de la donnée est en relation avec la précision de la photo. Ce type d'acquisition nécessite soit des enquêtes terrain soit des croisements avec d'autres données pour qualifier la donnée ; la photo est une simple collection de pixels.

• *Acquisition à partir d'image satellite*

L'image satellite constitue la principale source d'information pour l'occupation du sol grâce à la télédétection qui regroupe l'ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec ceux-ci.

• *Acquisition à partir de donnée alphanumérique*

La donnée littérale permet de créer de la donnée (géocodage) ou de l'enrichir.

• *Acquisition à partir du terrain*

Généralement utilisée pour des chantiers de petite taille ou en complément avec d'autres techniques.

- Levé GPS (Global Positionning System) système de positionnement, à l'échelle du Globe, sur un ensemble de satellites artificiels.

- Levé à la planchette.
- Levé avec théodolite (mesure des angles) et/ou distancemètre.

Remarque : Il faut clairement distinguer la précision de la localisation et la qualité des données attributaires. On peut dire que la fiabilité résulte d'une combinaison de la précision géométrique et de la présence de métadonnées judicieuses.

La création de donnée géographique rentre dans le cadre de production intellectuelle et donc de la propriété intellectuelle.

L'acquisition de données n'entraîne pas le transfert au profit de l'acquéreur des droits exclusifs de propriété. Leur utilisation peut-être limitée, interdiction ou limitation de reproduction graphique ou numérique de la donnée sur internet ou document papier.

L'achat de données à un producteur autorise le plus souvent à utiliser la donnée mais ne donne pas la propriété de celle-ci.

Le droit de la propriété intellectuelle, droit d'auteur s'applique à des données dont la mise en forme (structuration) doit présenter un caractère d'originalité. L'utilisateur devra s'assurer auprès de l'auteur qu'il est autorisé à reproduire tout ou partie de l'œuvre de celui-ci.

Le droit économique permet de protéger les données en raison de l'investissement substantiel qui a permis de les produire. Ce droit permet de protéger le contenu de la base et non plus sa seule structure. Ces deux protections sont cumulables ou peuvent être indépendamment invoquées.

Toute concession de droits d'utilisation de données géographiques accordée par un fournisseur à un tiers doit faire l'objet d'un écrit (contrat ou licence) prévoyant la nature des droits cédés ainsi qu'une description de la donnée.

3.3.3 Archivage

Le SIG rassemble un volume important d'information afin de permettre son utilisation dans des applications variées, il possède des capacités de traitements spécifiques à la composante géométrique et offre une palette d'outils permettant de travailler avec en particulier dans les calculs de proximité ou dans les recherches basées sur des critères géométriques. C'est une des fonctions les moins visibles pour l'utilisateur. Elle dépend de l'architecture du logiciel avec la présence intégrée ou non d'un Système de Gestion de Base de Données (SGBD) relationnel ou orienté objet. Au niveau logique, certains systèmes informatiques gèrent simultanément les données géométriques et les données attributaires alors que d'autres séparent ces deux types de données. Cela entraîne des conséquences car les possibilités de traitements ne sont pas les mêmes. De plus au niveau physique, les bases de données peuvent être réparties sur plusieurs sites, le lien étant réalisé par des serveurs.

3.3.4 Analyse

L'analyse est le mode le plus puissant et le plus riche. On regroupe dans les fonctionnalités d'analyse des opérateurs permettant d'incorporer dans les requêtes des critères géométriques et certaines possibilités de calculs sur les données géographiques (Henri, 1995). Les différentes relations que l'on peut mettre en œuvre concernent la proximité (trouver les objets proches d'un autre), la topologie (objets jointifs, inclus, partiellement inclus, exclus...etc.) ou la forme (taille, type...etc.). Il est ainsi possible de combiner les propriétés géométriques avec les propriétés sémantiques afin de réaliser une analyse assez complète.

Les autres fonctions d'analyse spatiale sont des opérations mathématiques qui exploitent les propriétés topologiques des données géographiques :

- Création de zones tampons¹⁰ autour de points, lignes, polygones ;
- Croisement de polygones (calcul des polygones résultants de l'intersection de deux ou plusieurs objets surfaciques), et plus généralement opérations booléennes sur des polygones (intersection, union, inclusion, exclusion...etc.) ;
- Analyse de graphes (recherche le plus court chemin suivent la distance ou un autre critère.) ;

Cette liste n'est pas complète, car il faudrait ajouter d'autres fonctionnalités ; notamment celles spécifiques aux données pixels.

La combinaison de toutes ces fonctionnalités de requêtes, d'analyse, sur des données en mode vecteur ou raster, permet de résoudre des problèmes assez complexes.

3.3.5 Affichage

Les SIG permettent l'édition des données et des résultats des traitements sous diverses formes: affichage à l'écran (affichage des différentes couches, résultat des requêtes...etc.), édition sur traceur, imprimante (édition des données sur support papier), ou copie d'écran, mais aussi création de rapports, statistiques, d'histogrammes ou de graphiques diverses.

Les SIG sont principalement caractérisés par leur capacité à traiter numériquement à la fois la composante spatiale et la composante thématique d'un phénomène (**Joliveau, 2000**).

La figure suivante présente l'ensemble des fonctions d'un Système d'Information Géographique, aussi les relations entre ces différentes fonctions sont exprimées :

¹⁰ Ensemble des points situés à moins de telle distance de tel objet ou de tel groupe d'objets.

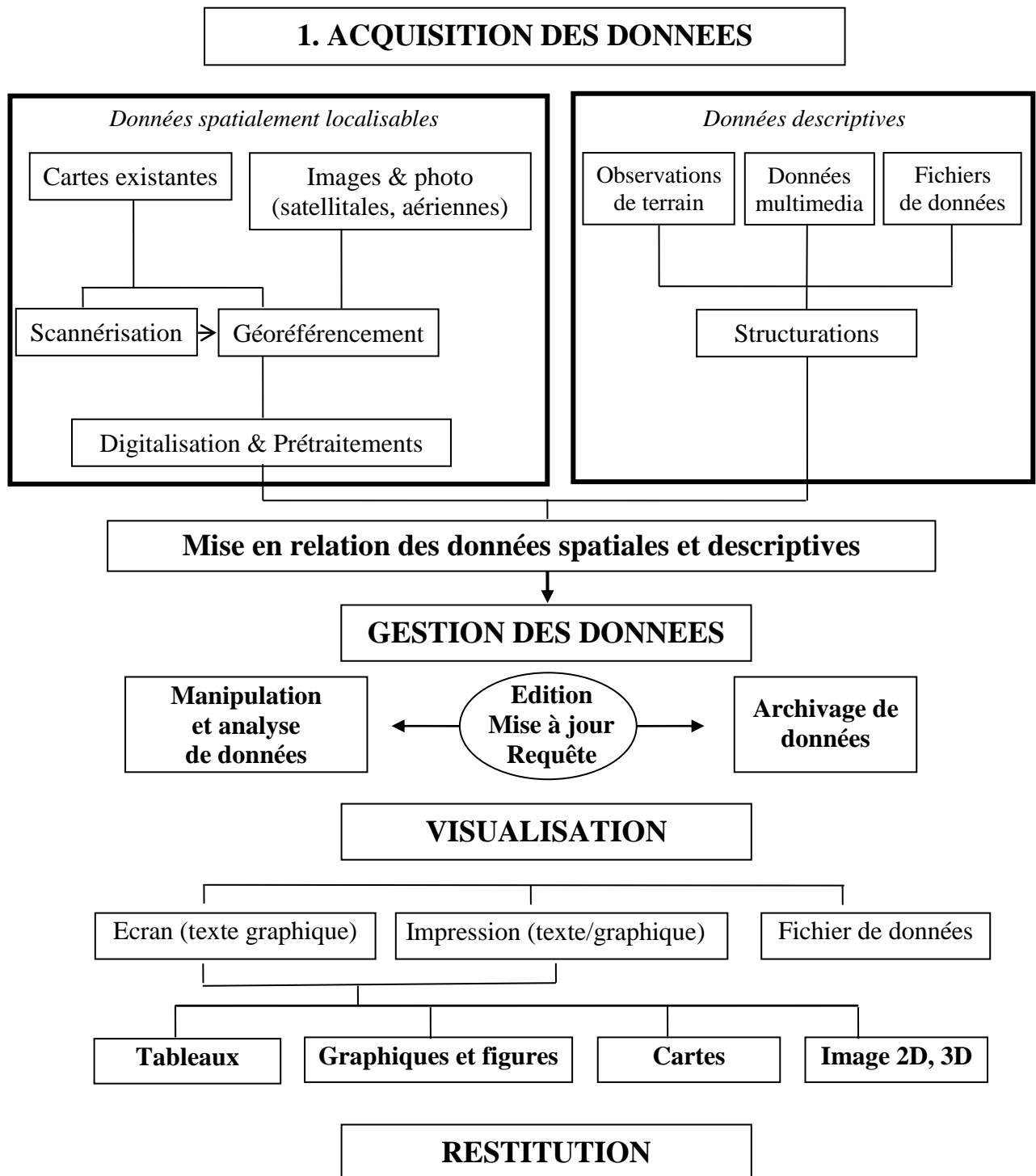


Figure N°06: Les fonctions d'un SIG

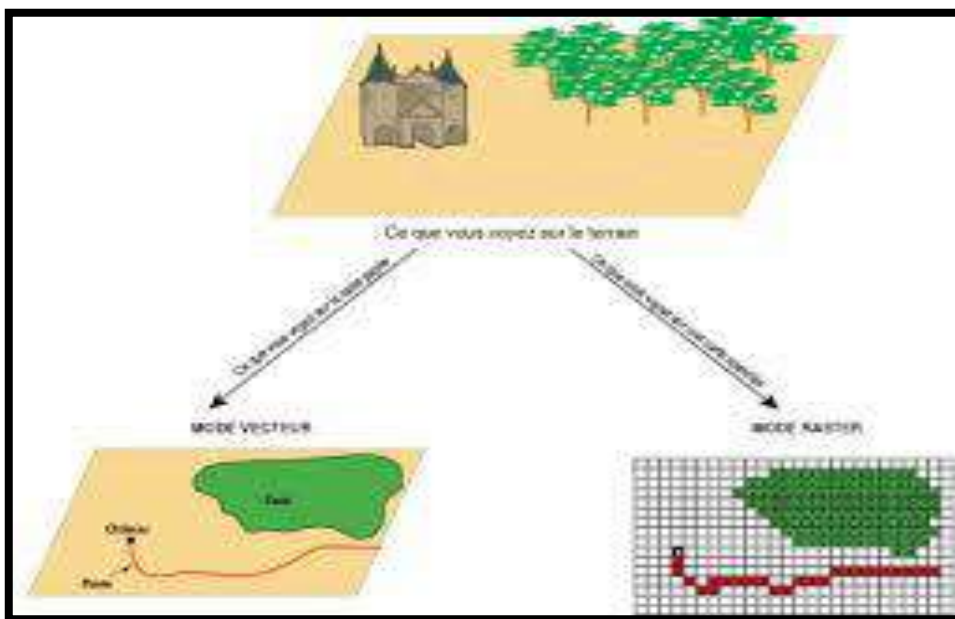
3.4 Structuration de l'information géographique

L'information dite géographique s'oppose à la donnée brute en ce qu'elle est plus élaborée. L'information géographique comporte deux aspects : une dimension spatiale de type géométrique et une dimension thématique d'ordre sémantique. La première permet de localiser les objets dans un système de coordonnées (latitude et longitude ou coordonnées cartésiennes). La dimension thématique, quand à elle, renseigne sur les qualités de ces derniers à travers des attributs qui les caractérisent (nature, aspect...).

Ces données géographiques sont stockées dans des bases de données spatiales et attributaires. En effet, elles sont structurées sous forme de couches d'informations monothématiques, c'est à dire composées d'entités de même nature, auxquelles correspond une table attributaire. Les couches sont superposables et peuvent respectivement contenir du linéaire, du surfacique ou encore du ponctuel.

3.4.1 Les données graphiques

On distingue essentiellement deux modes de représentation de données graphiques : le mode vecteur et le mode raster.



FigureN° 07 : Modes de représentation de l'information géographique

a. Données vecteurs : Les données vecteur sont un ensemble d'objets géographique représenté chacun par des primitives graphique : le point et l'arc, Les arcs se connectent à leur extrémité ou nœud pour former des lignes et des polygones.

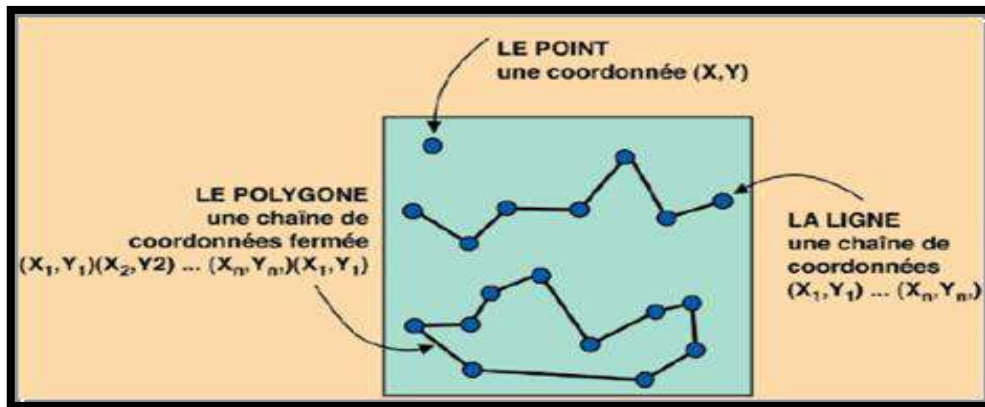


Figure N°08 : Primitives élémentaires dans le mode vecteur

Les points : Ils définissent des localisations d'éléments séparés pour des phénomènes géographiques trop petits pour être représentés par des lignes ou des surfaces qui n'ont pas de surface réelle comme les points cotés, les puits, les points de sondages, les sièges d'exploitation ...etc.

- **Les lignes :** Les lignes représentent les formes des objets géographiques trop étroits pour être décrits par des surfaces (ex : rue ou rivières) ou des objets linéaires qui ont une longueur mais pas de surface comme les courbes de niveau. Les réseaux techniques, les cours d'eau ou les voies sont des données linéaires.

- **Les polygones :** Ils représentent la forme et la localisation d'objets homogènes comme des pays, des parcelles ou tout autre zonage thématique ; se sont des données surfaciques.

Remarque : le choix des primitives élémentaires utilisées dans ce mode dépend aussi de l'échelle de présentation (petite, moyenne et grande).

b. Données raster: En mode raster, l'image est composée par un ensemble d'éléments carrés de même dimension, le pixel. Parmi les données graphiques en mode raster, on retrouve, l'image satellitaire, l'ortho photographie, l'orthophotoplan. C'est également un mode de représentation des phénomènes alternatifs au mode vectoriel en ce qu'il permet une représentation homogène et généralisée des processus, phénomènes et des territoires.

La réalité est décomposée en une grille régulière et rectangulaire, organisée en lignes et en colonnes, chaque maille de cette grille ayant une intensité de gris ou une couleur. La juxtaposition des points recrée l'apparence visuelle du plan et de chaque information. Une forêt sera "représentée" par un ensemble de points d'intensité identique.

On peut distinguer deux types de données raster :

- **Les images** : utilisées essentiellement pour la représentation graphique (photo aérienne, carte scannée).

L'information contenue dans la matrice de pixel concerne la couleur de représentation de l'information. Cette information n'est pas directement accessible.

- **Les grilles** : utilisé pour du calcul et de la modélisation (modèle numérique du terrain).

L'information contenue dans la matrice de pixel concerne une valeur quantitative (ex. Altitude), cette information peut être vue ou modifier dans la table attributaire.

c. Données alphanumériques : Les données alphanumériques sont l'ensemble des données qualitatives (nom de la parcelle) et quantitatives (rendement d'une parcelle agricole) associées à chaque entités du fichier de formes.

Le lien dynamique entre donnée alphanumérique et graphique peut se traduire de deux manières :

- à chaque fois que l'on pointe graphiquement sur l'objet d'une couche (une parcelle...) on connaît les propriétés de l'objet pointé.

- à chaque fois que l'on pointe dans une table attributaire sur un objet, on sait immédiatement où se situe cet objet sur la couche d'information associée.

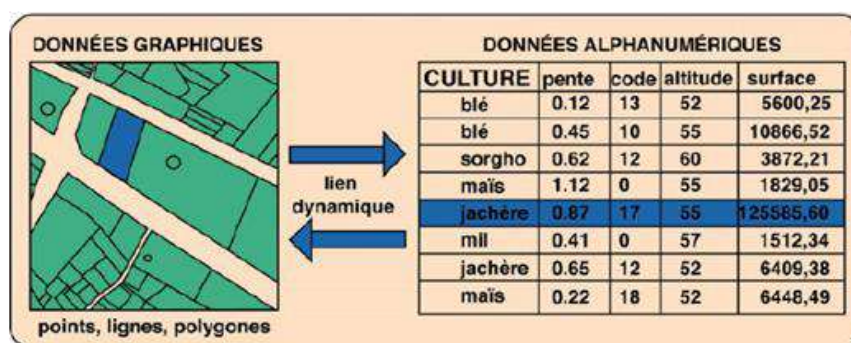


Figure N°09 : Lien dynamique entre objet géométriques et son attribut

3.4.2 Comparaison entre le mode vecteur et raster

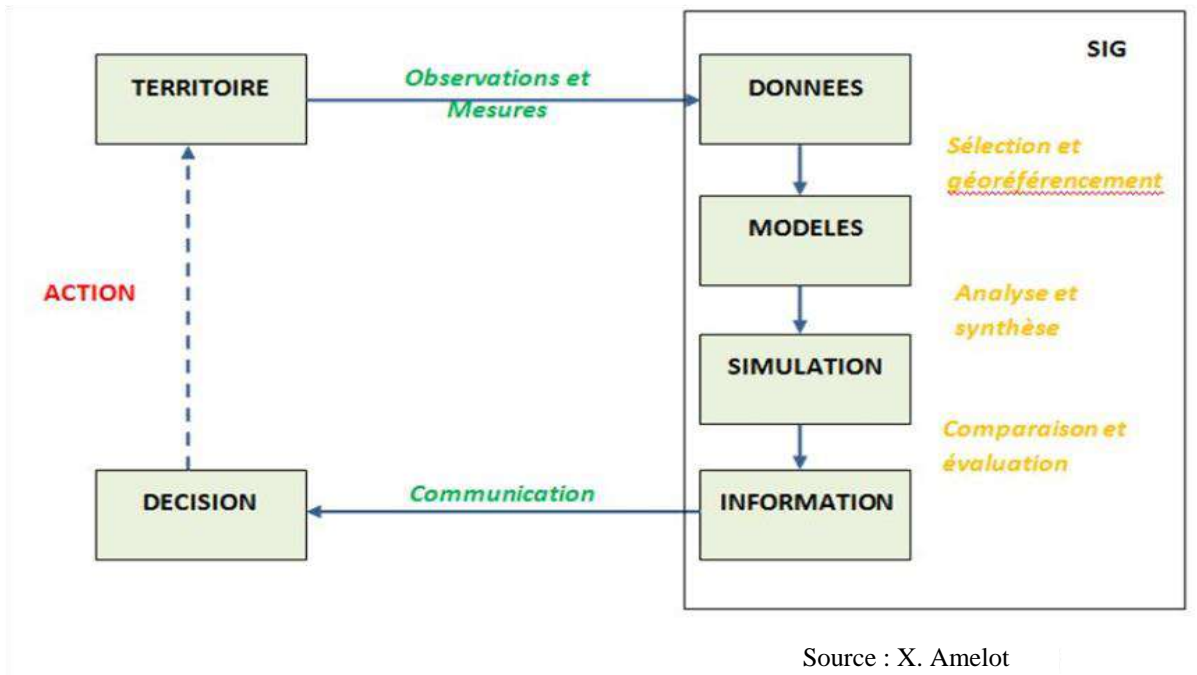
Les avantages et les inconvénients traditionnels du mode raster vis-à-vis le mode vecteur ont été documentés par Kenndey et Meyers (1997) (REDDY, 2008). Les questions fondamentales incluent le volume de données, l'efficacité de récupération, l'exactitude de données, l'affichage de données, l'exactitude à la perturbation, et la manipulation de données, l'efficacité, et les possibilités de traitement. Des comparaisons détaillées entre les deux modes sont présentées dans le Tableau N°08 9:

	Raster	Vecteur
Avantages	<ol style="list-style-type: none"> 1. Structure de données simple. 2. la superposition des couches est facilement et efficacement réalisable. 3. La variabilité spatiale est efficacement représentée dans ce mode. 4. Le mode raster est plus ou moins exigé pour la manipulation et le perfectionnement efficaces des images numériques. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Il fournit une structure de données plus compacte que le mode raster. 2. Il fournit le codage efficace de la topologie, et, en conséquence, l'exécution plus efficace des opérations qui exigent l'information topologique, comme, analyse en réseau. 3. Le mode le mieux adapté à la représentation de la réalité.
inconvénients	<ol style="list-style-type: none"> 1. La structure de données raster est moins compacte. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. C'est la structure de données la plus complexes qu'une structure raster simple.

Tableau N°08 : Comparaison entre le mode raster et vecteur

3.5 Les SIG ; outil d'aide à la prise de décision

De l'observation du réel découle un ensemble de données qui se voient modélisées. Soumises à un ensemble d'opérations d'analyses spatiales (requête spatiale, attributaire, calcul de densité..), les données participent à la construction d'une information géographique. Cette dernière sert de support d'aide à la prise de décision au moyen d'un outil de communication visuelle qu'est la carte. Le SIG donne aux acteurs locaux des outils, des moyens, des méthodes, des informations qui sont à même de leur permettre d'évaluer et de comprendre les phénomènes et les territoires en vue d'action de ces derniers. (cf **Error! Reference source not found.**).



Source : X. Amelot

Figure N°10 : Les SIG comme outils d'aide à la prise de décision

Les SIG offrent un véritable aide pour les utilisateurs en ce qui concerne la gestion et la représentation des données spatiales. Ainsi, ces systèmes ont joués un rôle important dans le cadre de l'aménagement du territoire (étude d'impact, choix des sites d'implantation... etc.). Les SIG en favorisant, sur une zone très large, le croisement (superposition), le traitement, et le stockage de l'information géographique, améliorent encore sa représentation (divers genres de représentation).

4 Conclusion

La combinaison des données de différentes sources et de différents types que nous venons de décrire, ne constitue que la pointe de l'iceberg pour l'intégration de données et l'analyse. Dans un environnement numérique, où toutes les sources de données sont géométriquement liées à une base géographique commune, le potentiel pour l'extraction de l'information est très grand. Ceci définit le principe de l'analyse numérique dans un système d'information géographique (SIG). Toutes les données qui peuvent être repérées dans un système de coordonnées géographiques communes sont susceptibles d'être utilisées dans ce type d'environnement.

Récemment, il y a eu une révolution dans la disponibilité d'information et dans le développement et l'application des outils pour contrôler l'information. Les besoins en information sur les problèmes de l'accidentologie sont beaucoup et variés.

L'utilisation de la géomatique constitue un outil important pour l'analyse statistique des accidents de la route. En effet, le Système d'Information Géographique, qui est adapté à de grandes variétés de données spatiales et attributaires, offre la possibilité d'intégration de données multiples et de l'analyse spatiale. L'information incluse dans des SIG est employée pour viser des aperçus et des arrangements de surveillance.

Chapitre IV : Caractéristique générale de la région d'étude

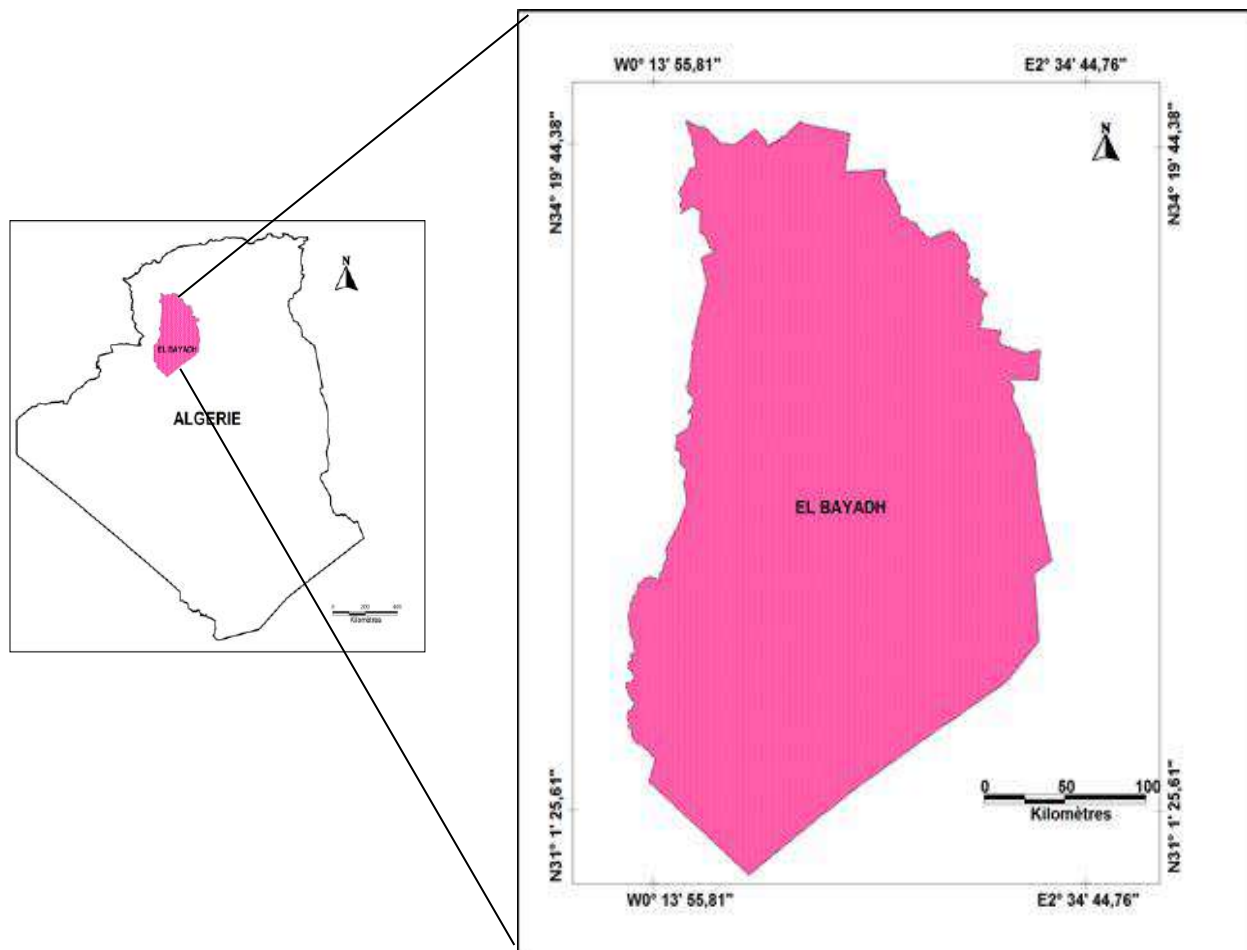
1 Présentation globale de la wilaya d'El Bayadh

1 -1 Situation géographique

Géographiquement, la Wilaya est comprise entre les parallèles $30^{\circ} 42'$ et $34^{\circ} 28'$ de l'altitude Nord et entre les méridiens de longitude $0^{\circ} 24'$ à l'Ouest fuseau 30 et $2^{\circ} 16'$ à l'Est fuseau 31.

Elle s'étend sur une superficie de 71 697 km², soit 3 % du territoire national. Elle s'étend du Chott Echergui à l'Erg Occidental et est dominée par les trois monts du djebel Amour de la chaîne Atlas Saharien, le Boudergua 1873 mètres, majestueux par sa masse avec ses vestiges du poste optique, El Ouastani 1878 mètres et le grand Ksel avec 2008 mètres.

CARTE. N° 08: Localisation de la Wilaya d'El-Bayadh



1 -2 Les zones homogènes :

La wilaya d'EL BAYADH se divise en trois bandes géographiques parallèle à la mer, soit, successivement du nord vers le sud : CARTE N° 09

1. Les hautes plaines steppiques

Espace naturel encadré par les deux Atlas au Nord et au Sud, relativement élevé 800 à 1000 mètres d'altitude, déclinant d'Ouest en Est, les Hautes plaines Steppiques Oraïnes constituent une importante région structurale unique marquée par la grande dépression endoréique du CHOTT ECHERGUI.

La topographie particulièrement plane confère à cet ensemble des potentialités limitées quant à l'utilisation des sols et de l'occupation humaine sédentaire.

L'écoulement endoréique, proportionnel au rapport système des pentes et précipitation vers la grande dépression issue des orages épisodiques et autres fontes de neiges de courtes périodes contribue largement à la salinification des sols et à leurs dégradation autour de la dépression endoréique.. **(RAPPORT SEPT HPO, 2014)**

2. **La zone montagneuse : l'Atlas saharien** ; Les Monts des KSOUR (2100 m.) constituent une remarquable barrière structurale avant le Grand Sud, offrant à la fois un îlot d'occupation humaine avec une tempérance climatique appréciable et un premier abri climatique contre les aléas du Sahara.

C'est une importante chaîne de montagne constitué de séries de plis orientés SW-NE qui séparent les hautes plaines de la plateforme saharienne.

Les reliefs sont constitués d'anticlinaux .de failles et de décrochements.

Cette région est marquée par une principale formation géologique importante de grés continentaux. En effet, c'est durant le Jurassique que le sillon atlasique sud est affectée par une sédimentation active continue aboutissant à une puissante couverture gréseuse de près de 4000m. Recouvre l'Atlas saharien depuis le portlandien jusqu'au albien.

L'état général de ce contrefort est en équilibre récessif compte tenu des manifestations climatiques agressives et de l'occupation humaine : importante érosion marneuse, dénudation du substrat, couverture végétale faible. **(RAPPORT SEPT HPO, 2014)**

3. **La zone pré saharienne**, désertique, forme le piémont sud de l'Atlas saharien.

Une grande partie du territoire de la wilaya s'inscrit dans cette structure orographique, diversifiée : champ dunaire, espace rocailleux, hamada...

La Prés - Saharienne est constituée uniquement de Trois communes qui sont : Brezina - El Abiodh Sidi Cheikh et Bnou. Partie la plus désavantagée, elle représente la superficie la plus importante de la Wilaya (71 % de la superficie totale).

Les altitudes accroissent du Nord au Sud de 1 000 à 500 m environ à la partie extrême Sud de la Wilaya où on note la présence de l'Erg Occidentale qui renforce l'aspect désertique de cette zone avec une période estivale plus longue et plus chaud. L'hiver est marqué par les gelées et des températures avoisinantes 0° C. Faisant partie de la zone Saharienne avec 129 mm comme hauteur des précipitations, elle présente une activité agricole limitée aux Ksour, caractéristique de l'agriculture Saharienne.

Dans ce domaine structural la tectonique a très peu joué ce qui renforce la forte probabilité de présence de minéraux et autres substances du sous-sol.

L'ensemble des terrains rencontrés appartiennent aux dépôts continentaux du tertiaire et du

Tableau 09 : Répartition Communale Par Zones Homogènes

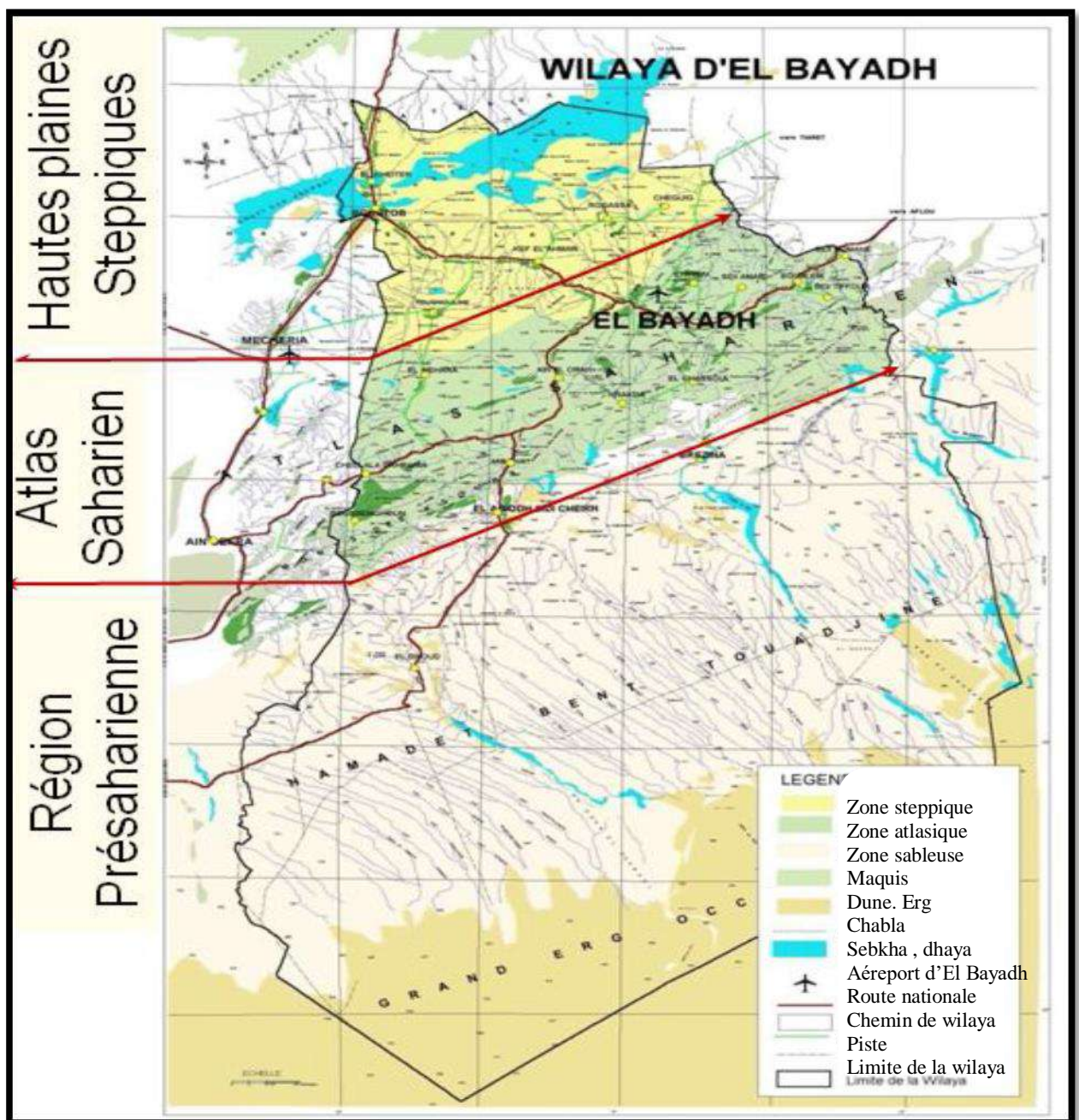
SOURCE DPAT 2007

Régions Naturelles	Communes	SUP. Km ²	%	
				8778.1 km ²
HAUTES	Rogassa	2415.70	3.36	Soit 12 % du total de Wilaya avec une moyenne communale de 1463 km ²
	Bougtoob	2017.6	2.81	
PLAINES	El Kheiter	1023.10	1.45	
	Kef Lahmer	1622.40	2.26	
	Cheguig	818.20	1.14	
	Tousmouline	881.10	1.22	
TOTAL		8778.10	14	
ZONE	El Bayadh	463.5	0.65	10849.1 km ² soit 15 % du total de la wilaya avec une moyenne communale de 834 km ²
	Stitten	885.7	1.23	
ATLASIQUE	Ghassoul	564.10	0.77	
	Boualem	526.30	0.73	
	Ain El Orak	768.10	1.07	
	Arbaouet	1370.9	1.91	
	Boussemgoun	590.10	0.82	
	Chellala	219.3	0.30	
	Krekda	833.10	1.16	
	Sidi Amar	1180.1	1.65	
	Sidi Slimane	154.10	0.21	
	Sidi Tiffour	224.7	0.31	
	El Mehara	3069.10	4.28	
TOTAL		10849.10	15	
ZONE	E.A.S.Cheikh	16023.30	22.35	51072.70 Km ² soit près de 71 % avec une moyenne communale de 17024 km ²
PRE SAHARIENNE	Brezina	15702.8	21.90	
	El Bnoud	19346.6	26.98	
TOTAL		51072.70	71	
T O T A L W I L A Y A		71696.70	100	

Les problèmes qui se posent sur cette zone passent en premier lieu par la coexistence difficile sur un même espace d'un milieu fragile et d'une surexploitation ou plutôt d'une exploitation anarchique.

S'il est difficile de prétendre que la région choisie pour l'étude est représentative de l'ensemble des conditions du territoire national, il n'en demeure pas moins que les situations écologiques et les pressions qui s'exercent sur le milieu peuvent être extrapolées à beaucoup d'autres milieux de la région steppique algérienne. (YAMANI K. 2005).

CARTE N°09 : Les grandes unités physiographiques de la wilaya d'El BAYADH



1-3 Limitées géographiques :

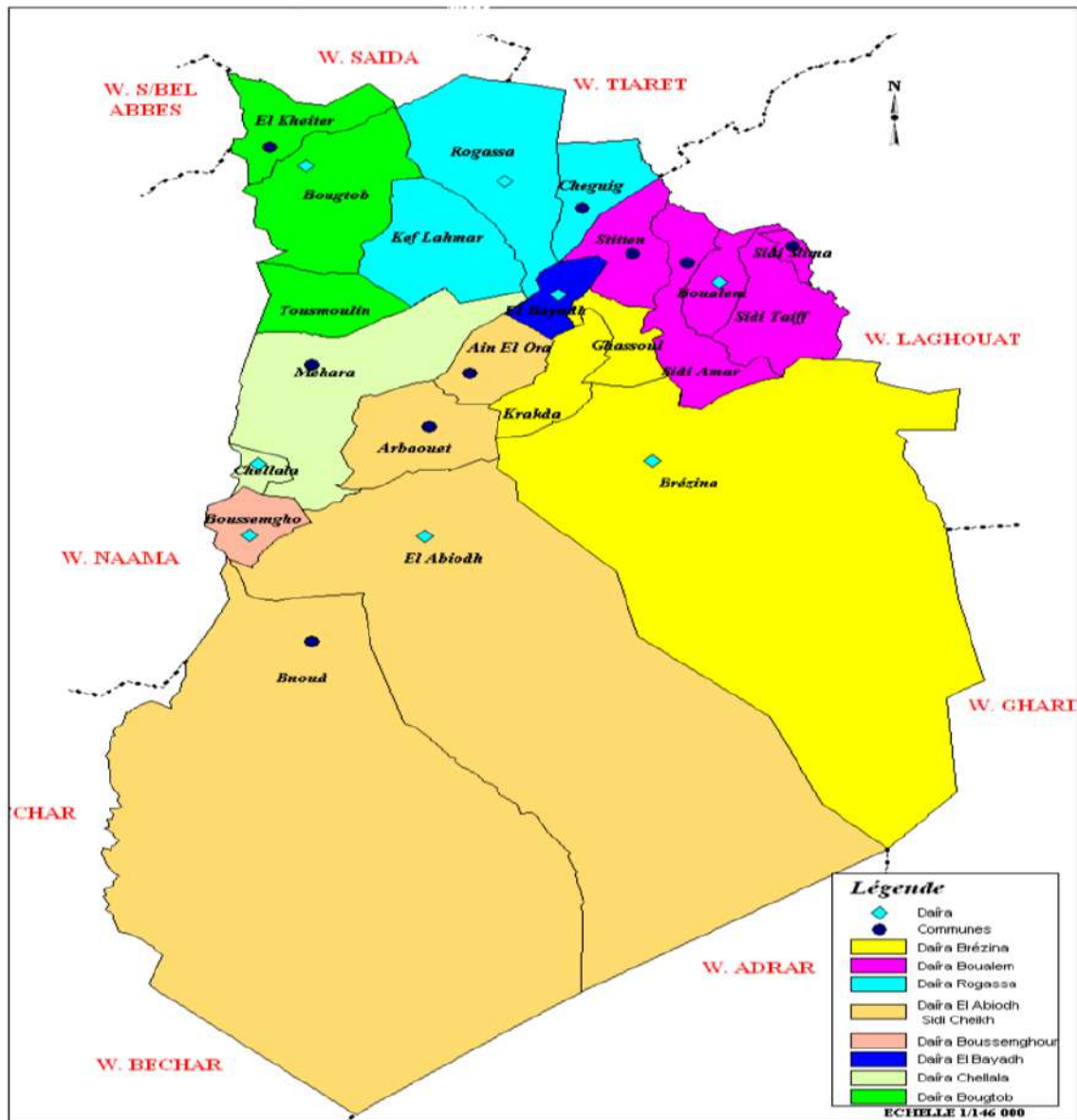
Conformément à la loi n° 09/1984 du 04 Février 1984 relative à l'organisation territoriale des wilayas, elle est limitée :

- Au Nord : Saida et Tiaret
- A l'Est : Laghouat – Ghardaïa
- A l'Ouest : Sidi Bel Abbés – Naama
- Au Sud-ouest : Bechar
- Au Sud-est : Adrar

1-4 Aspect Administratif

Elle est issue de la récente réorganisation territoriale de la région Hauts Plateaux Ouest du pays entreprise en 1984. Administrativement la Wilaya est constituée de 8 daïras et 22 communes. **SOURCE DPAT 2007**

Daïras	Commune
El Bayadh	El Bayadh
Boualem	Boualem - Sidi Amar - Sidi Taïffour - Sidi Slimane et Stitten
Brezina	Brezina - Ghassoul et Krakda
Bougtob	Bougtob - El Kheiter et Tousmouline
Rogassa	Rogassa - Kef Lahmar et Cheguig
El Abiodh	El Abiodh Sid Cheikh - Bnoud – Ain El Orak et Arbaouet
Chellala	Chellala et Mehara
Boussemgoun	Boussemgoun



Carte N°10 : Carte administrative de la wilaya d'El Bayadh

2 Description de la zone d'étude

2.1- Aperçu historique :

En 1962, la commune de Brézina faisait partie de la wilaya de la Saoura, en 1975 elle devient une entité géographique et administrative de la wilaya de Saida. C'est en 1985 et suite à un nouveau découpage administratif, Brézina est rattachée à la wilaya d'El Bayadh et promue au rang de Daïra. Elle se situe à 85 Km au Sud-Est de son chef lieu de wilaya auquel elle est reliée par la route nationale numéro 107.

Il semblerait que Brézina tient son nom d'après une légende, de celui d'une femme qui habitait cette région et réputée pour sa bonté et sa beauté.

Comme elle régnait sur un territoire, les gens parlaient de « BERR EZZINA » c'est-à-dire « le territoire de la belle » ou en faisant aussi référence à ses qualités humaines « Berr » ou grandeur d'âme .

2.2 Spécificités écologiques du terrain d'étude

L'étude que nous avons le soin de mener concerne une zone appartenant à la région d'El Bayadh (Sud-Ouest de l'Algérie) ayant comme centre de Brézina.

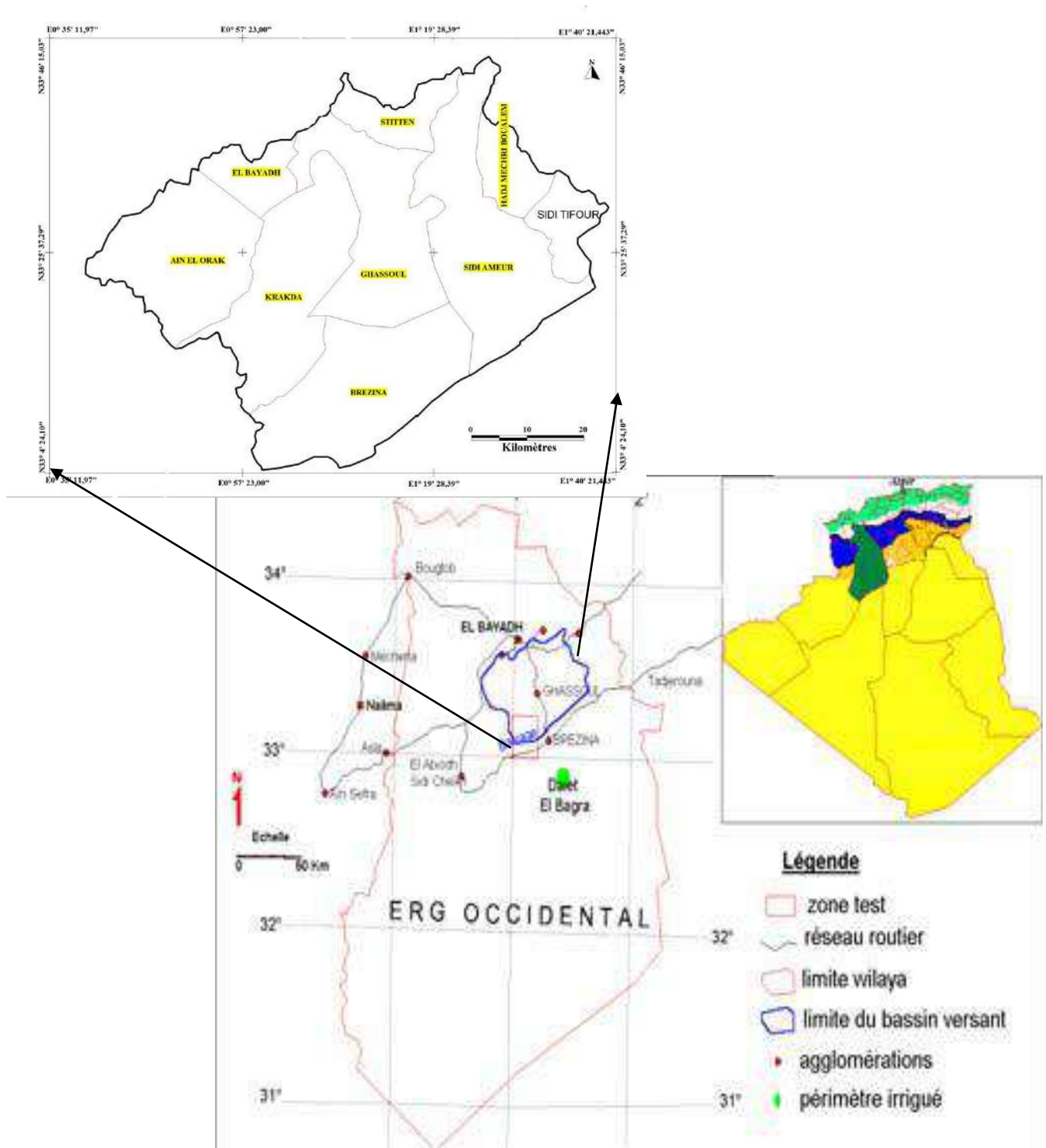
Elle s'éloigne du chef-lieu de la wilaya d'El Bayadh de 87 Km. Elle est limitrophe :

- À l'ouest de la commune El Abiad Sidi Cheikh ;
- Au nord la commune Kerakda , Stiten et Sidi Taifour ;
- À l'est par la wilaya de l'Aghaout ;
- Au sud par la wilaya de Ghardaia et la wilaya d'Adrar

Le site retenu pour cette étude est localisé dans l'espace steppique s'étendant du synclin d'El Bayadh formant le flanc au nord, à Khang Larouia au flanc Sud, formant une véritable barrière physique à la limite du Sahara. Il représente une unité hydrologique en amont du barrage de Brézina, situé à une dizaine de km au Nord de "l'oasis de Brézina".

Ce bassin versant est entouré par les montagnes qui délimitent nettement son impluvium. La superficie du bassin de l'oued Seggueur dans le profil du barrage Kheneg Larouia est de 3680Km².

Il comprend les communes suivants (**carte N°11**) BRIZINA, GHASSOUL , El BAYEDH, STITEN, SIDI TIFOUR, KRAKDA, BOUALEM.



CARTE N°11 : Localisation de la zone d'étude

Notre territoire teste se distingue par une vulnérabilité du bassin versant, marquée par un sol à forte dégradation naturelle et anthropique, un relief accidenté, une mosaïque lithologique variée. A l'amont du barrage une activité agropastorale intense, offre au site une occupation du sol très maigre, souvent le prélude d'une désertification annoncée.

Par conséquent, la zone d'étude (**CARTE N°11**), retenue dans le cadre de ce travail, présente les principales caractéristiques suivantes :

- La région est classée comme zone très sensible à la désertification à cause de l'importance de l'aridité climatique, la répartition inégale de l'eau, une forte sensibilité des sols à la désertification et des contraintes liées à la situation socio-économique des populations (surpâturage).

- Les processus de la désertification se traduisent par :

- la réduction des nappes alfatières de 1.200.000ha à 417.000ha (dont 65.000ha de nappes exploitables) ;
- une réduction des disponibilités fourragères ne couvrant que 40% des besoins des cheptels existants ;
- l'ensablement qui menace toutes les infrastructures (routes, habitations) ;
- la rupture de l'équilibre du système de l'organisation pastorale traditionnelle ; ce phénomène s'est accompagné avec d'autres problèmes socio-économiques.

- Les solutions favorisant la remontée biologique s'orientent vers la restauration et la réhabilitation des parcours steppiques ; pour cela, deux (02) méthodes efficaces de régénération de la végétation steppique ont été appliquées : la mise en défens et la plantation d'espèces ligneuse. (BENSLIMANE.M et al, 2014).

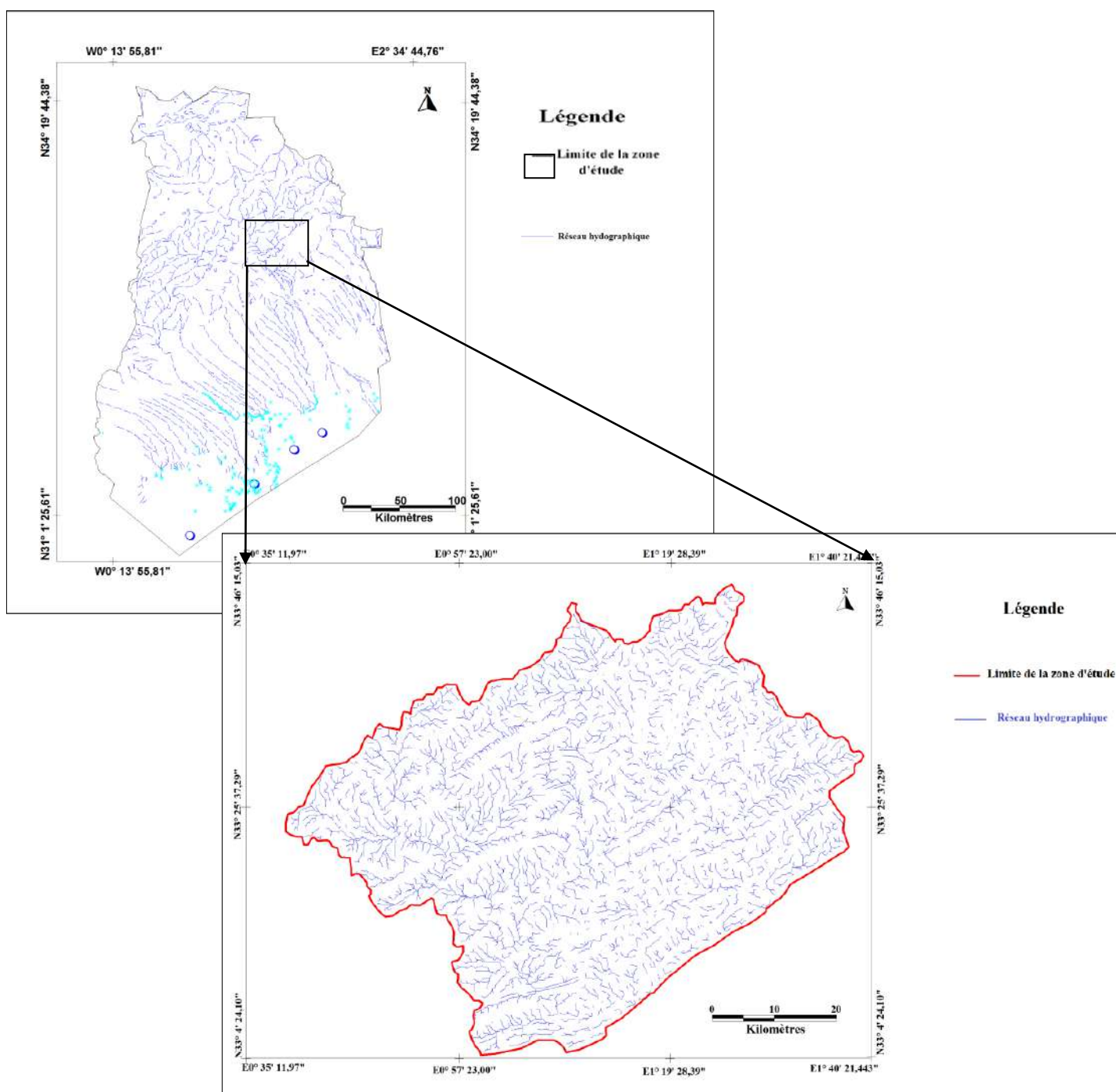
Concernant le relief, la pente est un élément très important qui influence le ruissellement dans la région d'étude avec sa forme, son inclinaison et sa longueur.

2.3 Réseau Hydrographique

Le bassin versant s'étend sur une superficie de 3720 km², laquelle est drainée par les oueds Ghasoul et oued Rahoul affluent d'Oued Seggueur sur lequel a été conçu le barrage et ses ouvrages annexes. L'Oued principal prend sa source plus au Nord, au niveau d'El Bayadh, et parcourt 160 Km avant de déboucher au niveau du site du barrage, au lieu-dit « Khang Larouia ».

A partir de ces gorges, situées sur la barre de calcaire fissuré de Djebel Diss, le cours d'eau quitte les Monts de l'Atlas, en direction d'Oued Namous qui se perd dans le désert de la Saoura. Dans son passage, Oued Seggueur alimente la nappe phréatique de l'oasis de Brézina et poursuit son cheminement vers la dépression de Daïet El Bagra et Daïet El Anz, où l'épandage naturel des eaux et des limons fertiles, donne à cette localité une importance économique au monde rural de la région (BENSLIMANE.M et al, 2014).

A ce niveau, un Périmètre irrigué est en cours d'achèvement sur une superficie de 1000 ha, équipé d'un réseau d'arrosage par aspersion. La carte relative au réseau hydrographique témoigne d'un chevelu bien hiérarchisé (**carte N°12**).



CARTE N 12 : Réseau hydrographique du bassin versant de Brézina

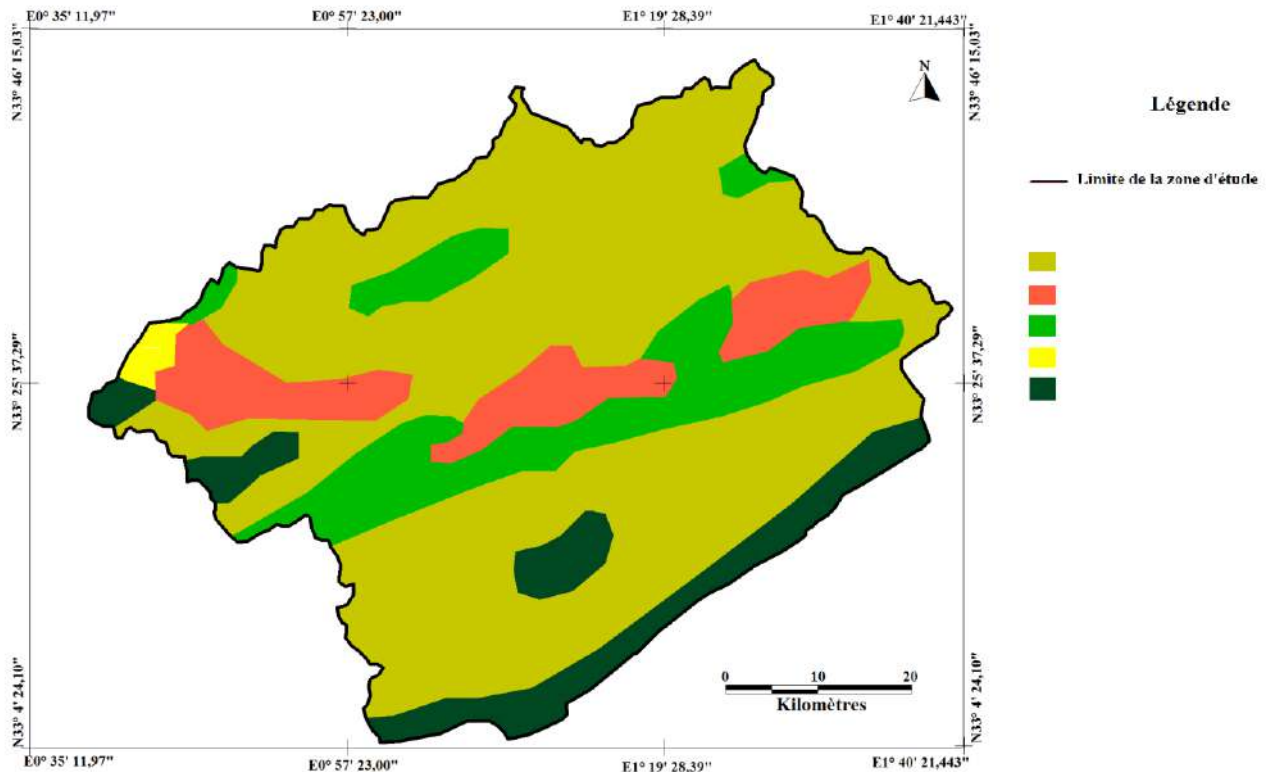
2.4 Le cadre Géologique :

Le substratum de la majeure partie du site est constitué de couches clastiques sénoniennes et du Mésozoïque inférieur.

Ces couches sont composées de grès et de siltstones. Le long du secteur aval du fond du barrage Brézina, une couche de gypse y est intercalée.

Au sud de ces couches clastiques sénoniennes, suit de manière concordante une bande de couches calcaires du cinomanien et du Turonien. Ces couches, très abruptes, constituent la barre de Djebel Diss, où est encaissé le barrage. Sur le côté aval du barrage se sont déposées les couches clastiques discordantes de l'Eocène. (REGAGBA Z., 1999)

CARTE N°13 : carte géologique de site teste



2.5 Les caractéristique Géomorphologique :

La végétation, dans la région d'El Bayadh, comme pour l'ensemble du territoire steppique Algérien, est fortement liée à la géomorphologie.

Trois formes physiographiques importantes se dégagent en liaison avec la structure géologique et la nature des roches qui constituent le substratum géologique :

- 1- Les djebels, collines et sommets.
- 2- Les surfaces plus ou moins planes.
- 3- Les dépressions.

2.5.1 Les djebels, collines et sommets qui constituent essentiellement l'Atlas saharien sont issus de l'évolution d'un relief plissé, formé par la succession spatiale plus ou moins régulière de bombements convexes (anticlinaux) et de creux concaves (synclinaux).

L'érosion Quaternaire a mis à jour toutes les zones résistantes en déblayant les couches tendres (marnes).

En général, les zones anticlinales correspondent aux sommets actuels et les synclinaux aux parties déprimées. Cependant, il existe des reliefs dit "inversés", par suite d'une érosion intense, et qui correspondent à des zones hautes appelées "synclinaux perchés".

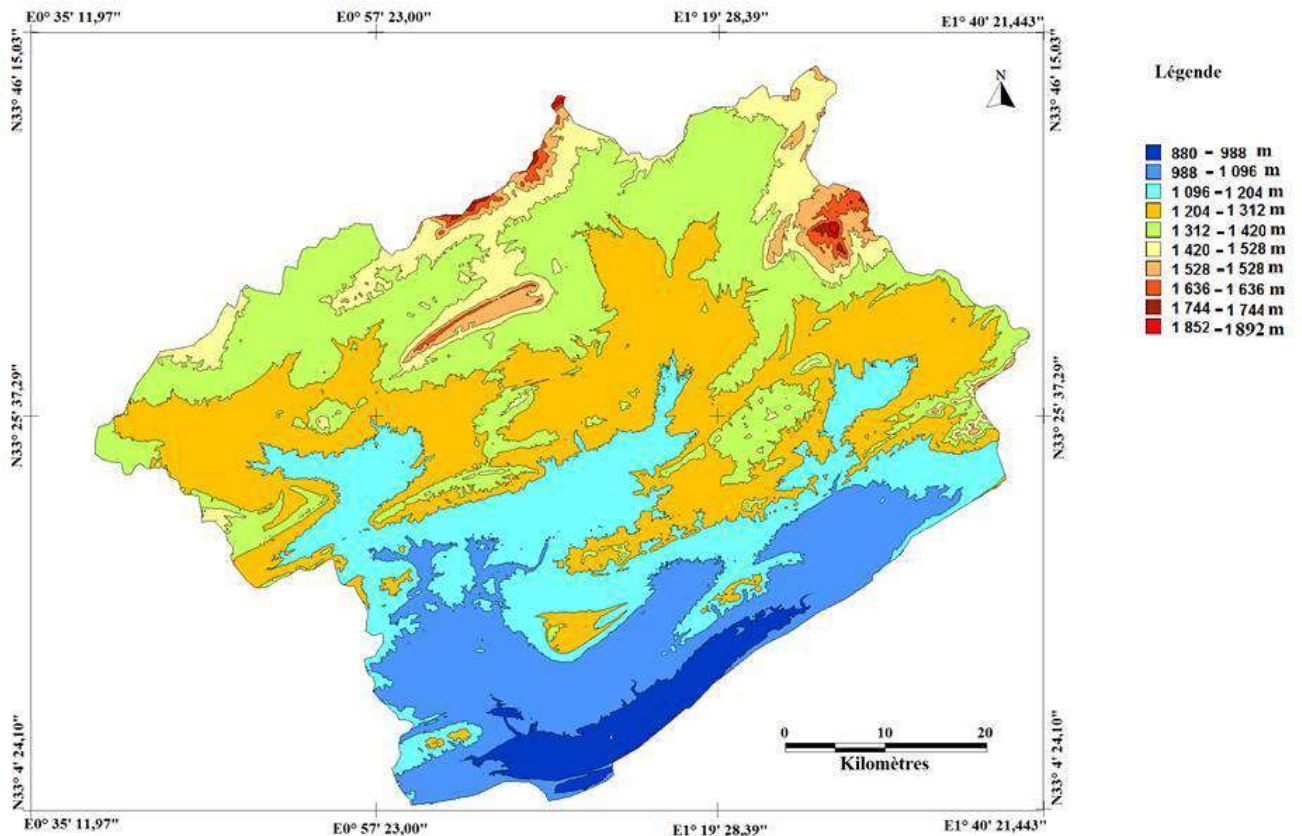
Ces formes de relief sont parfois occupées par une végétation forestière très dégradée (Dj Ksel, Dj Bou Derga...). .(**REGAGBA Z., 1999**)

A- Altitude :

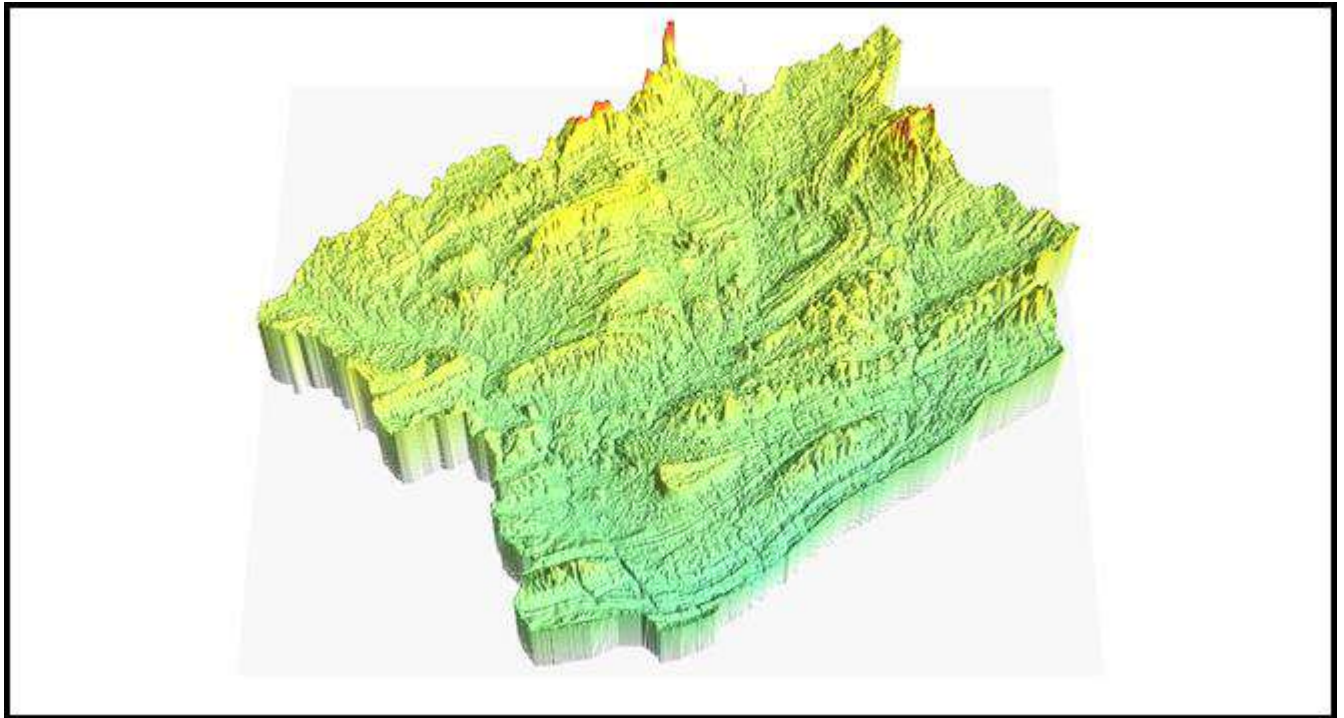
L'altitude de ces reliefs est comprise entre 1022 m (Sidi Slimane) et 2008 m (Djebel Ksel). C'est une donnée intéressante pour caractériser une station car elle fait la synthèse de plusieurs phénomènes tels que la température, la pluviométrie ou l'ensoleillement.

Quand on parle des effets de l'altitude, il faut prendre aussi en considération les effets de versant et certaines situations de confinement qui ont un effet vis-à-vis du vent, du brouillard, mais peuvent aussi se comporter comme des « trous à gelées ». Quand l'altitude augmente, les précipitations deviennent plus importantes mais les températures diminuent (d'environ $0,6^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$) .C'est pourquoi elle constitue un facteur limitant pour le développement d'une essence.

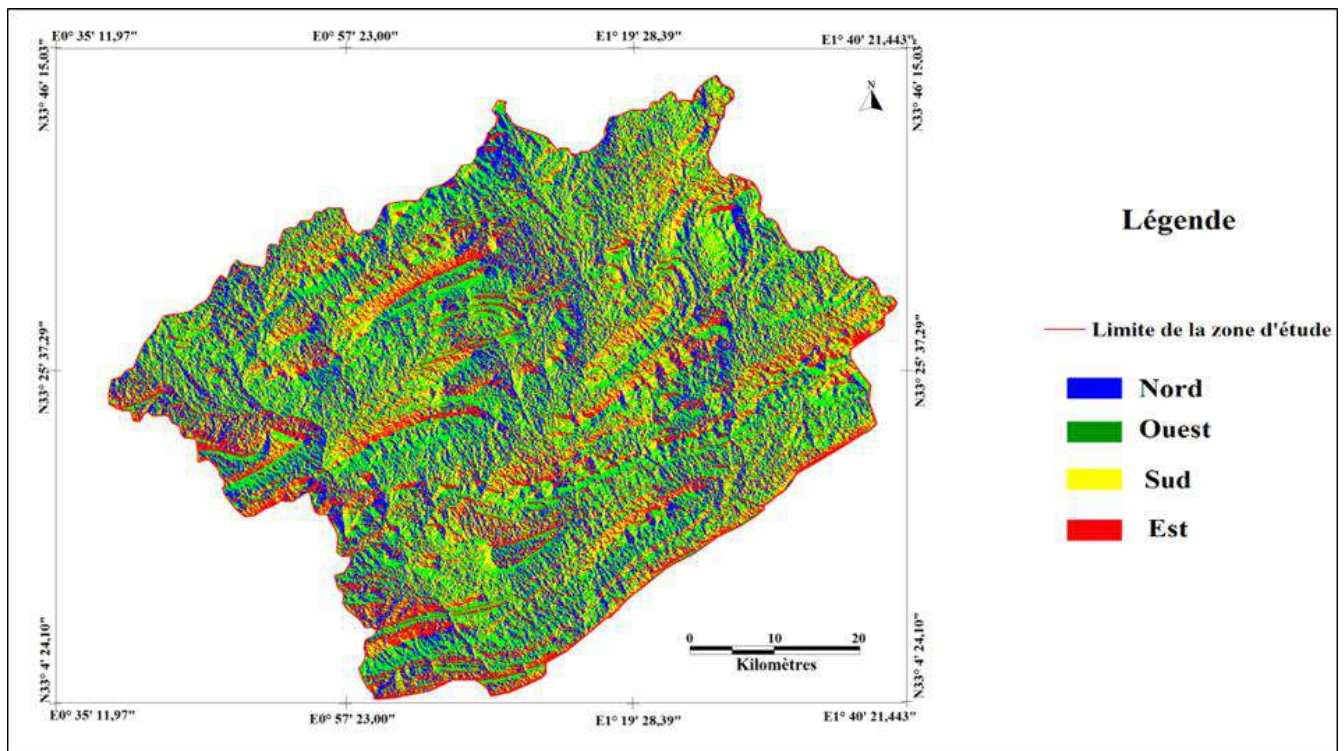
CARTE N°14 : carte d'altitude du bassin versant de Brezina



CARTE N°15 : vue en 3 dimensions de la zone d'étude

**B- L'Exposition :**

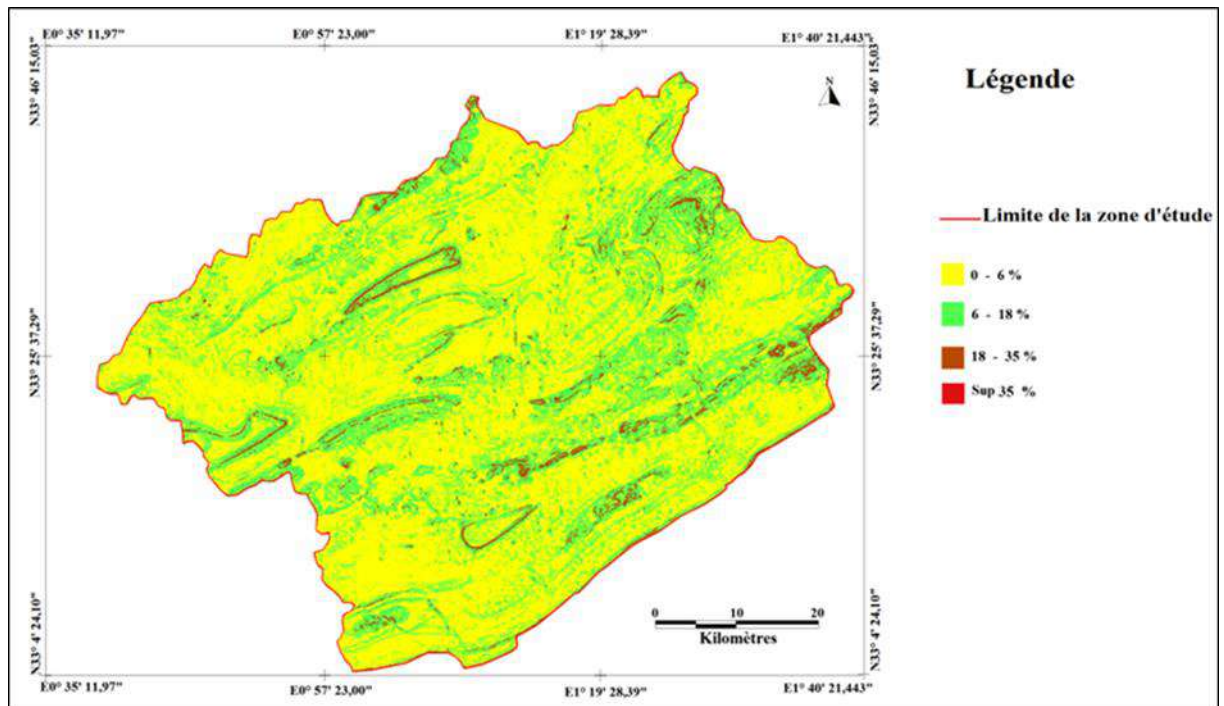
A travers la carte ci-dessous CARTE N°16 nous avons constatons que l'exposition dominante de la plus part du la zone d'étude est l'Ouest avec une exposition Est dans la limite du bassin versant et en a remarqué quelque version a exposition Sud a une superficie très réduite.



CARTE N° 16 : Carte d'exposition de la zone d'étude.

C- Indice de pente :

La carte des pentes du bassin versant de Brézina CARTE N°17, montre un relief accidenté dans sa majorité. Il est fortement raviné, ce qui favorise un écoulement sporadique et un charriage des matières solides conséquent (entre 18-35%). On a classé les pentes du bassin versant en trois classes. La forte pente est remarquable au Nord du bassin où les altitudes peuvent aller à 1200 m présenter les montagnes (sup 35%). Cette pente devient faible à la limite Sud du bassin versant (entre 0-5%). Et Une moyenne pente caractérise le reste du bassin versant (entre 5-18%).



Carte N°17 : Carte de pente du bassin versant de Brézina.

2.5.2 Les surfaces plus ou moins planes.

Ces surfaces correspondent aux glacis, qu'ils soient d'accumulation ou de dénudation, qui entourent les montagnes. Cette forme de relief résulte de plusieurs conditions de formation telle la pente raide des djebels, l'évacuation des déblais sur le glacis et l'absence d'une érosion linéaire bien marquée.

Toutefois plusieurs formes de glacis qui s'emboîtent les uns dans les autres peuvent être distinguées :

Les hauts glacis datant du Quaternaire ancien et incisés par des dayates de taille variable ;

Les glacis de raccordement du Quaternaire moyen (plus récent) relient les reliefs avec les hauts glacis. Ils présentent des accumulations calcaires sous forme d'encroûtement. Ces glacis, souvent ensablés, sont recouverts d'une végétation psammophile;

Les glacis du Quaternaire récent, de dépôts alluviaux et colluviaux tels des chenaux et terrasses d'oueds. L'accumulation calcaire, moins importante, se présente sous forme de nodules et parfois d'encroûtement.

2.5.3 Les dépressions.

On distingue deux formes de dépressions : les dayates et les chotts.

Les dayates sont des dépressions circulaires de faibles dimensions (quelques dizaines de mètres). Elles se forment surtout au niveau des hauts glacis (surface Moulouyenne) par un phénomène de dissolution de l'épaisse croûte calcaire.

Les chotts (chott Chergui), d'altitude moyenne (1000 m), vaste système endoréique du

Quaternaire moyen, couvre plusieurs dizaines de Km² où s'accumulent les eaux de ruissellement salées. La zone centrale, la plus basse, est sans végétation à cause de la salure trop élevée. (REGAGBA Z, 2012)

2.6 Les ressources végétales

2.6.1. Végétations steppiques

Dans la région d'El Bayadh, l'aridité du climat ne permet pas le développement d'un couvert végétal capable de protéger la surface du sol. La plus part des espèces, en ce milieu aride, ont acquis des caractéristiques biologiques et morphologiques particulières leurs permettant de surmonter toutes les conditions défavorables du milieu.

Malgré le faible taux de recouvrement, la végétation steppique constitue une ressource naturelle de grande importance notamment dans la protection du sol contre le phénomène de l'érosion éolienne et dans la structuration des horizons superficiels du sol.

La végétation naturelle de la zone d'étude est caractérisée par une physionomie de steppe sauf dans les montagnes où subsistent les restes des forêts primitives abattues par l'homme à base de *Pinus Halepensis* et *juniperus phoenicea*. En dehors de ces espèces forestières, l'aspect de la steppe change avec le gradient pluviométrique et la nature du sol. La steppe sud Oranaise est dominée par les formations végétales suivantes :

- Steppe à alfa (*Stipa tenacissima*) ;
- Steppe à armoise blanche (*Artemisia herba Alba*) ;
- Steppe à sparte (*Lygeum spartum*) ;
- Steppe halophyte;
- Steppe psammophyte. (Le Houérou, 1995).

2.6.2. Les principales unités de végétation :

A- Les groupements forestiers et pré-forestiers sont développés sur les montagnes à la faveur d'un climat "tempéré" par l'altitude. Il s'agit surtout de jeunes forêts de pin d'Alep

(*Pinus halepensis*) introduit dans le cadre du barrage vert et des forêts très dégradées à *Quercus rotundifolia*, *Juniperus oxycedrus* en association avec *Stipa tenacissima*

B- Les formations steppiques non salées, basses et plus ou moins ouvertes, sont caractérisées par la dominance de graminées (*Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum*...) et/ou de chamaephytes (*Artemisia herba alba*, *Artemisia campestris*...) auxquelles s'ajoute un cortège important et varié d'espèces annuelles. A ces formations sont rattachés les peuplements de jujubier (*Zizyphus lotus*) et pistachier (*Pistacia atlantica*).

- **La steppe à alfa** (*Stipa tenacissima*) occupe les parties du terrain qui sont en relief. Le sol est fortement caillouteux et la terre fine est à prédominance limoneuse. La steppe à alfa est physionomiquement homogène mais trois faciès peuvent être distingués :

"Une mer d'alfa" (selon les anciens écrits) ou vaste nappe d'alfa ou u moins ce qui peut ressembler à une nappe régulière avec un cortège floristique composé d'annuelles, se développe entre 200 et 300 mm de précipitations annuelles ; (Kaabèche, 2000).

Dans les secteurs montagneux au voisinage des régions boisées, la formation précédente s'enrichit en espèces ligneuses basses (*Rosmarinus* sp., *Cistus* sp., *Helianthemum* sp...)

Quand le terrain devient favorable à l'installation "d'espèces sahariennes" (*Arthrophytum scoparium*, *Farsitia occidentalis*, *Anabasis articulata*...), des groupements présahariens se substituent progressivement à la nappe l'alfa en allant vers le sud.

- **La steppe à sparte** (*Lygeum spartum*) occupe essentiellement les alluvions (qui forment à la base des reliefs des glacis à pente faible et régulière), les zones dépressionnaires (oueds et dayates) et les accumulations éoliennes. Cette steppe, très hétérogène, présente à côté de la forme principale plusieurs faciès (faciès à *Atriplex halimus*, faciès à *Peganum harmala*, faciès à *Artemisia campestris*..)
- **La steppe à armoise blanche** (*Artemisia herba-alba*) occupe les dépressions non salées. Le sol, formé d'éléments arrachés aux pentes par le ruissellement, est plus ou moins argileux.

L'armoise blanche forme une steppe basse assez lâche et s'accompagne d'un cortège floristique très peu significatif.

- **La steppe à drinn** (*Aristida pungens*) est localisée sur les dunes. La végétation, très clairsemée, est caractérisée par des graminées et un ensemble d'espèces telles que *Retama retam*. Le sable est fixé çà et là par des plantations de tamarix (*Tamarix africana*).

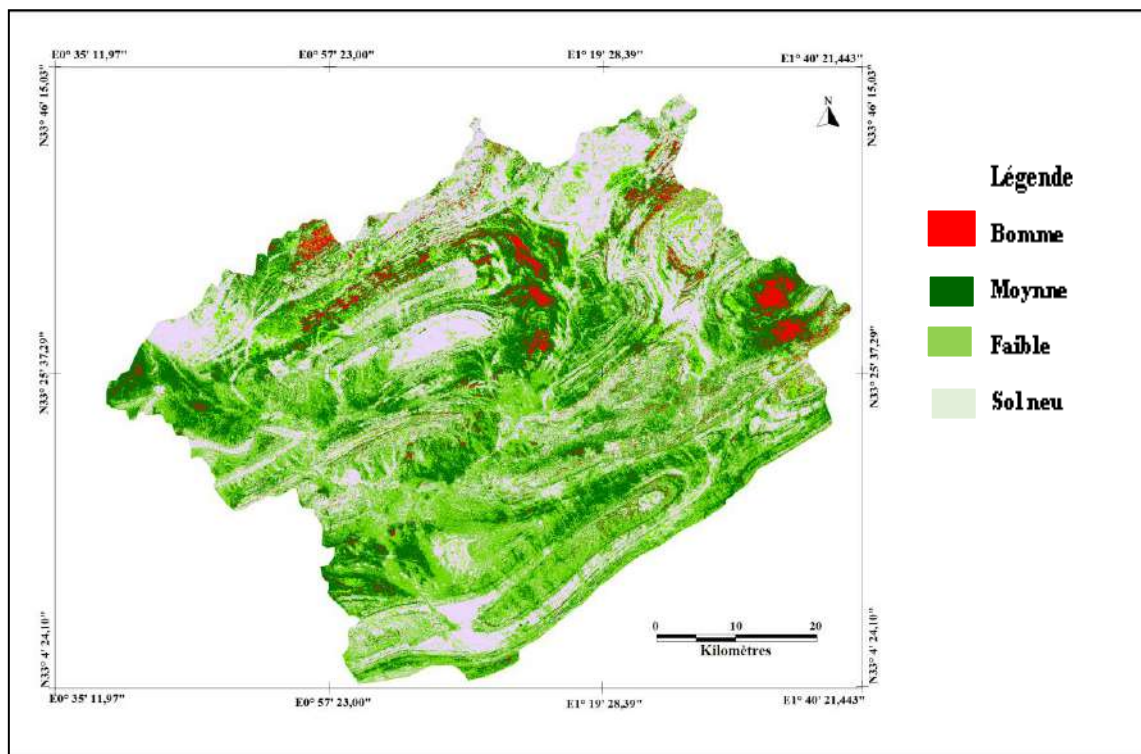
Les peuplements de jujubier (*Zizyphus lotus*) est de bétoum (*Pistacia atlantica*) sont localisées dans les dépressions argileuses et les talwegs. Les buissons de jujubier forment des "boules" de plusieurs mètres de diamètre souvent rapprochées et retenant le sable. La flore compagne appartient entièrement à celle des hauts plateaux (contrairement aux peuplements de jujubier du tell). (BENGUERAI, 2011)

C- La végétation des sols salés forme une frange d'une largeur très variable autour des dépressions salées (chott). En fonction de la salure (teneur en chlorure décroissante) différentes "zones" peuvent être distinguée :

- Ceinture à *Halocnemum strobilaceum*
- Ceinture à *Suaeda fruticosa*
- Ceinture à *Salsola vermiculata* et *Atriplex halimus*

En résumé : On remarque qu'il y a 3 station de la répartition de la végétation au niveau du bassin versant :

- dans la station d'**El Bayadh il** y a en premier lieu la strate **herbacée** représentée par : *Stipa tenacissima* suivie de *Lygeum spartum*. On peut remarquer aussi une forte présence d'*Atriplex halimus* et de *Calycotome spinosa* parmi la strate arbustive. La hauteur moyenne de la végétation atteint 50 à 60cm.
- La deuxième station **El Ghassoul** une présence élevée d'*Atriplex halimus* parmi la strate arbustive.
- La troisième station de Brezina une hauteur moyenne de la végétation est estimée entre 1,5 à 2m.



CARTE N°18 : Le recouvrement végétale du bassin versant de Brezina, El Bayadh, Algérie

La végétation de bon recouvrement occupe une superficie de **134.1 Km²** soit un taux de 3.6% de la surface totale qui est de **3720 km²**. On remarque que c'est un taux de recouvrement très faible. La classe à moyenne couvre une superficie de **921.1 Km²** soit 24.76%. Cependant, le faible recouvrement s'étend sur une superficie de **1535 Km²** soit un taux de 41.26 % de la surface totale ; et le reste de la superficie **1129.8 Km²** soit un taux de 30.37% représente un sol nu.

2.7 L'occupation des sols et pédologie :

2.7.1 Les grandes occupations des sols

En l'absence de données statistiques et cartographiques de base détaillées fiables, recoupées avec des enquêtes sur le terrain (en cours de lancement) l'analyse de l'occupation des sols ne concernera qu'une présentation rapide de la Wilaya.

Elle sera complétée en phase suivante avec le résultat des enquêtes de terrain complémentaires dans les communes avec l'esquisse des orientations. (REGAGBA Z, 2012)

La nature des sols et leur répartition est en étroite relation avec les unités géomorphologiques.

Une superficie considérable est occupée par des sols peu profonds tels:

Les sols minéraux bruts et peu évolués d'érosion sur les djebels et affleurements du substratum géologique;

Les sols calcimagnésiques à dalle, croûte ou encroûtement calcaire sur les glaciaires encroûtés du Quaternaire ancien et moyen.

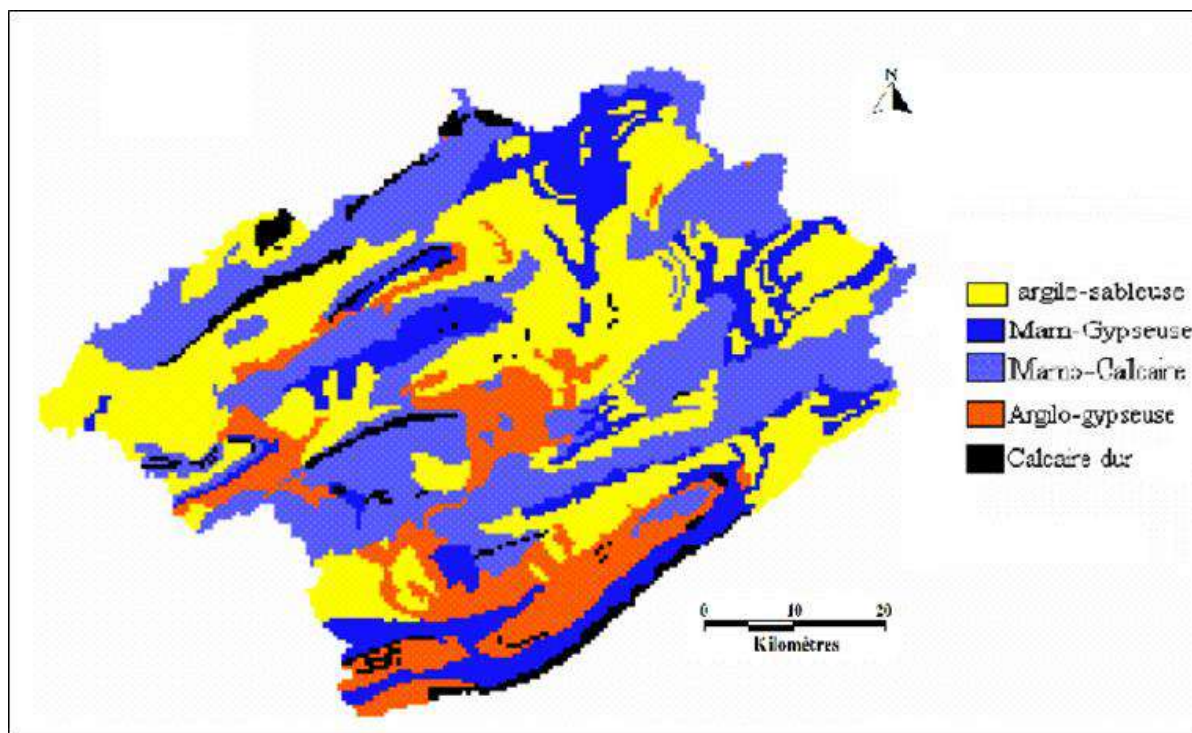
Le sous-sol de la wilaya regroupe des richesses naturelles. Les substances répertoriées par l'étude de l'ERM sont :

- Les calcaires de la zone Fredj-Brézina El Abiodh Sidi Cheikh et Ain El Orak,
- Les gypses d'El Bayadh -Djebel Rounjaila -Boualem et Ksar Essaguia,
- Les argiles d'Ain Sefia -Garet El Hamra ,
- Le sel de table de Krakda- sud Ain Ouarka-Khoder et Ain El Orak,
- Le sable pour verrerie d'Arbouat et Fougarrja,
- L'amiante de Djebel Melah gisement exploité en 1941,
- Le baryte de Chellala Dahrana et de Meirsa .

Une superficie relativement peu importante est occupée par des sols plus profonds sur les terrasses du Quaternaire récent, les dayates et les chenaux d'oueds.

Concernant Les grandes occupations du sol dans notre zone d'étude on distingue cinq classes :

- les calcaires durs qui affleurent en forme de sillons orientés d'Ouest en Est (au Sud du barrage) ;
- les formations marneuses gypseuses noyées dans le massif calcaire ;
- le remplissage sédimentaire couvrant les autres formations superficielles, de nature argilo-gypseuse (au centre du bassin)
- les sols marno-calcaires aux environs de la région d'El Ghassoul



CARTE N°19 : les différents types du sol

Tableau 10 : Répartition générale des terres

	Surfaces ha	%	%
Terres agricoles utiles	60296	1	1
Pacages et parcours	5 694 048	93	79,41
Zones alfatières	240 251	4	3.35
Foret et reboisement	122 111	2	1.70
Sous total	6 117 336	100	-
Autres	1 403 920		14.54
Total Wilaya	7 169 670		100

SOURCE DPAT 2007

La Wilaya d'El Bayadh dispose d'une potentialité foncière rurale importante à l'intérieur de ses limites territoriales. En effet pas moins de 83% de la superficie de la Wilaya est classée utile par les services de l'Agriculture (**Tableau 10**).

Cette potentialité foncière offre plusieurs ressources pouvant constituer des assises à un développement local et régional dont :

Ressources agricoles.....1 %

Ressources pastorale et alfatières80 %

Ressources sylvicoles..... 2 %

2.7.2 Les Terres Agricoles

Les ressources en sol agricole sont faibles , très dispersées , peu maîtrisées .Elles sont estimées à moins de 1 % du territoire de la wilaya.

L'activité agricole n'utilise que 10 % du territoire de la wilaya concentré pour une importante part dans la région septentrionale (58 % de la superficie agricole utile.)

Dans les hautes plaines au Nord la pédogenèse plus évoluée favorise les cultures annuelles sur des parcelles plus étendues mais a fort risque .,

Les pratiques courantes sont les productions d'orge pour l'alimentation du cheptel (en vert ou en grain) , production de blé (usage alimentaire) et l'irrigué.(petits potagers)

Dans la zone atlasique ce sont les petits jardins ksouriens intensifs qui favorisent cette activité bien maîtrisée.

Le savoir-faire dans l'aménagement agricole et l'irrigation est une curiosité locale.

2.7.3 - Les Terres de Parcours :

Les zones de parcours steppiques constituent la principale ressource agraire de la wilaya avec 80 % du territoire.

La distribution spatiale de cette richesse se présente comme suit :

- Hautes plaines11 %
- Monts et piémonts14 %
- Domaine présaharien.....75%

Les terres de parcours présentent plusieurs formes d'occupation :

- les terres de parcours Alfa
- les terres de parcours à Chih
- les terres de parcours à Senagh
- les terres de parcours à Remt

L'activité pastorale en réalité dépasse largement cette surface pour les raisons essentielles liées à l'état des parcours en production récessif.

Le maintien du surplus naissant du cheptel sur les mêmes ressources palatables en est la principale cause de cette détérioration.

Le pacage complémentaire sur terres boisées et autres constitue la solution précaire momentanée.(PAW,2003)

2.7.4- Les Forêts et Reboisements

Cette ressource comme la précédente demeure problématique dans le développement de la wilaya dans la mesure où l'appréciation de ses contraintes se pose à la fois au niveau local et national.

Tableau 11 : Répartition générale des Terres Forestières dans la zone d'étude

COMMUNES	MAQUIS (Ha)	PLANTATION (Ha)	TAUX DE BOISEMENT (%)
EL BAYADH	3973	12535	27,04
STITTEN	2039	2545	2,87
BREZINA	0	1450	0,09
G Hassoul	2269	21000	3,72
BOUALEM	18000	4181	7,94
AIN EL ORAK	0	120	0,16
KRAKDA	0	130	0,16
SIDI AMAR	2000	1340	1,14
SIDI TIFFOUR	20000	300	0,24

Source : direction de l'agriculture d'El Bayadh

Tableau 12 : Les essences existantes et entretenues :

ESPECES	OPERATIONS	SURFACE Ha
PIN D'ALEP	Reboisement de protection	26886
CHENE VERT	Maquis en état dégradé	48 780
GENEVRIER	Maquis en état dégradé	26 269
ATRIPLEX	Plantation pastorale	17 327
TAMARIX	Plantation de protection et fixation de dunes	2 850

Source : direction de l'agriculture d'El Bayadh

2.7.5 - Les Zones Alfatières

L'Alfa constitue une composante spécifique de la région et constitue une ressource capitale pour l'activité pastorale et l'industrie du papier.

Elle recouvre une part non négligeable 240 251 ha du territoire, soit 3.35 % du total et se localise particulièrement sur les glacis et les piémonts.

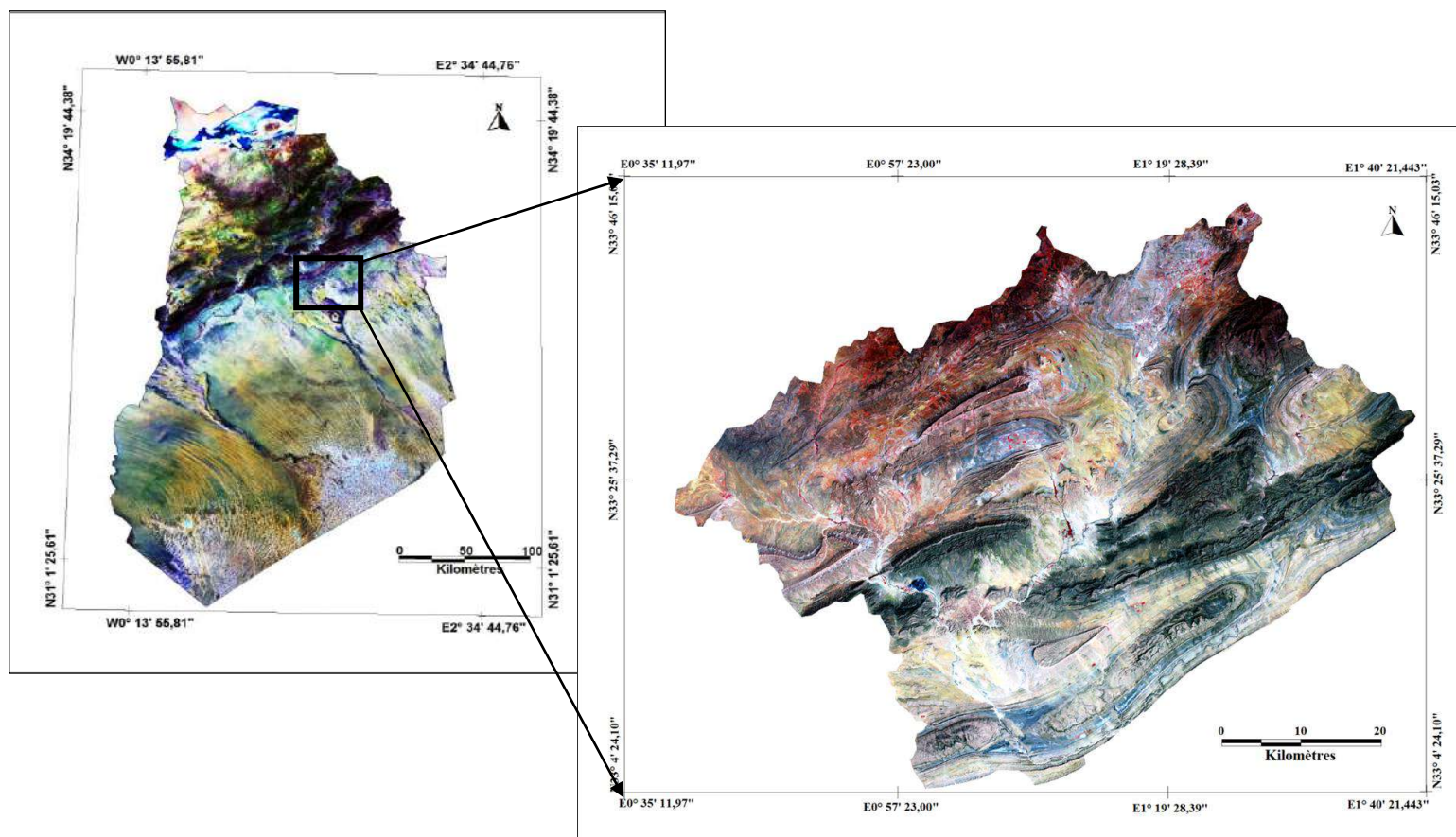
Tableau 13 : Répartition des Terres Alfatières dans le site teste

COMMUNES	ALFA	
	SURFACE Ha	ETAT
AIN EL ORAK	592	Dégradé
BOUALEM	277	Dégradé

BREZINA	115	très dégradé
EL BAYADH	2 912	Dégradé
GHASSOUL	2 634	Dégradé
KRAKDA	430	Dégradé
SIDI AMAR	28 080	
SIDI TIFFOUR	551	Dégradé
STITTEN	8 031	

En résumé les sols de la région de Brézina se décomposent en trois zones :

1. les terres agricoles (0,08 % de la superficie), constituées essentiellement par la palmeraie de Brézina (divers vergers) et la zone d'épandage de Daïet El Bagra et Daïet El Anz (essentiellement céréales et fourrages ;
2. les parcours présahariens (Hamada) ;
3. la zone dunaire (erg) à l'extrême sud. Cette occupation du sol est illustrée par la CARTE ;20 ci-après, résultat de la composition colorée de la zone d'étude.



CARTE N° 20 Composition colorée de la zone d'étude (Image LANSAT ETM).

2.7.6- Les Terres labourables

Cette potentialité est estimée à 60 296 hectares sur les 5 773 906 hectares de terres déclarées patrimoine agraire de la Wilaya.

Elle ne constitue que 1 % du total dont :

- 4 300 hectares (8 %) ont été emblavés en 2007
- 55 996 hectares au repos (92 %).

La localisation de cette ressource agraire dans notre territoire teste délimite des espaces agricoles distincts :

- Les communes détenant une infime partie de cette ressource foncière agricole avec moins de 5 % de la superficie totale (Sidi Amar, Stitten, Boussemgoun,, Sidi Tifour, Krakda, El Bayadh.)
- Les autres communes avec une négligeable surface agricole (Brezina, Ain El Orak, Arbaouet, Boualem, Ghassoul) avec moins de 1 %.

2.7.7 Les Cultures permanentes

Les cultures pérennes représentent 11406 hectares constituant une part de 16 % de la surface agricole utile de la wilaya.

Les plantations fruitières couvrent 11 358 avec 48 hectares de vignobles introduits en 2006.

Les commune d'El Bayadh, El Abiodh Sidi Cheikh, Rogassa, El Kheiter et Boussemgoun

Présentent apparemment une prédisposition plus importante que les autres dans l'ensemble de la Wilaya.

2.7.8 Les Cultures Irriguées

15 706 hectares de terres irriguées ont été estimé par les services de l'agriculture durant l'année 2007.

Elles se répartissent en moyenne de 600 à 650 hectares par commune en dehors de celles d' El Bayadh et de El Abiodh Sidi Cheikh qui totalisent chacune respectivement 1271 et 1142 hectares.

2.7.9 Les Pacages et Parcours

La Wilaya totalise près de 5 686 698 hectares de terres classées comme potentialités de pacages et parcours pour la pratique d'élevage nomade, constituant ainsi un patrimoine de près de 78 % de la surface globale.

Cette ressource est détenu dans ces trois quart (73 %) par trois communes Bnoud,

Brezina et El Abiodh Sidi Cheikh. (REGAGBA Z, 2012)

2.8- Caractéristique climatique :

Le climat demeure sans aucun doute un facteur prépondérant qui conditionne la vie dans les régions steppiques en général et dans la région d'El-Bayadh en particulier.

En région méditerranéenne le climat représente une transition entre la zone tempérée et la zone tropicale avec un été très chaud et très sec, tempéré seulement en bordure de la mer, l'hiver est très frais et humide. Il est essentiellement caractérisé par la consistance de la

sécheresse avec les mois chauds, c'est ainsi qu'on qualifie de climat xérothermique, le volume global des pluies est médiocre presque toujours inférieur à 1000 / an. (REGAGBA Z, 2012)

Selon (Humbolt, 1807) le climat joue un rôle essentiel dans les déterminismes de la répartition des plantes. (Emberger, 1930 ; 1971) a particulièrement souligné ce rôle en ce qui concerne la végétation méditerranéenne. Ses recherches l'on conduit à une méthode originale de caractérisation de ce que nous appellerons, le Bioclimat (Djellouli et Daget, 1988).

Dans de nombreux travaux, dont les plus importants ont été repris en 1971, Emberger discute du climat méditerranéen et met progressivement au point cette méthode dont l'efficacité permet de la caractériser et d'y reconnaître les sous unités.

Le climat méditerranéen est défini par un été sec et des hivers doux on trouve parmi (Le-Houerou 1979, 1984), (Mederbal, 1992), et (Quezel, 2000)

Pour qu'un climat soit retenu comme méditerranéen, il faut qu'il réponde aux deux conditions suivantes :

- L'été est la saison la moins arrosée,
- L'été est sec.

L'approche bioclimatique sera axée sur une comparaison des données anciennes et récentes.

La présence et la répartition des peuplements végétaux sur les zones localisées à proximité de Brezina et d'El-Bayadh nous ont amené à considérer les postes d'observation météorologiques d'El-Bayadh et Brezina, durant la période (1990-2015)

Concernant les séries des données (précipitations et températures), certaines parmi elles ont été complété à partir des méthodes statistiques.

Station	Altitude	EXP	LONG	LAT
EL BAYADH	1209,34	283,53	869,97	3748,51
BREZINA	849,71	184,69	899,36	3669,37

2.8.1 Précipitations atmosphériques

2.8.1. Le régime pluviométrique

C'est la répartition de la hauteur des précipitations annuelles entre les diverses périodes, le plus souvent entre les divers mois de l'année.

Le variable d'une pluviosité est un facteur primordial dans le conditionnement de la nature.

Elle agit directement sur le sol et la végétation, elle favorise son maintien et son développement. Elle dépend toujours de l'altitude et elle est excessivement variable d'une année à l'autre.

Cependant, le réseau météorologique est loin d'être satisfaisant. Ceci peut être justifié par l'existence d'un nombre faible de station météorologiques (BOUABDELLAH, 2003)

La pluviosité moyenne annuelle de la région d'El Bayadh est relativement faible : 226 mm/an à El Bayadh, et 98 mm/an à Brezina. Cette pluviosité accuse une forte variabilité interannuelle et spatiale avec une diminution des hauteurs de pluie du nord vers le sud.

Les pluies sont concentrées sur la saison froide et les mois les plus chauds sont aussi les plus secs.

Les données concernant la neige sont fragmentaires. L'enneigement moyen pour El Bayadh est de 13 jours/an avec une épaisseur moyenne de 10 cm.

Une réserve d'eau importante paraît être à une grande profondeur sous l'emplacement du chott EChergui (sur lequel tombe 280 mm de pluie en moyenne/an), des terrains du Tertiaire continental et dans les calcaires fissurés du Jurassique moyen et du Sénonien.

Les pluies de l'Atlas saharien, les neiges qui restent sur le sol plusieurs jours/an, les couches calcaires et surtout les grandes épaisseurs de grès donnent à l'Atlas saharien une relative richesse en eau.

A. Précipitations mensuelles

Afin de procéder à l'étude des précipitations mensuelles et annuelles de la région nous avons pris en considération les données de précipitations du poste météorologique d'EL BAYEDH et le centre météorologique d'ORAN pendant la nouvelle période (2000.2014) pour la station de BREZINA, et durant l'ancienne période (1980.1990) et la nouvelle période (2000.2014) pour la station d'EL BAYEDH

-**El-Bayadh** : La pluviosité mensuelle chute de 41 mm en novembre 6 mm en juillet pendant l'ancienne période (1980-1990). Elle diminue également entre le mois de mars (34.26 mm) et le mois de juillet (4.98 mm). Elles varient aussi de 28.26 mm au mois de mars à 3.2 mm au mois de juillet durant la nouvelle période (2000-2014).

-**Brezina** ; Pour cette station les pluies mensuelles diminuent, elles passent de 22 mm en octobre à 3 mm au mois d'août au cours de la période nouvelle (2000-2014).

B. Précipitations annuelles

El-Bayadh Est la station qui connaît les précipitations les plus élevées de la région. Elles atteignent 326 mm durant la période (1980-1999) et 195.25 mm pour la période nouvelle (2000-2014).pour la station de Brezina la précipitation annuelle ne dépassent pas 100mm durant la période (2000-2014)

2.8.2. Températures

La température est considérée comme le facteur climatique le plus important. C'est celui qu'il faut examiner en tout premier lieu par son action écologique sur les êtres vivants. Elle joue un rôle majeur dans la détermination du climat régional à partir des valeurs des moyennes annuelles « T » et mensuelles et les valeurs moyennes des minima du mois le plus froid « m » et des maxima du mois le plus chaud « M ».

La température moyenne annuelle est relativement peu élevée. Les températures estivales sont assez fortes et les températures hivernales très basses induisent une amplitude thermique importante : 35°C (amplitude thermique annuelle, M-m, d'El Bayadh

A. Moyennes mensuelles

-El Bayadh : Les températures mensuelles moyennes lors de la première période sont de 3.85°C pour le mois de janvier et augmentent pour atteindre 25.15°C (juillet). Pendant la nouvelle période les températures enregistrent 4.59°C au mois de janvier ; puis s'élèvent pour atteindre 26.39°C au mois de juillet.

-Brezina : Les températures mensuelles moyennes lors de la nouvelle période varient de 8.42°C (janvier) à 32.4°C pour le mois de juillet..

B. Ecart thermique

- El-Bayadh : La région d'El-Bayadh se caractérise par des températures très basses, la valeur de « m » fluctue entre - 1.8°C (1980-2000) et -0.2°C pour les 2eme périodes, alors que le maxima varie de 34.99°C (1980-2000) à 35.98°C pour les 2eme périodes.

-Brezina : La valeur de « m » est de 1.16 °C (2000-2015). Le maximum thermique atteint la valeur de 37.6°C (2000-2015).

TABLEAU N°14 moyennes mensuelles des précipitations et des températures des stations EL-BAYADH et BREZINA de la période (2000-2014).

		Jan vier	Févri er	ma rs	avr il	ma i	Ju in	juill et	ao ut	septem bre	octobr e	novemb re	Décem bre
EL BAY ADH	P	22.24	21.91	25.26	23.49	24.11	8.73	3.2	4.6	22.9	29.82	27.5	21.6
	T	4.95	5.43	7.33	10.45	14.29	21.41	26.39	25.95	23.83	15.3	10.3	5.82
BREZ INA	P	12.3	14.13	11.4	10.37	09.51	03.6	2.53	2.2	13.35	22.26	14.35	16.32
	T	8.32	10.3	14.43	16.85	21.19	1.25	29.97	29.88	24.6	19.05	12.8	9.5

Source : O.N.M / ORAN (2000-2014)

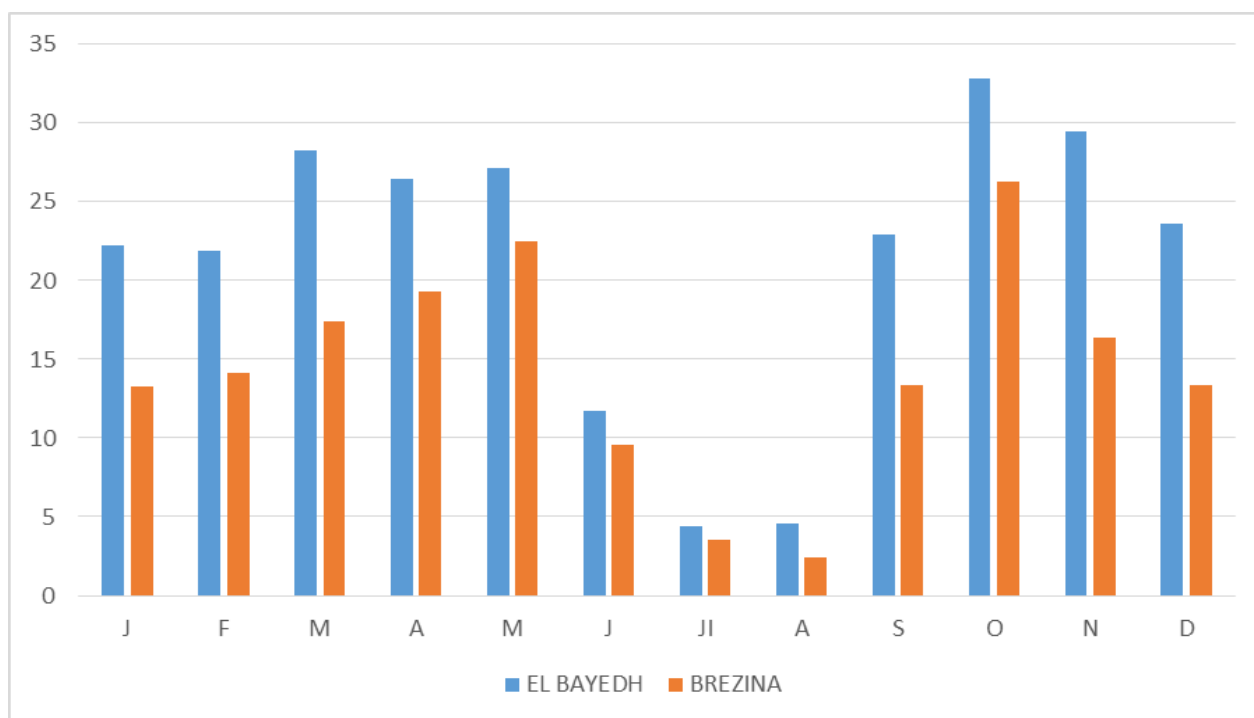


FIG. N°11 Précipitations moyennes mensuelles Des stations EL BAYEDH, BREZINA durant la période (2000-2014)

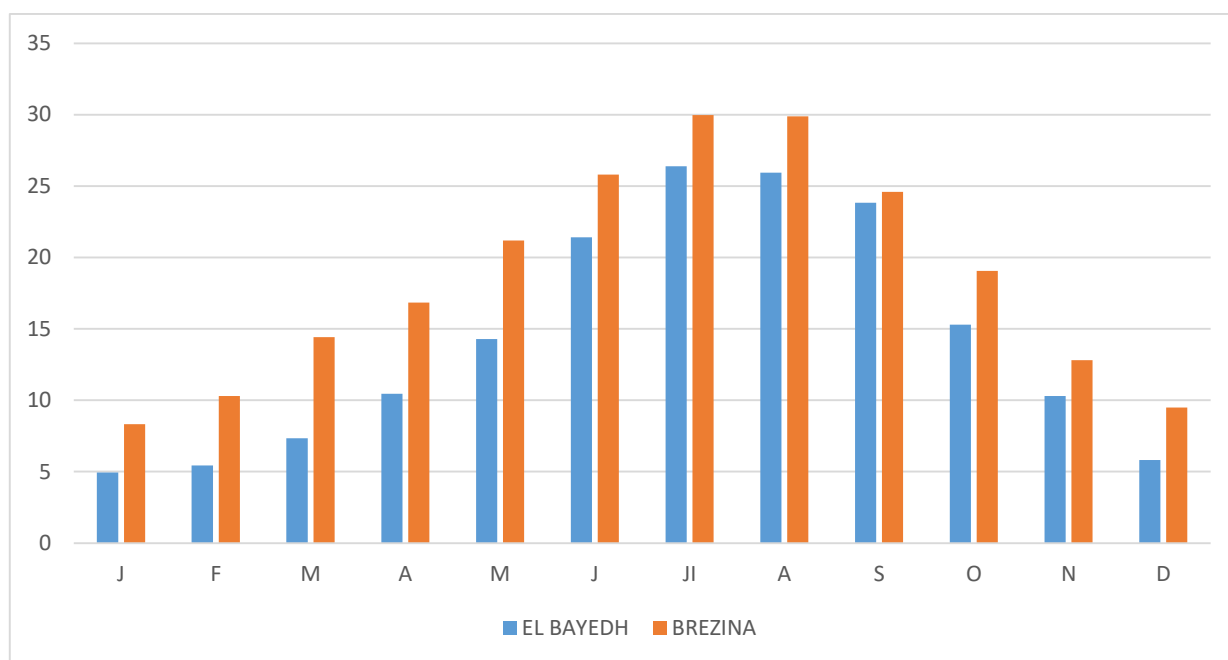


FIG. N° 12 Histogramme des températures moyenne mensuelles des stations EL BAYEDH, BREZINA à (2000-2014)

TABLEAU N° 15 Le régime saisonnier des précipitations **EL BAYEDH, BREZINA** à **(2000-2014)** »

	Automne A (mm)	Hiver H (mm)	Printemps P (mm)	Eté E (mm)
EL BAYADH	85.22	67.75	81.86	19.5
BREZINA	54.96	37.51	40.28	07.35

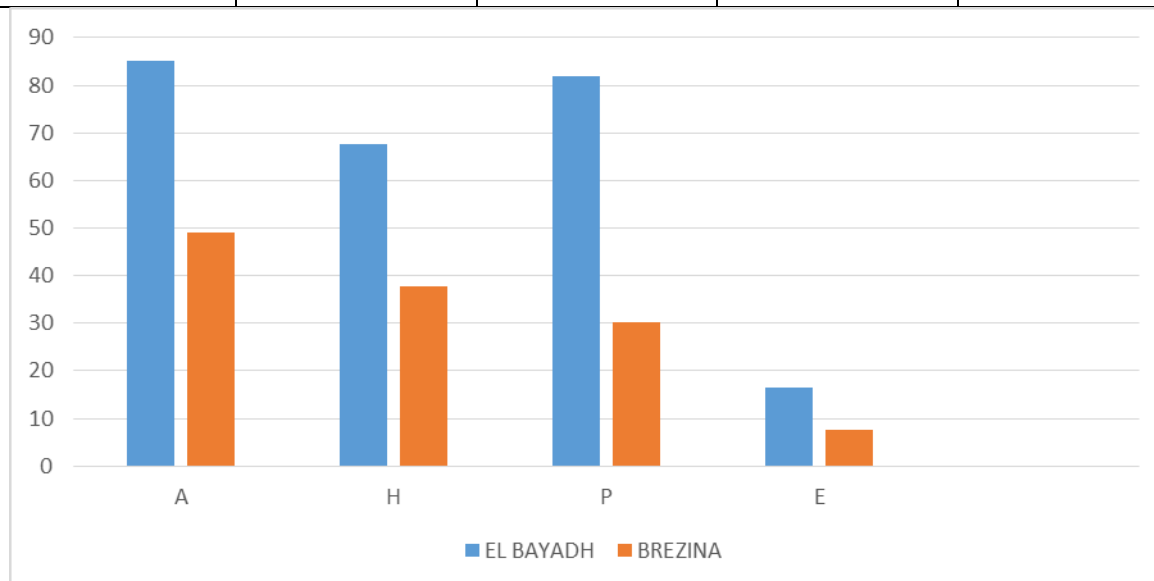


FIG. N° 13 Histogramme du régime saisonnier des précipitations des stations « **EL-BAYEDH, BREZINA** »(2000.2014)

2.8.3. Le vent

On ne peut pas apprécier directement les vents faute de données précises. Devant une pareille carence il nous paraît raisonnable en première approximation de nous borner à des constatations et à des observations pouvant expliquer certains faits.

Les vents qui soufflent sur la zone ont selon leur direction diverses origines

Le vent joue un rôle important, il accentue la sécheresse. Différents types de vents affectent notre région : les vents du Nord qui ramènent de l'humidité et les vents chauds du Sud appelés aussi Sirocco qui sont partout un danger pour les cultures.

La région de BREZINA est caractérisée par le passage du sirocco. Ce vent chaud souffle surtout en été, son maximum a eu lieu en juillet, c'est la période généralement du repos estival pour la végétation. Il provoque un dessèchement non seulement de la végétation mais aussi du sol où il entraîne une forte évaporation par capillarité. Ce vent ramène aussi avec lui une quantité appréciable de sable et de limon.

Ces sécheresses périodiques viennent régulièrement perturber le milieu.

2.8.4 Gelées blanche

Selon, (COUDERC, 1974) il y'a gelée blanche lorsque des cristaux de glace se forment sur une surface refroidie par rayonnement nocturne. La température moyenne du sol à 25 cm de profondeur pendant la période froide (Hiver) varie entre 7°C et 9°C. Pour les racines qui descendent à 1 mètre de profondeur la température dépasse les 11°C.

Les gelées blanches sont plus fréquentes dans la station d'EL BAYADH (**30 jours jusqu'à 95 jours par an**) durant (2000-2014), et le risque de gelée commencent lorsque le minimum de la température tombe au-dessous de 10°C et il dure tant que ce minimum reste inférieur à cette valeur.

Elles sont fréquentes lorsque la température minimale moyenne du mois le plus froid est inférieure à 3°C.

Tableau N°16 : Le nombre des jours de gelée mensuelle de la station d'El Bayadh durant la période (2010-2015)

Le moi	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Nombre des jours de gelée	19	14	06	03	00	00	00	00	00	02	08	16

Source : centre météo logique- EL-BAYADH

2.8.5. Synthèse climatique

La synthèse climatique permet de montrer le rôle du climat sur la répartition de la végétation. Il existe plusieurs méthodes qui sont basées sur la détermination d'indices et qui permettent de caractériser le type de climat on combinant les deux éléments fondamentaux de climat (Précipitation et température).

.1 Classification en fonction des précipitations

Tableau N°17 : classification des étages bioclimatiques en fonction des précipitations.

Etages bioclimatiques	Précipitations en (mm)
Sub- humide	600- 800
Semi- aride	400- 600
Aride supérieure	300- 400
Aride moyen	200- 300
Aride inférieure	100- 200
Saharien	< 100

Alors on trouve que **la station d'El Bayadh** se trouve notre dans l'étage bioclimatique **Aride moyen** avec une précipitation entre (200-300) mm

Et **la station de Brezina** se trouve dans l'étage bioclimatique **Aride inférieure** pour une précipitation entre (100-200) mm

.2. L'échelle thermo pluviométrique de Martonne

Cet indice caractérise d'aridité du climat d'une région donnée en combinant la température et les précipitations. Il s'exprime comme suit :

$$I = P / (T + 10)$$

Avec : P = précipitations totales annuelles en (mm), P=139,6 mm.

T = température moyenne annuelle en (°C), T=16,05°C.

A partir de la relation : $I = 5,35$ pour la station de Brézina

Et), P=255.30 mm. Et T=13.28°C.

A partir de la relation : $I = 11,51$ pour la station d'El Bayadh

Tableau N°18 : Classification climatique selon l'échelle de Martonne

E mart	Classification climatique
0 – 5	Désert
5 – 10	Semi désert
10 – 20	Steppe et méditerranéen
20 – 30	Zone d'olive et de céréales
30 – 40	Zone humide prairies et bois
40	Zone très humide

Source :(Carretero Canado et al, 2003)

Tableau N°19: le type de climat selon l'indice de Martonne de la station D'EL BAYADH et BREZINA de l'année 2014

Périodes Echelle de Martonne	Type de climat
EI BAYEDH 11.51	Steppe et méditerranéen
BREZINA 05.35	Semi désert

2.9 LES activités socio-économiques :

Secteur d'activités	nombre
Production industriel.....	1595
Production artisanale.....	02
Commerce de gros.....	159
Commerce de détail.....	3885
Import-export.....	23
Services.....	1389
Total des activités.....	7085

2.9.1 Les Activités Agricoles

La wilaya d' El Bayadh dispose d'un potentiel en terres agricoles estimé par les services de l'Agriculture à 5 765 750 hectares constituant une proportion de 80 % du territoire de la Wilaya.(PAW, 2003)

Cette disponibilité est utilisée par plusieurs activités :

9.1.1 Les Cultures annuelles :

Les services de l'Agriculture estiment que 60296 hectares consacrés à la pratique agricole extensive annuelle dont près de la moitié se localise au Nord dans les territoires septentrionaux plus adaptés.

Ces terres labourables sévèrement contrôlés ne se sont étendues que de 11 % seulement , en dépit de la période de sécheresse et de la forte sédentarisation en une vingtaine d'années.

9.1.2 Les Cultures permanentes :

11 406 hectares en plus de ces cultures annuelles sont consacrés à l'arboriculture fruitière et au vignoble.

9.1.3 Les Cultures irriguées :

L'irrigation dans la wilaya d'El Bayadh, en croissance soutenue (multiplié par près dix fois en 20 ans) couvre actuellement une superficie d' environ 15 706 hectares. Elle concerne surtout les maraichages.

2.9.2 Les Activités Pastorales :

L'activité d'élevage dispose d'une superficie estimée à 5 693 498 hectares, dont une importante partie se localise entre les communes de Bnoud, Brezina et El Abiodh Sidi Cheikh.

Dans l'objectif de l'amélioration des différentes zones steppiques, plusieurs organismes publics et parapublics sont intervenus dans cet espace en dégradation avancé.

Il y a lieu de citer le programme consistant de la Générale des Concessions Agricoles (C.G.A.) depuis l'année 2000 dans les performantes réalisations suivantes :

- Mise en défends :110 700 hectares.
- Plantations pastorales.....28 846 hectares
- Ouverture et aménagement de pistes..... 229 kms
- Réalisation de bandes forestières.....1 150 hectares
- Fixation de berges.....100 hectares
- Amélioration foncière.....1 575 hectares
- Réalisation de points d'eau45 forages
- Fonçage de puits pastoraux.....04 unités

L'élevage peut être approché par les données de la D.P.A.T. dans notre zone d'étude comme suit

Tableau N°20: Répartition du Cheptel par communes

COMMUNES	Ovins	Bovins	Caprins	Camelins	Equidés
EL BAYADH	82 280	1 193	5 985	-	134
BOUALEM	33 580	1 899	2 440	-	50
STITTEN	33 370	840	2 450		28
BREZINA	213 860	811	16 690	1 675	30
G Hassoul	99 180	1 155	7 190	305	40
ROGASSA	132 740	1 622	9 560	305	150
AIN EL ORAK	16 530	1 050	1 255		34
TOTALE DE WILAYA	1 638 902	27 532	120 000	8 000	1 070

2.10 LES RESSOURCES HYDRIQUES

10.1 Les Eaux Superficielles :

Les eaux d'écoulement constituent une importante ressource qui se perdent annuellement sans grande mobilisation à cause du caractère imprévisible des averses, des orages et de la plénitude du relief qui n'offre réellement pas de système de ramassage de ces eaux.

Pour la mobilisation de ces ressources estimées à 129.22 Hm³, les services de la Wilaya ont mis au point un vaste programme de moyens de captage de ces eaux superficielles. Une capacité de mobilisation de l'ordre de 2.007 Hm³, en état précaire actuellement du fait de l'envasement et des détériorations causées par les intempéries.

10.2 Les barrages :

Tableau N°21 : La répartition des Barrages dans la wilaya

COMMUNES	SITE	CAPACITE Hm ³	MOBILISATION Hm ³	ETAT
BREZINA	Brezina	123	11.50	Bonne
EI KHEITER	Oued. Fallet	4.90	3.50	Envasé à 50 %
CHELALA	Chelala	0.78	-	Envasé à 100 %
BOUSSEMGHOUN	Boussemghoun	0.78	-	Envasé à 100 %
ROGASSA	Khenag Azir	1.33	1.16	En cours de réalisation
TOTAL		130.79	16.16	12 %

10.3 Les Eaux Souterraines :

Les eaux souterraines sont évaluées par les Services de l'Hydraulique à 289.10 Hm³.

La mobilisation de cette disponibilité avoisine les 30 % à l'aide de 91 forages en services, dont 76 en service débitent près de 10973587,2 de m³.

10.3.1 Le captage des sources :

09 sources sont déclarées par les services hydrauliques totalisant une mobilisation de 24 l/s, soit un volume annuel de 914 544 m³

10.3.2 Le pompage des puits :

Il est dénombré 19 puits à 24 litres par seconde donnant ainsi un volume annuel de l'ordre de 756 864 m³.

En résumé le volume mobilisé dans la wilaya est de l'ordre de 12.64 millions de m³.

10.3.3 Les stockages

La wilaya dispose d'une infrastructure totale de 44 345 m³

.2.11 LES RESSOURCES AGRAIRES

Les ressources agraires de la wilaya d'El Bayadh peuvent être estimées comme suit, selon les services de l'Agriculture :

- Les terres agricoles déclarées : 71 702 Ha

La céréaliculture avec sa jachère occupe 60 296 ha soit près de 84 % de cette ressource minière avec des rendements aléatoires.

Le faible taux d'emblavure indique remarquablement la prise en charge par les collectivités locales de la politique de préservation des terres et de lutte contre la désertification.

Les autres cultures sédentaires (plantations fruitières et autres vignobles) à forte emploi de main d'œuvre annuelle n'occupent qu'une faible part vivrière de 26 %.

- Les terres irriguées : 15706 Ha

Avec les moyens modernes de mobilisation de l'eau et l'absence de suivi par les services communs agro-hydrauliques cette ressource minière est en pleine expansion sans aucune norme de coût (coût de l'eau) ou de rentabilité.

- Les terres de parcours : 5.7 millions Ha

C'est une ressource en pleine crise structurelle et conjoncturelle. Le mode d'utilisation de cette ressource n'obéit à aucune stratégie de développement durable ou de préservation du patrimoine.

- Les palmiers dattiers : 917 Ha

Avec une production annuelle de 7000 quintaux annuellement cette ressource tend à satisfaire localement les besoins de la population.

- Le cheptel : 1450000 têtes équivalentes ovines

2.12 Situation démographique

2.12. 1- Structure de la Population

La population de la Wilaya à fin 2010 est de 278 100 habitants, cette situation traduit une évolution importante de la population dans la mesure où en 44 ans, elle a doublé à un rythme moyen annuel absolu de 5.167 habitants selon les différents recensements de la population effectués depuis l'indépendance.

2.12. 2- Répartition de la population par sexe et par âge

La population ayant un âge inférieur à 15 ans représentant 38% du total de la population, constitue dans les années à venir une importante ressource humaine.

2.12. 3- Evolution de la population aux différents Recensement général de la population et de l'habitat (RGPH) :

La population de la Wilaya d'El Bayadh a fortement évolué durant les différents recensements de la population effectués depuis l'indépendance. C'est ainsi que la population qui était de l'ordre de 47 590 habitants au RGPH 1966, était passée à 114 800 habitants au RGPH 1977, soit une évolution globale de 67 210 habitants. Le RGPH de 1998, la Wilaya comptait une population de 226 845 habitants, soit une évolution de population de 75 088 habitants, représentant un taux d'accroissement annuel moyen de 3,61 %. Par contre en 2008, le volume d'accroissement de la population a fortement diminué puisque selon le recensement réalisé à cette date, le taux d'accroissement est descendu à 1,41%. Cela est dû principalement

à la nette régression du taux d'accroissement naturel qui est passé de 3,61% en 1998 à 1,41% en 2008.

TABLEAU N°22 : Evolution de la population aux différents RGPH

RGPH	Evolution	Population	Taux d'Accroissement Annuel Moyen (%)
1966	47 590	-	-
1977	114 800	67 210	7,52
1987	151 757	36 957	2,77
1998	226 845	75 088	3,61
2008	261 286	34 441	1,41

Source: DPAT El Bayadh

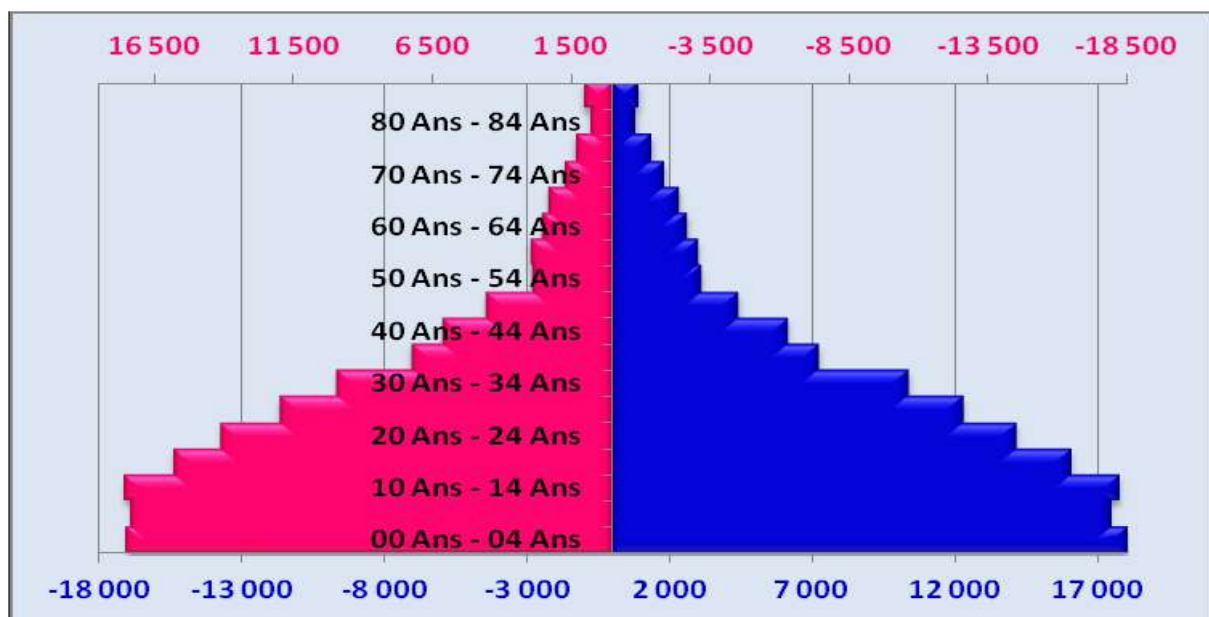


FIG. N°14 : Répartition de la population par sexe et par âge

3 -Les contraintes de développements de la région :

Les principales contraintes qui constituent en fait les facteurs limitant pour le développement de la zone se résument comme suit :

- Le climat de type semi-aride est peu favorable. Il est marqué par une très faible pluviométrie, une longue sécheresse estivale et des gelées fréquentes surtout en altitude.
- La sécheresse qui sévit depuis longtemps, ce qui a provoqué le tarissement des points d'eau, l'échec des jeunes reboisements et la diminution considérable de la flore.
- L'érosion hydrique et éolienne du sol et l'ensablement dans les périodes sèche.
- L'utilisation de l'espace forestier comme pâturages pour le cheptel.

**Parti II : MATERIEL ET
METHODE**

**Chapitre V : matériel et
méthode**

1. Matériel Utilisé :

1.1. Les données :

Les données nécessaires pour ce travail sont : données topographiques, satellitaires et géologique, et des données climatiques.

❖ Les données Cartographique :

Carte topographique du bassin versant de Brezina au 1/50000^{ème}

Cartes géologiques de Brezina à l'échelle du 1/1000000^{ème}.

Cartes d'occupation des sols à l'échelle du 1/1000000^{ème}.

Carte de model numérique du terrain (mnt) à l'échelle du 1/50000^{ème}

Carte de la pente à l'échelle du 1/50000^{ème}

Carte d'exposition au 1/50000^{ème}

❖ Les données satellitaires

Pour le but d'observation la dynamique on a pu avoir :

- Une image acquise par les satellites du programme LANDSAT 8 LT 31/05/2015 198 Path
036 Raw
- Une autre image LANDSAT 08 de 31/05/2015 198 Path
037 Raw

❖ Données alphanumériques

Les données alphanumériques représentent les statistiques des différents indicateurs collectés auprès des différents organismes tels que les communes (recensement de la population), la direction de l'agriculture (statistiques agricoles), la station météorologique (données climatique), la direction de forêt (Surfaces des forêts, des reboisements,...), et d'autres données obtenues dans différentes directions de la wilaya d'EL-BAYADH et de services communaux, organismes concernés (DPAT, DSA, HCDS...).

❖ Données climatiques :

sont trouvées au niveau de la station météorologique d'El Bayadh d'une période d'enregistrement (2000-2014) pour les différents paramètres climatiques, précipitation, température, vent, etc. (voir chapitre 4)

1.2. Moyen de travail :

L'acquisition des données se fera par numérisation des cartes en format papier (pour les cartes), qui nécessite un traitement pour la réalisation des différentes couches d'information en la rendant exploitable en format numérique. Les logiciels utilisés sont. :

- ◆ Le logiciel **MAPINFO** est un outil de type Système d'Information Géographique qui sert à créer, traiter et à cartographier l'information géographique. Il compile, assemble, croise des données thématiques professionnelles avec les données génériques vecteurs ou raster).
- ◆ Le **VERTICAL MAPPER** est un logiciel complémentaire important de MapInfo. Les principaux apports de vertical Mapper concernent la mise à disposition de nouvelles techniques d'analyse des informations localisées qui varient de manière continue dans l'espace ; la capacité de comparaison et d'analyse sur de multiples couches de données :et des visualisations originales. Outre les types de données connues sous MapInfo que sont les points, les Polygones et les Polygones, Vertical Mapper introduit un nouveau type le grid-file mieux adapté pour représenter des données qui varient de manière continue dans l'espace comme l'ensoleillement, la pollution, la température ou l'altitude.
- ◆ Le logiciel **ENVI** est logiciel complète de visualisation et d'analyse d'image issues de la télédétection. Son interface logique et intuitive permet de lire, de visualiser et d'analyser différents formats d'images, de toutes tailles et sur une grande variété de plates-formes. De plus, ENVI inclut également le puissant langage de développement IDL (Interactif Data Langage) qui permet d'étendre les fonctionnalités d'ENVI ou de créer ses propres routines.

Ses fonctions interactives et complètes d'analyse multi / hyper-spectrales et radar révolutionnent la façon dont nous observons la terre.

Il constitue le choix naturel des professionnels de par ses performances, son ouverture, sa facilité d'utilisation et la qualité de ses algorithmes,...

- Différents types de formats images : Satellites, Radar ou Aériennes ;
- Une large gamme de formats images : SPOT, IKONOS, Landsat 7, Terra (ASTER, MISR, MODIS), ERS, SeaWifs, ENVISAT, SPOT Végétation HDF-EOS, Radarsat , TOPSAR, AIRSAR, E-SAR, GEOTIF, AVIRIS, CASI.
- Des formats vecteur standard : ArcViewshapefile, Mapinfo, Microstation, DGN, AutoCAD DXF ;

- Des outils SIG

- Un accès facile aux données : il supporte une très large gamme de formats d'images (formats des principaux fournisseurs de données satellites, aériennes ou radar), vecteurs (formats des principaux SIG) et MNT (modèle numérique de terrain).
- Convivial : grâce à son interface logique et intuitive.
- Complet : un ensemble très complet de fonction d'analyse et de traitement.

Des algorithmes spécifiques permettent de tenir compte et profit des avantages de chacun de ces domaines :

- Traitement d'image : pré-traitement, analyse en composantes principales, NDVI, filtres ;
- Calage : géo-référencement, orthorectification, mosaïques ;
- Analyse multi spectrale et hyperspéctrale : Roi, classifications supervisées ou

non-supervisées, post-classifications, librairies spectrales ;

- Analyse Radar : mono-bande, polarimétrique ;
- Outil vecteurs : création ou éditions de couches vecteurs, interrogations des attributs ;
- Analyse topographique ;
- Visualisation 3D interactive ;
- Compositions de cartes ;
- Ouvert : grâce au langage IDL, Interactive Data Langage (inclus dans ENVI), l'utilisation peut rapidement intégrer ses propres algorithmes de traitement ou l'accès à de nouveaux formats d'images .
- ◆ Le logiciel **RiverTools** est un logiciel de traitement et d'analyse de modèle Numériques de terrains (MNT). Son interface flexible et facile à utiliser permet l'importation rapide des différents types de MNT et des données relatives aux bassins versants hydrographiques. Pas besoins d'être une expert en SIG pour faire des études approfondies des bassins versants. De plus, Rivertools inclut également le puissant langage de développement IDL (interactif data langage) qui permet d'étendre ses fonctionnalités ou de créer ses propres routines. RiverTools import les MNT et vous conduit à l'extraction des réseaux hydrographique et des limites de bassin versant ainsi d'effectuer différents types de mesures. Son menu général, construit de manière logique, vous guide aux différentes étapes de traitements des MNT :

- « **Prépare** » une fonction qui permet de convertir une multitude de format de MNT, traité ou brut, en format propre à RiverTools.
- « **Extract** » une fonction qui contient les étapes à passer du MNT brut au traité, en arrivant à la fin à l'extraction du réseau du drainage et des limites de bassins versant ainsi tous les autres produits dérivés (pente, aspect , exposition , courbe hypsométrique, etc).
- « **Display** » l'utilisateur trouve un ensemble de possibilités d'affichage des résultats de traitement sous sa forme de carte ou de courbe ;
- « **Analyze** » Rivertools contient des outils d'analyse quantitative des mesure déjà effectuée avec la fonction « Extract ». la fonction « Analyze » permet à l'utilisateur d'établir les analyses statistiques qui permettent l'extraction de différents types de courbes liées aux bassins versant, ces résultats sont d'une grande importance à la modélisation hydrologique.
 - ◆ **L'Excel** pour les traitements des données climatiques et leur représentation graphique de ses derniers.

◆ **Matériel pour l'analyse granulométrie**

- Six tamis (2mm, 1mm, 0.2 mm, 250 μ m ,125 μ m ,80 μ m) ;
- Une balance ;
- Capsule (en porcelaine ou en verre) ;
- Des plaques chauffantes
- une étuve ;
- Des éprouvettes de sédimentation graduées de 100 à 1000 ml ;
- Un thermomètre ;
- L'examétophosphate de sodium ;
- L'eau distillée.



FIG. N°15 Le tamisage à sec

Photo prise par HAMDANI-2016

1.3 Reconnaissance terrain :

Pour mener l'étude, nous avons fait des sorties sur le terrain sont réalisé par notre encadreur, pendant deux jour successive le 29/03/2016 et 30/03/2016 car la zone d'étude est vaste pour être vérifiée intégralement, nous avons sélectionné des stations des quelles nous avons récolté des données concernant le changement.

Les données récoltées, après être saisies sur la base de données, doivent être vérifiées avec des comparaisons avec le terrain. Il est nécessite de sélectionné des stations qui sont choisies en tenant compte des indicateurs de la désertification.

◆ Critères de sélection des stations :

Les stations ont été choisies relativement au hasard, en tenant compte des critères suivants :

- Accessibilité de la station : les stations choisies doivent être accessibles du point de vue routes et du point de vu sécuritaire
 - Le nombre de station doit être suffisant pour garantir une certaine représentativité de la zone d'étude.
 - La localisation des stations : c'est-à-dire que les stations doivent être réparties de manière à ce que tous les types de climat ou de formation végétales y soit représentées
 - Les points choisis doivent couvrir l'ensemble des zones confuses ou floues dont l'identification sans vérification de terrain est impossible.
- ◆ Ce travail a été réalisé en utilisant un GPS. Le GPS (GLOBAL POSITIONINGSYSTEM) est un système de navigation et de positionnement par satellite, qui a été développé par les Etats-Unis pendant les 20 dernières années. Il fonctionne grâce à 24 satellites qui tournent autour du globe sur 6 orbites différentes, avec un récepteur GPS, les signaux des satellites peuvent être reçus partout, gratuitement et à tout moment pour déterminer une position.
- ◆ L'information fournie par le GPS (l'altitude, longitude, latitude, profil de terrain et l'itinéraire) a été d'abord notée sur les formulaires descriptifs, puis elles sont saisies sur la base de données



FIG N° 16 Matériel utilisé GPS

2. Méthodologie de travail :

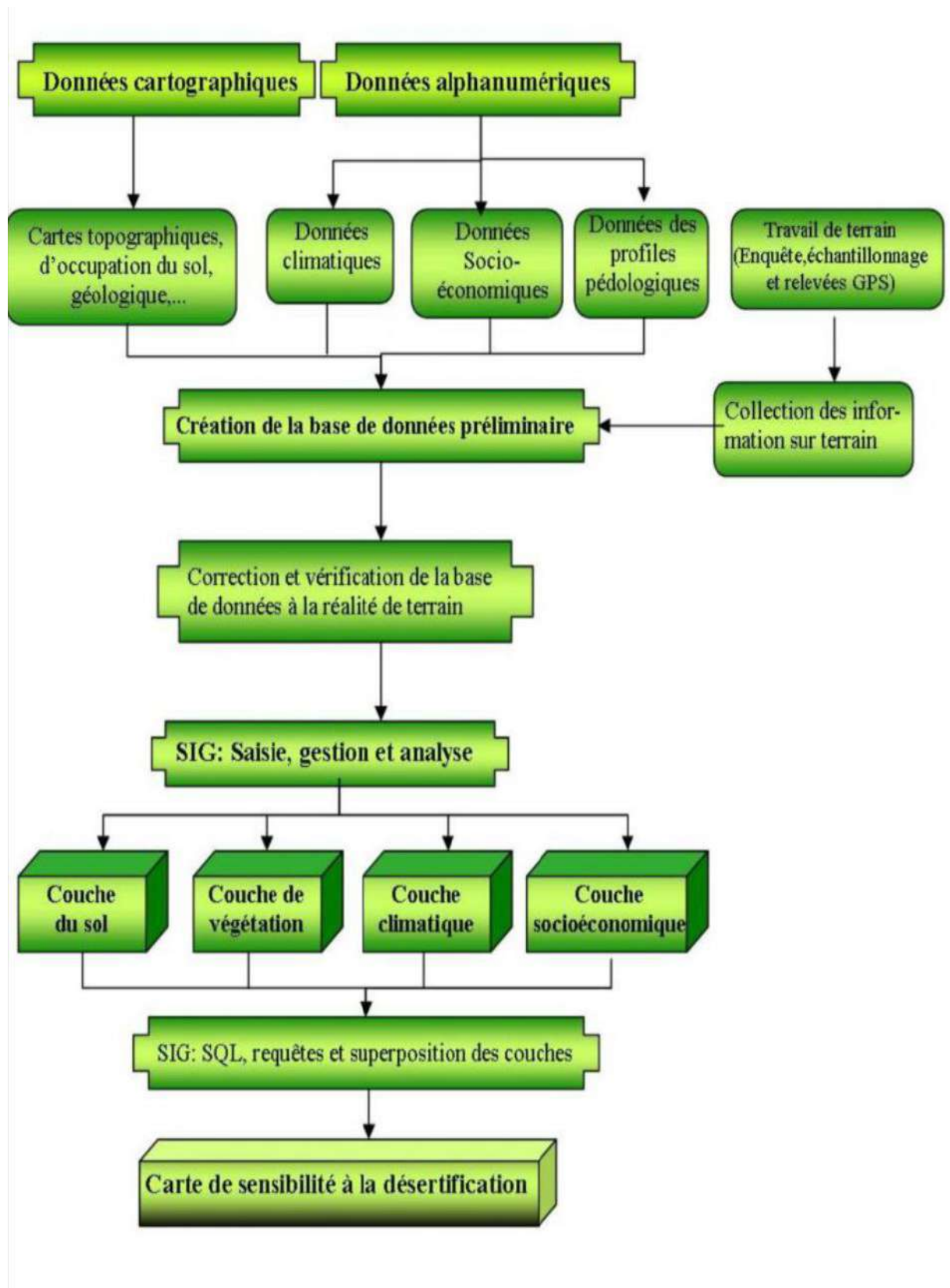


FIG N°.17: Organigramme méthodologique

2.1 L'application de la l'approche MEDALUS

La désertification est la conséquence d'un ensemble de processus importants qui sont en activité dans les environnements arides et semi arides. Notre méthodologie est inspirée du projet MEDALUS (1999), qui a pour objet l'étude de la vulnérabilité à la désertification à l'aide des SIG.

Cette méthode est basée sur l'évaluation des facteurs écologiques comme le sol, la végétation, le climat et l'aspect socioéconomique. Ce sont les principaux facteurs utiles pour définir les zones d'environnement vulnérable à la désertification.

MEDALUS est le nom d'un projet soutenu par l'Europe pour évaluer, modéliser et comprendre les phénomènes de désertification qui affectent de manière croissante la zone méditerranéenne.

D'après cette méthode la sensibilité à la désertification est déterminée par l'indice ISD ((Indice de Sensibilité à la Désertification) résultant de la combinaison de quatre sous-indices : l'indice de la qualité du climat (IQC), l'indice de la qualité de sol (IQS), l'indice de la qualité de la végétation (IQV) et l'indice de la qualité de système d'aménagement des terres (IQSA) selon l'équation suivante :

$$ISD = (IQC \cdot IQS \cdot IQV \cdot IQSA)^{1/4}$$

Plusieurs informations relatives aux paramètres intervenant dans le phénomène de désertification sont préparées à partir de données disponibles sur la région d'étude et intégrées dans un SIG. Ces paramètres sont utilisés pour calculer les indices IQC, IQS, IQV IQSA et ISD. Parmi les données utilisées dans cette application on cite : les données spatiales sous format vecteur importées du projet « carte agricole », les cartes géologiques, deux images satellitaire Landsat 8.0TM+, le modèle numérique de terrain SRTM30 et autres.

2.1.1. L'indice de qualité du sol

Le sol est un facteur dominant des écosystèmes terrestres dans les régions semi-arides et subhumides sèches, zones humides, en particulier grâce à son effet sur la production de biomasse.

L'indicateur de la qualité du sol pour la cartographie peut être associé à la disponibilité de l'eau, et à la résistance l'érosion.

Ces qualités peuvent être évaluées à l'aide de simples propriétés du sol où les caractéristiques indiquées dans les rapports réguliers des études des sols sont : la texture du sol (T), la nature de la roche mère (RM), la profondeur de la couverture pédologique (P), la pente (Pe) et le taux de drainage (D).

Ces propriétés sont utilisées par la cartographie pour la définition des classes distinctes en ce qui concerne le degré de protection des terres contre la désertification.

Ces paramètres sont utilisés pour évaluer l'impact de la qualité du sol dans le processus de désertification à l'aide de la formule :

$$IQS = (T \cdot RM \cdot P \cdot Pe \cdot D)^{1/5}$$

❖ Etude du sol sur le terrain

La formation et l'évolution du sol sous l'influence des facteurs du milieu conduisent à la différenciation de strates successives de texture et/ou de structure et/ou de couleur différente.

Ces couches sont appelées horizons, l'ensemble des horizons qui se succèdent sur une même tranche de sol s'appelle profil » (MAGNIN, 1969) *in* (ZAATOUT 2011).

Ainsi l'étude des profils apparaît comme une opération délicate, mais c'est une opération fondamentale qui à la base de toute la pédologie. Une bonne observation des faits fournit un grand nombre de renseignements indispensable à l'utilisateur. Aussi la description des profils doit toujours être menée avec un très grand soin dans un esprit objectif.

Le sol se définit donc par son profil, lequel se caractérise par un aspect spécifique, une morphologie qu'il s'agit de décrire en notes cette description contribue à l'identification du sol.

Pour chaque profil effectué, nous avons choisi, des sols qui nous ont apparus les plus représentatifs sur le terrain. On a fait les prélèvements sur 9 sites différents.

Pour chaque profil on a creusé près de 20cm de profondeur.

Nous avons effectué par la suite nos prélèvements au niveau de chaque couche qui nous a apparus de couleur et structure différente par rapport à d'autre.

TABLEAU 22 ; localisation des coordonnées géographiques des stations

Station	Longitude	Latitude	Altitude
P1(Brezina)	1°15'49''E	33°09'14.5''N	923.8m
P2	1°13'37.3''E	33°12'12.0''N	1020m
P3	1°16'32.5''E	33°15'14.5''N	1050m

P4	1°15'34.17''E	33°18'0.1''N	1200m
P5(Ghassoul)	1°18'09''E	33°15'20.9''N	1109m
P6	1°14'50.7''E	33°19'4.37''N	1200m
P7	1°15'55.9''E	33°15'22.9''N	1010m
P8	1°13'36.2''E	33°31'37.7''N	1283m
P9 (stiten)	1°08'58.8'E	33°37'38''N	1398m

Source : localisation des stations sur le terrain par un GPS, le 29/03/2016 et 30/03/2016

A. Analyse Granulométrie :

Les éléments grossiers retenus par le tamis sont levés et séchés. On les sépare en gravier (particules entre 2 et 20 mm) et cailloux (particules entre 20 et 200 mm), le pourcentage de chaque groupe est alors calculé.

La granulométrie selon **GUILLET et ROULLER (1973) in ZAATOUT (2011)**, a pour but de quantifier pondéralement les particules minérales élémentaire cristallines, groupées en classe et définir la texture ou la composition granulométrique des sols. Cette dernière est importante car elle régit les propriétés physiques d'un sol. L'essai utilise deux méthodes complémentaires :

- L'analyse granulométrique par voie sèche ; qui utilise une série de tamis emboîtés les uns sur les autres, et qui se limite au refus supérieur ou égale à 0.063 mm.
- L'analyse granulométrique par sédimentométrie ; qui utilise la décontraction de grains solides en suspension dans l'eau, cette chute est liée directement à leurs diamètre (loi de Stock) ; cette méthode s'adresse à des échantillons de sol qui ne contiennent pas des éléments de diamètre inférieur à 100 µm ;
- L'analyse granulométrique est la détermination de la texture d'un sol après destruction de tous les agrégats par dispersion des colloïdes floculés ;

Le but de cette analyse est de déterminer le pourcentage ; d'argiles, de sable et de limons caractérisant l'échantillon prélevé.

B. la sédimentométrie

Lorsque les particules ont une dimension inférieure à 80 µm, le tamisage n'est plus possible. La suspension est donc récupérée dans une éprouvette. Une lecture des densités se fait à l'aide d'un densimètre à des temps préalablement fixés. Les particules sont classées selon une échelle internationale (**DUCHAUFOR, 1968) in (OULHACI, 2001)** :

- Inférieur à 0.002 mm argile ;

- Entre 0.002 et 0.2 mm limons fins ;
- Entre 0.02 et 0.05 mm limons fins ;
- Entre 0.05 et 0.2 mm sable fins ;
- Entre 0.2 et 2 mm sable grossiers ;

L'ensemble des diamètres inférieurs à 2 mm sont appelés terre fine.

C. Méthodologie du travail

En pèsent 500g des échantillons et passent sur les six tamis.

En suite en va prendre 20gr de chaque échantillons après le tamisage et introduits dans une éprouvette A. Par la suite, 30 cm³ de solution d'hexamétaphosphate de sodium à 5% et 200 cm³ d'eau déminéralisée sont ajoutés, puis le tout est agité.

Après un repos de 24 h, on agite à nouveau pendant 10 minutes et le volume de la solution de l'éprouvette A est complété à 1000 cm³ avec l'eau déminéralisée. De la même manière, on prépare une autre solution dans l'éprouvette B : 30 cm³ de solution d'hexamétaphosphate de sodium à 5%, complétée à 1000 cm³ avec l'eau déminéralisée

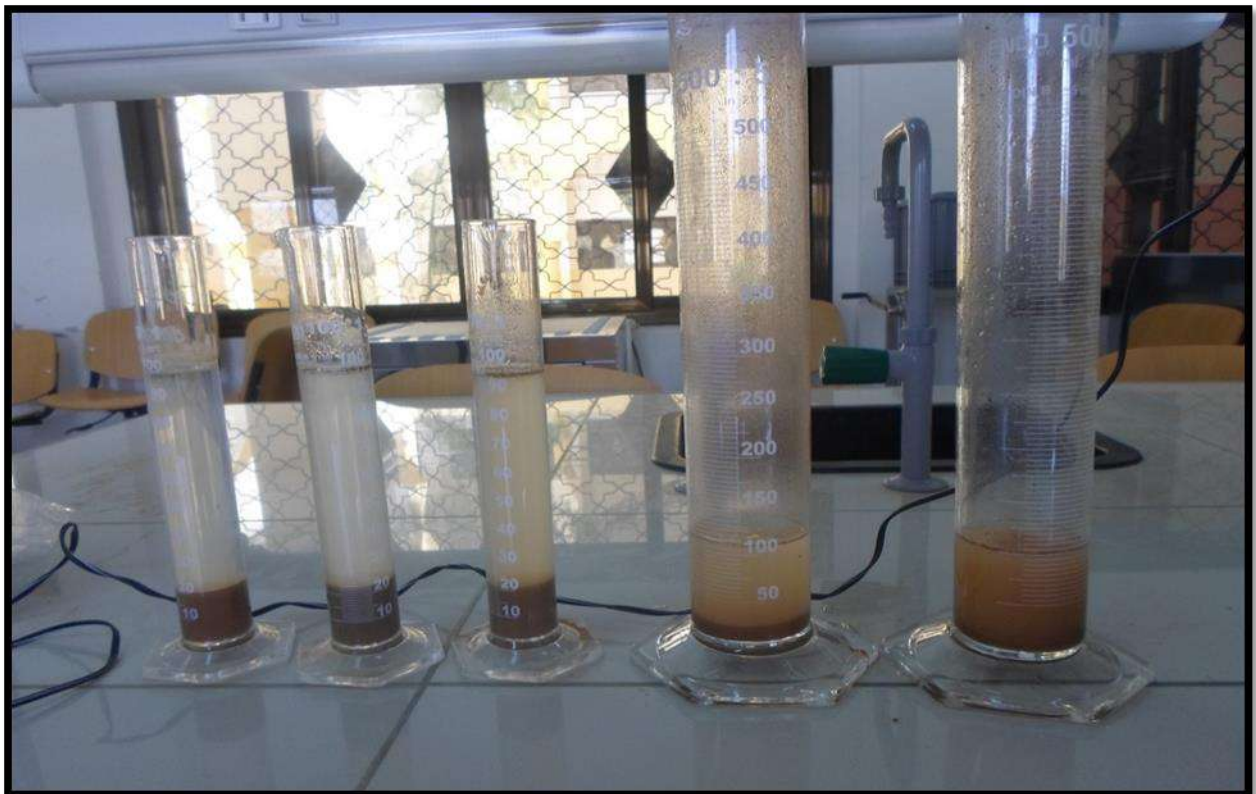


FIG.N° 18 LA sédimentométrie

Photo prise par HAMDANI-2016

L'indice de la qualité des sols (IQS) est alors calculé comme le produit des attributs ci-dessous, à La formule est la suivante :

$$\bullet \text{SQI} = (\text{texture} * \text{roche mère} * \text{pente} * \text{drainage} * \text{Profondeur}) ^{1/5}$$

La qualité du sol est appréciée par les indices dans le tableau A (voir l'annexe) :

Tableau. 23 : Evaluation de l'indice de la qualité du sol

	Classe	Description	Indice
Indice de qualité de sol (IQS)	1	Haute qualité	<1.13
	2	Qualité modérer	1.13-1.45
	3	Mauvaise qualité	>1.45

2.1.2 Indice de qualité du climat :

Selon l'approche MEDALUS, la qualité du climat est évaluée à l'aide des paramètres qui influent sur la disponibilité de l'eau pour les plantes : la pluviométrie, la température et l'aridité (C.Kosmas et al 99). IQC est calculé en croisant les trois couches d'information de la Zone d'étude repasant l'indice d'exposition (OR), les précipitations totales (PP) et l'indice d'aridité selon l'équation suivante : (Carte 20)

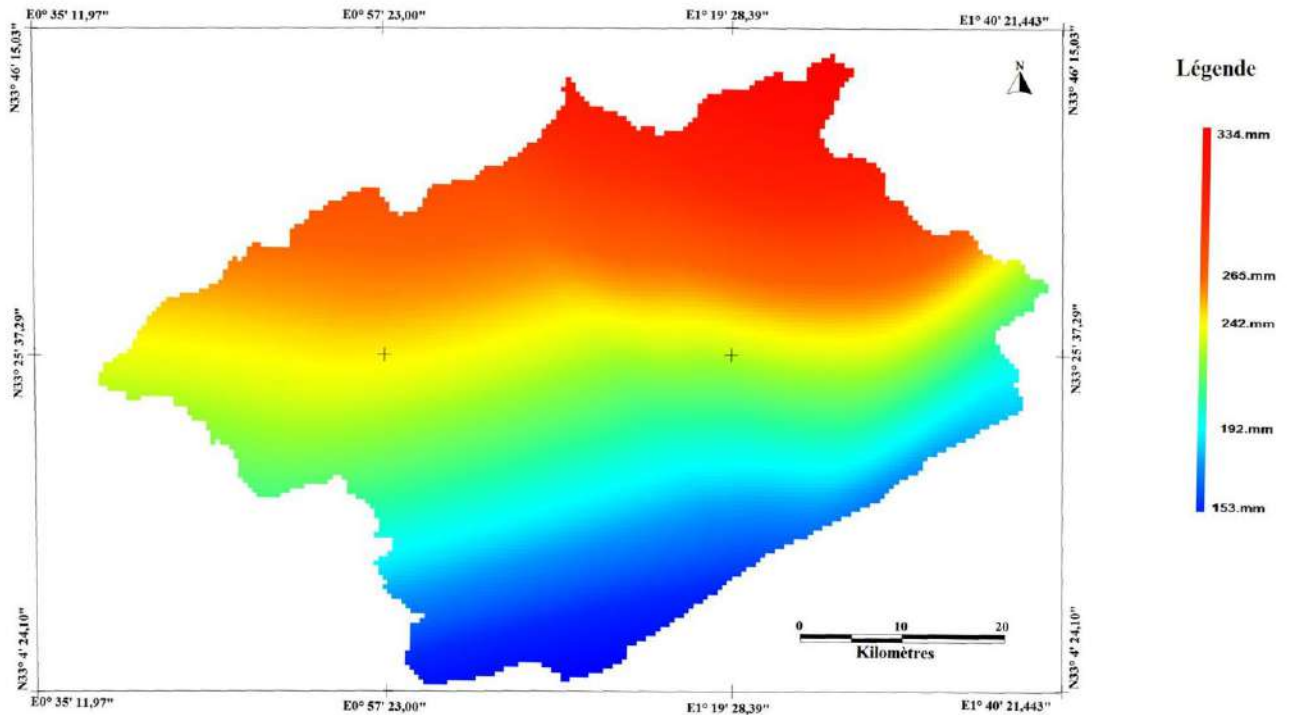
$$\text{IQC} = (\text{PP} \cdot \text{OR} \cdot \text{IA})^{1/3}$$

-La station climatique d'El Bayadh à 1209 m d'altitude, située au Nord du bassin versant, soit au même niveau que la station de Stitten, reçoit plus de **250 mm/an** ;

-à 47 km au Sud, la station d'El Ghassoul à reçoit **110 mm/an**. La différence devient de plus en plus importante au fur et à mesure qu'on s'approche des régions sud du bassin.

-La station d'Aïn Orak reçoit une hauteur de pluie moyenne de **100 mm**, alors qu'à la limite Est du bassin,

-La station de Brézina qui se trouve à la limite Sud du bassin, n'enregistre que **80mm/an**. On note également une sensible dégradation de l'Ouest à l'Est.



Carte 20 : carte pluviométrique de la zone d'étude

L'indice d'aridité est défini en se basant sur l'étage climatique dans la zone (tableau 24)

Tableau .24 : Classes et indices des paramètres liés à l'étagement du climat

Classe	ETAGES	INDICES
1	Semi-aride	1.5
2	Aride	2
3	Subaride	3

Tableau.25: Evaluation de l'indice de la qualité du climat.

	Classe	Description	Indice
Indice de qualité de climat (IQC)	1	Haute qualité	<1.15
	2	Qualité modérer	1.15-1.8
	3	Mauvaise qualité	>1.8

2.1.3 Indice de qualité de la végétation (IQV)

L'indice de qualité de la végétation est la moyenne géométrique des valeurs pondérées des différents paramètres relatifs au risque d'incendie (RI), à la résistance à la sécheresse (RS), à la protection contre l'érosion par la végétation (PE) et de la couverture végétale (CV) selon la formule suivante :

$$\text{IQV} = (\text{RI} \cdot \text{PE} \cdot \text{RS} \cdot \text{CV})^{1/4}$$

La carte occupation du sol élaborée par classification supervisée de l'image satellitaire LANDSAT 8LT est utilisée pour déterminer ces paramètres.

Les indices attribués à ces derniers sont définis en se basant sur la nature et la densité de la couverture végétale dans la région.

Les classes et les indices des paramètres liés à la qualité de végétation sont classés dans le tableau B (voir l'annexe)

Par la suite, l'indice de la qualité de la végétation est classé en trois catégories définissant la qualité de la végétation face à la désertification (**Tableau. 26**).

Tableau. 26: Indices de la qualité de la végétation

	Classe	Description	Indice
Indice de qualité de végétation (IQV)	1	Haute qualité	<1.1
	2	Qualité modérée	1.1-1.2
	3	Mauvaise qualité	>1.2

2.1.4 Indice de qualité du système d'aménagement (IQSA)

Les paramètres utilisés pour définir la qualité du système d'aménagement des terres dans la zone d'étude concernent l'intensité d'utilisation des terres (IU) et les politiques d'aménagement (PA) engagés pour lutter contre le phénomène de désertification. **IQSA** représente la moyenne géométrique des valeurs pondérées attribuées à ces paramètres selon la formule suivante :

$$\text{IQSA} = (\text{IU} \cdot \text{PA})^{1/2}$$

L'intensité d'utilisation des terres est classée selon les paramètres suivants : les Terres agricoles, le pâturage, et Les politiques relatives d'aménagement sont classées en fonction de leur degré dans lequel ils sont appliqués pour chaque cas de l'utilisation des terres.

Le numéro des critères employés est dû au niveau de détail ainsi désiré comme la disponibilité des données :

1)- Les pâturages.

L'intensité d'utilisation du sol des pâtures est définie en estimant et aux d'approvisionnement durable (des animaux par hectare) et en le comparant avec le nombre actuel d'animaux sur le pâturage. (**Voire chapitre 4**)

2)- les terrains agricole : L'intensité d'utilisation d'un sol pour les terrains agricoles est estimée en caractérisant la fréquence d'irrigation, le degré de mécanisation, l'existence de terrasses, l'usage de fertilisants et de produits chimiques,.... ,etc.

De cette façon, deux niveaux d'intensité d'usage du sol ont été ainsi distingués dans notre région d'étude.

Finalement trois classes ont été définies (**Tableau D**) (**voire l'annexe**)

Le Tableau suivant (**27**) présente les classes et les indices de la qualité Aménagement

Tableau 27 : Indices et classes de la qualité d'Aménagement

	Classe	Description	Indice
Indice de qualité socioéconomique (IQE)	1	Haute qualité	<1.2
	2	Qualité modérer	1.2-1.5
	3	Mauvaise qualité	>1.5

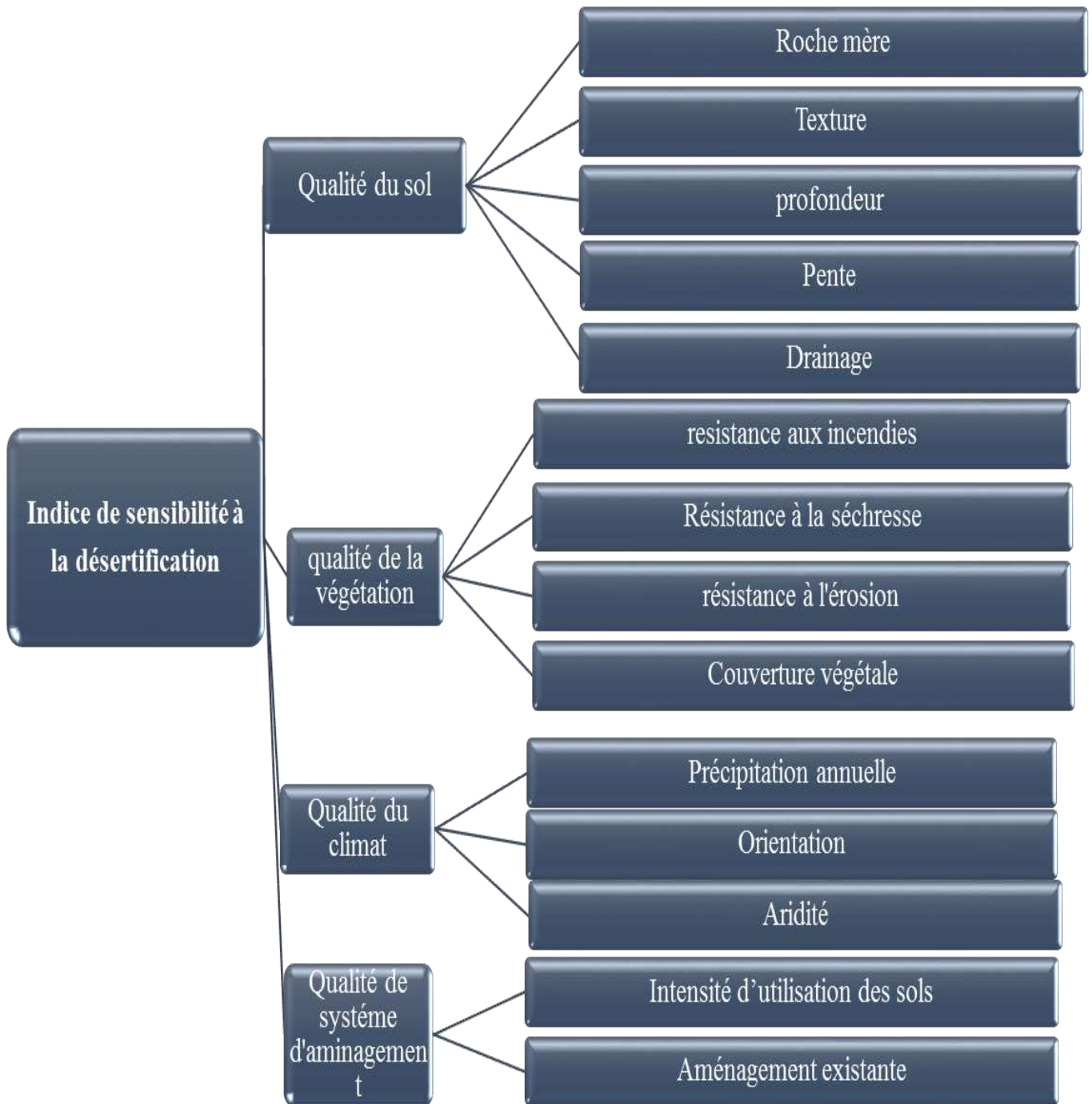


FIG N°19 : les étapes suivis pour le calcul de l'indice ISD

2.2. Réalisation des Cartes de l'indice de végétation NDVI :

Pour les besoins de l'étude, un indice de végétation de la région a été calculé à partir d'une combinaison des bandes rouge et proche-infra-rouge de l'image LANDSAT Cet indice est utilisé pour bien discriminer les deux composantes éco systémiques :

Sols et plantes d'une part et pour calculer le biovolume de la forêt d'une autre part.

La formule utilisée pour calculer le NDVI est la suivante :

$$\text{NDVI} = \text{PIR} - \text{R} / \text{PIR} + \text{R}$$

Avec :

PIR : la bande Proche-infra-rouge.

R : La bande rouge.

CONCLUSION :

La méthodologie adoptée n'est pas une simple application du concept MEDALUS mais elle a été modifiée de manière à être adaptée aux caractéristiques de la région d'El BAYEDH ; elle utilise les paramètres adéquats pour une évaluation concrète du phénomène de la désertification dans notre zone d'étude.

A cet égard, le SIG est un outil de grande fiabilité qui permet de réaliser des opérations de calcul et de cartographie des risques avec une grande précision ; Le logiciel utilisé est très performant et donne des résultats très satisfaisants car ses applications surtout pour un «Thématicien » sont très précises et fiables, il est facile de manipulation et donne un bon produit tant sur le plan esthétique que sur le plan technique et scientifique.

Cependant, l'application de cette méthodologie sur cette zone demande beaucoup de temps, d'effort et de moyen surtout le travail de terrain qui est la partie la plus importante

Car sans vérification de terrain il est presque impossible d'obtenir des données fiables vu que notre étude se base beaucoup sur la végétation qui est un facteur dynamique et dont l'évolution change d'une année à une autre.

Parti III :

RESULTAT ET

DISCUSSION

CHAPITRE : VI

Résultat et discussion

1. Les Résultats obtenu :

Le présent travail a permis d'élaborer quatre cartes de qualité à savoir : la carte qualité du climat, la carte qualité du sol, la carte qualité de la végétation et la carte qualité du système d'aménagement et une carte de sensibilité à la désertification

1.1 Réalisation des cartes thématiques

Après récupération, analyse, gestion, validation et mise en forme des résultats, nous aborderons l'analyse de ces résultats obtenus par les différentes cartes de qualité ainsi que la carte synthétique de vulnérabilité à la désertification dans la zone d'étude.

1.1.1- La carte de qualité du SOL :

❖ Résultat des analyses granulométrie ;

Dans ce qui suit, nous présenterons les résultats portant sur les caractéristiques physiques (granulométrie)

Tableau N°28 : Résultat de la texture du sol

Profil	Argile	Limon	Sable	Texture
01	-	-	-	Terrain rocheux
02	03	04	82	Sableuse
03	04	08	73	Sableuse
04	-	-	-	Caillouteuse-gravier
05	-	-	-	Pseudo sol
06	06	15	81	Sablo-limoneuse
07	17	22.5	60	Sablo-limoneuse
08	35	38.5	28.5	Limono-argileuse
09	14.1	8.8	78	Sablo-argileuse

La texture montre des pourcentages élevés en sables qui varient de 70 à 80 % dans la plus pars des profils. Le triangle de texture situe les échantillons des stations dans l'aire sableuse à sablo-limoneuse

L'étude effectuée permet d'avancer un certain nombre d'éléments :

- plusieurs sites sous des terrains rocheux et des pseudos sol, comportes des Caillaux et des graviers.

- Une composition texturale sableuse à limono-sableuse, où les sables dépassent dans l'ensemble des relevé les 70%,

- Les éléments de texture développent une certaine liaison entre eux à l'exception des limons (variant entre 4 et 30%) et des argiles (variant entre 3 et 25%).

❖ L'élaboration de la carte IQS

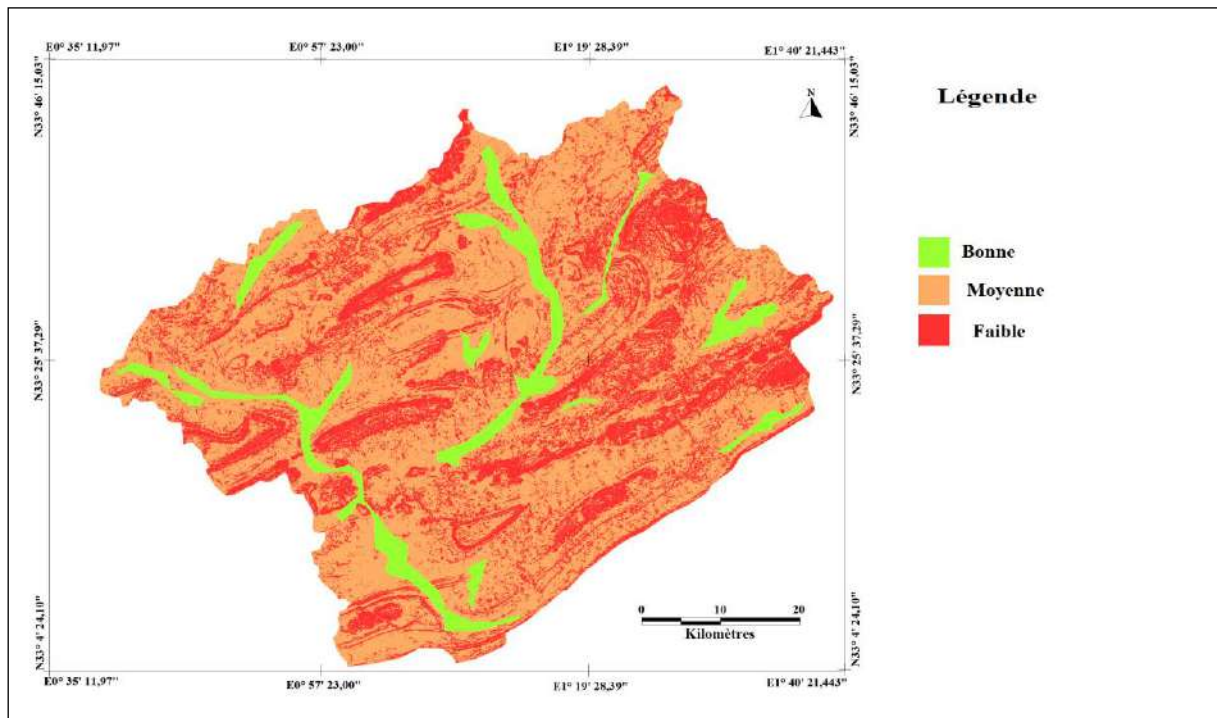
Les résultats ont fait obtenir 3 types de qualité de sol sur une superficie totale de 3720km² (**Tableau.29** et **carte N°21**).

Tableau. 29 : superficie et pourcentage des classes de qualité des sols

	Description	Superficie en Km2	Superficie %
IQS	Bonne	275	7.9%
	Moyenne	2244	60.32%
	Faible	1204	32.36%

La carte de la qualité du sol (**carte 21**) est obtenue après superposition de Cinq couches qui sont les suivantes :

- La couche « texture »
- La couche « drainage »
- La couche « pente »
- La couche « Roche mère »
- La couche « profondeur du sol »



CARTE N°21 : Carte Qualité du sol

1.1. 2- La carte de qualité de la végétation :

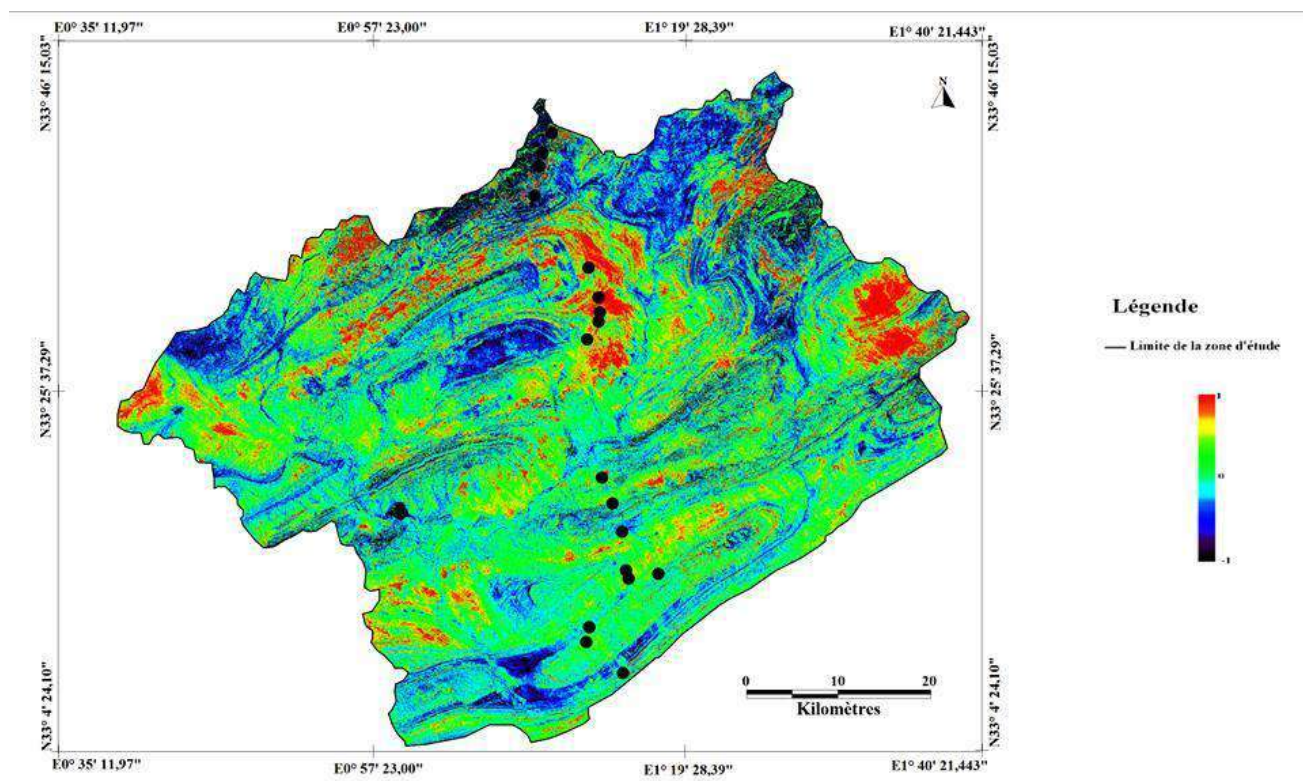
❖ Réalisation de la carte NDVI :

Dans notre zone d'étude, Un grand nombre d'indices de végétation peuvent être obtenus des données satellitaires, comme l'indice de végétation différence normalisée (NDVI) sur AVHRR. Le NDVI est estimé à l'aide des réflectances dans les canaux rouge et proche infrarouge. En se basant sur les cartes de l'indice de végétation, le couvert végétal du bassin versant est relativement faible. Cette couverture, très dégradée, présente de mauvaise qualité de recouvrement et de régénération. Trois types d'occupation caractérisent le bassin versant de Brézina :

-Sol nus : NDVI < 0,15

-Couvert dense (forêt) : NDVI > 0,25

-Couvert moyen dense (herbe) : NDVI compris entre 0,15 à 0,25.



CARTE N°22 : Carte d'indice De végétation

❖ **L'élaboration de la carte IQV :**

La carte obtenue permet de distinguer trois qualités de végétation sur une surface totale de 3720km² et qui sont réparties de la manière suivante ; **Tableau. 30** et **Carte N°23**

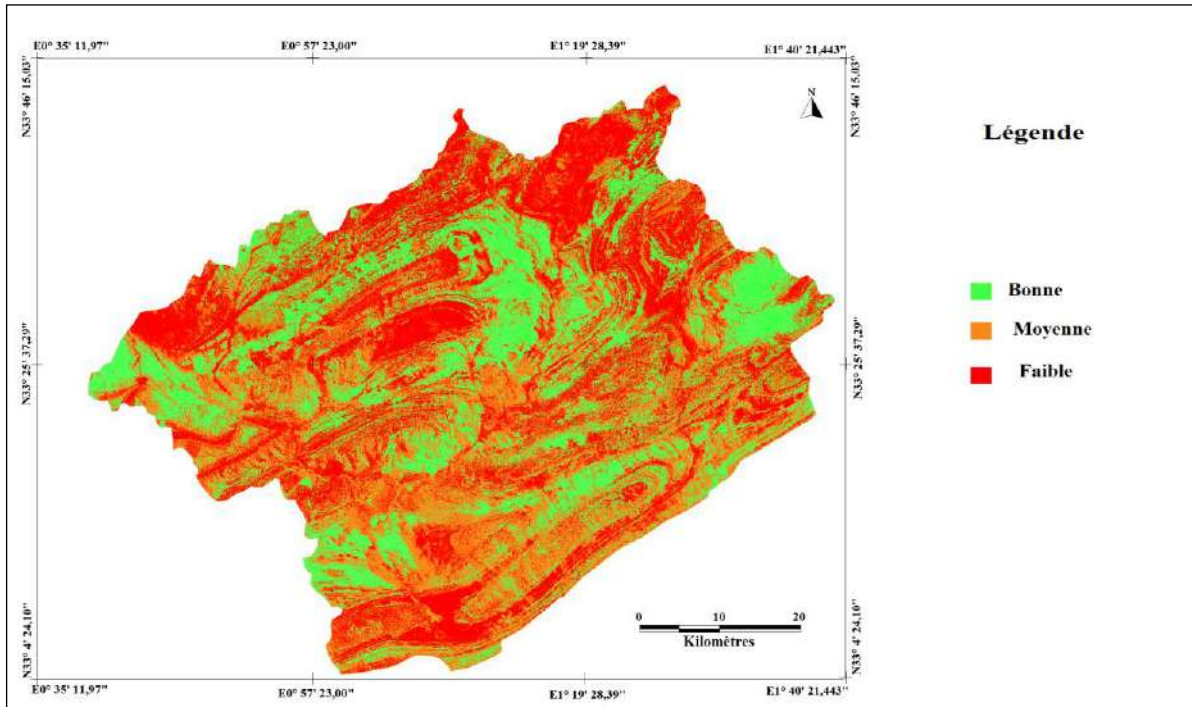
Tableau. 30 : superficie et pourcentage des classes de la végétation

IQV	Description	Superficie en Km2	Superficie %
	Bonne	1055	28.36%
	Moyenne	1346	36.18%
	Faible	1191	32.01%

La carte de qualité de la végétation **CARTE N°23** a été réalisée à partir des données relatives à quatre paramètres qui sont :

- Risque des incendies
- Protection contre érosion

- Résistance à la sécheresse
- Taux de recouvrement



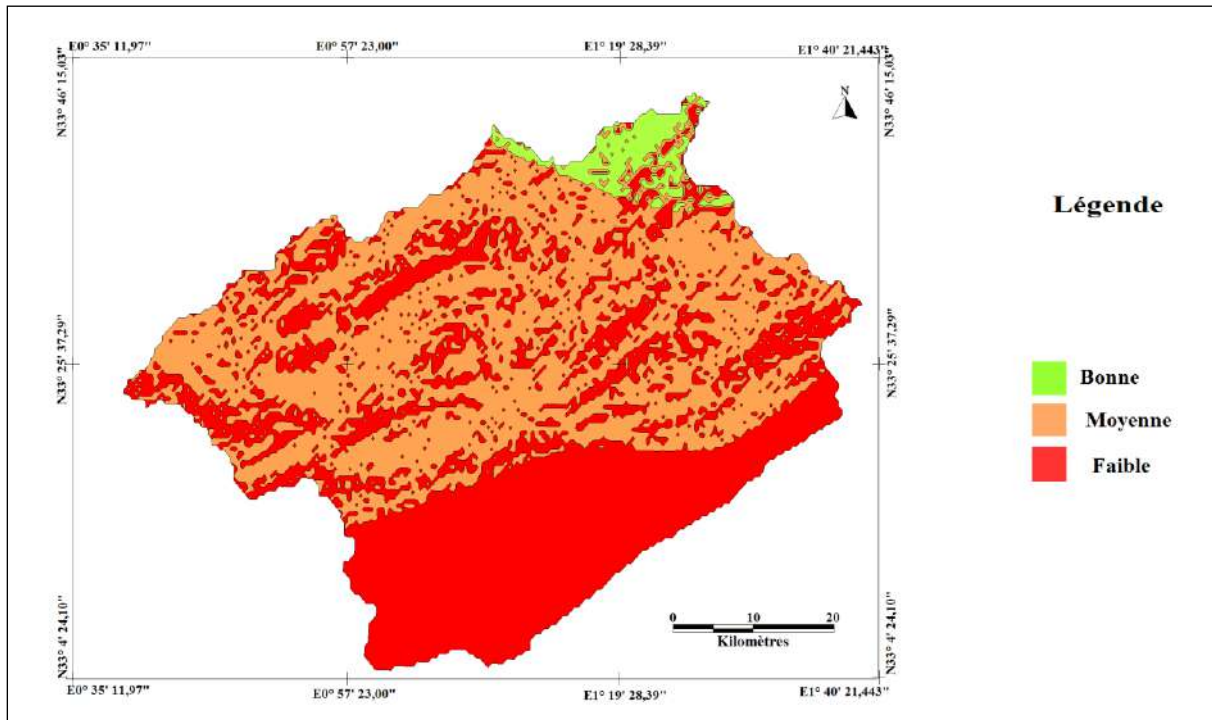
Carte N°23 : Carte Qualité de la végétation

1.1.3 La carte de qualité du Climat :

Pour cette carte, nous a fait ressortir trois qualités du climat qui sont : « Très favorable, Favorable, Défavorable » sur une superficie de 3720 Km² elles se répartissent comme suit (Tableau.31, CARTE N°24) :

Tableau .31: superficie et pourcentages des classes de qualité du climat

IQC	Description	Superficie en KM2	Superficie %
	Très favorable	103.6	2.78%
	Favorable	1720	46.23%
	Défavorable	1732	46.55%



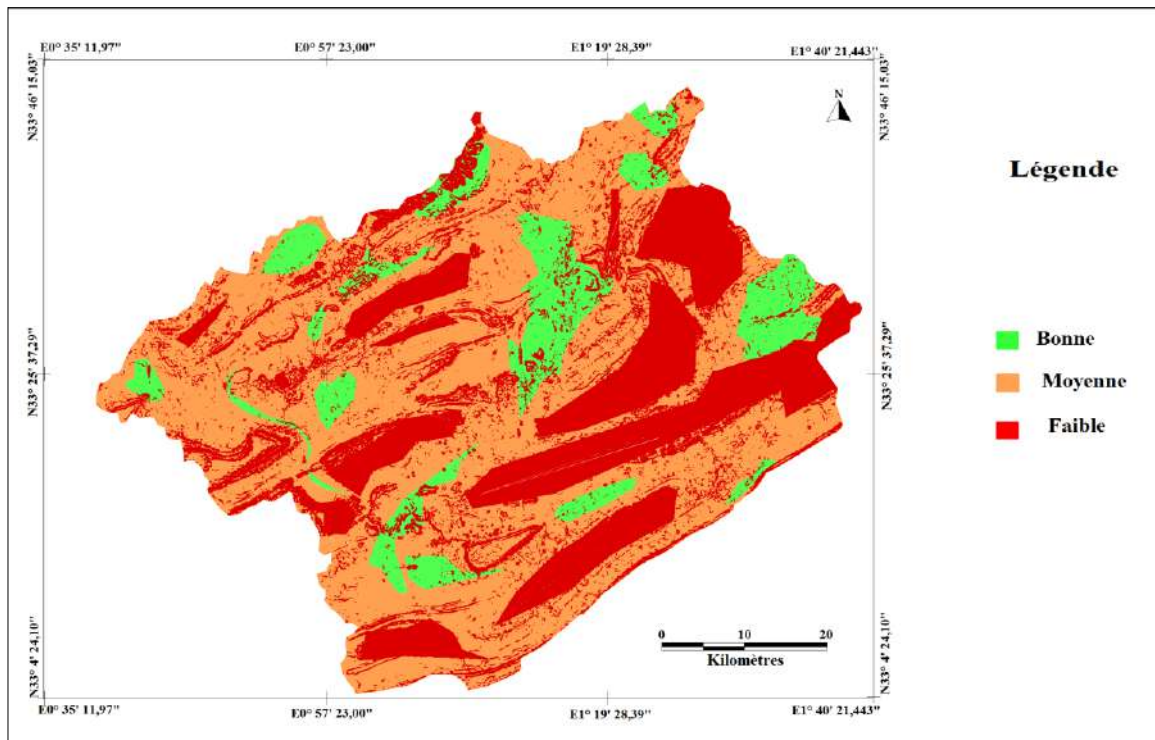
CARTE N° 24 Carte qualité du Climat

1.1.4 La carte de qualité système d’aménagement :

Dans notre cas, et après affectation des indices aux différentes unités, il ressort que la zone d’étude est caractérisée par trois qualités socioéconomiques différentes (**Tableau .32 et la carte N°25**).

Tableau.32 : superficie et pourcentage des classes de qualité système d’aménagement

IQE	Description	Superficie en KM2	Superficie %
	Bonne	401	10.77%
	Moyenne	1890	50.80%
	Faible	1413	37.98%



CARTE N°25 : Carte qualité de système d'aménagement

1.1.5 .L'élaboration de la carte de sensibilité à la désertification

Les quatre couches de la qualité des indicateurs de la désertification déjà citées ont été superposées par l'option « overlay.mbx » sur Mapinfo. L'élaboration de la carte de synthèse relative à la sensibilité susceptible de la désertification a été l'aboutissement de plusieurs combinaisons entre les différentes couches. La succession des différentes opérations s'est déroulée comme suit :

- Tout d'abord, la couche de qualité du sol a été obtenue par superposition des couches suivantes : textures, drainage, profondeur, pente et lithologie.
- Une fois, cette couche est réalisée, on a procédé à un premier croisement entre cette couche et celle de la qualité du climat (croisement 1).
- Par la suite, la couche de la qualité de la végétation a été superposée à celle de la qualité socio-économique (croisement 2).
- La dernière étape était la superposition du croisement 1 et le croisement 2 pour l'élaboration de la carte de sensibilité à la désertification.

En dernier lieu, les quatre indices dérivés sont multipliés pour l'évaluation de l'indice de sensibilité à la désertification (**ISD**) comme suit :

$$(\text{ISD}) = (\text{IQS} * \text{IQC} * \text{IQV} * \text{IQE}) ^{1/4}$$

La vulnérabilité à la désertification est évaluée selon les la valeur des indices suivants (Tableau .33).

Tableau. 33 : Indices de la sensibilité à la désertification

ISD	DESCRIPTION	INDICE
1	Peu sensible	1.23
2	Sensible	1.23-1.38
3	Très Sensible	1.38

❖ **La carte de vulnérabilité à la désertification :**

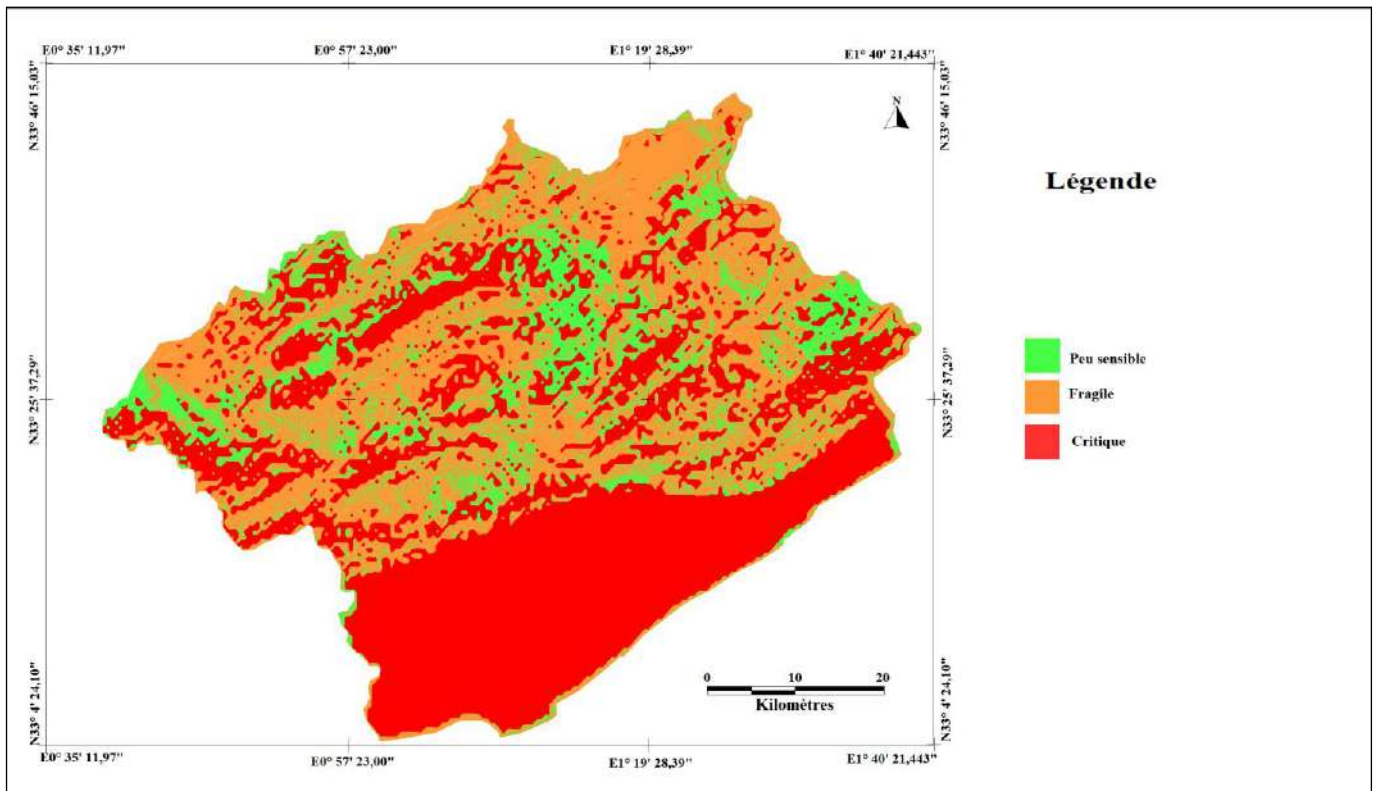
Le bassin versant de Brezina est un milieu déjà fragile et vulnérable à la désertification.

La carte finale élaborée à partir de la combinaison on de la synthèse des cartes traitées précédemment nous permet de comprendre et de classifier notre région en terme de sensibilité à la désertification afin d'élaborer des plans d'action et de lutte contre la désertification.

L'analyse de la carte de vulnérabilité à la désertification de la région d'étude du bassin versant de Brezina (**Carte N°26**) et de sa base de données et des différents documents existants fait ressortir les principales zones de différents sensibilité à la désertification.

Tableau. 34 : superficie et pourcentage de différente sensibilité à la désertification.

ISD	Description	Superficie en Km2	Superficie (%)
	peu sensible	412	11.07%
	Fragile	1750	47.04%
	Critique	1570	42.20%



CARTE .26: Répartition spatiale des classes de sensibilité à la désertification

2. Interprétation des Cartes et discussion général :

2.1 La carte de qualité du sol :

Les sols de bonne qualité occupent une superficie de 275Km² soit un taux de 7.9% de la surface totale qui est de 3720 km² ; cette classe est occupée surtout par des reboisements de pin d'Alep et elle est moins soumise aux pressions entropiques que les autres classes ce qui explique la grande stabilité des sols.

La classe de qualité moyenne couvre une superficie de 2244 km² soit un taux de 60.23%.

La classe des sols à faible qualité s'étend sur une superficie de 1204 km² et un taux de 32.36% de la surface totale; elle occupe pour sa majeure part le sud du bassin versant de Brezina

2.2 La carte de qualité de la végétation

La végétation de bonne qualité occupe une superficie de **1055** km² soit un taux de 28.36% de la surface totale qui est de **3720 km²** est majoritairement occupée par des reboisements de pin d'Alep.

La classe à qualité moyenne couvre une superficie de **1346** km² soit 36.18%; elle est soit la résultante de la dégradation des terrains où elle correspond à des différentes cultures.

Cependant, la classe de mauvaise qualité s'étend sur une superficie de 1191 km² soit un taux de 32.01 % de la surface totale ; elle occupe pour sa majeure partie le sud de la région d'étude .

Cette étude montre que la nature de la végétation présente dans la zone d'étude ne permet pas de la protéger contre la désertification.

2.3 La carte de qualité du climat :

La classe du climat bonne et favorable occupe une superficie de 103.6 km² soit un taux de 2.78% de la surface totale qui est de 3720 km² cette classe est située en haute altitude où les précipitations sont abondantes.

La classe de qualité moyenne couvre une superficie de 1720 km² soit un taux de 46.23%. Elle occupe dans sa majeure partie le milieu du bassin versant. En général, la répartition des précipitations obéit en fait à un gradient altitudinal.

La classe de faible qualité s'étend sur une superficie de 1732 km² c.-à-d. un taux de 46.55% de la surface totale ; elle est la plus représentée des trois catégories du fait que la région de Brezina est située dans le aride au plan climatique.

2.4 La carte de système d'aménagement :

Sur la carte Qualité du système d'aménagement (CARTE N°24) on distingue trois classes bonne, moyenne et faible. Les zones dont la qualité est moyenne sont les plus dominantes avec une superficie de 1890 km² soit 50.80% de la surface totale. Les zones à bonne qualité du système d'aménagement présente 10.77% du territoire sur une superficie de 401 km². Cependant, la classe de faible qualité s'étend sur une superficie de 1413 km² soit un taux de 37.98 % de la surface totale ;

Cette situation de système d'aménagement liée notamment à différents facteurs :

- Des pâturages à différents états de dégradation et la pratique d'un élevage extensif dans toute la zone entraînant la dégradation du milieu.

· A l'absence de politiques de protection du milieu appréciable.

2.5 La carte de sensibilité à la désertification

A partir de ce qui précède, il a été possible de dégager les principaux types qui caractérisent les zones de sensibilité à la désertification :

- Type peu sensible ;
- Type fragile ;
- Type critique ;

Les secteurs des terres peu sensibles à la désertification occupent une superficie de 412 km² soit 11.07 % de la surface totale qui est de 3720 Km² ces terres sont moins soumises à la désertification que le reste des classes mais ne sont pas à l'abri de la dégradation du fait qu'elles soient mal gérées, dans quelque années, elles subiront les conséquences et se transformeront en terres désertes.

La classe des terres fragile couvre une superficie de 1750 km² soit un taux de 47.04 % Cette sensibilité affecte surtout les zones de parcours et elle est due à la mauvaise qualité des sols, au climat défavorable et à l'extension des cultures et des pâturages.

Cependant, La classe critique est localisée dans le sud de bassin versant, Elle couvre une superficie de 1570 km², soit un taux de 42.20 % de la surface totale la majeure partie de ces terres est située dans la région sud du bassin versant et elles constituent une priorité pour toute action de lutte contre la désertification. Si le phénomène de dégradation est endigué à la source, le reste des terres sera naturellement protégé. Cette classe est considérée comme des terres car elle en globe toutes les mauvaises qualités des différents paramètres adaptés. Cette situation défavorable conduit ver une logique de désertification à caractère presque irréversible de cette région.

Conclusion :

Au terme de ce travail, on peut souligner que l'élaboration de la carte de vulnérabilité à la désertification de la région d'étude a permis de faire ressortir clairement les grands traits de la répartition des zones sensibles à ce phénomène de dégradation.

L'analyse des résultats obtenus montre l'importance du phénomène de désertification lequel menace pratiquement toute le bassin versant du Brezina, En effet plus de 89 % de la

superficie de cette zone a été classé comme une zone fragile et critique, alors que moins de 11% seulement est classé à peu sensible à la désertification.

Au plan méthodologique, le concept MEDALUS constitue est une démarche scientifique cohérente qui répond à une approche objective des indicateurs régionaux de la désertification. La nature de ces éléments données essentiellement une vue globale de leur impact sur la sensibilité à la désertification. Certains agissent plus que d'autres mais tous ont un rôle dans ce processus.

Ainsi, l'intérêt du SIG est de collecter les données nécessaires sur une base harmonisée qui permet, d'évaluer le risque de ce processus ; il permet d'utiliser des indicateurs et d'élaborer des outils d'aide à la décision en intégrant ces paramètres.

CONCLUSION GENERALE :

La steppe algérienne encourt beaucoup de dangers ces trois dernières décennies. De ce fait, depuis quelques temps, elle fait l'objet de certaines études pluridisciplinaires concernant son milieu physique et biologique en vue de voir comment lutter contre la désertification et de lui adapter un aménagement adéquat. Ainsi, on peut dire que c'est un défi stratégique pour notre pays.

A la lumière de ce modeste travail qui a pour but principal de définir des indicateurs de dégradation ainsi que l'évaluation de la vulnérabilité à la désertification dans les régions arides, il ressort que :

- Les résultats obtenus peuvent être directement utilisés et appliqués pour assurer une meilleure lutte et une protection contre la désertification et toutes formes de dégradation dans les zones arides dans la wilaya d'EL-BAYADH et plus particulièrement dans le bassin versant de BREZINA.

A cet égard, le recours aux données cartographique et l'utilisation de l'outil SIG est primordial afin de dresser des bilans et des résultats fiables sur la dégradation du milieu et l'évolution de la désertification. Dans ce contexte les images des données satellitaires et multi-dates constituent une excellente source d'information pour appréhender l'étude d'un phénomène si complexe comme la désertification.

- La région de BREZINA présente un faible taux de couvert végétal, lié avant tout à l'aridité du climat et à la fragilité des sols sur lesquelles pousse les végétaux (des terrains se ressuyant de façon excessive à cause de leur faible aptitude à retenir l'eau).

- L'évaluation de la vulnérabilité des milieux à la désertification exige, d'une part la description des conditions biophysiques et socioéconomiques des zones subissant ces phénomènes, et d'autre part la compréhension des mécanismes et processus résultant de ces conditions. Cette estimation repose tout d'abord sur l'acquisition des paramètres de base permettant de décrire les états des lieux et leur dynamique aux échelles spatio-temporelles pertinentes, puis sur l'analyse et le cas échéant la modélisation des interactions entre les facteurs induisant des processus contribuant à la désertification.

- L'analyse des résultats obtenus à partir des différentes cartes thématiques montre l'importance du phénomène de désertification qui menace pratiquement toute la zone qui apparaît à travers les différentes classes de vulnérabilité à la désertification.

En effet plus de 89 % de la superficie de cette zone a été classée comme des zones fragiles et critiques alors que moins de 11 % seulement sont classés comme des terres peu sensibles. Cette étude nous a permis également de collecter les données nécessaires dans un SIG, sur une base harmonisée qui permet d'évaluer le risque de ce phénomène. Le modèle trouvé utilise des indicateurs et élabore des moyens d'aide à la décision intégrant ces différents paramètres.

- A travers cette investigation, on a pu développer une nouvelle approche ainsi qu'une méthodologie d'étude du phénomène de désertification. Cette approche s'appuie sur l'outil géomatique (SIG et GPS). Pour cela, on a utilisé des données cartographiques numériques quantitatives et qualitatives combinées à la réalité de terrain.

L'étude synthétique de superposition des couches thématiques du milieu permet une meilleure estimation de la désertification au niveau régional par conséquent une meilleure décision et une planification régionale contre les processus de désertification.

Enfin, la mise en évidence du problème de dégradation et de désertification à l'aide des données géomatiques présente des avantages par rapport à celle basée sur un support papier (cartes, plans, etc.). Grâce au système d'information géographique (SIG), l'accès aux données numériques à tout moment est aisé et plus rapide ; La mise à jour des données est réalisée à un intervalle de temps défini par le concepteur, les archives des données thématiques et des cartes de synthèses sont planifiées.

Résumé

La région steppe ouest Algérie la zone d'El Bayadh a connue durant les dernières décennies une augmentation considérable des surfaces désertifiées surtout dans les plaines sablonneuses. Ce problème constitue une entrave au développement de la région et accentue le phénomène d'exode rural. Plusieurs études ont été menées pour lutter contre cette désertification.

L'objectif de ce travail est l'évaluation spatiale et quantitative de la sensibilité à la désertification du bassin versant de Brezina. L'outil de système d'information géographique-SIG- a été utilisé pour l'élaboration d'une carte de sensibilité selon le modèle MEDALUS (Mediterranean Desertification And Land Use). La cartographie de l'indice de sensibilité à la désertification est basée sur une combinaison pondérée de quatre indicateurs majeurs de la désertification à savoir : l'indicateur de la qualité de végétation (IQV), l'indicateur de la qualité du sol (IQS), l'indicateur climatique (IQC) et l'indicateur de la qualité des aménagements (IQSA). La carte élaborée dans le cadre de ce travail peut être utilisée pour la mise en œuvre des stratégies de lutte contre la désertification dans la région.

Mots clés : Région steppe, Désertification, SIG, MEDALUS, Brezina, El-Bayadh

ملخص:

شهدت منطقة البيض المنطقة السهبية غرب الجزائر في العقود الأخيرة زيادة كبيرة خاصة المناطق المتصحرة في السهول الرملية. هذه المشكلة تعيق التنمية في المنطقة، وتعزز من الهجرة من الأرياف. لهذا أجريت العديد من الدراسات لمحاربة التصحر.

والهدف من هذا العمل هو تقييم ظاهرة التصحر في منطقة بريزينة. باستعمال نظام المعلومات الجغرافية SIG لوضع خارطة لتقييم التصحر باستخدام نموذج تصحر مناطق البحر الأبيض المتوسط والأراضي المستخدمة MEDALUS. الذي يقوم على مزيج لأربعة مؤشرات رئيسية للتصحر هي: مؤشر نوعية الغطاء النباتي، ومؤشر على نوعية التربة ' مؤشر المناخ ومؤشر جودة المرافق. الخريطة النهائية وضعت كجزء من هذا العمل يمكن أن تستخدم لتنفيذ استراتيجيات مكافحة التصحر في المنطقة.

الكلمات المفتاحية: منطقة السهوب، التصحر، نظم المعلومات الجغرافية، MEDALUS، بريزينة، البيض

Abstract

The western steppe region Algeria's El Bayadh area has experienced in recent decades a considerable increase especially desertified areas in the sandy plains. This problem is hampering the development of the region and enhances the rural exodus. Several studies have been conducted to fight against the desertification.

The objective of this work is the spatial and quantitative assessment of sensitivity to desertification watershed Brezina. The information system tool geographically SIG- was used to develop a sensitivity map by MEDALUS model (Mediterranean Desertification And Land Use). Mapping the sensitivity index desertification is based on a weighted combination of four major indicators of desertification are the indicator of the quality of vegetation (QLI), the indicator of soil quality (IQS) the climate indicator (CQI) and the indicator of the quality of facilities (IQSA). Map developed as part of this work can be used for the implementation of the fight against desertification strategies in the region.

Keywords: steppe region, Desertification, GIS, MEDALUS, Brezina, El Bayadh

Reference Bibliographique

ABDELGUERFI A, 2003. Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à l'évaluation et la réduction des risques menaçant les éléments de la diversité biologique en Algérie. Rapport de synthèse. Projet PNUD-MATE. Tome V, p93.

ABDELGUERFI A. et LAOUAR M., 2000 - Conséquences des changements sur les ressources génétiques du Maghreb. Options Méditerranéennes, Sér. A / n°39, 2000 - Rupture... nouvelle image de l'élevage sur parcours, pp 77-87..

AIDOU A., 1994 : Pâturage et désertification des steppes arides en Algérie, cas de la steppe d'Alfa (*Stipa tenacissima* L). paratelo 37° 16, pp = 33- 42.

AÏDOUD AHMED, LE FLOC'H ÉDOUARD, LE HOUEROU HENRY NOËL, 2006 Les steppes arides du nord de l'Afrique. Revue Sécheresse ; Vol.17, n°1-2 : PP. 19-30.

ARONOFF S. 1989. *Geographic Information Systems: A Management Perspective*. Ottawa : s.n., 1989. WDC Publications, Canada.

ANAT, 2004. Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire.

BEDRANI S., 1998, Désertification et emploi en Algérie. In les Cahiers du CREAD, n° 4, 1998.

BENABDELLI. K, 2007. Identification des principales contraintes entravant la conservation de la biodiversité de quelques espaces en Algérie. Conférence Muséum National d'Histoire Naturel. Paris, avril, 2007.

BENGUERAI Abdelkader- 2011 ÉVOLUTION DU PHENOMENE DE DESERTIFICATION DANS LE SUD ORANAIS (ALGÉRIE) THESE DE DOCTORAT EN SCIENCE Université Abou Bekr Belkaïd de Tlemcen -

BENMESSAOUD Hassen 2009.- ETUDE DE LA VULNERABILITE A LA DESERTIFICATION PAR DES METHODES QUANTITATIVES NUMERIQUES DANS LE MASSIF DES AURES (ALGERIE). Thèse de doctorat en sciences En aménagement du territoire

BENSLIMANE.M, A. HAMIMED1, A. SEDDINI2 & K. MEDERBAL1 al, 2014 UTILISATION DE LA TELEDETECTION ET DES SIG POUR LA MODELISATION HYDROLOGIQUE DU BASSIN VERSANT DE BREZINA - Revue semestrielle scientifique et technique - Le Journal de l'Eau et de l'Environnement

BENCHETRIT M. 1972 : L'érosion actuelle et ses conséquences sur l'aménagement en Algérie. Boulevard Saint – Germain, Paris.

BOUALLALA M'hammed, 2006 – CONTRIBUTION à l'ETUDE PHYTOECOLOGIQUE des ECOSYSTEMES STEPPIQUES : Cas du Djebel Aïssa (Monts des Ksours, Aïn Sefra, Nâama) thèse de MAGISTER – université d'ORAN

BOUABDELLAH. H, 1991. Dégradation du couvert végétal steppique de la zone sud-ouest oranaise (Le cas d'El Aricha). Université d'Oran, Institut de géographie et de l'aménagement du territoire. Oran, 180 p.

BOUKHOBZA M., 1982, L'agropastoralisme traditionnel en Algérie: de l'ordre tribal au désordre colonial. OPU; Alger, 458p.

BOUKHOBZA M., 1982. L'agro-pastoralisme traditionnel en Algérie : de l'ordre tribal au désordre colonial. OPU, Alger.

C.S.F.D., 2005 - La télédétection : un outil pour le suivi et l'évaluation de la désertification. Dossiers thématiques, n° 2, Mai 2005, pp 12-21.

CORNET A., 2004. Le suivi de la désertification en Afrique. Séance de l'Académie d'agriculture de France du 12 mai 2004, « Surveillance écologique des zones circum-sahariennes », Paris, France. CR Acad Agric, Fr, 2004, 90.

CORNET. A, 2002. La désertification à la croisée de l'environnement. Un problème qui nous concerne. Johannesburg. Sommet Mondial de Développement Durable. Quels enjeux, quelle contribution des scientifiques, Ministère des Affaires Etrangères, A DPF, Paris, p207.

COUDERC R ., 1974 – Le climat dans l'économie de l'Algérie. Essai de synthèse et de recherche géographique. Université d'Oran.

DGF, Direction Générale des forêts, 2004, Rapport national de l'Algérie sur la mise en oeuvre de la Convention de Lutte Contre la Désertification, DGF, Algérie, 35 p.

[En ligne] <http://www.unccd.int/cop/reports/africa/national/2004/algeria-fre.pdf>

DIDIER, M. 1990. *Utilité et valeur de l'information géographique*. s.l. : Hermès, 1990.

DJEBAILI S S., Achour H., Aidoud A., Aidoud F., Bouzenoune A., Dahmani M., Djellouli Y., Kadik L., Khelifi H., Mediouni K., Nedjraoui D., 1983 – Notice de la carte d'occupation des terres de l'Algérie. *Biocenoses* 1-2, 1983.

DJEBAILI S., 1984 - Steppe algérienne phytosociologie et écologie. OPU., Alger, 178 P.

DPAT, 2007 Rapport annuel de la Direction de la planification et de l'aménagement du territoire de la Wilaya d'EL BAYEDH.

DSA, 2013 - Rapport annuel des statistiques de la Direction des Services Agricoles de la wilaya d'EL BAYEDH.

F.A.O. 1997: Gestion des écosystèmes fragiles: lutte contre la désertification. Cahier F.A.O. Conservation 21.

F.A.O. 2004: Système d'information des forêts. Profils des pays – Algérie – dernière mise à jour : 31 Déc. 2000.

FLORET C., LE FLOC'HE. Et PONTANIER R., 1992. Perturbation anthropique et aridification en zone présaharienne In : Le Flic'h E., Grouzis M., Cornet A., Bille J. C. (EDS) l'aridité une contrainte de développement, caractérisation, réponses biologiques et stratégie de sociétés. Ed. Orostom , Paris : 449-463.

H.C.D.S, 2005 - Problématique des zones steppiques et perspectives de développement.

H.C.D.S. (Haut Commissariat au Développement de la Steppe) 2001- Problématique des zones steppiques et perspectives de développement Rap. Synth. 10 p.

HADDOUCHE I., 1998 – Cartographie pédopaysagique de synthèse par télédétection (image Landsat TM). Cas de la région de Ghassoul (El Bayadh°. TH7SE DE Mgist7re. Institut National d’Agronomie (INA). Alger. 143 p.

HENRI, P. 1995. *Les SIG. Mise en œuvre et applications.* s.l. : Edition HERMES, 1995. p.158. Traité des nouvelles technologies, série géographique assistée par ordinateur.. Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier, 44P.

JOERIN, F. 1997. *Décider sur le territoire, proposition d'une approche par utilisation de SIG et de méthode d'analyse multicritère.* 1997. p. 269. Thèse n°1755 présentée au département de génie rural, école polytechnique fédérale de Lausanne..

JOLIVAU, T. 2003. *Systèmes d'Information Géographique.* 2003. Support de cours. Université Jean-Monnet. Saint-Etienne..

KAABECHE. M., 2000. Conservation de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles. Guide des habitats aride et saharien. Typologie phytosociologique de la végétation d’Algérie. (Setif, Algérie) p.59

KHELIL A., 1995 - L'écosystème steppique, quel avenir, O.P.U. Alger

KHELIL M A., 1995 – Le Peuplement entomologique des Steppes à Alfa *Stipa tenacissima*. O.P.U 49 p.

LAURINI, R et Thompson, D. 1992. *Fundamentals of Spatial Information Systems.* 1992. p. 680. APIC series, Academic Press, London UK.

Le Houerou H.N, 1995: Bioclimatologie et Biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertification. Option méditerranéenne. Série B : études et recherches n 10 ; Cheam. Montpellier, 397 p.

Le HOUEROU H.N., 1980 – L’impact de l’homme et de ses animaux sur la forêt méditerranéenne. 1ère partie. Forêt méditerranéenne, II, 1 : 31-44.

LE HOUEROU H.N., 1987 - Les ressources fourragères de la flore nord-africaine. FAO-European Cooperative Network on pasture and fodder crop production, Bull. n° 5, C.R.I.A, Extremadura, Badajoz., pp. 127-132.

LE HOUEROU H.N., 1995. Bioclimatologie et biogéographie des steppes Algériennes. Apport de mission de consultation et évaluation. ESAT. Dr de sciences consultantes. pp2-18.

MABUTT J.A. et Floret C. 1983. Etudes de cas sur la désertification, document élaboré par le PNUE, le PNUD et l’UNESCO, coll. Recherches sur les ressources naturelles, France.

MANIERE R. & CHAMIGNON C., 1986 - Cartographie de l’occupation des terres en zones arides méditerranéennes par télédétection spatiale. Exemple d’application sur les hautes plaines sud oranaises ; Mécheria au 1/200.000 ème. Ecologia mediterranea ; Tome XII .FAX 1-2. PP .159-185

MEDERBEL K. (2002) – Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à l’évaluation et la réduction des risques menaçant les éléments de la diversité biologique en Algérie. Recueil des communications de l’atelier n°2, Alger, 10-11/12/2002 : le surpâturage, le défrichement et la désertification, pp. 27-61.

MEROUANE Bochra , 2014 Quelques aspects liés à la désertification dans la steppe de sud de Tlemcen- mémoire de fin d'étude d'ingénieur d'état en Ecologie Végétale et Environnement - université de telemcene-

Ministère de l'Agriculture 1998- Plan national d'action pour l'environnement. Rapport de synthèse. 15p.

Ministère de l'Agriculture 2000 - L'Agriculture par les chiffres. 15p.

Ministère de l'Agriculture 2000 - L'Agriculture par les chiffres. 15p.

Ministère de l'Agriculture, 1999- Instruction interministérielle relative à l'organisation de la transhumance d'été (Achaba-Azzaba). n° 301, 6p.

MOLINES, N. 2003. *Méthodes et outils pour la planification des grandes infrastructures linéaires et leur évaluation environnementale.* 2003. p. 335. Thèse de doctorat effectuée en codirection pour l'obtention du grade de docteur en géographie de l'université de Saint-Etienne.

MOLINES, N. et Chevallier, J.-J. 2002. *Système d'information géographique et analyse multicritère : une association novatrice au service du processus d'évaluation des grandes infrastructures linéaires.* 2002. pp. 195-211. Centre de Recherche sur l'ENVironnement et l'AMénagement (CRENAM.) Saint-Etienne le Centre de Recherche en Géomatique Université Laval..

MOULAI, 2008 - Développement agricole et rural étude nationale Algérie, Vol. 1, institut d'Agronomie Méditerranéen de Montpellier, 44p

NEDJIMI Bouzid et Mokhtar HOMIDA, Problématique des zones steppiques Algériennes et perspectives d'avenir, 2006 Revue de Chercheur, 4 : 13/19.

NeEDJTAOUI Dalila et Bédrani Slimane,2008 La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte

ONM/ ORAN : Office National de la météorologie. ORAN

PAW, 2003 PLAN D'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE DE LA WILAYA D'EL-BAYADH-2003

PAUGET M., 1973. Une manifestation particulière et méconnue de la salure dans les steppes du Sud-algérois : Les plages de salure sur les glaciers quaternaires a croute calcaire. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr.Nord, 64: 15-24.

POUGET M., 1980. Les relations sol-végétation dans les steppes Sud-algéroises.

Thèse Doc., Travaux et documents de l'OROSTOM, Paris, 555 p.**61-**

Quezel P., 2000 – Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Ibis Press, Paris, 109 p.

Quodverte, P. 1994. La cartographie numérique et l'information géographique : importance et conséquences du progrès des sciences et des techniques. 1994. Thèse de doctorat, université d'Orléans, France.

RAPPORT SEPT HPO, 2014 Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement Schéma d'Aménagement de l'Espace de Programmation Territoriale Hauts Plateaux Ouest à l'horizon 2030. P 11-76

REGAGBA Zineb, 2012 DYNAMIQUE DES POPULATIONS VEGETALES HALOPHYTES DANS LA REGION SUD-EST DE TLEMCCEN. ASPECTS PHYTOECOLOGIQUES ET CARTOGRAPHIQUES -THÈSE DE DOCTORAT EN BIOLOGIE- université de Tlemcen.

REGAGBA Z., 1999 - Mise au point d'une méthode d'étude et d'aménagement des systèmes écologiques de l'Atlas Saharien méridional : Cas du bassin versant et des terres irrigables du barrage de Brézina (El Bayadh). Mémoire Magister, Université Djilali Liabès, Sidi Bel Abbès, 107 p.

RIAHI Chandoul Ibtissem, Samir Bouaziz , et Hamed Ben Dhia ,2014 Utilisation des SIG pour l'évaluation de la sensibilité à la désertification par l'approche MEDALUS Application « région de Gabès »

SERNEELS S.; et LAMBIN E. F. 2001: Proximate cause of land-use change in Narok District, Kenya: a spatial statistical model, *Agriculture, Ecosystem and Environment*, Vol.85, p.65-81.

SELTZER P. 1946 – Le climat de l'Algérie. Institut de météorologie et physique du globe, Alger, Algérie, 219 p.

SOTO G. 1997- *Atriplex nummularia*, espèce pionnière contre la désertification. FAO. XI congrès Forestier Mondial. 13-22 Oct. 1997. Antalya- Turquie, Vol.2, thème 10, 2p.

THOMAS D. S. G., 1995, Desertification: Causes and processes, In: *Encyclopedia of Environmental Biology*, Vol. 1, ed. W. A. Nierenberg, San Diego, Academic Press, 463-473.

WRI, 2002: World resources institute.drylands,people,and ecosystem goods and services: aweb-based geospatial analysis.

YAMANI K. 2005 : “Modélisation du bilan hydrologique par télédétection (cas du bassin versant de Brézina- Wilaya d'EL Bayadh- Mémoire Magister – CU Mascara- pp160.

ZAIR Mustapha, 2011 BILAN ECOLOGIQUE ET SOCIO-ECONOMIQUE DES REBOISEMENTS DANS LA WILAYA DE NAAMA ET PERSPECTIVES D'AVENIR – thèse de Magistère en Foresterie- université de telemcene-

Organisation internationale de normalisation. [En ligne] [Citation : 30 12 2013.] http://www.iso.org/iso/fr/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=3255.
<http://www.unccd.int/cop/reports/africa/national/2004/algeria-fre.pdf>

Association Française de l'information géographique. <http://www.afigeo.asso.fr>. *Afigeo*. [En ligne] [Citation : 12 10 2012.] <http://www.afigeo.asso.fr/information-geographique.html>.
<http://www.naturevivante.org/>

<https://vertigo.revues.org/docannexe/image/5375/img-3.png>