Table des matières

Résumé **2**
Liste des Tableaux **5**
Liste des Figures **6**
Liste des Photos **7**
Introduction Générale **13**
Objectif de la thèse **17**
Chapitre I : Problématique de la gestion durable des ressources naturelles en Algérie **19**
1. Importance de la gestion durable des espaces 20
1.1. Notion de conception globale du milieu 22
1.2. Dynamique et facteurs d'évolution 22
1.2.1. Dynamique et facteurs régressifs 22
1.2.2. Dynamique et facteurs progressifs 25
2. Etat actuel des ressources naturelles 27
2.1. Etat actuel du secteur des forêts 28
2.2. Etat actuel des ressources hydriques 30
2.3. Etat des ressources édaphiques 31
2.3.1. Fonctions du sol 31
3. Facteurs de dégradation des ressources naturelles en Algérie 32
3.1. Concept de gestion des ressources 33
3.2. Poids de la couverture forestière 34
3.3. Principales causes de dégradation des ressources naturelles 37
3.3.1. Facteurs naturels 38
3.3.2. Facteurs anthropiques 39
3.3.3. Des ressources en eau limitées 41
3.3.4. Une gestion défaillante des ressources en eau 41
4. Nécessité du concept de l'écodéveloppement 43
4.1. Approche de l'écodéveloppement 44
Chapitre II : Caractérisation écologique des monts de Saida **47**
1. Caractérisation régionale 48
1.1. Cadre géographique et physique 48
1.2. Cadre géomorphologique 49
1.3. Cadre climatique 50
1.4. Cadre édaphique 53

1.5. Caractères floristiques 55
1.6. Cadre Phytogéographie 57
2. Caractérisation des monts de Saida 58
2.1. Généralité territoriale 58
2.2. Les caractéristiques physiques des monts de Saida 58
2.2.1. Aspects géographiques 58
2.2.1.1. Les pentes 60
2.2.1.3. L'exposition 64
2.2.2. Aspect géologique 66
2.2.2.1. Stratigraphie et lithologie 68
2.2.3. Aspect climatologique 71
2.2.3.1. La pluviométrie 72
2.2.3.2. Les températures 76
2.2.3.3. Autres facteurs climatiques 78
2.2.4. Aspect bioclimatique 81
2.2.5. Aspect phytoécologique 85
2.2.5.1. Occupation du sol 85
2.2.6. Aspects socio- économiques 89
Chapitre III : Etat des ressources naturelles 97
1- Etat des ressources naturelles 98
1.1. Ressources édaphiques 98
1.1.1. La répartition des sols 102
1.1.1.1. Les sols de plaines et vallées 102
1.1.1.2. Les sols de montagne 102
1.2. Ressources hydriques 102
1.2.1. Présentation du bassin Versant 103
1.2.1.1. Ressources en eaux souterraines 104
1.2.1.2. Ressources en eaux superficielles 105
1.2.2. La répartition de l'eau 108
1.3. Ressources végétales pérennes 109
1.3.1. Aspects floristiques : 110
Chapitre IV : Les causee de dégradation des ressources naturelles 111
1. Les causes de dégradation des ressources naturelles 112
1.1. Causes de dégradation de la végétation pérenne 112
1.2. Causes de dégradation des ressources hydriques 117

1.2.1. Méthodes d'évaluation de la vulnérabilité 118
1.3. Causes de dégradation des sols 119
Chapitre V : Impact des pressions anthropozoogènes et climatiques 120
1. Impact sur la végétation pérenne 121
1.1. Dynamique spatio-temporelles des ressources naturelles végétales pérennes 121
1.2. Apport de la télédétection à la cartographie de l'occupation du sol et l'état actuel des ressources naturelles dans les monts de Saïda 121
1.2.1. Définition de la télédétection 121
1.2.2. Historique 122
1.2.3. Principe fondamentale et origine de la télédétection 122
1.2.4. Objectif de la télédétection 123
1.2.5. Intérêt des images satellitaires dans l'étude du milieu naturel et le suivi des changements 124
1.2.5.1. Les principaux satellites d'observation de la terre 126
1.2.6. Cartographie de l'état actuel des ressources naturelles à l'aide d'image Landsat126
1.2.7. Les indices de végétation 128
1.2.7.1. L'indice de Végétation (NDVI) 129
1.2.7.2. Applications et limites 130
1.2.8. Autres indices radiométriques 131
1.2.9. Traitement des données et l'interprétation des images satellitaires ... 131
1.2.10. Analyses multi-temporelles : 132
1.2.10.1. Corrections géométriques : 132
1.2.10.2. Correction radiométrique 133
1.2.11. Logiciel utilisé (ENVI) Environment for Vizualizing Images 133
1.2.12. Classification non-supervisée 134
1.2.13. Classification supervisée 135
1.3. Détection des changements 135
1.4. Les systèmes d'information géographique (SIG) : 137
1.4.1. Définitions et caractères 137
1.4.2. Conception 138
1.4.3. Fonctions 138
1.4.4. Organisations et gestion des données 139
1.4.5. Choix d'un système de projection et de l'échelle 140
1.4.6. Application des SIG a la recherche environnementale 143
1.4.7. Fonctionnalités du logiciel MAPINFO version 8.0 française 144

1.5. Application à la zone d'étude 144
1.5.1. Les images choisies des monts de Saïda 146
1.5.2. La composition colorée 146
1.5.3. Calcul de l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI) . 148
1.5.3.1. Discussion NDVI..... 150
1.5.4. Calcul des autres indices radiométriques 151
1.5.5. Elaboration de la carte d'occupation de sol de 1987 et 2011..... 152
1.5.5.1. Classification des images 152
1.5.5.2. Analyse de l'occupation des sols en 1987 et 2011 155
1.5.6. Détection des changements intervenus entre 1987 et 2011..... 156
1.5.7. Comparaison des données radiométriques : NDVI1987 et NDVI2011156
1.5.7.1. Comparaison entre les deux cartes d'occupation du sol..... 158
1.5.7.2. Interprétation du résultat..... 160
a. Impact climatique : 160
1. Importance de l'occupation du sol, du recouvrement et de l'espace vital des principales espèces forestières 161
2. Protocole expérimental..... 162
3. Taux d'occupation de l'espace 162
4. Taux de recouvrement par strate et global 164
5. Espace vital..... 165
b. Impact anthropozoogène..... 167
1.6. Réponse des ressources naturelles aux pressions et stratégie de durabilité..... 171
1.6.1. Description de l'état des ressources naturelles..... 171
1.6.2. Etat des formations forestières 171
1.6.2.1. Différents types de formations végétales..... 171
1.7. Principaux stades de dégradation..... 172
1.7.1. Typologie des formations forestières 173
1.7.1.1. Importance de la structure de la végétation 173
a. La stratification 173
b. La structure 174
c. La densité 174
1.7.2. Caractérisation phytoécologique des formations forestières..... 176
1.8. Caractérisation des principales formations..... 179
1.9. Description de la dynamique régressive des ressources naturelles végétales forestières..... 180
1.9.1. Principaux stades de dégradation 180
1.10. Synthèse 181

2. Cartographie de la sensibilité des sols à l'érosion hydrique 183
2.1. Établissement des cartes de vulnérabilités monofactorielles multifactorielles aux risques d'érosion hydrique : 183
2.1.1. Facteur intrinsèque 183
2.1.2. Facteurs extrinsèques 186
2.1.2.1. La pente 186
2.1.2.2. L'érosivité des pluies 188
2.1.2.3. L'occupation du sol 188
2.2. Elaboration de la carte de vulnérabilité multifactorielle à l'érosion hydrique 190
2.3. Vulnérabilité multifactorielle à l'érosion hydrique des monts de Saida 193
3. Sur les ressources hydriques 196
3.1. Causes de dégradation des ressources hydriques 196
3.2. Vulnérabilité de la nappe 198
3.2.1. Description des sources d'eau 199
3.3. Principales sources de pollution 203
3.3.1. Les rejets d'eau usée non traitées 203
3.3.2. Rejets Industriels 203
3.3.3. Les carrières 204
3.3.4. La producrion agricole 204
3.3.5. Les déchets 204
3.3.6. Les cimetières 204
3.3.7. La zone industrielle 205
4. Synthèse sur les processus de dégradation et les méthodes de préservation : Orientations de gestion durable 206
4.1. Stratégie de développement durable 206
4.2. Importance de la classification des terres aux fins d'aménagement 207
4.3. Agroforesterie 208
4.3.1. Différentes formes d'agroforesterie 208
4.3.2. Systèmes pratiques et techniques 209
4.3.3. Principales techniques agroforestières 210
4.4. Recommandations de pratiques agricoles en fonction des niveaux de sensibilité210
Conclusion générale 212
Référencés Bibliographiques 216
Annexe 231
L'article publié dans la revue scientifique……..……...240

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction générale

Les études sur le fonctionnement des écosystèmes terrestres, leurs possibles modifications et leurs adaptations aux changements climatiques et aux pressions humaines, ainsi que les effets et les impacts de ces modifications sur les ressources édaphiques, hydriques et biotiques, occupent une place importante dans la recherche actuellement. Cette dynamique généralement régressive se manifeste surtout dans les écosystèmes naturels fragilisés des zones arides ; son étude s'impose pour cerner les actions à entreprendre.

L'homme, dans sa nature a toujours utilisé son entourage en particulier son environnement naturel pour satisfaire ses besoins. Il se caractérise par son effectif, sa densité, sa croissance, sa culture, la construction, son alimentation, la cueillette et la prédation ; toutes ces fonctions agissent négativement sur les ressources naturelles. Ainsi, c'est les activités vitales des populations qui influencent directement les composantes de l'environnement et généralement le modifient.

Les ressources naturelles subissent des pressions anthropiques croissantes qui entraînent des dysfonctionnements des écosystèmes terrestres et des pertes de biodiversité (Roche, 1998). Encore amplifiés par les modes et systèmes inappropriés d'exploitation des ressources disponibles, ces changements ont des répercussions directes sur l'occupation du sol et sur la configuration du paysage. Les processus naturels de succession des végétations sont alors perturbés par l'activité anthropique à travers l'exploitation du bois d'œuvre et les diverses techniques culturales, principalement l'agriculture itinérante (Vink, 1983).

La structure spatiale des écosystèmes paysagers peut donc contribuer à éclairer les processus écologiques qui s'y déroulent (Fortin, 2002). En effet, chaque système écologique est caractérisé par une interdépendance de trois éléments clés : sa structure spatiale, sa composition et son fonctionnement (Bogaert et Mahamane, 2005). De par cette relation, le paysage sera directement lié à la biodiversité et illustrera la confrontation qui existe entre la société et son milieu (Burel & Baudry, 2003).

En général, la dégradation débute par une altération de la végétation, une modification de la composition floristique, les espèces les plus utilisées ou les plus appétées se raréfient et disparaissent. Ensuite ou parallèlement, le couvert végétal s'éclaircit et 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 (Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

Rapport-Gratuit.com

Ainsi, la dégradation des terres fragiles affecte environ 25 % de la superficie terrestre et menace les moyens d'existence de plus de 900 millions de personnes dans une centaine de pays (Rapport des Nations unies sur le sommet planète terre, 1992). Ce processus s'accélère à cause du surpâturage, de la surexploitation des cultures, des mauvaises méthodes d'irrigation, du déboisement, en plus des conditions climatiques sévères. Les écosystèmes arides et semi–arides recouvrent environ 2/3 de la surface émergée du globe (Ait Belaid, 1994), en particulier dans les régions tropicales où les habitants souffrent d'une alimentation très inadéquate et surexploitent les ressources naturelles pour survivre. De plus, l'augmentation spectaculaire de la population mondiale, d'environ 1 milliard en 1800 à plus de 5 milliards en 1996-1997, s'est traduite par l'augmentation des pressions exercées sur les terres. Ainsi, au début des années 1990, près de 40 % de la surface terrestre avaient été convertis en terres cultivées et en pâturages permanents au détriment des forêts et des prairies (World Resources Institute, 1997). De 1960 à 1990, le couvert forestier tropical mondial a perdu 450 millions d'hectares, l'Asie ayant perdu près du tiers du sien, tandis que l'Afrique et l'Amérique latine en ont perdu environ 18 % chacune. De plus, l'Afrique du Nord et le Moyen-Orient ont perdu 11 % de leur couvert forestier naturel de 1980 à 1990 (World Resource Institute, 1997) et la superficie des forêts a diminué de 180 millions d'hectares de 1980 à 1995 (Food and Agriculture Organization (FAO), 1999). De même, les coupes intensives, la pollution de l'air, les méthodes d'extinction des incendies et la propagation de nouvelles espèces de ravageurs et de maladies affectent beaucoup de forêts tempérées.

Dans notre pays, les activités humaines ont façonnés les espaces et imprimés un découpage basé essentiellement sur la production. Cette structuration anthropique ne prend pas en charge les potentialités naturelles et une classification des espaces selon leur productivité ou intérêt seulement économique, fausse en découle. La facilité d'investissement et d'utilisation de l'espace pour une valorisation économique surtout a été l'unique source de la politique en la matière d'aménagement du territoire (Benabdeli, 1996).

En Algérie, comme dans les pays en voie de développement, les ressources naturelles non renouvelables (sol, eau et végétation), ou difficilement renouvelables et qui contribuent énormément à l'accroissement de l'économie de chaque pays, sont dans un état de dégradation avancé. C'est surtout dans les milieux fragiles, à cause de la pauvreté et sous le poids de la croissance démographique, que les altérations les plus accentuées se localisent. Les forêts qui connaissent une régression progressive, les sols qui perdent leurs fertilité qui entrainent une réduction de la production végétale.et une diminution de leur potentiel

agronomique, et un déficit hydrique qui favorise la raréfaction des points d'eau et la baisse des niveaux des nappes phréatiques. Benabdeli (2012) souligne à ce sujet : « Les grands enjeux du développement durable des ressources naturelles (sol, eau et air) restent étroitement liés à la gestion de l'espace rural en Algérie. Cet espace ne saurait jouer un rôle déterminant sur les facteurs écologiques que si l'écosystème forestier dans son ensemble est préservé dans un concept de durabilité. Malheureusement ce n'est pas le cas au regard des diverses agressions que subit cet espace en absence de stratégie d'intégration de son environnement dans une optique de gestion raisonnée ». Les écosystèmes forestiers africains en général, et ceux de l'Algérie en particulier, subissent des dégradations d'origines diverses (climatique ou anthropique), l'action anthropique étant de loin la plus importante. Il a été observé une intensification de la pression anthropique sur les ressources naturelles ainsi qu'une surexploitation des sols due au déboisement systématique le long de grands axes routiers et à des mauvaises pratiques culturales.

L'Algérie est un pays de plus de 2 millions de km². Sa zone côtière au nord, qui représente 10% de la superficie du pays et regroupe plus de 80% de la population totale, jouit de bonnes conditions naturelles et d'infrastructures, bien qu'il y ait des disparités de développement entre les villes et le milieu rural. L'urbanisation et l'émigration y restent importantes du fait de l'insécurité en milieu rural, de problèmes fonciers ainsi que du chômage. La partie restante du pays, comportant 90% du territoire est de type aride avec une population dispersée, rurale et pauvre. Les problèmes de nutrition y sont divers, avec une prédominance de la malnutrition par carence. (FAO, 2010)

Au 1er janvier 2012 la population algérienne est estimée à 37,1 millions d'habitants dont 38% vit en milieu rural. (Office National des Statistiques, 2012). Il a été observé une intensification de la pression anthropique sur les ressources naturelles ainsi qu'une surexploitation des sols due au déboisement systématique le long de grands axes routiers et à des mauvaises pratiques culturales (Bizangi, 2004).

Au moment où la forêt, dans son sens le plus large possible, devient une nécessité vitale pour le développement équilibré d'un pays, pour l'homme avec toutes ses contraintes sociales et psychologiques ; elle devient de plus en plus menacée dans notre pays. Même en tant que source de vie par ses rôles de poumon à oxygène, lieu de loisirs, protectrice du sol, régulatrice du régime des eaux ; le modernisme de l'homme la condamne.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Les monts de Saida n'échappent pas à cette situation alarmante. La superficie forestière diminue d'une année à une autre, les sols, en matière d'érosion, devient fragile et aussi les réserves en eau ont diminués dans cette région.

Objectif de la thèse

L'étude et la cartographie de l'impact de l'action anthropozoogénes sur les ressources naturelles renouvelables dans monts de Saida est l'objectif principal.

Pour concrétiser cette étude nous avons visé à analyser, sur un intervalle de 24 ans, la dynamique spatiale des différents types d'occupation du sol regroupés en 4 catégories dans les monts de Saida à partir de l'analyse de données spatiales (image Landsat TM 1987 et Landsat ETM+ 2011 qui est l'image la plus récente) afin de démontrer les principaux facteurs d'évolution des écosystèmes naturels.

Les objectifs de cette étude peuvent être résumés comme suit :

- Réalisation des cartes d'occupation de sol des années 1987 et 2011 globale des monts de Saida à l'aide de la télédétection,
- Faire la corrélation entre les fluctuations pluviométriques représentées par les moyennes pluviométriques annuelles de 1987 à 2011 et les valeurs de l'indice de végétation normalisé (NDVI) aux 6 dates, calculées sur l'ensemble de la région,
- Faire une analyse diachronique de l'occupation des sols dans les monts de Saida permettant la compréhension et la réalisation de la carte des changements des états de surface à long terme ainsi que leurs quantifications à partir des outils de SIG et télédétection

La réalisation de la carte d'occupation du sol représente une phase importante dans la réalisation de la carte des changements.

Le travail de recherche entrepris dans cet ensemble s'est basé sur l'utilisation de différents indices radiométriques dans le but de mettre en évidence l'ampleur des changements du couvert végétal entre 1987 à 2011. Le but recherché étant d'évaluer quantitativement et qualitativement la dynamique régressive du couvert végétal dans cette région qui est assez représentative de l'Algérie de l'étage bioclimatique semi-aride.

Cette évaluation ne peut se faire qu'en exploitant à non escient des outils et des méthodes adaptés et performants en occurrence la télédétection et les systèmes d'information géographique (SIG). Avec ces outils il a été possible de cartographier la dynamique de l'occupation des sols sur une période de 25 ans qui reste un pas de temps acceptable pour une telle étude.

L’étude de la vulnérabilité à l’érosion hydrique est aussi parmi les objectifs de cette étude, ainsi que le choix de quelques ressources en eau au niveau de la wilaya de Saida est une approche flagrante pour démontrer le degré des agressions commis par les différents facteurs définies à travers cette étude.

CHAPITRE I :

PROBLÉMATIQUE DE LA GESTION DURABLE DES RESSOURCES NATURELLES EN ALGÉRIE

1. Importance de la gestion durable des espaces

A ce sujet en 1996, Benabdeli soulignait : « L'économie du territoire est un concept d'actualité dans notre pays alors qu'il date des années 1975 dans d'autres pays. La reconquête rationnelle du territoire demeure encore une préoccupation majeure de nos responsables sans en définir les bases élémentaires. Elle passe nécessairement par une connaissance et la maîtrise du fonctionnement et des interactions des espaces et du milieu naturel ou perturbé ».

L'analyse des systèmes d'exploitation du sol constitue une base d'approche et de compréhension de l'utilisation de l'espace. La perception de l'espace à plusieurs niveaux spatiaux doit permettre à mieux appréhender les aptitudes écologiques naturelles et même artificielle des milieux. (Long, 1975).

Le territoire par définition est une globalité qui offre des contraintes et des potentialités, l'intelligence de l'homme se mesure à la qualité de ses interventions et des choix de l'occupation de l'espace qu'il retient et de la manière dont il les exécute.

Dans notre pays les activités humaines ont façonné les espaces et imprimé un découpage basé essentiellement sur la production. Cette structuration anthropique ne prend pas en charge les potentialités naturelles et une classification des espaces selon leur productivité ou intérêt seulement économique, fausse en découle. La facilité d'investissement et d'utilisation de l'espace pour une valorisation économique surtout a été l'unique source de la politique en la matière d'aménagement du territoire.

L'organisation spatiale s'est basée sur des unités morpho-structurales et bioclimatiques faisant abstraction de l'entité humaine qui est cependant déterminante. Le résultat de cette approche se caractérise par "...la non concordance entre certains traits de l'espace actuel et la société qu'il porte". (COTE, 1983). L'occupation du sol est en permanence en inadéquation avec les caractéristiques biophysiques du milieu engendrant une lutte permanente entre biotope et biocénose. L'unité reposant sur les paramètres physiques, biologiques et humains doit constituer la base du découpage du territoire qui définit l'organisation spatiale.

Une analyse des paysage met en relief et rappelle comment l'activité humaine a façonné l'espace et le milieu être utilisé convenablement.

Des sociétés spécialisées se sont installées et ont imposé une certaine forme d'utilisation de l'espace et l'empreinte est souvent définitive et arrive à définir des entités qui finissent par s'imposer dans toute planification. L'espace agraire repose sur des inégalités foncières qui engendrent une déstructuration d'un espace déterminant. La gestion de l’espace est tributaire de la diversité de son utilisation dont l’impact sur développement est déterminant. L’auteur se

propose à travers cette communication de cerner les facteurs tant écologiques qu'anthropiques à prendre en considération pour appliquer le concept d'écodéveloppement dans une commune à vocation agro-sylvo-pastorale.

Les résultats obtenus mettent en relief une absence de complémentarité dans l'occupation du sol pour faire face aux besoins (céréales, fourrages, fruits, bois...). La notion d'association entre les spéculations répondant aux conditions écologiques est absente. La gestion de l'espace ne repose sur aucune approche méthodologique prenant en charge les contraintes environnementales, humaines, géographiques et les potentialités ce qui se traduit par une sous-utilisation des écosystèmes (agrosystème, sylvosystème et urbanosystème). L'occupation de l'espace laisse apparaître une disproportion entre production végétale, production animale et la notion d'exploitation rationnelle.

Le diagnostic effectué permet une approche basée sur le concept d'écodéveloppement où la notion de gestion globale du milieu est déterminante. Les variables déterminantes à prendre en charge pour utiliser convenablement l'espace communal sont identifiées.

L'approche intégrée d'un espace devient une nécessité au regard des perturbations souvent irrémédiables causées par les activités humaines. A ce sujet Benabdeli (1996) souligne: "L'économie du territoire est un concept d'actualité dans notre pays alors qu'il date des années 1975 dans d'autres pays. La reconquête du territoire demeure encore une préoccupation majeure de nos responsables sans en définir les bases élémentaires. Elle passe nécessairement par une connaissance et la maîtrise du fonctionnement et des interactions entre l'espace et l'Homme."

La perception de l'espace à plusieurs niveaux spatiaux tout en préservant les interactions dues à son utilisation permet d'appréhender les aptitudes écologiques naturelles et artificielles du milieu.

La maîtrise de l'occupation de l'espace permet de concilier entre développement et environnement par une réglementation et une organisation. (Dobremez, 1979). La prise en charge de l'interaction Homme-Environnement en vue d'en assurer un équilibre rationnel constitue repose sur le choix de la meilleure modélisation. En privilégiant l'action la moins perturbante le concept de l'écodéveloppement est atteint. Ce concept est défini comme " ...une gestion de l'espace basée sur le concept de responsabilité partagée entre le développement et la préservation du milieu." (Benabdeli, 1995).

1.1. Notion de conception globale du milieu

"Géographes, biologistes, sociologues, aménagistes n'ont pas la même notion du milieu. Il se réduit le plus souvent à l'assemblage ou à la juxtaposition de communautés internes, animales, végétales ou humaines. Tous cependant distinguent schématiquement trois milieux: physique, naturel et humain correspondant à l'ensemble des éléments abiotiques, biotiques et anthropiques". (Benabdeli, 1995). La connaissance et la description du milieu constitue une base d'approche de tout espace en vue de son utilisation raisonnée. La définition du milieu la plus proche du concept d'aménagement du territoire nous semble être celle de Dobremez (1972): "Le milieu est un concept global, multidimensionnel, réunissant des éléments nombreux aux interactions multiples. Il est possible de tracer une limite quelconque à l'intérieur de ce concept sans le mutiler gravement et sans lui enlever sa signification". La connaissance des éléments du milieu définissent l'espace et permettent une utilisation reposant sur des observations et des évaluations, cette approche globale permet également une prise en charge synthétique du milieu avec la dynamique de toutes ses composantes.

La théorie de base d'approche, d'utilisation et donc d'aménagement des espaces a été résumée par Barre (1970): "Le milieu naturel se présente comme un capital exploitable et un milieu de vie: le problème est non de rationner - pour qu'il en reste - mais de penser en terme de dynamique, de sorte que la reconstitution soit possible et permanente". Pour atteindre cet objectif fondamental et nécessaire il faut respecter la notion de conception globale de l'espace qui suppose une connaissance de la composition, du fonctionnement et de l'utilisation de cet espace. Pour s'attaquer au mal qui ronge notre espace il faut asseoir les bases fondamentales d'un aménagement intégré qui prenne en charge toutes les composantes et les utilisations de chaque unité de base fondamentale.

1.2. Dynamique et facteurs d’évolution

Le paysage, espace géographique composé d’un ensemble d’écosystèmes en interaction, est dynamique (Bogaert et Mahamane, 2005). La compréhension de cette dynamique spatio-temporelle est cruciale en raison des interactions avec les activités humaines (Schlaepfer, 2002). La dynamique paysagère pourrait ainsi être mise en évidence et quantifier par l’analyse de la composition et la configuration de ses éléments.

Le Houérou (1995) distingue deux modèles

1.2.1. Dynamique et facteurs régressifs

Coupés, incendiés, parasités, intoxiqués, les arbres peuvent disparaître. Dans cette catégorie entre également la steppisation et la désertisation qui se manifestent par la réduction

du recouvrement pérenne de la végétation. La pression anthropologique l'a réduit d'environ 25% en moyenne de 5% ; l''accroissement de l'importance du rôle des espèces annuelles et des géophytes et la réduction de la productivité des écosystèmes. Le peuplement n'occupe plus des lors qu'un volume d'habitat réduit et sa stratification se simplifie. Il ne s'agit pas cependant d'une forêt décapité, réduite à un sous-bois, mais de groupements nouveaux et parfois distincts de ceux qui figuraient au même niveau de la série progressive.

Le processus de dégradation peut s'aggraver et aller jusqu'à la désertisation lorsque le sol subit par contrecoup une régression parallèle. Le paysage végétale actuel caractérisé par des montagnes dénudées est le résultat de l'utilisation et de l'exploitation anarchique et irréfléchie de toutes les surfaces boisées (installation des cultures, développement du nomadisme, du pastoral etc.…). (Benabdelli, 1996).

Diverses causes sont responsables de la dégradation par l'homme des milieux naturels (foret surtout) et notamment le défrichement : c'est une action irrémédiable de destruction et de disparition définitive de la végétation forestière en place pour autre usage. Selon Quézel (1980), le défrichement des marges et des clairières forestiers en vue de la céréaliculture est à l'origine d'un grignotage permanent des périmètres forestiers, les arbres ne tolérant pas longtemps un labourage souvent volontairement appuyé du sol sur leur système racinaire superficiel. Cette action a connu un impact particulier dans nos région de par l'orographie et à la prédisposition naturelle de la région à une certaine agriculture notamment vignoble et céréaliculture. De 1915 à 1989, près de 450000 hectares de formations forestières ont été par défrichement en Oranie. L'homme et son troupeau puisent de la forêt leurs nourritures et moyens de survie en dégradant ainsi les formations végétales. Le pâturage constitue sans doute le facteur majeur de dégradation. En effet, le plus souvent incontrôlé et excessif, il empêche la régénération par semis ou repousse et s'accompagne, en période de disette, d'un ébranchage volontaire qui, surtout en zone semi-aride conduit à la destruction progressive de la forêt. Molenat et al., rapportés par Quézel (1980), soulignent que le pâturage en forêt méditerranéen, qui ne saurait être interdit pour des raison économiques et sociales évidentes, est en effet, sous certaines conditions, nécessaire au maintien de l'équilibre forestier naturel, mais il est bien difficile de faire accepter aux populations locales l'idée même d'un contrôle et à plus forte raison celle de rotations ou de mises en défens périodiques. La régénération des essences sylvatiques étant rendue par ailleurs aléatoire, voire impossible par un pâturage intensif. C'est pour cela qu'il n'y a plus aucune relation entre l'occupation des terres et l'élevage. Cette situation se traduit par une rupture d'équilibre accentuant ainsi une utilisation

de l'espace de manière irréfléchie et anarchique. C'est une régression constante ou ne persiste que la strate arborescente ainsi que quelques espèces xérophytes, épineuses vénéneuses qui forme la strate buissonnante, armatures solides garante d'une pérennité de la couverture végétale régressive. Benabdelli (1996) note qu'un parcours non réglementé impose le processus de dégradation dont le modèle repose sur une exploitation totale de la strate herbacée, la consommation des jeunes pousses, semis et rejets, le broutage de la strate buissonnante palatable et l'émondage de la strate arbustive. Il note aussi que : «… C'est dans l'étage semi-aride que l'agression du parcours sur les formations végétales est la plus intense car la majorité des peuplements sont ouverts et la biomasse consommable se concentre à 80% dans la strate herbacée…».

La plupart des chercheurs convergent sur le fait que le pâturage intense conduit à la dégradation des conditions écologiques (Domaar et al; 1989). Il peut réduire l'humidité du sol; le taux d'infiltration et augmenter le ruissellement et l'érosion.

Danckwerts et al. (1991), résument les points de vue concernant l'impact du pâturage sur la dynamique de la végétation en soulignant que l'acteur majeur reste l'herbivore qui guide les changements dans les terrains. Tous les spécialistes à part quelques exceptions perçoivent le pâturage comme négatif et conduit à la dégradation. Certains recommandent le remplacement des herbivores sélectifs par d'autres qui ont des habitudes alimentaires alternatives dans les systèmes dégradés. L'appréciation sur le rôle favorable ou défavorable de l'herbivorie doit être corrélée avec d'autres critères tels que : intensité, durée, etc.… Il faut noter que la nature de l'herbivorie n'est pas uniforme et varie avec les espèces animales et que la production (pastorale) et la protection sont deux objectifs obligatoirement incompatibles. Ainsi le pâturage permettant la survie de certaines espèces, favorise le maintien d'une diversité biologique et donc la protection.

De nombreux auteurs ont étudié le facteur "feu" et son action dévastatrice, cependant, peu d'entre eux ont fait des observations précises sur l'évolution de la végétation après l'incendie. Et, malheureusement, il y a peu de données écologiques disponibles sur les causes et les conséquences des feux. Braun-Blanquet (1935, 1936) décrit quelques stades de dégradation de la végétation, mais il n'analyse pas le déterminisme de la succession régressive. Pour lui, plusieurs phénomènes, généralement associés (coupe, feu et pâturage), ont conduit la végétation à un stade de dégradation avancé tel qu'on peut le voir actuellement dans certaines zones. L'incendie parait à nos yeux l'agression la plus grave qu'elle soit, car non seulement elle entraîne la destruction totale de la végétation, mais en plus elle altère le sol, enlaidit le

Rapport-Gratuit.com

paysage et compromet souvent la reconstitution végétale. Les feux de forêt détruisent annuellement près de 2% de la surface forestière nationale, alors que les reboisements ne sont que de l'ordre de 1% soit une perte de 15000 hectares par an et ceci bien évidemment dans le cas où tous les reboisements réussiraient.

Sa naissance et sa propagation dépendant de la présence de cinq éléments fondamentaux :

- L'imprudence et la malveillance.
- Les causes biologiques.
- Les facteurs climatiques.
- Le parcours par ses effets.
- Les travaux forestiers.

Il ne faut tout de même pas oublier la composition floristique et notamment la stratification des végétaux qui joue un rôle prépondérant.

L'aménagement et sylviculture restent les moyens les plus efficaces et pérennes pour soustraire au feu de nombreux écosystèmes. La transformation des structures et architectures du couvert végétal et l'absence très fréquente d'intervention sylvicole assurent aux feux sauvages, lorsqu'ils démarrent, un support considérable et souvent continu.

D'après Bouazza et Mahboubi (2000), la connaissance de la densité des différentes espèces dans les formations végétales est capitale pour apprécier le risque d'inflammabilité. La liaison directe entre l'intensité du feu et les structures et architectures des formations végétales affectées, est d'autant plus marquée qu'il s'agit d'écosystèmes pré-forestières à sclérophylles comme les pinèdes de pin d'Alep. Selon ces mêmes auteurs, dans les zones à matorral dominent souvent les labiées, Cistacées, Papilionacées, dont les résines et les gommes s'enflamment facilement.

L'évolution régressive des structures végétales est amplifiée si l'on ajoute le paramètre "feu" tout particulièrement au cours de cette dernière décennie ou l'on a pu observer que la végétation nourricière des troupeaux s'affaiblit de plus en plus par l'interaction de plusieurs facteurs : le défrichement, le surpâturage, la sécheresse, le feu, etc.

1.2.2. Dynamique et facteurs progressifs

C'est le développement des processus inverses à ceux qui aboutissent à la désertification. Elle est aussi appelée "remontée biologique". Elle se manifeste par le développement et multiplication des espèces pérennes et du recouvrement du sol avec comme conséquence le ralentissement puis l'arrêt de l'érosion, le développement de la litière et la disparition de la croûte de battance, l'enrichissement du sol en matière organique et en azote et l'accroissement

corrélatif de la stabilité structurale des agrégats du sol et de l'infiltration des eaux de pluies. Elle commence donc par l'installation sur la roche nue des espèces pionnières qui sont toujours des Cryptogrammes autotrophe (lichens et mousse surtout). Avec l'apparition des substrats meubles, des espèces de transition prennent le relais (Ptéridophytes, et, parmi les Spermaphytes, des herbes, sous arbrisseaux). Enfin, lorsque les conditions le permettent, les arbres achèvent la conquête du terrain. Le peuplement, d'abord bas et uni strate, est devenu haut et pluri strates. La stratification permet la superposition de plusieurs tranches de vie et l'occupation maximale du biotope. La forêt n'élimine les strates Cryptogame, herbacée et arbustive mais les incorpore, sans les modifier profondément d'un double point de vue quantitatif et qualitatif. La progression du peuplement ne va d'ailleurs pas sans de sérieux remaniements. Il serait naïf d'imaginer que cette progression consiste seulement en addition d'espèces car des soustractions les accompagnent.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

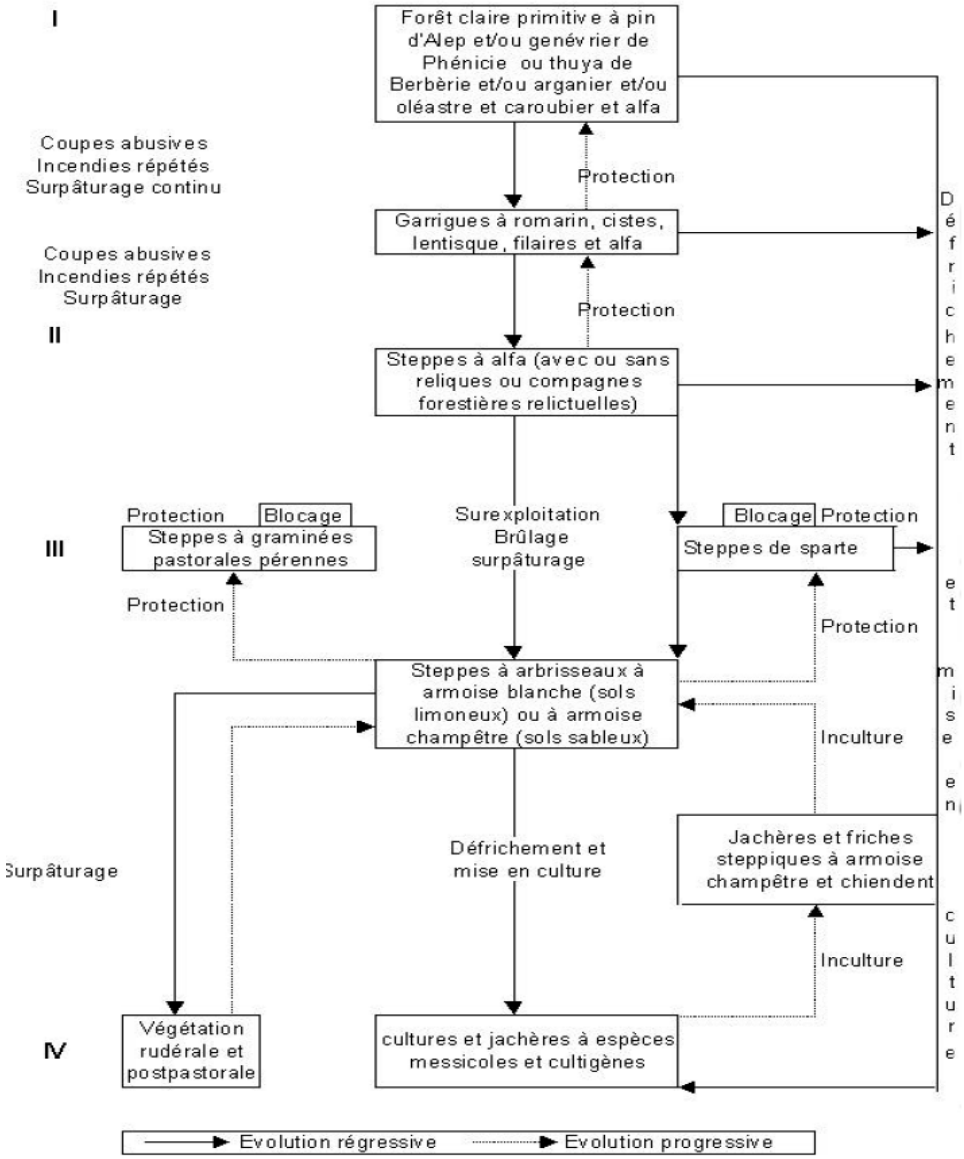


Figure 1: Schéma évolutif la végétation de l'Afrique du Nord.
(D'après Le Houérou, 1995).

2. Etat actuel des ressources naturelles

Le territoire algérien s'étend sur 2,4 millions de km² ; du Nord au Sud, trois ensembles très contrastés, différents par leur relief et leur morphologie se distinguent. Tout d'abord, la chaîne du Tell et le littoral, puis la chaîne de l'Atlas qui longe les Hautes Plaines plus au Sud, enfin, le désert saharien qui s'étend au-delà du massif de l'Atlas. C'est cette disposition du relief qui, avec les conditions climatiques, détermine le potentiel agricole et les ressources en eau du pays.

La majeure partie du pays (87%) est un désert où les précipitations sont quasi nulles, mais qui recèle d'importantes ressources fossiles d'eaux souterraines. La partie Nord du pays est caractérisée par son climat méditerranéen ; elle dispose de ressources en eau renouvelables, tant pour les eaux de surfaces que pour les nappes phréatiques. Les 90% des eaux de surface sont situées dans la région du Tell qui couvre environ 7% du territoire. Le pays est également caractérisé par une forte disparité entre l'Est et l'Ouest. La région Ouest est bien dotée en plaines mais est peu arrosée. La partie Est du pays est une zone montagneuse où coulent les principaux fleuves.

Le climat de l'Algérie connu pour sa grande diversité spatiale et sa grande variabilité interannuelle se distingue par : une variabilité spatiale et temporelle marquée. S'il pleut uniquement 350 mm en moyenne dans la région Ouest, cette moyenne peut dépasser les 1000 mm à l'Est et atteindre, certaines années, les 2000 mm sur les reliefs élevés. Le pays se caractérise par une pluviométrie qui décroît rapidement vers le Sud et atteint une moyenne annuelle inférieure à 100 mm. Une concentration des précipitations en un nombre réduit de mois durant l'année (de décembre à avril représentant les 5 mois les plus productifs) est une donnée contraignante pour les ressources naturelles.

2.1. Etat actuel du secteur des forêts

Les régions septentrionales de l'Algérie où les conditions de climat et de milieu permettent le développement des formations forestières occupent 250 000 km^2 soit un peu plus de 10% de la superficie totale.

Les forêts et les formations dégradées (maquis, matorral et garrigue) couvrent 4,1 millions d'hectares soit un taux de boisement de 16,4% pour le nord de l'Algérie et de 1,7 % seulement si les régions sahariennes arides sont prises en considération. Ces taux de boisement sont évidemment très insuffisants pour assurer l'équilibre physique et biologique. L'essence prédominante est le pin d'Alep qui occupe 880 000 ha et se rencontre principalement dans les zones semi arides. Le capital sur pied de ces pineraies est assez pauvre, la productivité moyenne annuelle par hectare il est estimé selon la Direction Générale des Forêts à 1 m^3.

Le patrimoine forestier couvre une superficie globale estimée à 4.700.000 ha soit un taux de boisement de 11% pour le Nord de l'Algérie y compris la zone steppique (Plan National de Reboisement, DGF.1999 actualisé en 2008 in Ghazi, 2009). Cette surface comprend : 1.428.000 ha de forêts naturelles (30,30%) ; 1.662.000 ha de maquis (35,36%) ; 717.000 ha de reboisement (15,25%) ; 240.000 ha de vides (5,10%) et 653.000 ha autres (13,99%). La

nature juridique se présente comme suit : forêts domaniales : 4.035.000 ha ; forêts privées : 350.000 ; forêts communales : 215.000 ha ; forêts autogérées : 100.000 ha. La majorité des peuplements forestiers bien venant sont constitués de jeunes plantations dont la croissance est liée aux conditions climatiques et aux travaux sylvicoles.

De type essentiellement méditerranéen, la forêt Algérienne qui se trouve dans une situation de dégradation, présente plusieurs faciès en allant du Nord vers le Sud. Les principales zones forestières au nombre de trois (03) sont :

- La zone littorale et les chaînes côtières notamment à l'Est du pays couvertes par des forêts équiennes, constituées principalement de peuplements de chêne liège et de chêne zeen qui sont considérées comme des peuplements destinés à la production de liège et de bois d'œuvre. Ce type de forêts constitue une source de revenu appréciable à l'échelle de l'économie locale.
- Les reliefs de l'Atlas tellien qui comprend les grands massifs de pin d'Alep et de chêne vert.
- L'Atlas saharien dont la couverture forestière est plus ou moins clairsemée renferme les grands massifs des Aurès à base de pin d'Alep et de cèdre à plus de 1200m

Compte tenu de tous les éléments historiques qui la marquèrent et des pressions qu'exercent sans cesse sur elle, l'homme et son bétail, la forêt semble glisser rapidement sur la voie d'une dégradation progressive des essences principales et de son remplacement par le maquis et les broussailles dont le rôle reste néanmoins extrêmement important pour le contrôle et la fixation des sols en terrain à forte déclivité.

En Algérie la déforestation est importante, un aperçu sur l'évolution des surfaces le confirme :

- la superficie forestière initiale de l'Algérie est estimée par plusieurs auteurs et forestiers à 7 millions d'hectares avant 1800, en 1830 elle n'était que de 4 millions d'hectares, en 1953 seulement 3.298.000 et en 1967 près de 2.233.000 hectares. En prenant en considération les broussailles et les maquis bas dégradés dont la superficie est estimée à 720.000 hectares notre couverture végétale forestière est de l'ordre de 2.953.000 hectares.

Cette situation permet les remarques suivantes :

- sur les 2.380.000 hectares de forêts (chiffre récent) plus de 780.000 sont considérés comme ruinés et à un stade régressif irréversible,
- en 1983 la couverture végétale forestière est estimée à 2.400.000 hectares dont 1.800.000 de maquis.

Les chiffres ne coïncident pas entre eux, ce qui reflète la dynamique régressive et les agressions constantes que supportent les écosystèmes forestiers. Les pressions qui s'y exercent sont toutes dues aux activités humaines volontaires ou planifiées.

Mais, l'homme par son action et ses pratiques, ainsi que des facteurs physiques contribuent à la destruction du potentiel naturel, nous poussant à faire un diagnostic des contraintes. (FAO, 2001)

2.2. Etat actuel des ressources hydriques

L'exploitation des données sur les ressources en eau du Ministère des Ressources en Eaux (www.mre.gov.dz) soulignent que le pays est divisé en 5 bassins hydrographiques regroupant les 17 bassins versant. Les ressources en eau ne sont pas réparties équitablement, que ce soit au niveau de leur répartition géographique, de leur quantité ou de leur nature (eaux de surface ou souterraines).

Les potentialités globales en eau sont évaluées à 19.4 milliards de m^3/an où les ressources en eau souterraine contenues dans les nappes du nord du pays (ressources renouvelables) sont estimées à près de 2 Milliards de m^3/an. Les ressources superficielles totalisent en moyenne annuellement près de 12 milliards de m3/an. Le Sud du pays se caractérise par l'existence de ressources en eau souterraine considérables provenant des nappes du Continental Intercalaire et du Complexe Terminal. Les réserves d'eau y sont très importantes et sont de l'ordre de 60 000 milliards de m^3 dont 40 000 milliards sont situées en Algérie. La particularité de cette ressource est qu'elle n'est pas renouvelable.

A cet état de fait naturel, la situation actuelle en Algérie est encore exacerbée par plusieurs contraintes :

- **Un déséquilibre entre les besoins et les ressources disponibles *:*** la croissance démographique et le développement économique et social du pays ont induit durant les deux décennies écoulées, un accroissement considérable des besoins en eau potable, industrielle et agricole ;
- **Un déséquilibre géographique entre les besoins et les ressources *:*** la forte concentration des besoins en eau sur la bande littorale (60%) oblige à une réaffectation, par des transferts de ressources en eau assez coûteux financièrement, pour équilibrer les déficits de régions intérieures du pays, notamment toute la zone des Hauts Plateaux ;
- **La pollution des nappes et des ressources superficielles *:*** les rejets domestiques, industriels et agricoles dépassent de loin les capacités des systèmes d'épuration, ce qui réduit considérablement les volumes d'eau susceptibles d'être utilisés ;
- **Risque de rupture d'un développement durable** *:* en sus de la pollution, de sérieux problèmes apparaissent dans les prélèvements effectués dans les nappes souterraines qui

dépassent les limites de renouvellement des ressources naturelles et nécessitent de puiser dans les réserves non renouvelables.

2.3. Etat des ressources édaphiques

Le sol constitue une ressource naturelle peu connue en Algérie au regard de l'absence d'une cartographie à une échelle donna une classification permettant de suivre leur évolution.

2.3.1. Fonctions du sol

Le sol d'une part et le climat d'autre part sont les principales composantes du milieu qui déterminent la production végétale, pilier de la durabilité et de la stabilité des ressources naturelles. Le climat fournit en excès ou en défaut (très rarement à l'optimum) de l'énergie, du dioxyde de carbone, de l'eau et de la chaleur que le sol doit régulariser pour un bon développement et une bonne production des végétaux. FARAOUN (2013) précise que les quatre principaux points des fonctions du sol dans le processus de production végétale sont:

1- le sol est la source essentielle de minéraux dont se nourrissent les végétaux et de matière organique dont l'activité est moins indispensable au développement et à la production des végétaux. Le sol régit les phénomènes de décomposition des organismes morts et d'altération de la roche mère qui participent au renouvellement naturel des stocks de matière organiques et de nutriments ;

2- le sol élimine l'excès d'eau par percolation, et s'oppose au déficit à travers la rétention d'eau dans les feuilles d'argile et de matière organique pour ainsi constituer un stock optimale au développement de la culture ;

3- le sol exerce un pouvoir tampon, en s'opposant aux variations brutales et excessives de la température et de la composition minérale. Il maintient aussi la température et le pH à l'optimum vital pour les végétaux et pour la faune microbienne.

4- le sol en facilitant la circulation de l''air, constitue un milieu idéal de vie aux végétaux et aux microorganismes.

Ce sont là autant de fonctions qu'un sol doit assumer pour une croissance harmonieuse et une production soutenue des plantes qu'elles soient naturelles ou cultivées. La fertilité d'un sol est donc sa potentialité à assumer pleinement les divers fonctions de fourniture de nutriments, de l'eau et le maintient des conditions optimales de température, d'oxygène et du pH. Plusieurs auteurs Feller & al. (2003), Trichet & al. (1999), Morel (1989) in Faraoun (2013) définissent la fertilité comme son état en ce qui concerne la quantité et la disponibilité des éléments essentiels à la croissance des plantes. C'est la somme des facteurs physiques, chimiques et biologiques déterminant l'aptitude du sol à soutenir une production. C'est également la

facilité avec laquelle la racine végétale peut bénéficier dans ce sol des facteurs suffisants de croissance : chaleur, eau, éléments chimiques et organiques.

En conclusion, nous dirons que l'utilisation des sols d'une manière générale doit avoir un triple objectif :

- fournir une biomasse en quantité et en qualité
- minimiser les impacts environnementaux
- conserver le « patrimoine sol » dans toutes ses potentialités.

3. Facteurs de dégradation des ressources naturelles en Algérie

Les ressources naturelles constituent un patrimoine qu'il faut gérer pour lui assurer une durabilité. Dans le but d'évaluer cette ressource par rapport à son exploitation les spécialistes en environnement et développement durable utilise l'empreinte écologique qui est une mesure de la pression qu'exerce l'Homme sur la nature. Elle vise à traduire de manière facilement compréhensible l'impact des activités humaines sur les écosystèmes et la Planète. Cet outil évalue la surface nécessaire à une population pour répondre à sa consommation de ressources (eau, nourriture...) et à ses besoins d'absorption de déchets. L'empreinte écologique permet à chacun d'avoir une idée de la part de surface planétaire que l'on utilise pour vivre ; elle permet de mesurer notre influence directe sur l'environnement. Ce calcul met aussi en évidence certaines inégalités entre les pays du Nord et du Sud : l'accès aux ressources, la production différenciée de déchets, les modes de consommations...

Selon Benabdeli (2012), l'empreinte écologique nationale a dépassé la capacité biologique de la surface apte à produire nos ressources et à absorber nos déchets puisque nous avons entamé une surconsommons des réserves (surexploitation des milieux et des ressources fossiles). Ainsi la situation des ressources naturelles permet d'affirmer que l'enjeu n'est donc pas uniquement environnemental, il est aussi économique et social avec toutes les conséquences qui en découlent.

Déjà en 1993 Benabdeli notait à ce sujet : « Sous l'effet conjugué de l'accroissement démographique, du poids du service de la dette et d'un désir de développement économique la situation de l'environnement en Algérie est inquiétante. Les altérations du milieu physique, des paysages végétaux et des ressources naturelles sont constantes et encouragées par des conditions écologiques naturelles très fragiles. L'agressivité avec laquelle se manifestent les facteurs dégradants est remarquable devant l'état de dégradation avancé de nos systèmes écologiques.

Le poids des activités humaines sur l'environnement pèse lourdement sur l'environnement :

- 13 millions d'hectares sont menacés par l'érosion
- 30.000 hectares de terres perdues par an par l'érosion
- 30.000 hectares de forêts sont incendiées par annuellement
- 150.000 hectares sont ensevelis par an par l'ensablement
- 360.000 tonnes de déchets rejetés annuellement
- l'urbanisation dévore plus de 2400 hectares par an
- seuls 3 milliards de mètres cube sont mobilisés sur 12 annuellement
- la surface agricole utile par habitant n'est que de 0,32 hectare
- le taux de la population urbaine est passé de 17 à 51% en l'espace de 33 ans ».

3.1. Concept de gestion des ressources

La question de la gestion des ressources naturelles est devenue l'axe central du débat sur le développement rural face aux multiples mutations enregistrées durant ces deux dernières décennies dans le monde et plus particulièrement en Algérie. Dans un passé récent, la notion de ressources naturelles (RN) retenait surtout la composante végétale telle que la végétation arborée, arbustive, ainsi que les plantes annuelles ou vivaces. Cette situation était due à l'appropriation du terme par les forestiers. Alors que, les économistes s'intéressant plus à la notion de rentabilité et de productivité, distinguent deux types de ressources naturelles en fonction des données fondamentales de l'écologie : les ressources renouvelables (eau, vent et soleil) et les ressources non renouvelables (gisement minier, sol...). Mais cette distinction n'est pas toujours aussi nette. En matière agricole, les récoltes peuvent se répéter d'années en années, à condition que la fertilité des sols se maintienne.

Ibrahim Nahal (1998) offre une vision plus globale qui englobe l'ensemble des ressources naturelles d'un pays, qui sont :

- les ressources physiques : climat, sol, eau,
- les ressources biologiques : population humaine, végétation, animaux,
- les ressources en énergie : humaine, solaire, éolienne, hydraulique, géothermique, nucléaire et aussi l'énergie de source minérale et la biomasse,
- les ressources humaines et institutionnelles.

La plupart des ressources naturelles sont, au moins en partie, renouvelables. Les ressources minérales de la Terre sont considérées comme non renouvelables.

Le concept de gestion des ressources naturelles fait davantage référence aux façons dont les ressources sont utilisées par une communauté ou un Etat pour des objectifs de productions

forestières, agricoles, halieutiques ou pastorales. Il s'apparente aux notions d'aménagement du territoire ou d'organisation de l'espace, tout en ayant une portée plus vaste. Il inclut toutes les formes d'interventions dans l'environnement ayant pour finalité l'utilisation optimale d'un environnement donné, dans la perspective d'un développement durable, qui permettra de satisfaire les besoins actuels tout en préservant ceux des générations futures.

L'expression « exploitation des ressources naturelles » souvent employé au sujet de tout un ensemble des ressources extraites de l'environnement naturel, désigne ici les formes de mise en valeur développées dans l'île à Morphil. En effet, l'exploitation des ressources naturelles constitue à la fois un important levier pour l'amélioration des revenus des familles pauvres, un enjeu d'aménagement du territoire et un défi en termes de préservation des ressources renouvelables.

3.2. Poids de la couverture forestière

Toute la couverture végétale est soumise presque en permanence à des agressions d'origine humaine et animale face auxquelles la végétation, malgré ses facultés de résistance, n'arrive plus à riposter et se maintenir. Comprendre la réaction de la végétation dans ses différentes composantes face aux divers facteurs dégradants naturels ou d'origine anthropique constitue une préoccupation permanente pour le forestier et l'écologue. Mais cette réaction, ce comportement de la végétation ne peut se faire sans l'identification et la classification de toutes les formes de pression qui participent à l'altération des formations végétales dans leur ensemble.

La surface forestière diminue fortement malgré le développement industriel, agricole et commercial du pays, les populations campagnardes et riveraines des forêts continuent à exercer de très fortes pressions sur toute la couverture végétale. Il est difficile d'envisager une étude scientifique classique de la végétation sans essayer de dévoiler et d'identifier les causes déterminantes de cette situation catastrophique, de définir de nouvelles notions adaptées à nos réalités végétales. Pour cela il est indispensable de comprendre le comportement de la végétation dans son dynamisme et dans sa composition, d'approcher le processus de dégradation et surtout de réhabiliter les espèces ligneuses qui contribuent efficacement à la pérennité des écosystèmes forestiers.

Tous les efforts consentis depuis trente ans se sont avérés vains car la végétation était considérée comme une ressource inépuisable où toutes les interventions étaient permises même celles à teinte politique ou sociale. Le résultat alarmant obtenu trouve son optimum dans la perturbation du régime des eaux, dans l'accentuation de l'érosion et des inondations et

Rapport-Gratuit.com

dans l'altération des surfaces agricoles. Comment alors, dans de telles conditions, continuer à mener la politique de l'autruche et nier ou reléguer la disparition progressive et rapide de notre couverture végétale avec la bénédiction des pouvoirs publics et des gens du métier ?

La dynamique des forêts méditerranéenne, auxquelles appartiennent les forêts algériennes, subit un important déclin, causé par des changements rapides et radicaux imposés par une croissance de la population qui a triplé en 50 ans. Une extension des cultures au dépend des massifs forestiers en découle se traduisant également par une nouvelle politique de gestion souvent imposée par des sécheresses périodiques.

L'Algérie après l'indépendance, a hérité un patrimoine forestier dégradé dû aux exploitations abusives et répétées, les incendies, le pacage, etc. …Alors, le souci marquant à cette époque, était la reconstitution de ce patrimoine forestier et la préservation des jeunes peuplements. La production forestière algérienne est faible, sur les 2.380.000 ha de forêts domaniales, 780.000 ha sont considérées comme ruinées ou occupées par des matorrals qui, malgré tout assurent la protection des sols (Kadik, 1987). Le reste, constitué par les chênaies et les pinèdes, est caractérisé surtout par l'exploitation du liège allant jusqu'à 310.000 qx par an (S.E.F.M.V.T, 1979). Jusqu'en 1963, l'exploitation du bois (bois d'œuvre, de chauffage, de carbonisation) étant de 300.000 m3 en moyenne. En 1970, la production en bois d'œuvre était de 12.000 m3 et en 1978 elle était estimée à 19.000 m3 (S.E.F.M.V.T, 1979). Si on compare ces chiffres à ceux de l'importation du bois qui ont dépassé un million de mètres cube en 1979, on se rend compte de l'immense effort à fournir pour satisfaire les besoins nationaux en bois de toute catégories (Kadik, 1987). Cette demande pour créer des reboisements productifs dans les zones forestiers, et d'énormes investissements pour créer des reboisements productifs dans les zones favorables.

Les zones arides caractérisées par la fragilité de leur écosystème, se trouvent les premières zones soumises au phénomène de la dégradation. Cette dernière a été rendue possible sous l'effet combiné des actions édapho-climatiques, hostiles au développement intensif d'une végétation pérenne, et des actions anthropiques souvent dévastatrices du milieu conduisant à une désertification certaine.

Les actions climatiques responsables de la dégradation des massifs forestiers sont donc connues et ont fait l'objet de plusieurs études et à travers différentes régions. Par contre, les actions anthropiques sont moins connues car relevant d'un être social dont le comportement varie selon les régions et les traditions sociales de ces dernières.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

La question de dégradation reste toujours avancée puisqu'on associe d'avantage au pastoralisme les problèmes liés au surpâturage, dégradation des sols et déforestation, comme il s'agissait d'une prédation (Hammel, 2002), Et pourtant les parcours arides sont un écosystème et très résilient, à condition que la capacité de charge de la terre en homme et en animaux ne soit pas dépassée. « En réalité, l'aptitude à se régénérer après la sécheresse est l'un des grands indicateurs de la durabilité environnementale et sociale à long terme dans les zones de pâturages arides». (F.A.O, 2006).

Une grande partie des pâturages du monde, en particulier dans les régions semi-arides et subhumides sont menacées, les terres de pâturages sont converties à l'agriculture à cause de la pression démographique et des politiques qui favorisent certaines cultures, défavorables à ces sols, après des années la terre s'épuise, puis laissée en friche, elle perd de sa valeur.

Le défi environnemental ainsi caractérisé est de mettre en place les politiques, les institutions et les technologies susceptibles de renforcer les effets bienfaisants du pâturage et d'en atténuer les effets préjudiciables. (Le Houérou et Hoste, 1977).

Les ressources naturelles ont une grande importance dans le développement des sociétés et leur mise en valeur constitue un véritable enjeu. En effet, ce sont des éléments du milieu physique que les hommes utilisent pour satisfaire directement ou indirectement leurs besoins alimentaires domestiques et monétaires (Mercoiret, 1994).

Toute la vie terrestre dépend d'une fine couche de sol ; le premier mètre superficiel de la surface de la Terre alimente plus de six milliards de personnes, ainsi qu'un nombre immesurable d'insectes, de reptiles, d'oiseaux et d'animaux. Même une grande partie de la vie marine dépend des éléments érodés ou dissous des continents et transportés dans les milieux aquatiques. Depuis quelques décennies, des pressions économiques et démographiques ont conduit à une dégradation rapide et massive des sols exploités à travers le monde.

Aujourd'hui, la dégradation des sols contribue non seulement à l'appauvrissement des écosystèmes, mais elle met en danger la qualité de vie, voire même la survie, de certaines populations vulnérables. Le sol même si souvent il est considéré comme un support a un rôle central dans le fonctionnement du milieu naturel ainsi que dans les activités humaines. Les civilisations ne se sont pas organisées aléatoirement mais se sont développées en fonction des contraintes et potentiels que présente le milieu naturel. Il est évident que le climat détermine en grande partie les caractéristiques naturelles de l'environnement : non seulement les végétaux reflètent les conditions d'énergie et de précipitation d'un lieu, mais encore certaines

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

propriétés des sols sont fortement corrélées avec les conditions climatiques. Nous nous trouvons donc dans un système dans lequel climat, sol et végétation sont intimement liés, et dont l'ensemble des propriétés influence fortement les types d'activités qui peuvent s'exercer dans un milieu donné. Afin de comprendre ces relations, et comment nous sommes arrivés à un point de surexploitation dangereux, il est nécessaire de comprendre ce qui rend un sol "fertile" et ce qui le dégrade. Ensuite, nous verrons comment les activités humaines se sont adaptées au contexte naturel et comment aujourd'hui, ces activités se sont tellement intensifiées que le sol ne résiste plus.

3.3. Principales causes de dégradation des ressources naturelles

La pression démographique croissante exercée sur les ressources naturelles a bouleversé l'équilibre naturel par l'utilisation de méthodes de production traditionnelles n'assurant pas une durabilité de ressources naturelles. C'est la cause fondamentale de la dégradation des ressources naturelles dans le monde et en particulier dans les pays sous-développés. Il est intéressant de noter que le phénomène de la dégradation de l'environnement est en relation assez directe avec les facteurs démographiques. Par exemple, tant que le mode de fourniture de l'énergie pour les besoins domestiques reste dépendant de la production forestière (bois et charbon de bois) la croissance de la population, ou plus exactement des ménages, détermine largement le rythme d'exploitation. Dès lors que ce rythme excède le croît naturel de la végétation, les prélèvements réduisent progressivement le capital productif. On le constate dans notre préfecture autour de nous, où les zones déboisées s'étendent en cercles de rayon croissant.

L'explosion démographique concerne les continents les plus pauvres : l'Afrique, où les disponibilités alimentaires ont déjà baissé, où le développement économique et social demeure le plus fragile et où la situation sanitaire est souvent dramatique ; l'Asie, où la pauvreté demeure un fléau de masse et où les densités sont déjà extrêmement fortes.

Dans les pays développés c'est surtout les technologies modernes et l'idéologie du développement et de la modernisation qui a prévalu depuis la seconde guerre mondiale qui constituent les principales causes de la dégradation de l'environnement.

La dégradation des ressources naturelles en Afrique du nord ne date pas d'aujourd'hui ; elle a commencé avec la colonisation et continue de nos jours. Au cours de la période coloniale, le refoulement des communautés autochtones vers l'intérieur du pays, sur des sols pauvres, loin de ceux viables réservés aux colons pour les activités agricoles, a contribué fortement à l'appauvrissement des sols fragiles, provoquant la déstabilisation des espaces steppiques ou

limitrophes du désert. Ainsi, le processus de désertification qui s'est amorcé depuis longtemps, s'amplifie de jour en jour, provoquant une perte parfois irréversible de sols et de biodiversité. Les nouveaux fléaux comme le changement climatique, la perte de biodiversité et la désertification vont exacerber les facteurs, déjà en cours, de dégradation des ressources naturelles. Même si certaines actions ont été entreprises depuis le siècle dernier, elles n'ont pas réussi à renverser les tendances. L'exemple du barrage vert en Algérie, qui visait à l'origine de remédier au risque de désertification, n'a pas eu l'effet escompté, puisque le taux de réussite du reboisement n'a pas dépassé le seuil de 40% par rapport aux projections initiales. Tout juste, il a permis de compenser, dans une faible mesure, les pertes de superficies forestières incendiées chaque année et estimées à près de 20.000 hectares. Il est temps de déployer de gros moyens pour stopper ce fléau, qui, s'il n'est pas pris au sérieux et à sa véritable dimension, risque d'hypothéquer à moyen terme l'avenir du Maghreb à cause d'une désertification irréversible mettant ainsi en péril le devenir des générations futures.

Le Maghreb en générale et l'Algérie en particulier, est une région vulnérable aux plans climatique, écologique, hydrographique et pédologique. Cette vulnérabilité est à l'origine d'une désertification rampante accentuée par des facteurs naturels comme les changements climatiques et des facteurs anthropiques liés aux activités socio-économiques. La dégradation des terres a démarré avec la colonisation qui a refoulé et marginalisé les populations autochtones à l'intérieur des terres et qui, pour les besoins de survie, ont fortement contribué à cette dégradation. Depuis leur indépendance, les pays du Maghreb ont mis en œuvre de nombreux programmes de lutte contre la désertification sans pour autant obtenir des résultats tangibles face à ce phénomène.

On peut citer deux principales types de facteurs de dégradation des ressources naturelles : les facteurs naturels (dus au changement global planétaire) et les facteurs anthropiques (dus aux activités humaines)

3.3.1. Facteurs naturels

Les principaux facteurs naturels de dégradation des ressources naturelles sont à la fois d'origines naturelle et anthropique. Parmi les facteurs naturels dominent la sécheresse, les inondations, les vents violents, les vagues de chaleur et la recrudescence des maladies végétales, animales et humaines. La dégradation par les inondations est d'autant plus grave lorsqu'elles interviennent après une longue période de sécheresse. Les conséquences des facteurs de dégradation sont : une diminution de la disponibilité des ressources en eau, une érosion hydrique (par les eaux) et pertes en matière organiques des sols, une érosion

éolienne (par le vent) et ensablement des terres, une salinisation (forte évaporation des eaux) des sols, une perte de fertilité des sols, la désertification de terres et la recrudescence des maladies qui touchent la foret, la faune et la flore.

3.3.2. Facteurs anthropiques

Parmi les facteurs dus à l'homme, c'est le défrichement des terres, le surpâturage, la mécanisation non appropriée pour le travail du sol qui dominent auxquels s'ajoutent les incendies de forêts, la pression démographique, l'exploitation hors sol, une pression socio-économique plus forte, une augmentation des besoins en eau, une augmentation des besoins alimentaires, une pression sur les sols et les écosystèmes, une urbanisation plus importante, un développement plus grand des infrastructures. Dans le futur, l'évolution des facteurs anthropiques vont être accentués par la croissance démographique, l'augmentation des besoins alimentaires, l'amélioration du niveau de vie et les pressions sur les sols à cause de l'extension urbaine et du développement des grandes infrastructures. La dégradation des sols entraîne une réduction importante de la capacité productive de la terre. La dégradation des sols se manifeste sous plusieurs formes selon le climat, les pratiques agricoles ou sylvicoles, l'activité industrielle environnante et le niveau de richesse économique des régions affectées.

Au nombre des activités humaines qui contribuent à la dégradation des sols on relève une utilisation inadéquate des terres agricoles, la mauvaise gestion du sol et de l'eau, la déforestation, l'enlèvement de la végétation naturelle, l'utilisation fréquente de machines lourdes, le surpâturage, une mauvaise rotation des cultures et une irrigation laissant à désirer, à quoi il faut ajouter la survenue de catastrophes naturelles, notamment les sécheresses, les inondations et les glissements de terrain.

Une évaluation de la dégradation des sols à l'échelle mondiale a été réalisée au début des années 90 (Oldeman, Hakkeling et Sombroek, 1990) ; en 2000, le FEM et le PNUE ont entrepris une évaluation de la dégradation des sols dans les terres arides à laquelle la FAO s'est associée depuis. Ces statistiques concernant la dégradation des sols ont beau être irréfutables, certaines études entreprennent de contester les données au motif que les estimations en matière de dégradation seraient exagérées. En particulier, on sous-estimerait les capacités des exploitants agricoles locaux (Mazzucato et Niemeijer, 2001). Selon ces auteurs, les experts devraient s'appliquer davantage à distinguer en matière de dégradation des sols un état naturellement mauvais, un état temporairement mauvais et un état proprement dégradé.

Les principales causes de la dégradation des sols sont essentiellement des pratiques agricoles et sylvicoles « inadéquates », mais aussi les impacts de l'expansion urbaine, de la croissance industrielle, du tourisme et des grands « travaux » qui empêchent les sols de rendre les services écologiques et agricoles qu'ils rendaient. La détérioration du capitale biologique végétal en Afrique du nord, pose bien le problème de la part de responsabilité que peuvent y jouer respectivement les facteurs directement d'origine anthropique, d'ont bien évidement le rôle est prépondérant, mais éventuellement aussi, des modifications actuelles du climat, comme cela est souvent évoqué déjà depuis plusieurs décennies par le biais des « changements globaux ». (Quézel, 2000). L'utilisation par l'homme des milieux forestiers, devrait être fonction de leur statut foncier, théoriquement les forêts publiques devraient bénéficier d'un mode de gestion et de conservation, efficace. Or ce point de vue reste illusoire en Algérie où les forêts privées n'existent pratiquement pas, et où le droit d'usage et de pâturage est profondément ancré dans les traditions locales. La dégradation du milieu en Algérie est due aux mêmes causes que l'on observe dans la plus part des pays maghrébins dont les principales sont la surexploitation des terres, le surpâturage, le déboisement, la mauvaise maîtrise de l'irrigation aggravée par la croissance démographique. Leur combinaison favorise le déclanchement et l'accélération de la désertification.

Les ressources forestières sont d'usages multiples au niveau du terroir. Au premier niveau, elles constituent un facteur clé de l'élevage par la production du fourrage d'appoint. Au second plan, elles participent largement à l'approvisionnement alimentaire et vitaminique des populations rurales. 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. Les causes immédiates sont nettement identifiées : il s'agit du surpâturage, de la mise en culture inappropriée et des prélèvements excessifs. Cet écosystème est de plus en plus fragilisé par l'accroissement de la pression humaine.

Les causes fondamentales restent d'abord la croissance démographique, la pauvreté et la crise économique ainsi que le cadre institutionnel et le choix de développement. On comprend donc qu'un ensemble de facteurs agissent de manière combinée à différentes échelles spatiales et temporelles. Cette analyse implique que les actions de lutte doivent nécessairement s'appuyer sur un diagnostic fiable de l'état de l'environnement local en intégrant l'identification des responsabilités et des intérêts respectifs de tous les acteurs agissant. (Benmessaoud, 2009). La faiblesse des ressources est encore aggravée par la mauvaise répartition spatiale et temporelle

de ces ressources ; l'érosion des sols et l'envasement des barrages ; les pertes dues à la vétusté des réseaux de distribution et à l'insuffisance de la gestion et les coûts sans cesse importants des investissements nécessaires à la mobilisation et au transfert des ressources en eau. En raison de l'aridité de la majeure partie du territoire, les ressources en eau sont limitées. Les ressources potentielles liées au volume annuel des pluies que reçoivent les bassins versants ne sont en outre que partiellement mobilisables. La gestion défaillante de ces ressources aggrave la situation. (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement : Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable (PNAE-DD) Janvier 2002)

3.3.3. Des ressources en eau limitées

Les ressources en eau de l'Algérie sont limitées. Elles sont évaluées à 19,2 milliards de m3, dont 12,4 milliards de m^3 d'eau de surface, 1,9 milliards de m^3 d'eaux souterraines du Nord et 4,9 milliards de m^3 d'eaux souterraines exploitables dans le Sud. Actuellement, les disponibilités en eau par habitant sont d'environ 640 m^3/an. En réalité, elles se limitent à 383 m3/hab./an compte tenu du fait que seuls 4,7 milliards de m3 d'eau de surface sont mobilisables dans les barrages. Ce ratio ne sera plus que de 261 m^3/habitant/an en 2020 pour une population de 44 millions d'habitants. Les ressources en eau sont en outre caractérisées par une irrégularité dans l'espace et le temps et une persistance des périodes de sécheresse. (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement : Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable (PNAE-DD) Janvier 2002).

3.3.4. Une gestion défaillante des ressources en eau

La gestion actuelle du service public d'eau potable (coupures d'eau, pertes apparentes dans les réseaux, tarification, etc.) ne sensibilise pas les citoyens à la rareté de l'eau et aux coûts du service. C'est dire qu'une politique de gestion et de protection de ressources limitées est plus que jamais nécessaire. En Algérie par exemple, une augmentation des températures de 0,5 à 1°C cause une baisse des précipitations de 10 à 15 % ce qui induit un déficit des eaux de surface de –10 à –30%. Cette raréfaction hydrique va se conjuguer avec une croissance des besoins estimés aujourd'hui à 7,1 km^3 pour atteindre 9,2 km^3 à l'horizon 2020, soit une augmentation des besoins de près de la moitié (Tabet-Aoul, 2008). En plus de la diminution de la mobilisation des eaux de surface due à une baisse du ruissellement superficiel et à une fréquence de plus en plus grande des périodes de sécheresse, une dégradation accélérée des sols par l'accroissement de l'érosion hydrique et éolienne est attendue.

Par ailleurs, ce scénario de réchauffement climatique aura également un impact sur les niveaux des rendements agricoles déjà vulnérables. Les projections (Rousset, 2006) estiment

les baisses des rendements des céréales a –10% en Algérie et en Tunisie et jusqu'a - 20% au Maroc, d'où une incidence grave sur les niveaux de la sécurité alimentaire dans la région et un recours accru aux importations agroalimentaires. Seulement, en présence de ces impacts du réchauffement climatiques, les prix internationaux des produits alimentaires connaîtront à leurs tours une augmentation significative qui limitera les importations et affectera les niveaux de sécurité alimentaire. L'Eau, l'une des matières premières les plus importantes en Algérie, dont l'importance pour la consommation humaine, la production agroalimentaire, l'industrie, le transport, les loisirs et les écosystèmes n'est plus à démontrer. Du fait de son importance, il est indispensable de connaitre sa vulnérabilité aux Changements Climatiques, en Algérie. Néanmoins, les variations climatiques ne sont pas les seuls facteurs définissant la vulnérabilité de ce secteur aux changements climatiques, les facteurs économiques, démographiques et environnementaux sont aussi des critères à considérer. La réaction des consommateurs d'eau ainsi que les mécanismes de gestion de cette ressource déterminent dans une large mesure la vulnérabilité en Algérie de ces ressources. La volonté de la société de prendre des mesures d'adaptation appropriées ont également une importance critique.

La vulnérabilité aux changements climatiques s'exprime à travers plusieurs aspects, dont nous citons : la rareté des ressources établie par le stress hydrique que connaît le pays [seuil de rareté fixé par la Banque Mondiale à 1000 m^3/hab/an et est équivalent à 600m^3/ha/an], la demande en croissance permanente en eau potable, en eau agricole et en eau industrielle, générée par une démographie et un développement industriel sans cesse croissants ; la diminution probable des écoulements des eaux, vu que dès lors, les hauts plateaux et les régions sahariennes qui occupent une grande partie du territoire national (93%) ne reçoivent que 10% de l'écoulement total en Algérie, évalué à 12.4 milliards de m^3 ; l'évaporation des eaux de surface, d'où l'augmentation de la demande en eaux souterraines.

La vulnérabilité des eaux de surface peut se traduire également en cas d'augmentation de la température à leur réchauffement d'où la réduction de leur capacité à de biodégrader certains polluants entrainant une baisse de la qualité ; la dégradation de l'infrastructure hydraulique, vu l'absence fréquente du couvert végétal des bassins versants. Une dégradation rapide des infrastructures hydrauliques vu les rejets de pollution d'origine urbaine et industrielle et la qualité médiocre de gestion technique des ouvrages provoque des pertes énormes d'eaux ; les inondations et divers phénomènes extrêmes, qui ont d'ores et déjà touché plusieurs parties du territoire national, dont nous rappelons les inondations de Beb El Oued à Alger (mai 2001), ainsi que d'autres au Sud du pays (Tamanrasset, Ain Guezzam, Ghardaïa…) et les menaces

aux zones humides, malgré leur importance dans les processus vitaux et l'accueil de poissons et oiseaux migrants, de nombreuses menaces pèsent sur ces zones, tel le pompage excessif, construction irréfléchie de barrages qui drainent au profit de l'agriculture. L'assèchement des deux grandes zones humides, il y a un peu plus d'un siècle, en l'occurrence le lac Fetzara à Annaba et le lac Halloula à Tipaza a conduit à la disparition de 7 ou 8 espèces d'oiseaux qui y nichaient.

4. Nécessité du concept de l'écodéveloppement

Toute évolution appelle une réglementation et une organisation, base de la gestion de l'espace axée sur une responsabilité partagée entre le développement et la préservation du milieu. Il existe des indicateurs écologiques semblables aux ratios économiques permettant d'alerter l'opinion publique et les décideurs sur l'impact des activités économiques. Ainsi il serait possible de disposer en permanence de mesures sur l'état de l'environnement.

L'écodéveloppement ou le développement durable peut être défini comme un concept d'évolution où il est tenu compte au préalable, et non après coup, de la dimension écologique dans la prise de décision économique et d'utilisation de l'espace. Ce concept doit permettre de trouver des solutions à la trilogie: pauvreté, croissance et épuisement des ressources naturelles. L'écodéveloppement est donc une nouvelle approche de gestion et d'aménagement de l'espace permettant le maintien des activités de développement tout en assurant une pérennité de l'équilibre écologique des zones investies. Il faut essayer de répondre aux besoins présents sans compromettre ceux de l'avenir. Est-ce possible? Un dicton inuit résume cette approche et répond indirectement à la question: « Ce ne sont pas nos pères qui nous lèguent la terre mais nos enfants qui nous la prêtent ».

Il faut reconnaître que l'intérêt humain ne peut coïncider avec celui de la nature que par hasard car cette dernière possède ses propres règles souvent imparfaitement connues. Force cependant est de reconnaître qu'au 20ème siècle l'homme dispose d'un potentiel scientifique et technique pouvant lui permettre la maîtrise dictatoriale du milieu et de l'espace, mais ne possède pas encore malheureusement les structures affectives et méthodologiques lui permettant d'utiliser au mieux les potentialités offertes généreusement par les différents écosystèmes pour prétendre sauver à long terme l'Homme te la Nature, car c'est bien de cela qu'il s'agit en fin de compte. C'est ce à quoi doit répondre l'écodéveloppement.

Parmi les actions primaires et concrètes à entreprendre, il faut retenir:

- avant toute enquête portant sur l'aspect économique d'une région, il importe, si l'on désire la protéger de se soucier de ses caractéristiques écologiques.

- une connaissance parfaite de ses potentialités qui forment un capital Nature et Espace afin de les évaluer et d'estimer les pertes en cas d'altération.
- le terme aménagement doit prendre son vrai sens car aménager ne doit plus être une formalité de prise en charge d'un espace pour le développer mais une nécessité imposée par la présence de l'homme, de ses activités et de ses pressions.
- une étude approfondie des fonctions de l'espace pour que l'aménagement soi rationnel et permanent. Aménager c'est établir un projet spatio-temporel des activités économiques, sociales et culturelles en parfaite cohérence avec l'utilité des fonctions écologiques.
- prévoir le dynamisme du milieu en fonction de son utilisation pour mieux l'exploiter et le protéger.

4.1. Approche de l'écodéveloppement

Benabdeli en 1995 notait à ce sujet : « Nous avons pris l'habitude de considérer l'évolution technique et son impact sur son environnement comme un facteur positif car à l'origine du bien être des peuples. Mais elle est aussi un facteur causal de problèmes écologiques pouvant entraver les acquis car conduisant à une contradiction entre la société et son environnement. La relation Homme-Nature s'est réduite durant ce siècle par une domestication de l'espace où la notion de globalité du milieu a été totalement ignorée. Les rapports complexes Homme-Milieu se résument le plus souvent à:

- un dérèglement écologique et environnemental
- une dégradation physique, climatique et biotique de l'espace
- un développement déséquilibré
- une altération des facteurs socio-économiques »

Le complexe environnement-développement est un passage obligé pour rechercher un équilibre équitable, de ce binôme découle une modélisation adaptée du développement global à son environnement. Plusieurs modèles ont été mis au point, les plus connus sont « World 2 » et « World 5 » élaborés à l'initiative du Club de Rome en 1971 et 1972 par FORRESTER et MEADOWS. L'objectif principal étant de suivre l'évolution des tendances de crise dans l'interaction entre la société et l'environnement pour le siècle prochain avec l'hypothèse que le développement socio-économique reste inchangé. Déjà en 1971 le concept écodéveloppement axé sur la notion de stratégie globale était utilisé. En 1974 la naissance d'un nouveau projet intitulé « La stratégie de la survie » sous la direction de MESAROVIC et PESTEL. Dans ce projet on opposa la conception de « l'équilibre global » à celle de « la

Rapport-Gratuit.com

croissance limitée » en multipliant le nombre de facteurs et de paramètres stratégiques tel que l'alimentation, l'accroissement de la population, la production.

Le professeur argentin Herrera en 1974 divisa dans son étude le monde en quatre régions (Asie, Afrique, Amérique Latine et Pays évolués) avec un objectif principal, celui de gérer le développement par une redistribution centralisée des capitaux. Des paramètres sociaux sont inclus dans le modèle global: c'est le modèle BARILOCE.

En 1976 le Club de Rome élabore un autre projet intitulé « Changement de l'ordre international » sous la direction de TINBERGEN dont le but est de proposer des recommandations pour assurer la satisfaction des besoins fondamentaux de la population avec un dégagement des besoins possibles pour les générations futures. La notion de préservation du milieu et d'habitat est introduite.

Les américains en 1976 ont construit un modèle mathématique basé sur le découpage du monde en 15 régions: 8 pour les pays sous-développés et 7 pour les pays en voie de développement avec une prise en compte de 43 secteurs d'activité économique. Sous la direction de LEONTIEFF le projet est intitulé « Les avenirs de l'économie mondiale » avec une stratégie pour trois décennies: 1970-80; 1980-90 et 1990-2000.

Un des derniers projets du Club de Rome a été réalisé en 1977 sous la responsabilité de LASZLO avec comme objectif une prévision de la sécurité alimentaire, l'utilisation des ressources et le développement national, régional et global dans 19 pays choisis arbitrairement comme représentatifs.

Depuis plus de 20 ans une approche globale pour prendre en charge les problèmes de la planète est engagée et constitue une base de modèles pour l'écodéveloppement. La construction d'un modèle de développement global nécessite des conceptions méthodologiques sérieusement élaborées afin de cibler convenablement les facteurs limitant et les données naturelles afin de les modéliser une fois leur consistance et dynamisme maîtrisés.

Développement et environnement sont indissociables car ils entretiennent des relations dynamiques qui impliquent que le développement ne saurait être durable s'il ne repose pas sur des bases écologiques viables. Il est impossible de dissocier les facteurs écologiques des phénomènes et de la réalité socio-économique.

L'écodéveloppement offre la promesse d'un développement économique sans l'altération des bases de l'équilibre environnemental. Ce n'est pas un luxe mais une nécessité car il permet

d'intégrer à la décision politico-économique les préoccupations environnementales avant qu'il ne soit trop tard.

Faire de l'écodéveloppement c'est comprendre en premier lieu l'origine des problèmes et les raisons pour lesquelles les activités économiques vont à l'encontre de la préservation de l'espace et de ses ressources naturelles, il sera alors possible de faire des prévisions dans ce domaine et corriger les erreurs.

Le rapport de la Commission Brundtland précise: « Le développement durable n'est pas un état d'homéostasie, mais plutôt un processus de changement dans lequel l'exploitation des ressources, le choix des investissements et l'orientation des institutions sont déterminés en fonction des besoins tant qu'actuels qu'à venir ».

Il faut voir dans le défi de l'écodéveloppement un débouché économico-écologique qu'il faut exploiter, car d'une exploitation efficace et rationnelle des ressources il y a lieu d'honorer:

- l'appréciation de ces ressources à leur juste valeur,
- la limitation de ces ressources dans le temps et l'espace,
- utiliser seulement et uniquement « l'intérêt » sans entamer le capital,
- obéir à la loi des 4 R: Réduire, Réutiliser, Récupérer, Recycler.

L'esprit d'ingéniosité et d'innovation qui a présidé au relèvement de notre niveau de vie doit désormais servir à préserver la qualité de l'environnement.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

CHAPITRE II :

CARACTÉRISATION ÉCOLOGIQUE DES MONTS DE SAIDA

1. Caractérisation régionale

1.1. Cadre géographique et physique

En 1948, Boudy note que l'Oranie présente une certaines particularités on disant : " ... nous entrons en Oranie, qui est un monde à part, avec un paysage un peu steppique attesté par la présence d'alfa et de lacs salés (sebkha). Le drainage de la plaine est insuffisant. L'érosion y est en lutte avec le soulèvement orogénique ; car le pays n'a pas encore acquis son relief définitif, d'où de graves inondations par défectuosité du modèle."

Thintoin (1945) divise cette région en cinq parties :

- reliefs littoraux ou sahels, l'altitude oscille entre 250 et 882 mètres,
- les plateaux néogènes situés entre des reliefs littoraux ont une altitude variant entre 100 et 200 mètres. Ils forment avec les basses plaines un seul ensemble, ces dernières communiquent avec le littoral ; leur altitude se situe entre 0 et 200 mètres et sont occupées par des marais ou des lacs salés,
- l'atlas plissé constitué d'Est en Ouest des monts de Béni Chougrane, des Ouled Ali et des monts du Tessala avec des altitudes maximales respectives de 910, 726 et 1061 mètres avec un fort pourcentage de surface localisée entre 600 et 800 mètres. D'une largeur de 20 à 60 kilomètres il forme une barrière difficilement franchissable à l'exception de quelques brèches qu'empruntent les oueds El Hammam, Mektoub, Mékerra et Isser,
- les hautes plaines telliennes représentées par celle de Sidi Bel Abbes et Sidi Ali Benyoub s'étendant au sud de l'atlas plissé et communiquent avec les basses plaines littorales. Leur altitude oscille entre 400 et 720 mètres, elles sont coincées entre l'atlas plissé et l'atlas tabulaire,
- l'atlas tabulaire comprenant trois groupes de monts d'Est en Ouest : les monts de Saïda, les monts de Dhaya, les monts de Tlemcen. L'altitude est comprise entre 1000 et 1500 mètres, les points culminants sont Aïn El Hadjar avec 1175 m, djebel Bougib avec 1468 m, djebel Tenouchfi avec 1843 m. Comme l'atlas plissé il constitue une barrière entre les hautes plaines steppiques et les hautes plaines telliennes ; il est également entrecoupé de brèches qu'utilisent les rares oueds de Saïda et Taourira à l'est (monts de Saïda), la Mékerra pour les monts de Dhaya et l'oued Tafna pour les monts de Tlemcen (Benabdeli, 1996).

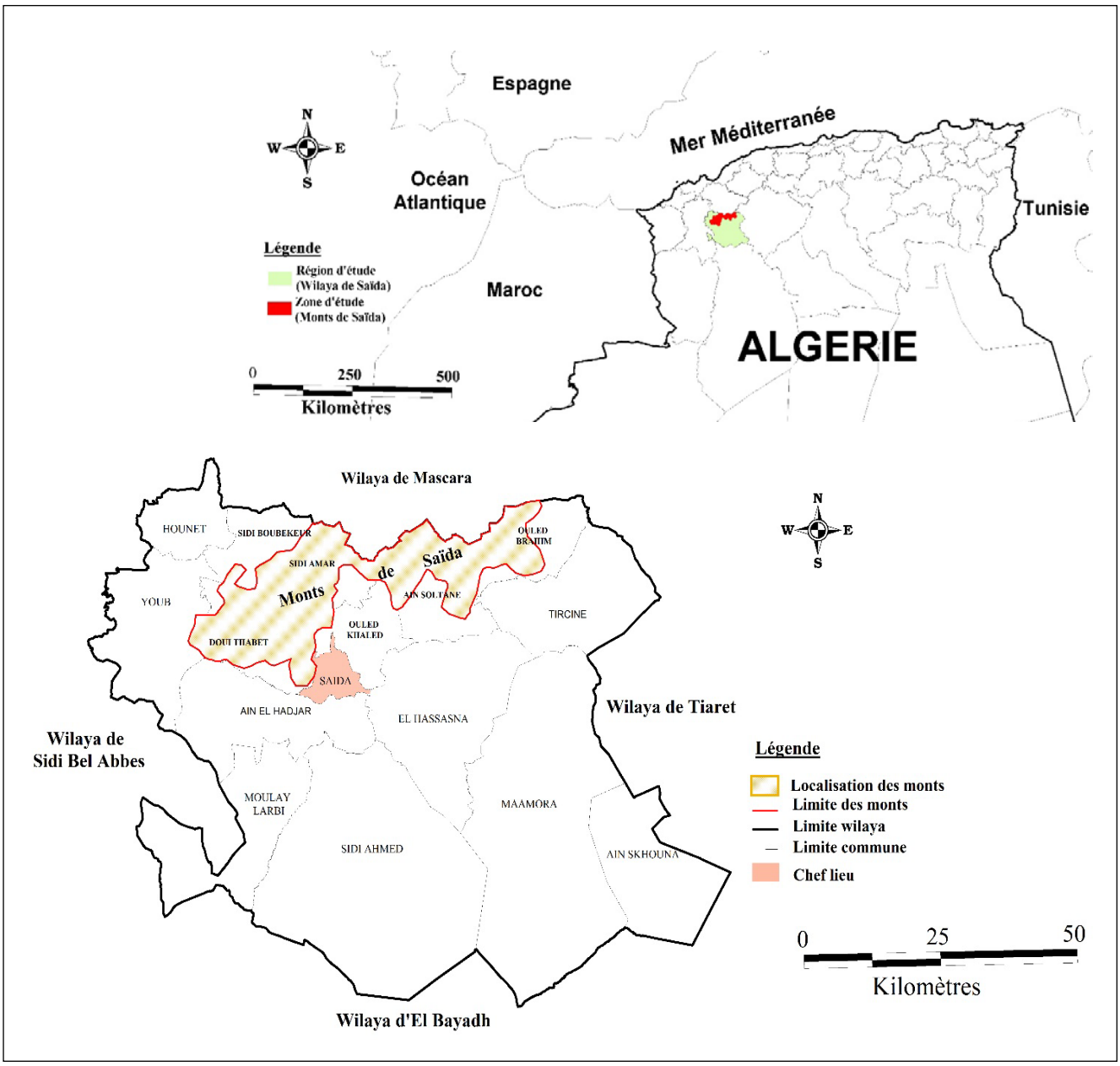


Figure 2: Carte de situation administrative des monts de Saida

1.2. Cadre géomorphologique

L'Atlas tellien occidental, partie où est localisée notre zone d'étude, est constitué d'une succession de chaînes courtes, bien individualisées dont l'altitude reste relativement faible. Ce sont des montagnes jeunes soumises à une intense érosion. Faisant partie du Tell oranais, qui a subi plusieurs périodes de déformation, il émerge à l'Eocène moyen dans une première phase. Toute sa zone centrale est noyée par une transgression marine au cours de l'Oligocène.

Le dispositif structural actuel est mis en place au cours de la phase Alpine, Miocène surtout. Le soulèvement des chaînons et l'affaissement des dépressions se sont poursuivies jusqu'au quaternaire comme le confirment les dépôts de la plaine de l'Habra. (Boudy, 1948).

Les chaînons littoraux sont constitués de calcaire du Crétacé et Jurassique alternés avec les marnes ; région presque entièrement déboisée à l'exception du massif du Zaccar ; vouée à l'agriculture. Les plaines littorales sont essentiellement formées d'alluvions récentes, à vocation essentiellement agricole, elles renferment des dépressions humides et salées qui occupent une place importante en surface. Les chaînes teilleuse médianes où dominent les monts des Traras, du Tessala, d'Ouled Ali, des Beni Chougrane prolongés par l'Ouarsenis. Constituées essentiellement de marne calcaire du Crétacé. C'est une zone entièrement déboisée avec une orientation purement agricole où la céréaliculture et l'élevage extensif sont les plus représentatifs. Ces chaînes sont sujettes à une érosion intense et violente. Les plaines intérieures, plus élevées et moins sèches que les précédentes, elles sont entourées de montagnes légèrement plus arrosées leur servant d'impluvium. Ce sont d'est en ouest les plaines de Mascara, de Sidi Bel Abbes, de Tlemcen et de Maghnia qui confirment la vocation agricole de la région. Les causses ou l'Atlas tellien constitué essentiellement par les monts de Frenda, de Saïda, de Dhaya et de Tlemcen sont formés de plateaux calcaires du Jurassique ; assez élevés (1100 à 1700 m), elles constituent le rebord nord des hautes plaines. C'est une région à vocation forestière et la seule portant une couverture végétale pérenne. Les hautes plaines sont formées de dépôts continentaux épais de sable, grès, gypse et calcaire reposant sur des terrains du secondaire. Seules quelques rides montagneuses de structure simple dominent ces hautes plaines de quelques centaines de mètres et sont colonisées par quelques forêts dégradées. C'est le domaine de l'alfa (Benabdeli, 1996).

1.3. Cadre climatique

Selon Benabdeli (1996), l'Oranie est caractérisée par une aridité singulière car les perturbations climatiques abordent le Maghreb par l'ouest lorsque l'anticyclone des Acores occupe une position méridionale (grâce à sa position méridionale par rapport à la zone climatique méditerranéenne, la sécheresse estivale prolongée et l'irrégularité des pluies sont autant de facteurs écologiques limitant menaçant perpétuellement les régions naturelles. Le milieu climatique n'est favorable pour le développement des formations végétales que sur une portion assez restreinte de cette région).

Le climat est relativement sec sur l'ensemble de la région, la pluviométrie est inférieure à 500 mm à l'exception des hauteurs et des monts de Tlemcen où elle atteint 800 mm sur une étendue appréciable. Cette tranche pluviométrique insuffisante est le plus souvent mal répartie. Le régime pluviométrique le plus fréquent est à un maximum hivernal dans la partie septentrionale de la région et automnale dans sa partie méridionale. La période de sécheresse atteint le plus souvent sept mois surtout au sud des chaînes de l'Atlas tellien et varie de cinq à sept mois plus au nord, notamment sur les plaines intérieures et chaînes telliennes.

La hauteur des pluies diminue d'est en ouest, elle baisse également du nord vers le sud et connaît une légère augmentation en exposition nord. Les quelques données chiffrées qui suivent illustrent ces observations. A juste titre on avance que les végétaux et les animaux ne vivent pas de moyennes pluviométriques mais de réalités quotidiennes. Les hauteurs mensuelles peuvent, tout comme les annuelles s'écarter de leur moyenne et la répartition sur Les douze mois de l'année est différente tant d'une année à l'autre que de la moyenne générale.

La répartition des pluies en Oranie par saison est de l'ordre de 35% en hiver, 30% en automne, 10% en été et 25% au printemps ce qui confère à la région un régime pluviométrique du type H. A. P. E (Benabdeli, 1996).

Le climat dominant sur la Wilaya est continental en été sec et chaud et à hiver froid. La pluviométrie moyenne varie entre 200 et 600 mm et les températures varient entre 0 et 35°.

La variation saisonnière des pluies indique que la saison pluvieuse s'étale pour l'ensemble de la wilaya de septembre à mai soit 9 mois avec un maximum au printemps et en hiver où la zone reçoit plus de 69 % ce sont les mois de mars (46.3 mm) et janvier (44.3 mm) qui reçoivent le plus grand volume de pluie. Les minima sont enregistrés en été où sévit la sécheresse estivale caractéristique essentielle du climat méditerranéen. . (A.N.A.T, 2008).

Une synthèse récente des données climatiques retirées de la thèse de Borsali (2013) récapitulées dans les tableaux suivants donne un aperçu sur la tendance climatique des deux principaux facteurs agissant sur les ressources naturelles à savoir les précipitations et les températures.

Tableau 1: Moyennes mensuelles de la pluviométrie (1980-2010)

Stations	**Pluviométrie Moyenne sur 30 ans**											
Mois	**J**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**
Saida	37,4	41,2	44,3	36	30,6	12,4	2,7	2,3	12	45	51,3	40,1
A.El Hadjar	42,3	38,8	51,5	35,6	15,6	4,7	4,8	2,8	14,9	22,8	32,9	31,4
Youb	41,3	38,9	49	30,9	16,9	5,9	4,3	2,8	16,1	24,4	35,6	25,5
El.Kheiter	9,9	17,3	19,5	15,2	11,9	7,9	4,6	4,9	4,7	9,4	15,3	20,2
S.Amar	45,6	31,7	53	40	24	6	9,4	5,8	19,9	22,6	28,2	18,4
A.Skhouna	10,2	16,5	20	16,3	12,1	6,4	5,1	4,6	5,2	9,3	14,8	10,5

Source : O.N.M (2010)

Tableau 2 : Moyennes mensuelles des températures (1980-2010)

Stations	**Température Moyenne sur 30 ans**											
Mois	**J**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**
Saida	7,9	9,3	10,4	13,1	15,9	21,8	26,5	26,5	21,8	16,5	11,6	9,2
A.El Hadjar	5,2	7,2	9,2	12,2	14,2	21,5	25,6	24,3	20	15,5	10	6,9
Youb	9	10,1	12,4	12,7	17,4	22,2	25,2	26,9	22,6	17,8	13,6	10,2
El.Kheiter	6,5	7	9,5	12,5	16	21	25,5	25,5	22	16,5	10,5	7
S.Amar	8,1	9,5	11,6	12,9	17,4	22,1	15,3	24,2	22,1	17,6	13,2	9,7
A.Skhouna	6,5	7,5	9,5	12,5	16,5	21	26	26	22	16,5	10,5	7

Source : O.N.M (2010)

Les données climatiques essentiellement les précipitations et les températures se distinguent par une fluctuation à tendance globale régressive pour les précipitations et évolutives pour les températures. Ces faits constituent des éléments déterminants dans la dynamique des écosystèmes naturels.

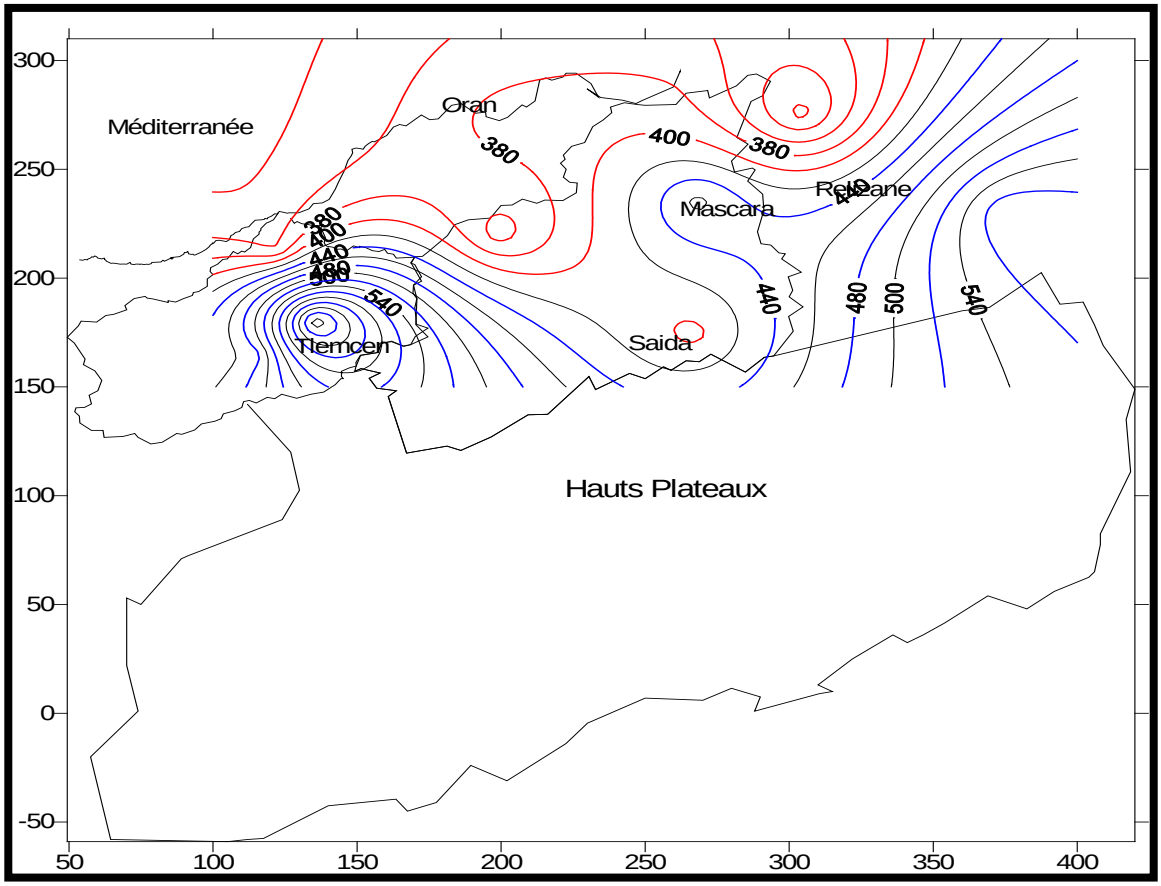


Figure 3: Carte des isohyètes de l'Oranie.
(Source : D.G.F, 2007).

La zone d'étude est soumise durant ce dernier demi-siècle à une tranche pluviométrique à dominance printanière oscillant entre 300 et 350 mm, lame d'eau devenant une contrainte pour un développement de la végétation pérenne.

1.4. Cadre édaphique

Le sol classé en trois groupes : sols calcaires, sols rouges et sols calciques (Benabdeli, 1996).

Sols calcaires : ils occupent une partie assez importante de l'Oranie et sont localisés comme suit :

- sols calcaires typiques : entre le littoral et les versants méridionaux de l'Atlas,
- sols calcaires humifères situés entre l'Atlas plissé et les hautes plaines.

Ces sols se caractérisent par :

- présence de calcaire à un taux en liaison avec la nature de la roche-mère,
- l'horizon superficiel toujours moins riche en calcaire que l'horizon sous-jacent,
- la teneur en argile diminue en profondeur,
- la présence généralement d'un seul horizon différencié.

Sols rouges : Ils existent trois types caractérisés généralement par une richesse en fer libre, une texture argilo-limoneuse et une friabilité :

- terra rossa non calcaire (Ca CO3 inférieur à 1%),
- terra rossa peu calcaire (Ca CO3 inférieur à 10%),
- rendzines rouges.

Sols calciques : sont concentrés sur les plaines steppiques et parfois sur les dépressions des hautes plaines telliennes ils sont caractérisés par un seul horizon, peu épais, plus ou moins riche en calcaire, avec un pourcentage appréciable de matière organique (entre 5 et 8%). Ce type de sol n'est que rarement colonisé dans notre zone par des formations forestières.

Rapport-Gratuit.com

1.5. Caractères floristiques

A ce sujet Boudy (1948) notait : " En Algérie, Tunisie on compte 3.000 espèces végétales dont 1900 se retrouvent en Espagne, 1600 en Italie, 1500 en France, avec 700 endémiques...En Afrique du Nord on compte 270 espèces ligneuses dont 68 essences forestières : 17 principales ou sociales et 51 subordonnées. Les essences principales sont des arbres de première grandeur constituant des peuplements soit purs soit en mélange."

D'après le même auteur, les principales espèces sont : *Pinus halepensis Quercus coccifera, Quercus suber, Quercus rotondifolia, Quercus faginea Tetraclinis articulata, Pinus pinaster*

- **espèces subordonnées :** *Juniperus oxycedrus, Olea europea, Laurus nobilis, Rhus pentaphylla, Prunus avium, Pistacia lentiscus, Arbutus unedo, Pistacia therebentus, Erica arborea, Ilex aquifolium, Phillyrea angustifolia, Acer campestris*

Les principales associations végétales rencontrées sont :

Pinetum halepensis :

En Oranie on distingue un faciès littoral et sublittoral où cette association est très faiblement représentée en superficie et un faciès continental tellien de montagne constituant son aire de prédilection.

Elle présente la composition floristique moyenne suivante : *Quercus rotondifolia, Rosmarinus tournefortii, Pistacia lentiscus, Stipa tenassicima, Pistacia terebinthus, Genista tricuspidata, Phillyrea angustifolia, Genista quadriflora, Phillyrea media, Ampelodesma mauritanicum, Juniperus oxycedrus, Cistus villosus, Quercus coccifera, Chamaerops humilies, Callitricetum :*

Association purement xérophile et thermophile se développant cependant dans les mêmes conditions climatiques et édaphiques que le *Pinetum halepensis* cependant elle est sensible au froid et à l'humidité. Les principales espèces ligneuses constituant cette association sont : *Tetraclinis articulata, Rhamnus alaternus, Pistacia lentiscus, Rosmarinus tournefortii, Quercus coccifera, Ceratonia siliqua, Phillyrea media, Cistus ladaniferus, Arbutus unedo, Cistus villosus, Calycotum intermedia, Erica multiflora, Genista quadriflora, Quercetum suberis :*

Association très fragile, en concurrence avec *l'Oleo-lenticetum* qui l'élimine des sols argileux au même titre que le *Pinetum halepensis* qui la domine sur sol calcaire ; en altitude elle est concurrencée par le chêne zeen et le chêne vert.

Les principales espèces contribuant à la formation de cette association sont :
Quercus suber, Ampelodesma mauritanicum, Quercus rotondifolia, Genista quadriflora, Quercus faginea, Cistus ladaniferus, Erica arborea, Cistus villosus, Arbutus unedo, Cytisus triflorus, Viburnum tinus, Rhamnus alaternus, Pistacia lentiscus, Phillyrea media, Quercetum illicis :
C'est l'association la plus importante, robuste et plastique supportant froid et chaleur, végète lorsque les conditions lui sont défavorables et redémarre dès que celle-ci s'améliorent, arrive à s'adapter au couvert en sous-tasse pendant un assez long temps et colonise tout l'espace libre. Eliminée en terrain argileux par *l'Oleo-lenticetum* et en terrain sec et chaud par le *Pinetum halepensis.*
Elle présente deux faciès :

- un montagnard très xérophile avec une dominance des espèces suivantes *Quercus rotondifolia, Ephedra altissima, Juniperus oxycedrus, Rosmarinus tournefortii, Fraxinus dimorpha, Phillyrea media, Pistacia atlantica, Pistacia terebenthus*
- Association xérophile et thermophile avec plusieurs faciès, généralement très dégradée elle représente l'expression typique de la végétation de la région sur terrain argileux dans l'étage semi-aride. Elle renferme les espèces suivantes : *Olea europea, Calycotome spinosa, Pistacia lentiscus, Chamaerops humilis, Quercus coccifera, Withania frutescens, Phillyrea media, Rhamnus elicoïdes, Ziziphus lotus, Cistus villosus*

Association dense, fermée et élevée, résiste à la concurrence des autres espèces de son étage bioclimatique, envahissante dès que les conditions écologiques lui sont favorables.
Emberger (1933) notait en ce qui concerne l'histoire de la végétation nord-africaine : " l'histoire de la flore de la Berbérie comporte les étapes suivantes: destruction de la flore tropicale primitive par suite de la formation de la Méditerranée et du refroidissement des pôles, différenciation d'une végétation spécifiquement méditerranéenne pendant laquelle le monde tropical n'à cesser de reculer, mais a été compensé par un appel de plantes nordiques et la naissance d'un puissant endémisme."
Les principaux éléments ligneux méditerranéens présents en Oranie, région où est située notre zone d'étude sont :
Strate arborescente : *Pinus halepensis, Quercus rotondifolia, Juniperus oxycedrus, Tetraclinis articulata, Quercus suber, Quercus faginea, Tamarix gallica, Olea europea Juniperus communis, Quercus coccifera, Acer monspessulanum Fraxinus oxyphylla Fraxinus dimorpha*

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Strate arbustive : *Phillyrea angustifolia, Pistacia lentiscus, Pistacia atlantica Arbutus unedo,* Myrtus *communis et Erica arborea*

Strate buissonnante : *Cytisus triflorus, Cytisus arboreus, Ruscus aculeatus Viburnum tinus, Withania frutescens, Genista cinerea, Genista quadriflora Ampelodesma maurit, Chamaerops humilis, Stipa tenacissima, Cistus villosus Cistus salvifolius, Cistus ladaniferus, Rhamnus alaternus, Rhus pentaphylla* et *Erica multiflora*

La physionomie de la végétation est largement imposée par les strates arbustives et buissonnantes qui occupent un taux de recouvrement élevé. C'est ces espèces se distinguent par leur capacité de régénération élevée et leur régénération.

1.6. Cadre Phytogéographie

Le secteur oranais appartienne à l'empire holarctique, à la région méditerranéenne, sous-région eu- méditerranéenne, domaine maghrébin méditerranéen (Quezel et Santa, 1962).

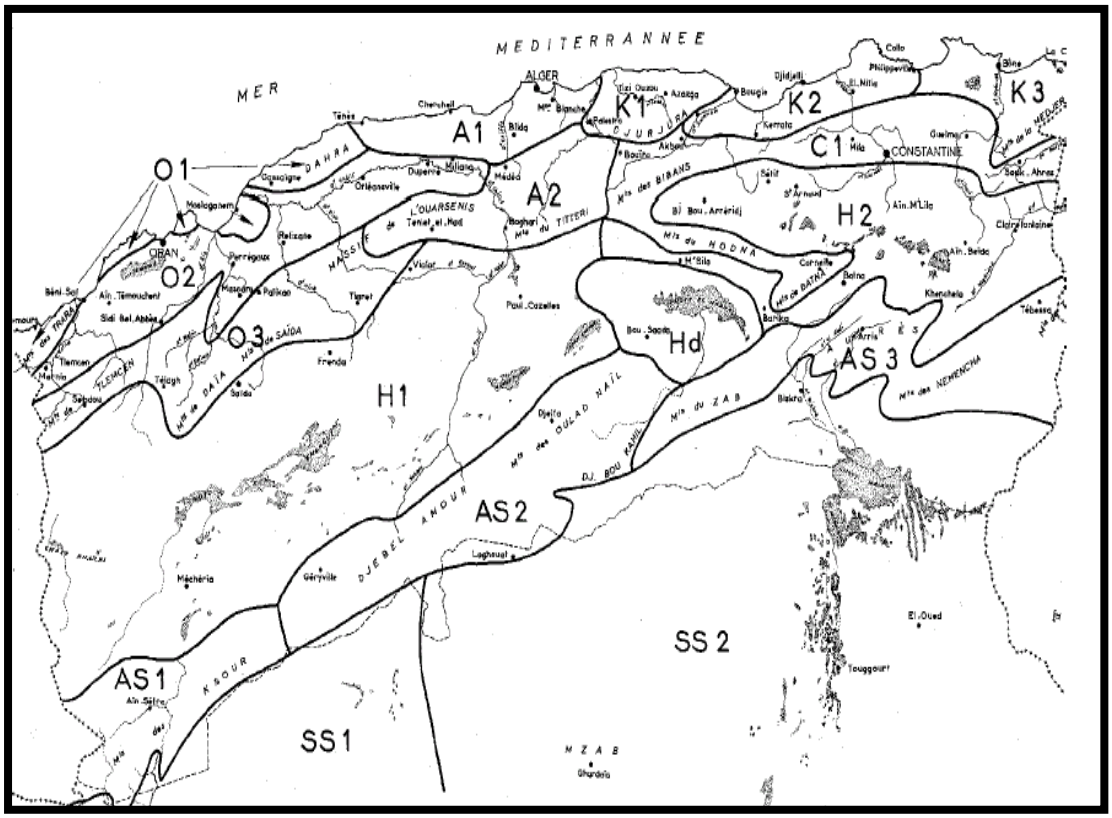


Figure 4: Carte des principaux territoires biogéographiques d'Algérie.
(D'après Quezel et Santa 1962 et 1963).

A1: Sous-secteur littoral ; **A2:** Sous-secteur de l'Atlas Tellien ; **AS1:** Sous-secteur de l'Atlas Saharien oranais ; **AS2:** Sous-secteur de l'Atlas Saharien algérois ; **AS3:** Sous-secteur de l'Atlas Saharien constantinois ; **C1:** Secteur du Tell constantinois ; **H1:** Sous-secteur des Hauts Plateaux algérois et oranais ; **H2:** Sous-secteur des Hauts Plateaux constantinois ; **Hd:** Sous-secteur du Hodna ; **K1:** Sous-secteur de la grande Kabylie ; **K2:** Sous-secteur de la petite Kabylie ; **K3:** Sous-secteur de la Numidie (de Philippeville à la frontière tunisienne) ; **O1:** Sous-secteur des Sahels littoraux ; **O2:** Sous-secteur des plaines littoraux ; **O3:** Sous-secteur de l'Atlas Tellien.

2. Caractérisation des monts de Saida

2.1. Généralité territoriale

A l'exception du Sud de la wilaya où le paysage s'ouvre sur les hautes plaines steppique, l'on se trouve partout ailleurs dans un domaine relativement montagneux constitué par les Djebels des Monts de Dhaya et de Saida .Il s'agit donc d'un contraste bien net entre le Sud et le Nord de la wilaya.

Ce territoire n'a donc pas de caractère homogène : il se caractérise par une alternance de milieux très contrastés dont les grands ensembles sont le milieu montagneux, les plateaux et le milieu steppique.

2.2. Les caractéristiques physiques des monts de Saida

2.2.1. Aspects géographiques

Le milieu montagneux est constitué par une série de djebels généralement orientés vers sud-ouest nord-est, peu accentués et aux dénivellations peu importantes conférant à l'ensemble orographique une allure tabulaire ondulée. Ces plateaux ondulés sont incisés par une série d'oueds pérennes courants dans des fonds de vallées plus au moins aérées : il s'agit d'ouest en est des vallées de l'oued Mellala qui rejoint celle de l'oued Sefioun, de l'oued Berbour, oued Tala Amrane qui à la confluence de l'oued Sefione devient la vallée de l'oued Hounet, de l'oued Saida qui est la plus importante, de l'oued El Khachba et de l'oued Tifrit qui devient la vallée de Sidi Mimoune plus au nord, de l'oued El Abd qui débouche sur la plaine de Branis au nord -est.

Les altitudes sont élevées (1000 m en moyenne) et déclinent progressivement des sommets à la base ; les dénivellements sont en moyenne de l'ordre de 300 m et les points les plus élevés au culminants se trouvent sur le djebel Sidi Youcef (Koudiat Si Elkbir-1339m). Au sud de ces plateaux ondulés se trouve une zone de contact avec les hautes plaines steppiques. C'est la

plaine des Maalifs (ou plaine de Hassasna- Moulay Larbi) se situant à des altitudes très peu variables d'une moyenne de 1100 m (Conservation des forêts 2008).

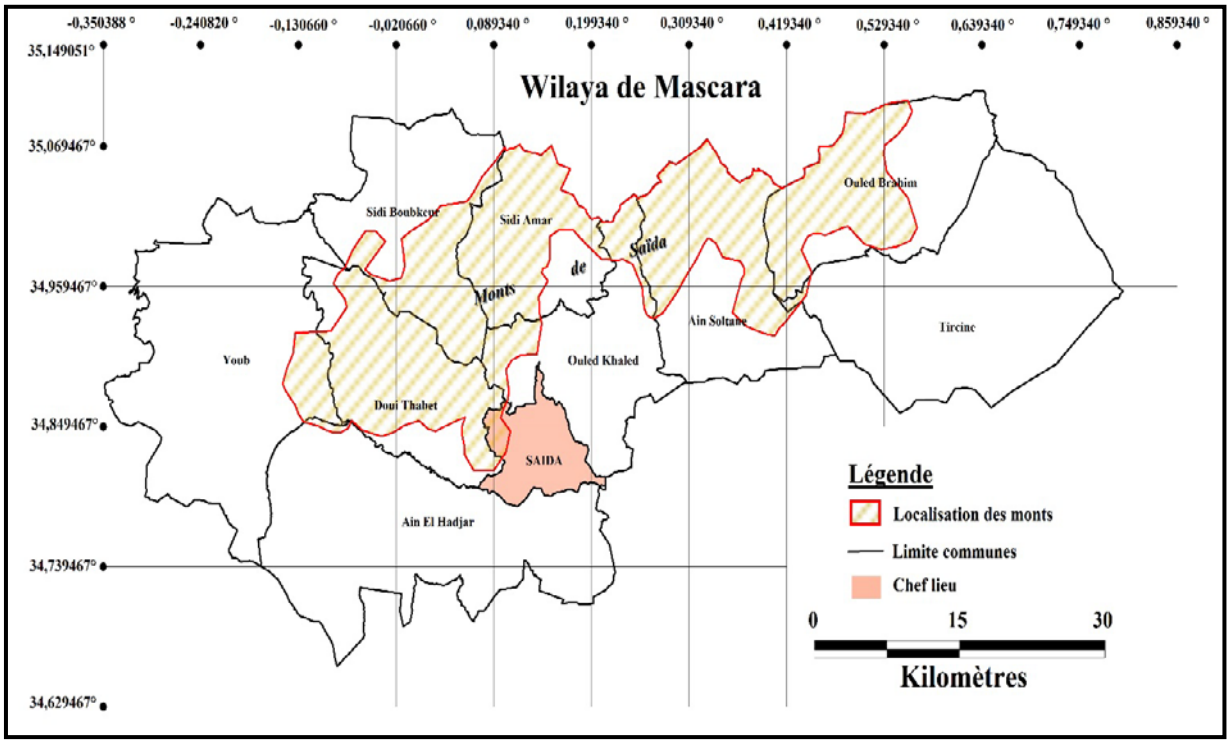


Figure 5 : Carte des principales communes des monts de Saïda

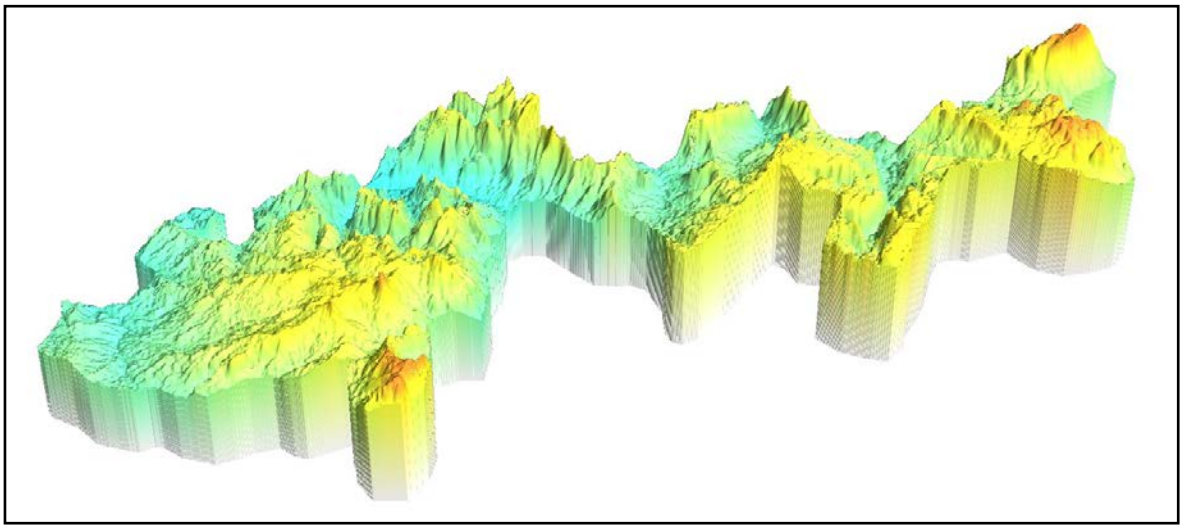


Figure 6 : Modèle numérique de terrain (MNT) des monts de Saida en 3D
(Source : mission STS de la NASA et de NIMA, 2008)

2.2.1.1. Les pentes

La réalisation de la carte des pentes a pour but d'illustré une des principales caractéristiques physiques du territoire d'étude.

En effet, la potentialité et les limites d'utilisation du territoire dépendent dans leur majeur parti de la pente puisque celle-ci contribue à la détermination des possibilités d'érosion en relation avec d'autres facteurs de mécanisation des cultures, des modalités d'irrigation, des possibilités de pâturage, de l'installation et le développement de la végétation de reforestation **(**Lopez Cadenas, 1976, in Terras, 2011). D'une manière générale, la topographie des monts de Saïda est relativement plane car les classes de pentes inférieures à 13 % occupent environ 84 % de la superficie totale des monts (**figure 7**). Soit 62 620 ha de la superficie totale des monts de Saida, et occupent surtout les communes de Saida, Doui Thabet, Sidi Amar, Sidi boubkeur et Ouled Khaled.

Le reste soit 16 % du territoire 11940 ha ont une inclinaison bien marquée avec néanmoins une classe intermédiaire 10-25 % relativement importante. La partie de la zone dont la pente est supérieure 12,5 %est caractérise le plus souvent les zones de piémonts, se sont le prolongement des massifs montagneux de la wilaya de Saida, elles sont considérées sensibles aux phénomènes d'érosion et leurs conséquences. Ce sont généralement des terrains de parcours et des terrains forestiers (maquis clairs).

La région où les pentes dépassent les 25%, également les hauts piémonts et les zones montagneuses, de forte inclinaison. Ces terrains sont généralement boisés et s'étendent sur l'ensemble des massifs de la wilaya.

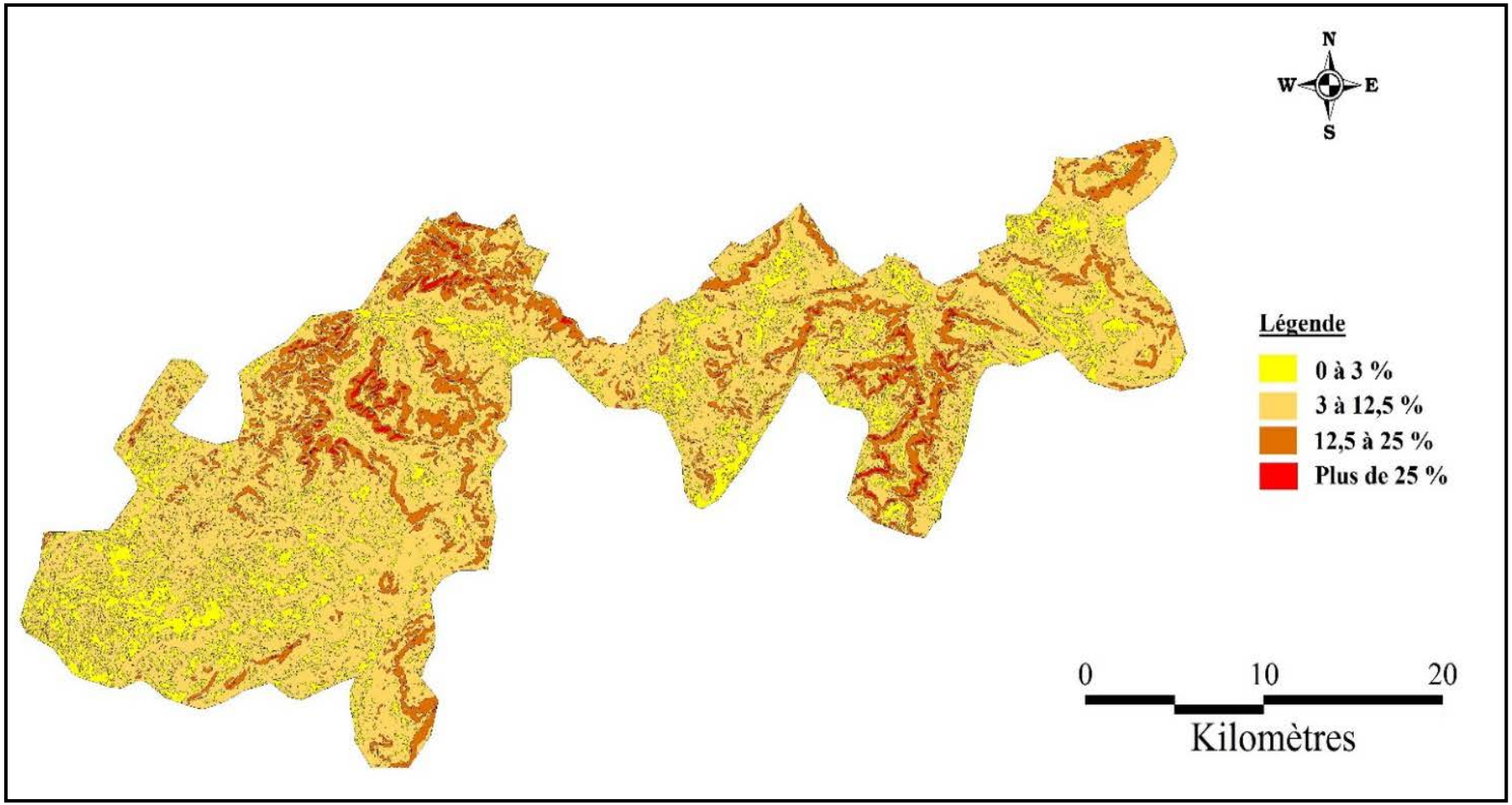


Figure 7 : Carte des pentes des monts de Saida.
(Réalisée à partir de MNT par vertical Mapper 3.0)

Tableau 3 : Répartition des classes des pentes des monts de Saida

Classe des pentes	Superficie (ha)	Pourcentage (%)
0 à 3 %	15280	20,49
3 à 12,5 %	47340	63,49
12,5 à 25 %	11200	15,02
+25%	740	0,99
Total	74560	100

2.2.1.2. L'altitude

Les monts de Saida se caractérisent par différentes classes d'altitude. Ainsi, les classes d'altitudes retenues sont décrites comme suit :

Classe 1 : entre 500 et 750 m *:* Cette classe est la moins représentée, elle caractérise 27,88 % de la superficie totale des monts, où la topographie est généralement plane. Ce sont généralement les fonds de vallées et les zones des piémonts.

Classe 2 : entre 750 et 850 m : Cette classe caractérise un relief vallonné, formé de plateau ou de bas piedmonts de collines. Cette classe occupe 22,96 % de la surface des monts.

Classe 3 : entre 850 et 1080 m: Cette classe est dominante dans le massif montagneux, elle couvre 43 % de la surface totale.

Classe 4 : altitude supérieure à 1100 m : Cette classe représente à peu près 3% de la superficie totale ; elle se localise au sud de la région d'étude dans la commune de Doui Thabet et à l'Est dans la commune d'Ouled Brahim.

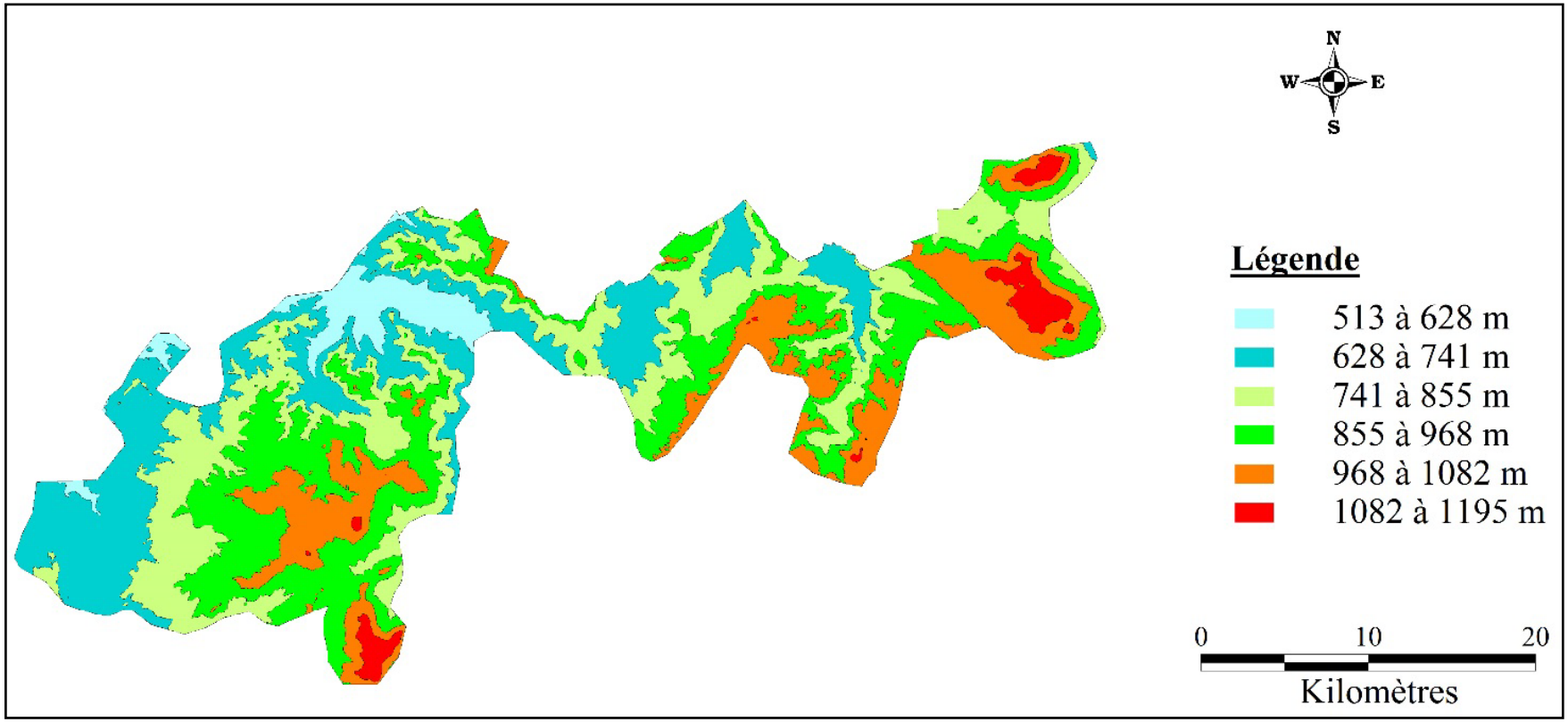


Figure 8 : Carte des altitudes des monts de Saida.
(Réalisée à partir de MNT par vertical Mapper 3.0)

2.2.1.3. L'exposition

L'effet de l'exposition est particulièrement important et se traduit par la différence entre le versant nord et versant sud des montagnes, ou entre les deux flancs d'une vallée lorsque celle-ci à une direction générale est-ouest. La présence d'une falaise exposée au sud protège les terrains situés à son pied contre les vents du nord, concentre la lumière et détermine un climat local sensiblement plus chaud que celui du reste de la région (Ozenda, 1986).

De par sa situation géographique et surtout son relief, les expositions sud et est dominent contribuant à augmenter l'ensoleillement et par conséquent l'évaporation. L'exposition nord bénéficiant des vents frais et humides et de la brise marine est moindre par rapport aux autres expositions.

Rapport-Gratuit.com

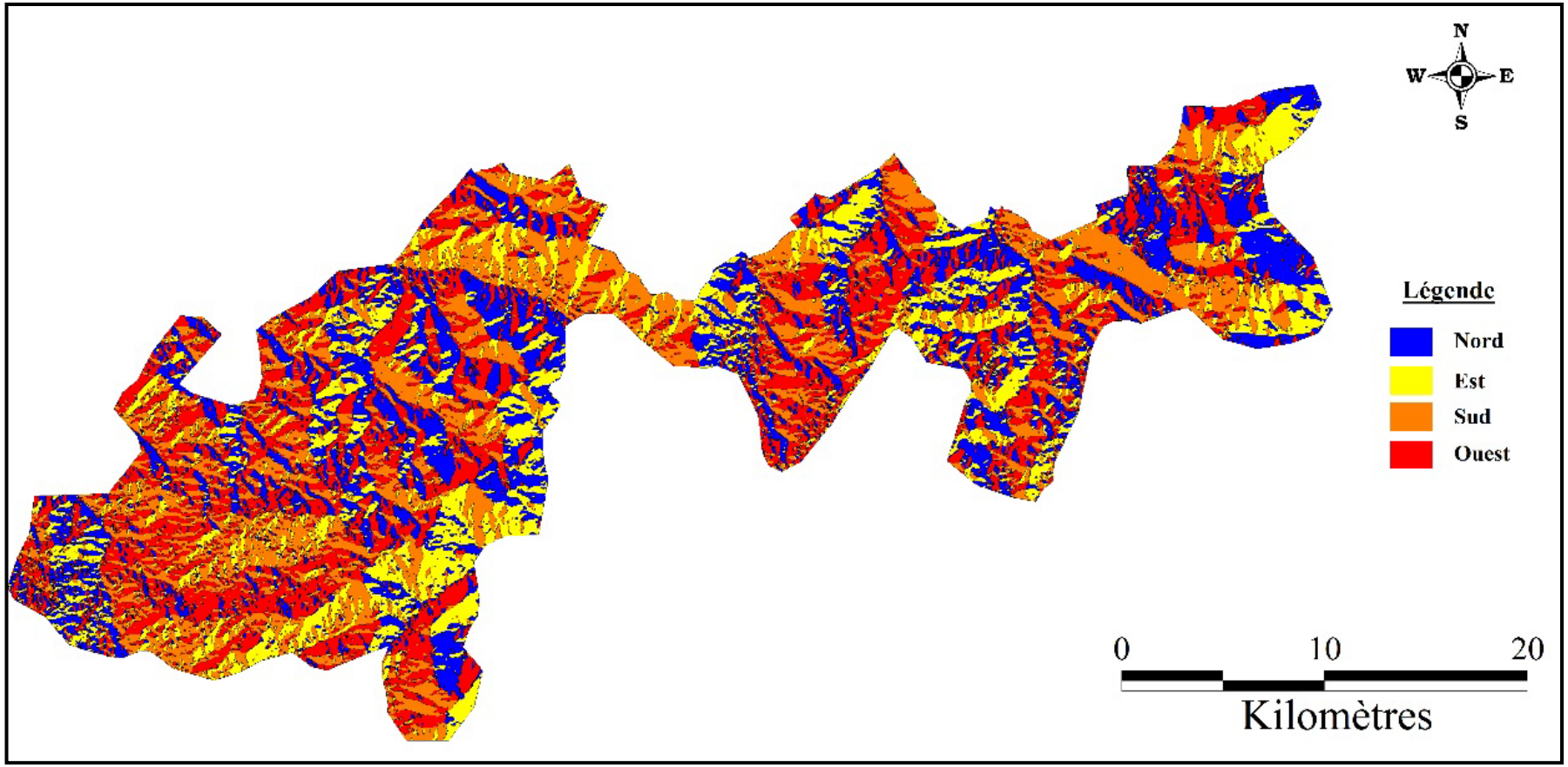


Figure 9 : Cartes des expositions des monts de Saida.
(Réalisée à partir de MNT par vertical Mapper 3.0)

2.2.2. Aspect géologique

La zone d'étude traverse une région caractérisée par une géologie complexe et diversifiée, représentée par des terrains allant du primaire au plio-quaternaire. Dans ce massif montagneux, on distingue les formations du jurassique inférieur à la plio-quaternaire.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

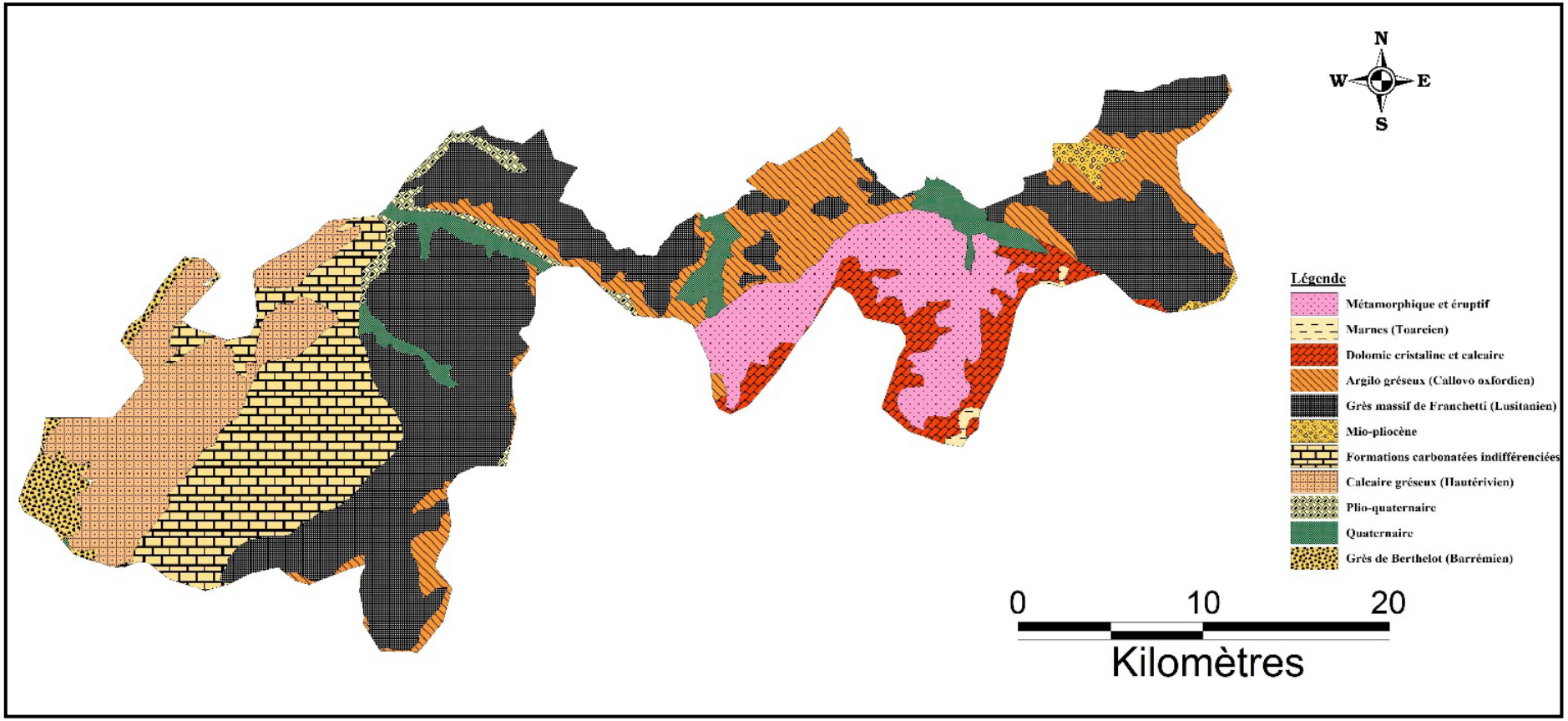


Figure 10 : Carte géologique des monts de Saida
(Source : SATEC, 1976 modifiée)

2.2.2.1. Stratigraphie et lithologie

D'après l'étude du SRAT H.P.O (2008), SATEC (1976) et Mekahli (1988) cités par Terras (2011)**,** la structure géologique de la région d'étude est composée des terrains d'âges différents (voire la carte géologique), les plus répandus sont des terrains jurassiques qui en outre sont les plus intéressants du point de vue hydrogéologique. Les dolomies du jurassique moyen et inférieur reposent sur le trias volcano-détritique imperméable. Ces dolomies sont aquifères et surmontées de dépôts détritiques du callovo-oxfordien et mio-pliocene peu perméable. La tectonique cassante des dolomies a déterminé une Karstification intense, l'érosion a provoqué avant la Karstification la mise à nu de la dolomie pour décapage des terrains détritiques.

-Formation Marneuse du Toarcien : l'épaisseur faible de 6 à 15m joue un rôle important du point de vue hydrogéologique formant un mur imperméable entre les formations dolomitique. La coupe typiquement prétellienne de l'oued Mimouna identique à celle de Modzab, l'épaississement du Toarcien à Ain Balloul, la présence de calcaire siliceux du Bajocien le long de la route Balloul-Takhmeret en sont des témoins.

- Formation Aoleno-Bajocien : elle est composée de dolomies souvent recristallisées dans leurs parties supérieures (l'épaisseur moyenne de 50 à 70 m au maximum 150 m). Les carbonates sont du point de vue lithologique très proche du membre des carbonates de Zerzour.

- Formation du Bajocien-Bathocien : cette unité litho-stratigraphique est assez répandue, elle est composée exclusivement de calcaire et calcaire dolomitique et dolomies. L'épaisseur du membre des carbonates de Zerzour est de 50 m environ. Les deux membres des carbonates mentionnés forment un réservoir important des eaux souterraines, la succession de cette stratification est interrompue sur quelque endroit par une intercalation des couches bigariées de Sidi Youcef.

- Formation Callovien-Oxfordien : elle est composée d'un ensemble argilo-gréseux ou parfois calcaire, repose directement sur des dolomies Aalenieuses. Les marnes et les argiles à bancs de grès représentant le callovien moyen, le complexe argileux remonte jusqu'au sommet de l'Oxfordien supérieur au- dessus viennent de gros bancs de grès blanchâtres à débits argileux.

-Formation Lusitancien-Kimmerdigien : le lusitancien est composé de grès avec des intercalations carbonatées et argilo-sableuse, il occupe un espace important dans la région

d'études tandis que le Kimmerdigiens n'est pas apparent. Sur la région d'étude généralement, il est composé de dolomie cristalline massive de Tlemcen.

- Formation Plio-Quaternaire et Quaternaire : elle est composée de cailloutis, poudingues, calcaire lacustre, tufs. Tandis que, le quaternaire est représenté par des alluvions, croûtes et dépôts. Vers le Nord, on trouve une bonne coupe prés d'Ain-Balloul entre l'oued qui en descendent et celui qui vient de l'Ain- Boucif. Sur les dolomies inférieures, viennent se succéder de haut en bas, des calcaires clairs à accidents siliceux et fossiles ; des calcaires gris à Brachiopodes ; des calcaires argileux rougeâtres, grumeleux. des calcaires argileux blanchâtres (10 m), des calcaires noduleux rougeâtres à Ammonite, des dolomies (20 m) de l'Aalecien, des calcaires blancs grisâtres, porcelaines, Bajocien inférieur (à l'Est du pont de la route, et près du village de Balloul).

D 'après l'étude réalise par la société de coopération technique (SATEC, 1976) dans la wilaya de Saida, notre région peut être divise en cinq unités de paysage résumé dans ce tableau ci-dessous :

Tableau 4 : Unités de paysage et géomorphologie
(Source : SATEC, 1976)

Relief	Unité de Paysage Morpho-Litho-Pédologique	Géomorphologie et Géodynamique Actuelle
Versant	1-formation argillo-gréseuses et argile (Callvo-Oxfordiens)	Modelé : collines à pentes plus ou moins fortes, dissections assez forte Dynamique : érosion actuelle dans les zones cultives : ravinement, solifluxion, mouvements de masse
	2-formation sur dolomies cristallines et calcaires jurassique	Modelé : versant de djebel à pente forte, roche affleurant ou sub-affleurent. Dynamique : érosion négligeable sous forets et broussailles.
	3- formations sous grès massifs de Franchetii avec intercalations carbonatées et argilo-sableuses	Modelé : versants de djebel à pente forte avec corniches structurales gréseuses. Dynamique : érosion négligeable sous foret et broussailles.
	4- sur formation éruptive de Tifrit	Modelé : versant de djebel à pente forte. Dynamique : érosion négligeable sous forets et broussailles

Plateaux	1-sur dolomies cristallines et calcaires	Modelé : plateau Karstique plus ou moins ondulé Dynamique : érosion chimique (dissolution Karstique)
	2- sur dolomies cristallines et calcaires avec formation superficielles (altérités)	Modelé : plateau Karstique plus ou moins ondulé. Dynamique : érosion chimique (dissolution Karstique)
Dépression Cuvettes	1- sur dolomies cristallines et calcaires	Modelé : glacis d'érosion d'accumulation à pente faible, plus ou moins disséqués (pente forte localement) Dynamique : ruissellement diffus, érosion en nappe
Terrasses et plaines alluviales		Modelé : accumulations alluviales anciennes ou actuelles. Dynamique : transit alluvial, sapement de berges, atterrissement.

Les zones karstiques, les glacis d'érosion, les dolomies et les calcaires forment les principales unités paysagères ayant une relation avec les ressources naturelles. La diversité des unités paysagères confèrent à cette contrée une difficulté pour une gestion durable des ressources naturelles.

Les unités litho-stratigraphiques de la région sont résumées de la manière suivante :

Tableau 5 : Principales unités litho-stratigraphiques.
(Source : D.G.F, 2007)

	Etages	Formations	Epaisseur moyenne
III et IV	Quaternaire	Alluvion, croûtes et dépôts	
		Cailloutis, poudingues, tufs, travertins et calcaires lacustres	
	Moi-Pliocène	Argiles et graviers	
Crétacé	Barremien	Grès de Berthelot	e = 400 m
	Hauterivien Valanginien Berriasien	Calcaires de Remailia	N'affleure pas dans le secteur d'étude
Jurassique	Portlandien Kimméridgien	Dolomies de Tlemcen Composées de 2 termes carbonatés et 1 terme argileux	(e=400 m)
	Séquanien	Grès de Boumediene avec passage latéral calcaire (Grès)	(e = 350 m)

	Callovo-Oxfordien	Argile de Saïda Marnes avec alternances d'argile et de grès rythmique	(e = 250 m)
	Bathonien Bajocien Aalénien supérieur	Membre supérieur des dolomies du Tifrit Dolomies et calcaires compacts	(e = 150 m)
	Aalénien inférieur Toarcien	Membre médian des dolomies du Tifrit Marno-calcaires et marnes	(e = 30 m)
	Jurassique inférieur	Membre inférieur des dolomies du Tifrit	(e = 150 m)

2.2.3. Aspect climatologique

La connaissance de climat est un élément fondamental de l'approche du milieu .1l est basé sur l'étude des températures et des précipitations du fait qu'elles constituent les facteurs limitant, mais cela n'exclue pas 1'influence d'autres composants comme la neige, les vents et les gelées.

En climat méditerranéen, quatre facteurs essentiels revêtent une importance capitale dans la caractérisation climatique d'une station. Il s'agit des précipitations et leurs variations mensuelles et annuelles ; des températures par les valeurs de leurs extrêmes (M et m) ; l'évaporation et l'humidité de l'aire

La position méridionale de l'Oranie par rapport à la zone climatique méditerranéenne, la sécheresse estivale prolongée et l'irrégularité des pluies sont autant de facteurs écologiques limitants, menaçants perpétuellement les régions naturelles. Le milieu climatique n'est favorable pour le développement des formations végétales que sur une portion assez restreinte de cette région.

L'Oranie est caractérisé également par une aridité singulière car les perturbations climatiques abordent le Maghreb par l'ouest lorsque l'anticyclone des Açores occupe une position méridionale (Benabdelli, 1996).

De nombreux auteurs (Seltzer, 1946 ; Stewart, 1968,) s'accordent sur l'intégration du climat de l'Algérie au climat méditerranéen. La synthèse des données climatiques présentée ci-dessous nous permet de mieux caractériser le climat de notre région.

Par sa position géographique, les monts de Saida caractérisés par un climat méditerranéen semi-aride, mais nuancé régionalement par les influences maritimes et continentales, par celle d'un relief en paliers étagés du Nord au Sud, avec les dépressions longitudinales des hautes et des basses plaines ; enfin par les centres d'action de l'atmosphère assez voisins.

Pour l'analyse du contexte climatique dans la zone d'étude les méthodes les plus rationnelles, basées sur l'adéquation des formules régionales, sont utilisées, tout en prenant en compte les résultats des études réalisées dans cette même région particulière. A ce titre, l'estimation des différents paramètres étant basée, d'une part, sur les observations hydroclimatologiques analysées pendant une période suffisamment longue en matière statistique.

L'essentiel des données climatiques a été récolté à la station de Rebahia. L'irrégularité d'enregistrement et le manque de données chiffrées et détaillées ne nous a pas permis d'établir une moyenne pour une longue période. Pour les précipitations, nous disposons des valeurs moyennes annuelles pour une période de 42 ans (1980-2002) de sept stations météorologique, il s'agit de la station de Rebahia (Saida), Balloul, Ain el Hadjar, Ain Tifrit, Sidi Boubkeur, Sidi Amar et Ain Soltane, et des valeurs moyennes mensuelles de la période 1960 à 2012 (52 ans) de la station Rebahia (Saida), et Ain el Hadjar, Youb, Sidi Amar d'une période de 1960 à 2000 (40 ans).

Pour les températures sont celles de la station de Rebahia de la période 1980 à 2012. Par contre pour l'évaporation et l'humidité nous avons uniquement les données des onze dernières années de 1998 à 2009.

Nous allons essayer à partir de ces données bien qu'incomplètes de dresser une première approche climatologique de la zone d'étude.

2.2.3.1. La pluviométrie :

Les précipitations représentent la source principale d'eau nécessaire pour une production de la biomasse, caractérisées par trois principaux paramètres : leur volume, leur intensité et leur fréquence qui varient selon le jour, les mois et aussi selon les années (Guyot, 1997).

On utilise généralement la pluviosité moyenne annuelle pour caractériser la quantité de pluie en un lieu donné. L'unité de mesure utilisée est le millimètre de hauteur de pluie, qui correspond à un volume d'eau de 1 litre par mètre carré.

Le massif montagneux est positionné dans la zone tellienne subissant un régime climatique semi-aride caractérisé par une nette opposition entre saisons sèches et saisons humides liées respectivement aux deux principaux facteurs pluviométriques continentaux au Sud et marin au Nord. Ainsi, au nord du relief, la zone montagneuse est soumise à l'influence de deux régimes entièrement contrastés en matière de formation de précipitations.

L'un méditerranéen, agit directement par des entrées marines, provoquant de fortes précipitations, en saison d'hiver ; l'autre, orographique, est marqué par la vaste étendue

continentale, où la pluviométrie, plus intense, est caractérisée par les effets orageux des saisons estivales.

Collecte des données :

La collecte des valeurs annuelles et mensuelles des précipitations a été effectuée auprès de l'agence nationale des ressources hydrologique (A.N.R.H ,2008 in Terras 2011).

Les valeurs mensuelles représentent des totaux pluviométriques mensuels (valeurs maximums, moyennes, minimums) relevées à partir des documents originaux des six stations (une hors zone, mais qui se trouve proche de la zone d'étude).

Le total des pluviométries établies pour les monts de Saida représentées par les sept stations météorologiques au cours d'une période de 22 ans (1960- 2002) fluctuent selon une fourchette de 270 à 345 mm par an.

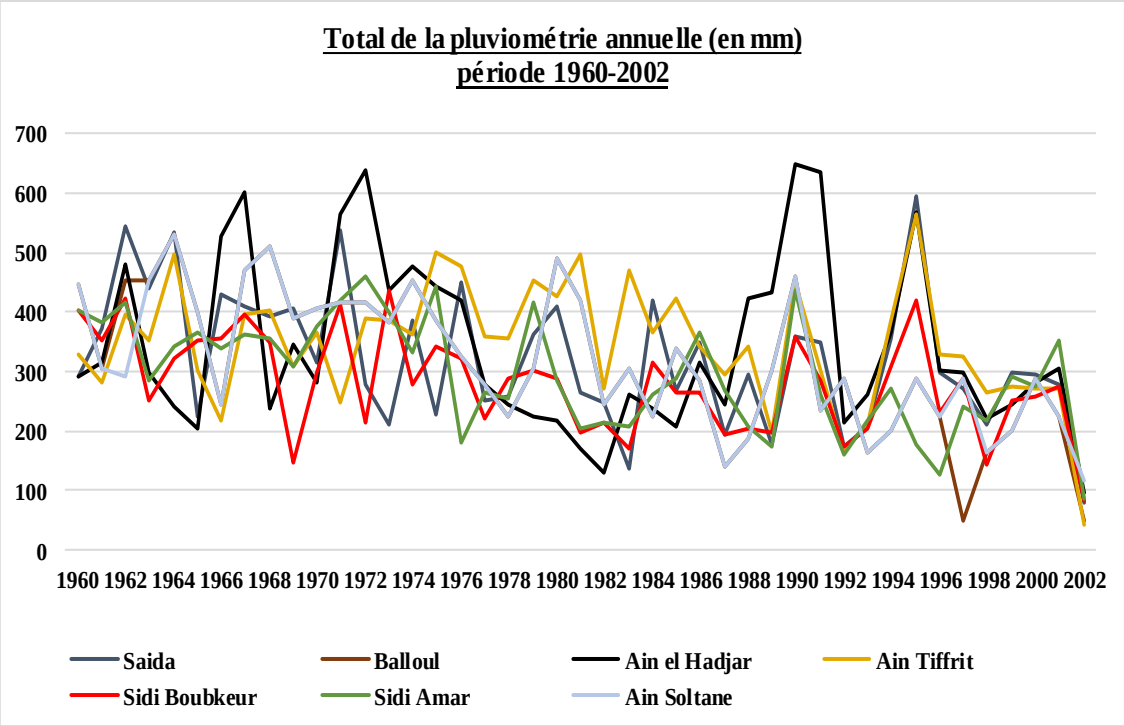


Figure 11: Total de la pluviométrie annuelle (en mm) période 1960-2002

La hauteur moyenne des pluies est relativement assez faible dans la région. Elle n'excède qu'exceptionnellement les 400 mm par an. La moyenne annuelle des précipitations établie pour la station de Rebahia au cours d'une période de 20 ans (1960-2000) est de l'ordre de 355,3 mm/an ; Ain el Hadjar au sud reçoit 298,1 mm/an ; Youb au Nord-Ouest des monts de Saida totalise 291,6 mm/an et Sidi Amar qui se trouve presque à coté se caractérise par une moyenne de 304, 6 mm/an.

On remarque que les pluies sont caractérisées par leurs irrégularités spatio-temporelles. Celles-ci sont marquées par l'influence de l'exposition de chaque station.

Figure 12 : Moyennes mensuelles de la pluviométrie (1980-2000)

Stations	Mois												Total
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Saida (Rebahia)	37,4	41,2	44,3	36	30,6	12,4	2,7	2,3	12	45	51,3	40,1	355,3
A.El Hadjar	42,3	38,8	51,5	35,6	15,6	4,7	4,8	2,8	14,9	22,8	32,9	31,4	298,1
Youb	41,3	38,9	49	30,9	16,9	5,9	4,3	2,8	16,1	24,4	35,6	25,5	291,6
Sidi Amar	45,6	31,7	53	40	24	6	9,4	5,8	19,9	22,6	28,2	18,4	304,6

Source : A.N.R.H, 2008 in Terras 2011.

Tableau 6 : Caractéristiques de la station météorologique

Station	Altitude	Latitude	Longitude
Saida (Rebahia)	750 m	34° 52' 00'' N	00° 09' 00'' E
Ain. El Hadjar	1015 m	34° 45' 00'' N	00° 18' 00'' E
Youb	650 m	34° 55' 00'' N	00° 12' 00'' W
Sidi Amar	550 m	35° 03' 00'' N	00° 11' 00'' E

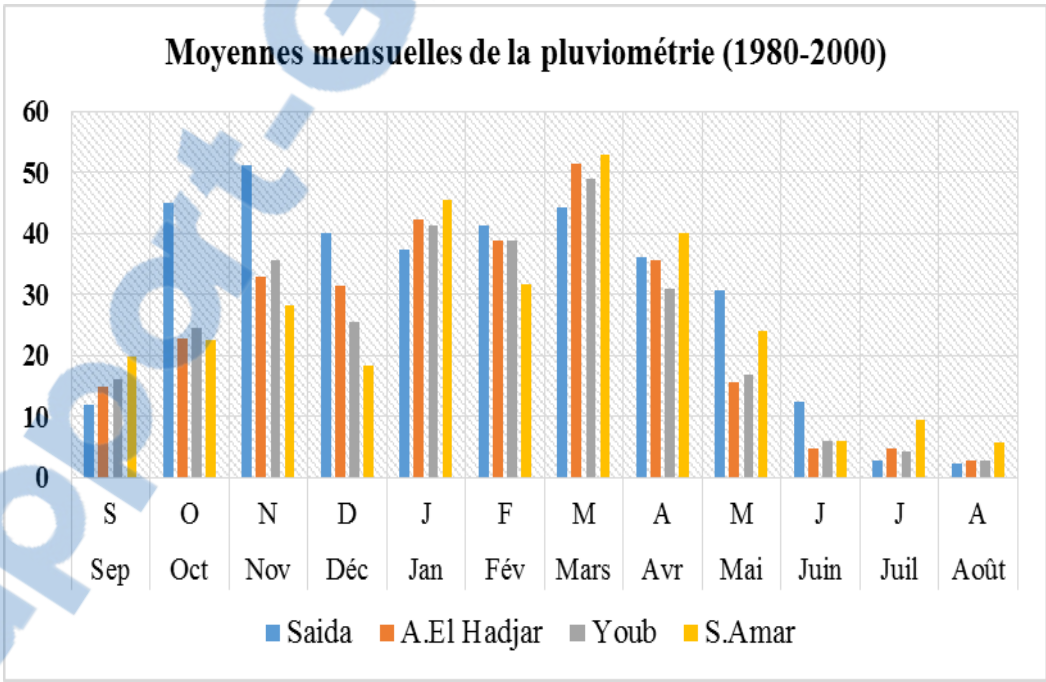


Figure 13 : Pluviosité moyenne mensuelle des stations Saida, A. El Hadjar, Youb et S. Amar) (Période 1980 – 2000)

Nombre de jours de pluie : Sur les douze dernières années (1998-2009), le nombre moyen annuel de jours de précipitations "N" dans la station de Rebahia, présente une grande fluctuation, 44 jours de pluies enregistrés pour l'année 2000 et 104 jours pour l'année 2008.

Les régimes pluviométriques : Bien que la moyenne annuelle des précipitations renseigne sur la quantité d'eau atmosphérique dont bénéficie les stations de Saida, Youb, Ain El Hadjar et Sidi Amar, elle ne permet pas d'apprécier les variations saisonnières de ces pluies, d'où la nécessité d'étudier le régime pluviométrique.

Pour l'analyse du régime pluviométrique saisonnier, en partage l'année en quatre modules saisonniers : estival (Juin, Juillet et Août) ; automne (septembre, Octobre et Novembre) ; hivernal (Décembre, Janvier et Février) et printanier (mars, Avril et Mai).

Dans la région de Saida, le calcul sur la période d'étude considérée, montre qu'une année pluviométrique peut être divisée en quatre saisons : Printemps (**P**), Automne (**A**), Hiver (**H**), été (**E**).

Tableau 7 : Régime pluviométrique saisonnier

Stations	**Pluviométrie (mm)**	**Q2**	**Régime saisonnier des pluies**				
			H	**P**	**E**	**A**	
Saida	325	67,9	113,1	109,2	21,5	68,3	**HPAE**
Ain.El Hadjar	362	68,5	112,5	102,7	12,3	70,6	**HPAE**
Youb	387	78,7	105,7	96,8	13	76,1	**HPAE**
S.Amar	400	37,7	47,4	46,6	17,4	29,4	**HPAE**

Source: O.N.M (2000) in Terras 2011

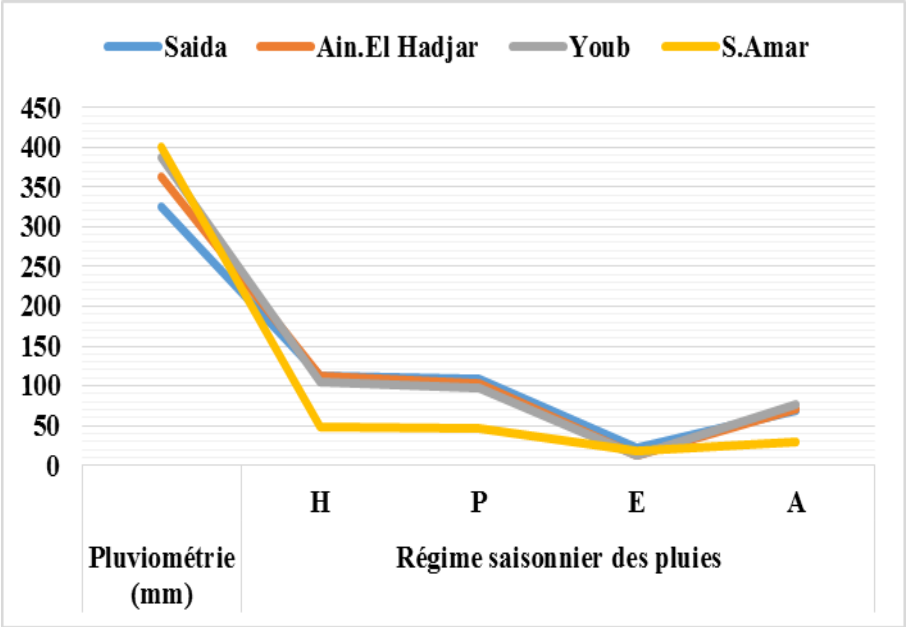


Figure 14 : Représentation graphique du régime pluviométrique saisonner des quatre stations.

D'après le tableau on peut déduire que la zone d'étude est caractérisée par un régime saisonnier de type : HPAE. Selon Musset (1935), un climat ne peut être méditerranéen que si

son module pluviométrique estival est le plus faible des quatre modules saisonniers, c'est-à-dire de type "…..E".

Le régime annuel : Bien que les précipitations annuelles soient importantes elles n'ont qu'une valeur indicatrice, il faut donc analyser la répartition de la pluviosité au cours de l'année. L'histogramme des précipitations mensuelles moyennes de la période (1960 -2012) (**figure 15**) montre une baisse estivale de la pluviosité que commence au mois de juin, et qui s'achève vers la fin de septembre. Cette période de sécheresse estivale est l'une des caractéristiques du climat méditerranéen.

Tableau 8 : Répartition de la pluviométrie moyenne mensuelle (en mm) dans la région d'étude (1960, 2012)

Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai.	Juin	Juil.	Août	Total
Rebahia	24,23	38,63	38,95	37,45	38,83	33,55	35,86	36,94	32,90	11,90	3,98	9,46	342,68

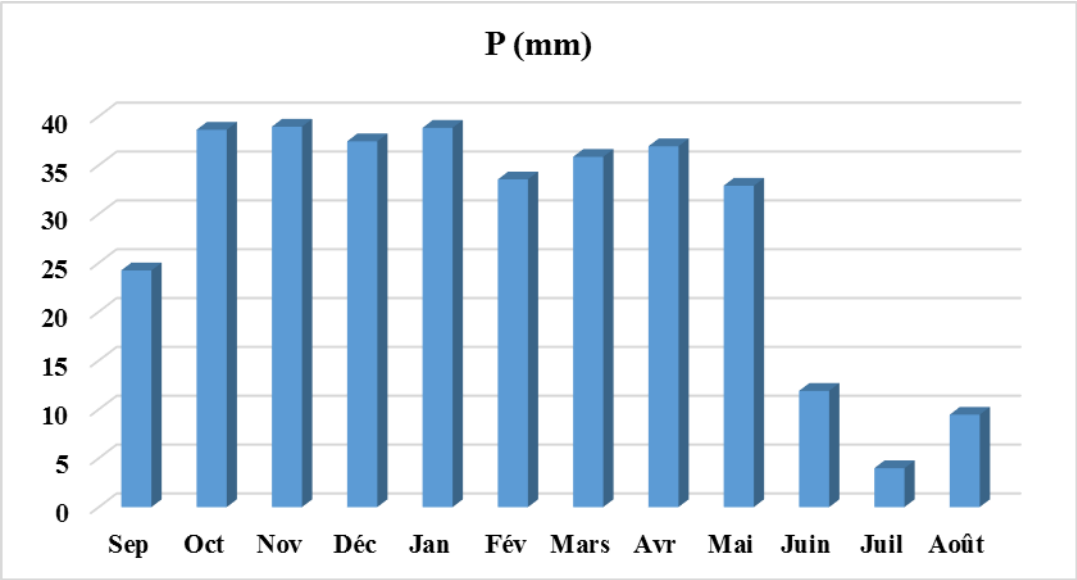


Figure 15 : Histogramme des moyennes des précipitations mensuelles calculées sur une période de 52 ans (1960-2012) pour la station de Rebahia

Les fortes pluies se situent entre Octobre et Avril. En cette période, il tombe 260,21 mm plus des trois quarts de toutes les précipitations, ces précipitations ce concentrent essentiellement en hiver et au printemps.

2.2.3.2. Les températures

La température est un facteur écologique fondamental et un élément vital pour la végétation. Elle représente un facteur limitant de toute première importance en climat méditerranéen car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

de la totalité des espaces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 2003). Les températures moyennes annuelles sont considérées comme peu significatives en phyto-écologie ; seules les valeurs extrêmes ont une répercussion directe sur la végétation. Bien que nous ne possédons seulement les données de la station de Rebahia et que nous n'avons pas assez de données détaillées pour une longue période sur ce paramètre pour les autres stations afin de faire une comparaison ; nous nous sommes contentés des mesures récolté sur une période de quinze années (1980-2012).

Tableau 9 : Répartition mensuelle et annuelle des températures moyennes, minimales et maximale (en °C)
(Rebahia -1980 à 2012)

	Sep.	**Oct.**	**Nov.**	**Déc.**	**Jan.**	**Fév.**	**Mars.**	**Avr.**	**Mai.**	**Juin.**	**Juin.**	**Août**	**M.A**
T.M.A	22,85	18,93	12,59	9,86	8,39	8,98	12,1	14,24	18,38	24,05	27,94	27,63	17.16
m	21,90	16,50	10,00	7,40	6,70	4,90	9,40	11,60	15,00	21,70	26,60	25,70	14.78
M	24,30	22,20	15,40	17,30	9,90	11,70	13,10	17,70	21,50	26,80	29,10	30,10	19.93
Moy	23,10	19,35	12,70	12,35	8,30	8,30	11,25	14,65	18,25	24,25	27,85	27,90	
M-m	2,40	5,70	5,40	9,90	3,20	6,80	3,70	6,10	6,50	5,10	2,50	4,40	

Les températures maximales :

Les températures maximales moyennes mensuelles ne sont pas assez élevées et varient entre 9,90 °C (m) en janvier (mois le plus froid) et 30,10 °C (M) en Août (mois le plus chaud de l'année) (Tableau 9). Il ressort de ces données que le mois de Juillet et Août sont généralement les plus chauds de la station sur une période de 52 ans. Toutefois, d'après l'agence nationale des ressources hydriques (A.N.R.H 2004), en période estivale, les maxima absolus peuvent atteindre les 42°C à 47°C en temps de sirocco. Durant la période hivernale et sous l'influence continentale, les températures saisonnières, s'abaissent parfois en dessous de 0°C, d'où l'apparition de phénomène de gelé et de verglas.

Les températures minimales :

La moyenne des minima du mois le plus froid (m) de l'année revêt une importance prépondérante pour la végétation en climat méditerranéen. Elle est à la base de plusieurs classifications définissant les variantes éco-climatique. Généralement en région méditerranéenne, c'est surtout le stresse thermique hivernal qui a une répercussion plus sensible sur le couverts végétal et ses condition de vie (Daget et David, 1982 ; Le Houérou, 1989). Dans la station de Rebahia, au cours de la période (1960-2012), la valeur de m enregistrée est de l'ordre de 6,70°c (Janvier). Il en résulte un hiver de la station de type tempéré (3 < m< +7) au sens Emberger ou doux (4,5 <m< +7) au sens de Sauvage.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Les amplitudes thermiques moyennes extrêmes :

L'amplitude thermique extrême (M-m) semble varier dans le même sens que la continentalité. Sur cette base Debrach (1953) s'est proposé une classification thermique des climats, quels que soient leurs types :

- Climat insulaire M-m < 15 °C
- Climat littoral 15°C < M-m < 25°C
- Climat semi-continental 25°C <M-m< 35°C
- Climat continental 35°C< M-m

Dans la station de Rebahia, au cours de la période 1960-2012, l'amplitude thermique extrême (M-m) est de l'ordre de 5,14 °C, cette valeur permet de situer la station de Rebahia dans un climat insulaire, ce qui confirme l'influence atténuée du Sahara.

2.2.3.3. Autres facteurs climatiques

Le vent

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aut	Sep	Oct	Nov	Dec	**Moyenne**
V. Moy. Vent M/S	2.8	2.8	2.8	3.0	2.8	2.8	2.6	2.6	2.3	2.3	2.6	2.6	2,66

Le vent a un pouvoir très important. Heurtaux (1971) a démontré qu'un vent violent et fréquent même avec un déficit thermique provoque une évaporation intense qu'un vent modéré avec une température relativement plus élevée. Le vent agit directement sur le sol et sur les plantes, particulièrement en été.

Tableau 10 : Fréquence des directions des vents (station Rebahia)

Direction	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Fréquence en %	14.7	2.2	1.4	2.9	10.6	3.2	7.2	8.9

(Source : Station Métrologique Rebahia. 2013)

Dans les monts de Saida, les vents sont très violents surtout de la direction nord-ouest, leurs violences causent des dégâts. Les vents de sud ont une importance relativement faible, ils sont responsables par leurs actions de dessiccation, de propagation du feu, de l'accroissement de l'évaporation associée à la sécheresse estivale très prononcée et longue dans la région de la destination de la strate herbacée et même arbustive sensible.

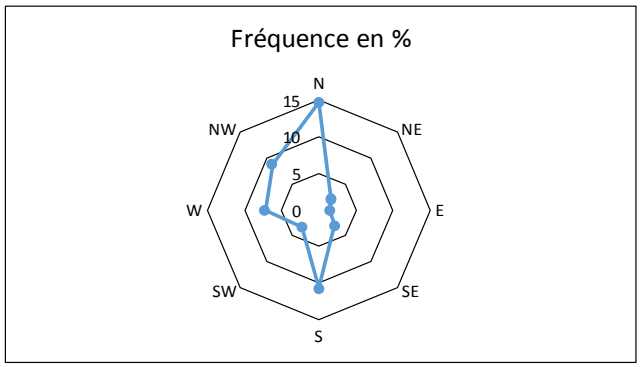


Figure 16 : Rose du vent dans les monts de Saida

La région d'étude est le siège des vents de différentes directions. Les vents dominants sont ceux du Nord de caractère sec et froid en hiver, provoquant une diminution de la température et de l'humidité avec une fréquence de 14,7 % et ceux venant du Sud (Sirocco) avec une fréquence de 10,6 %. Pour la période d'études considérée, la vitesse moyenne, annuelle des vents sur le massif, varie entre les valeurs 2,8 et 3 m/s avec une moyenne de 2,66 m/s.

Le siroco : Vent chaud et sec à pouvoir desséchant élevé par l'augmentation brutale de la température et l'abaissement simultané de l'humidité de l'air qu'il provoque. Le sirocco en Algérie est lié aux perturbations de nature orageuse. Il souffle du sud vers le nord généralement en été où il cause plus de dégâts aux sols déjà déshydratés par l'effet de la chaleur estivale. Les maximums sont observés aux mois de Juin, Juillet et Août avec 3 jours en moyenne.

Tableau 11 : Nombre moyenne de jour de sirocco (1983-2012).

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aut	Sep	Oct	Nov	Dec
Nbr de jour	0	0	1	1	2	3	3	3	1	2	0	0

(Source : Station Métrologique Rebahia. 2013)

La gelée : Ce paramètre est utile à savoir car il a une incidence sur le cycle végétatif des cultures. Selon les données de l'office national de météorologie, la période de gelée s'étale moyennement sur une période de 39 jours répartis sur six mois dans l'année soit de novembre à avril (station de Rebahia) sachant que c'est au mois de décembre et janvier qu'elle intervient avec force. Voir tableau 12.

Tableau 12 : Nombre mensuel de jours de gelée

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aut	Sep	Oct	Nov	Dec	**total**
Nombre jour	12	10	4	2	0	0	0	0	0	0	2	9	39

(Source : Station Métrologique Rebahia. 2013)

L'évaporation et déficit hydrique : Ces facteurs prennent une importance toute particulière dans les milieux arides où l'eau devient un facteur limitant. Par leurs valeurs élevées, ils agissent sur les niveaux de la nappe phréatique qui devient inaccessible pour la végétation. Le pouvoir évaporant de l'air peut être déterminé par l'évapotranspiration potentielle (ETP) qui représente la quantité d'eau évaporée (au niveau du sol et des feuilles) par un sol couvert d'une végétation uniforme, lorsque celui-ci est bien pourvu en eau (constamment au voisinage de la capacité de rétention). Elle représente la demande en eau du climat ; quant à l'évapotranspiration réelle (ETR), elle représente la quantité d'eau effectivement évaporée par le sol et la végétation à un moment donné (offre en eau du climat). Le pouvoir évaporant de la station de Rebahia est très élevé. Bien que nous possédons des données sur une période de 12 années (1998-2009), l'évaporation annuelle oscille autour d'une moyenne de 1944 mm/an qui dépasse largement la moyenne des précipitations annuelle déterminée pour la même période (370 mm/an) ; soit un déficit hydrique annuel de 1573 mm.

Le pouvoir évaporant de l'air dépend de son degré hygrométrique et du vent, responsables des fluctuations de l'évaporation d'une année à l'autre. Nous avons tenté de mettre en évidence les fluctuations de l'évaporation sur une période de 12 années (**figure 17**). Marquée par l'irrégularité, l'évaporation se caractérise par des variations importantes (3357 mm en 2000 et 1325 mm en 2007).

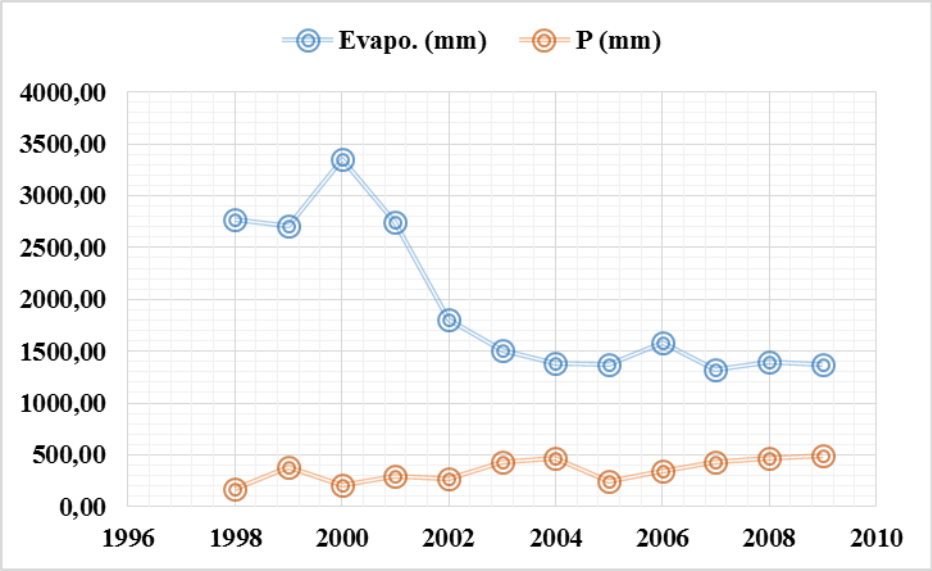


Figure 17 : Courbes de variations interannuelles de l'évaporation et des précipitations (Période 1998-2009)

2.2.4. Aspect bioclimatique

Les différentes facteurs climatiques n`agissent pas indépendamment les uns des autres. Pour tenir compte de cela divers indices ont été calculés, principalement dans le but de rendre compte de la répartition des types de végétation. Les indices les plus employés utilisent la température et la pluviosité, qui sont les facteurs les plus importants et les mieux connus. Le climat d'une station donnée résulte de l'action combinée de l'ensemble des facteurs cités précédemment. Pour une expression synthétique de ce dernier, plusieurs auteurs ont proposé des formules de synthèses. Ils se sont contentés sur des données qui ont un impact direct sur la végétation. En climat méditerranéen, ils se sont intéressés surtout à la pluviométrie, aux températures et à leurs variations.

Diagramme Ombrothermique : il permet d'estimer les éléments de climat d'une région de points de vue précipitation et température pendant une période données et permet également de préciser les périodes sèches et humides LE HOUEROU (1979, 1993). Le système du diagramme ombrothermique proposé par Bagnouls et Gaussen en (1953) est simple et le plus utilisé. IL permet de calculer la durée de la saison sèche en portant la pluviométrie mensuelle (P en mm) et la température moyenne mensuelle (T en °C) sur le même graphe, l'échelle de graphe est de P (mm) = 2 T (°C).

La zone comprise entre la courbe pluviométrique et celle des températures constitue la zone sèche. Selon Bagnouls et Gaussen un mois est biologiquement sec, si le total moyen des précipitations P (mm) est inférieur ou égal au double de la température moyenne T (°C), c'est-à-dire P< 2T P (mm) < 2 T (°C). Cette relation permet d'établir les diagrammes pluviométriques sur les quels la température est à une double échelle de celle des précipitations.

A cet effet, le diagramme ombrothermique de la station de Rebahia a été établi pour une période de 52 ans (1980-2012), nous pouvons relevée ce que suit :

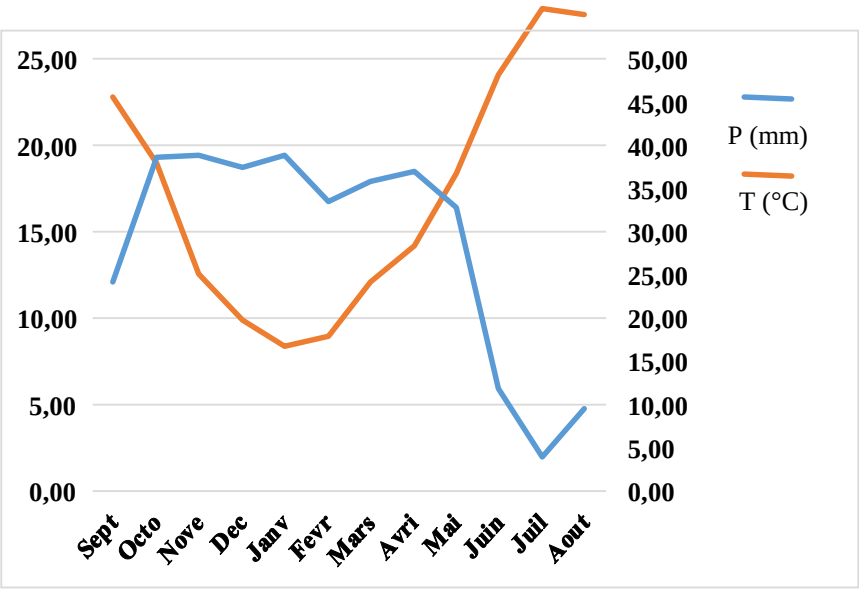


Figure 18 : Diagramme Ombrothérmique de la station de Rebahia

Sur ce diagramme apparait une nette période de sècheresse qui s'étend sur toute la saison estivale, une partie de celle printanière et automnale ; soit une période de six mois presque qui s'étale de la fin Mai au début du mois d'Octobre ; et une période humide ou arrosée de presque sept mois qui s'étale de la fin Octobre au début Mai.

Indice d'aridité de De Martonne : De Martonne (1923) a défini un indice d'aridité I correspondant au rapport entre la moyenne mensuelle des précipitations P (mm) et la moyenne annuelle des températures T (°C), tel que :

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

L'utilisation de cette formule permet de classer nos stations comme suit en se basant sur la répartition suivante :

- De 0 à 5 : climat « Hyper aride ou désertique »
- 5 à 10 : climat « Aride »
- 10 à 20 : climat « Semi-aride »
- 20 à 30 : climat « Subhumide »
- Plus de 30 : climat « Humide »

Tableau 13 : Indice d'aridité de Demartonne.

Station	P (mm)	T (°c)	I	Type de climat
Rebahia	342,68	17,16	12,62	Semi-aride

Quotient pluviothermique et diagramme d'Emberger: Le botaniste Emberger (1930) a proposé un quotient Pluviothermique (Q_2) qui permet de situer la station dans l'étage bioclimatique convenable, où il fait intervenir le total des précipitations annuelles (P), la moyenne des maxima des mois les plus chauds (M) et la moyenne des minima des mois les plus froids (m). Il permet d'apprécier physiquement la notion d'aridité annuelle en tenant compte des précipitations et de la température. Il est calculé selon l'équation suivante :

$$Q2 = 1000\ P / (M+m)/2 * (M-m)$$

Avec :

Q2: Quotient pluviothermique.

P: Précipitation moyenne annuelle en mm.

M: Moyenne de maxima des mois les plus chauds en K°.

m : Moyenne minima des mois les plus froids en K°

M et m sont exprimés en Kelvin (T °K= T°C + 273,5)

Quand: 50 < Q2 < 100 : Climat tempéré.

25 < Q2 < 50 : Climat semi-aride.

10 < Q2 < 25 : Climat aride.

10 < Q2 : Climat désertique.

P= 342,68 mm ; M= 35,7 ; m =2,9

Sur la base des valeurs des précipitations et des températures obtenues on estime que la région est caractérisée par une valeur du quotient d'Emberger Q_2 =35,68 qui permet de situer la région de Saida dans l'étage bioclimatique semi-aride à hivers frais.

Tableau 14 : Situation bioclimatique de la région d'étude

Station	Q2	Etage bioclimatique
REBAHIA	35.68	Semi-aride à hiver frais

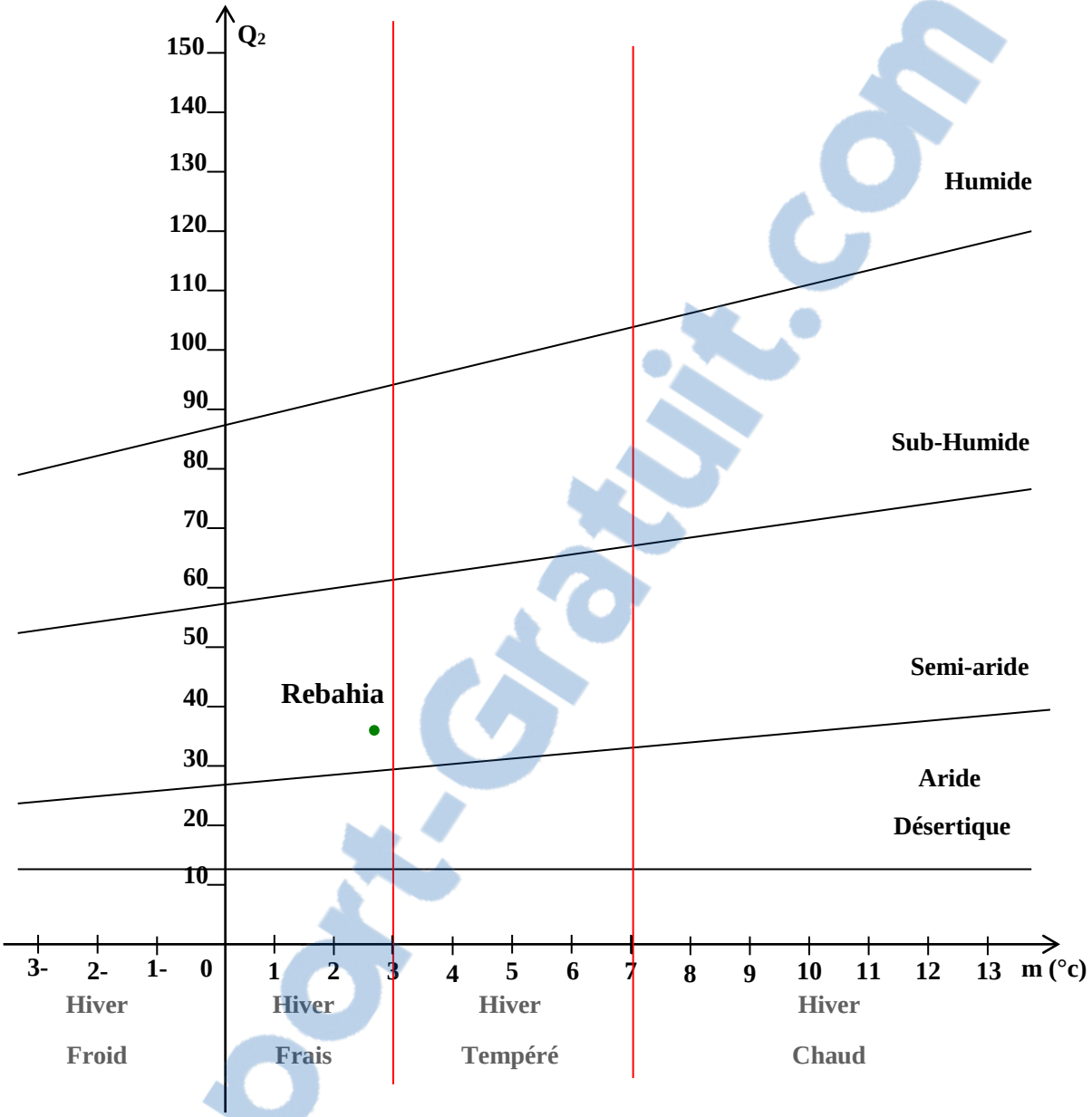


Figure 19 : Détermination du type de climat d'après le climagramme d'Emberger

Synthèse

A la lumière des résultats obtenus en utilisant les différents indices bioclimatiques, le type de climat dans notre zone d'étude est méditerranéen appartenant à l'étage bioclimatique semi-aride à un hiver frais, avec des précipitations irrégulières et faibles (entre 224 en 1988 et 517 en 2012 mm/an). On y distingue deux périodes contrastées, une période humide et froide, l'autre sèche et chaude. Les précipitations estivales sont souvent des pluies torrentielles et les températures présentent des amplitudes importantes. Les mois de Janvier et Février sont les mois les plus froids durant toute l'année (2,9°C et 3,6 °C) et le mois de Juillet et Août sont les

Rapport-Gratuit.com

mois les plus chauds (35,7°C et 35,3°C). Le vent est de direction dominante Nord et Sud avec une présence du vent chaud (sirocco) pendant la période estivale qui peut accélérer le phénomène de l'érosion éolienne dans les zones dépourvus de couvert végétal. Le déficit hydrique est très important (1573 mm) il s'étale sur une période de 6 mois presque (période critique pour la végétation).

2.2.5. Aspect phytoécologique :

2.2.5.1. Occupation du sol

L'analyse de la situation des surfaces par espace constitue une donnée fondamentale pour cerner les grandes tendances actuelles et pouvoir les comparer avec les potentialités tant physiques, agro climatiques qu'économico sociales. La frange montagneuse des Monts de Saida, qui représente un relief un peu accidenté où la pente dominante est entre 3 et 12,5%. Cette zone est réservée au domaine de la forêt. Ces reliefs sont entaillés à l'ouest et à l'est par des vallées et des oueds et sont souvent occupés par la céréaliculture dans ses parties basses de plateaux ou de plaines. L'arboriculture rustique colonise les piémonts et les cultures maraîchères restent cantonnées sur les bordures de l'oued de Saida. C'est la zone la plus arrosée, elle bénéficie d'une pluviométrie de 350 à 400 mm par an.

Analyse de l'occupation du sol

L'analyse de cette occupation présente quelques aspects particuliers et des caractéristiques en relation avec les conditions du milieu naturel qui constituent des facteurs limitant et impose une utilisation peu diversifiée.

Espace agricole : Constitue un espace privilégié car il joue un rôle de pourvoyeur de fourrages et de terrains de parcours pour le cheptel ovin essentiellement qui joue un rôle prépondérant dans l'économie locale et même régionale.

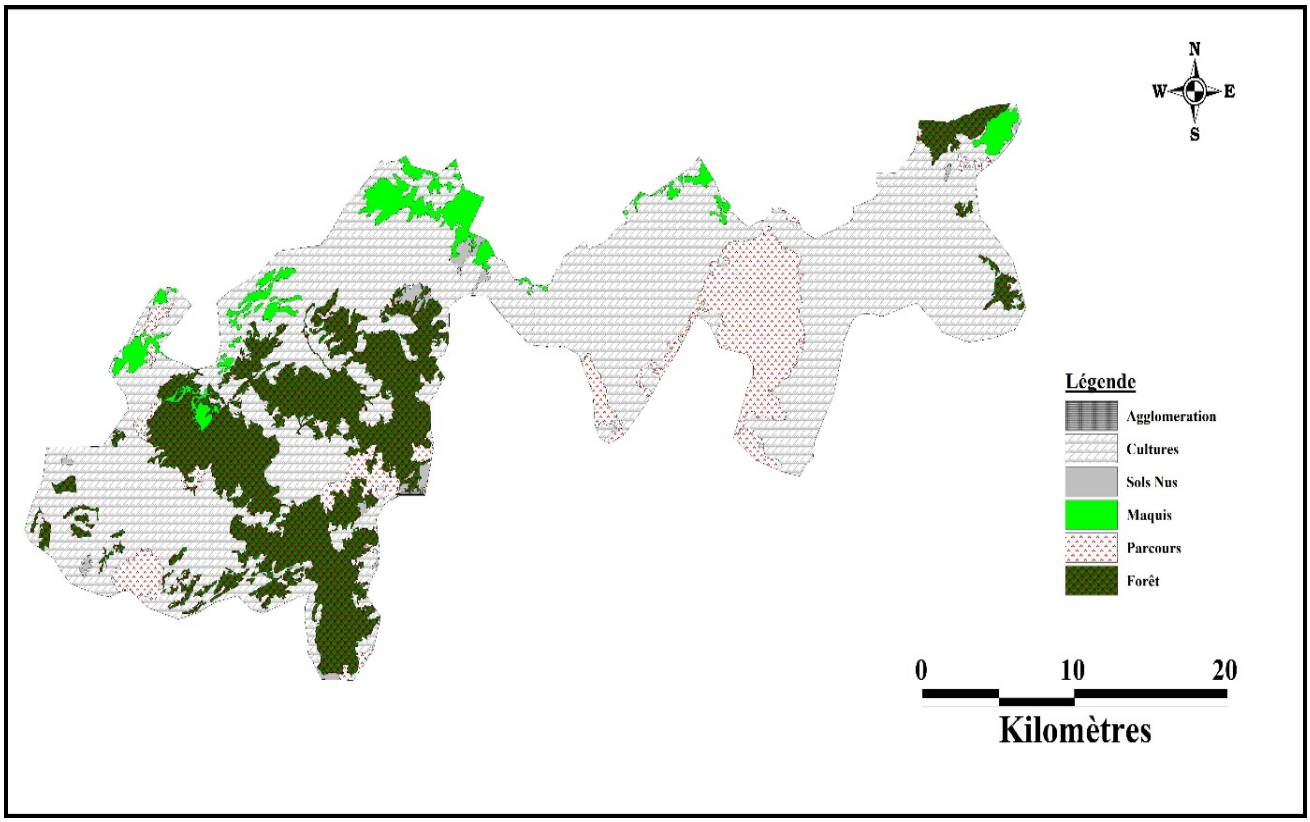


Figure 20 : Carte d'occupation du sol (M.A.T.E.T) et le BET BECAGROM, 2007)

L'arboriculture reste presque insignifiante elle occupe 2570 ha soit 0.39% de la superficie totale de la wilaya. La même observation est à faire en matière de localisation de l'arboriculture avec la vallée de Saida : commune de Ouled Khaled 22.8 % et Sidi Amar 25.29 %. Par ailleurs, il faut noter que quatre communes (Sidi Amar, Ouled Khaled, Sidi Boubkeur et Youb) avec respectivement (25.28), (22.8), (15.06) et (11.87) détiennent plus de 75% de la superficie totale réservée à l'arboriculture, composée essentiellement d'arbres rustiques (oliviers et amandiers). Le pommier a connu récemment un développement avec un taux de réussite très satisfaisant mais localisé car exigeant en conditions de milieu. Les plantations de pistachier qui n'est pas aussi exigeant que le pommier s'étendent sur environ 20 ha, localisées essentiellement à Tifrit (commune de Ain Soltane), Sidi Aissa (commune de Sidi Amar) et Ain Beida (commune Ain El Hadjar). Avec des exigences proches de celles de l'amandier, le pistachier peut être développé et occuper des superficies plus importantes. D'une manière générale, l'arboriculture connaît une très faible extension compte tenu des potentialités que lui offre le cadre physique de la wilaya, plus particulièrement dans la zone tellienne.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Les plantations viticoles restent très insignifiantes puisqu'elles n'occupent que 46 ha, 0.01 % de la superficie totale de la wilaya. Ce n'est que très récemment que la viticulture commence à être introduite dans la wilaya. Les terres irriguées sont localisées dans la vallée d'oued Saida, la vallée d'oued El-Abd, la vallée d'oued Tifrit, sont occupées par les cultures maraîchères. Les céréales occupent une superficie très importante dans les communes de Doui Thabet, Sid Amar, Ouled Brahim (Balloul) et Ain Soltane. (BNDER, 1992).

Espace forestier : Les terres forestières représentent 19 729 ha soit 26 % de la superficie totale. Ces terres forestières comprennent les formations forestières naturelles qui regroupent les forêts denses, les forêts claires, les maquis denses et les maquis clairs. Ces formations sont totalement localisées dans la partie tellienne de la wilaya où se trouve les communes de Doui Thabet, Sidi Boubkeur, Youb et Balloul. Les terres forestières constituées de forêts de pin d'Alep, de thuya de berberie, de genévrier oxycèdre et de chêne vert ; de formations basses comme la garrigue, le maquis et le matorral ou les broussailles avec les essences secondaires comme la filaire, le lentisque, le genêt, le doum, le Diss et l'alfa. Les forêts occupent environ 16380 ha soit 21 % de la superficie totale. Ces forêts représentent 7.5 % des superficies forestières. (**Tableau 15**). L'essence dominante dans ces forêts est le pin d'Alep essentiellement pur ou en association avec le Thuya

Tableau 15 : Répartition des forêts denses par commune de milieu montagneux.

Commune	Superficies (ha)	% Superficie totale forêt dense	% Commune
Youb	280	1,70	0,63
Doui Thabet	8415	51,37	38,83
Sidi Boubkeur	2180	13,31	8,88
Sidi Amar	3900	23,81	28,04
Ouled Brahim	1180	7,20	4,65
Ouled Khaled	425	2,59	2,05
Total Monts	16380	100	78,33

Source : D.G.F 2007

La répartition des formations forestières reste assez aléatoire comme le montre la figure qui suit ; cette dernière reste très globale et ne permet pas de porter un jugement qualitatif indispensable pour projeter des opérations d'qaménagement

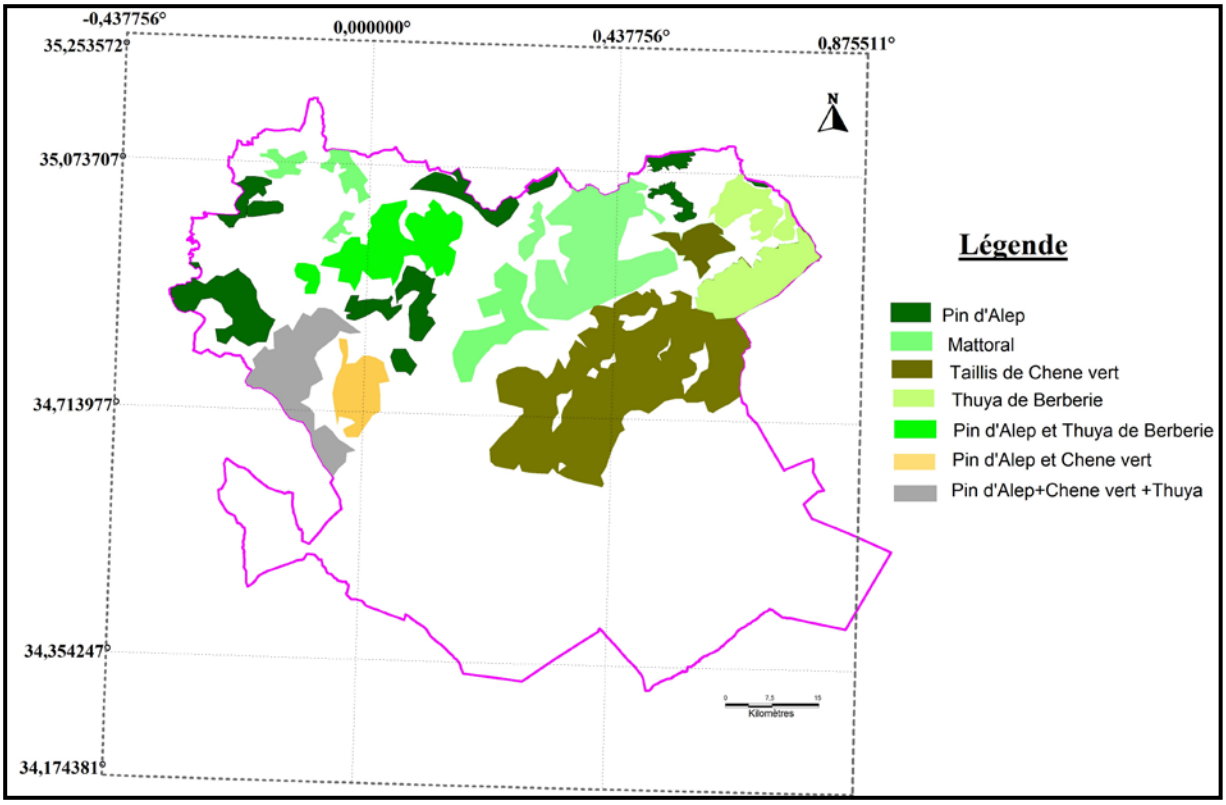


Figure 21 : Carte de la répartition des forêts dans la wilaya de Saïda.
(Terras, 2011)

L'espace forestier offre deux zones distinctes :

- Une zone du *Pinetum halepensis* : groupement dominant au Nord-ouest de la wilaya, il est composé de formations forestières où domine le pin d'Alep et son cortège floristique commun dans tout l'étage bioclimatique semi-aride avec une densité claire caractérisée par une absence quasi-totale de régénération naturelle. Avec la tendance vers une sécheresse prolongée et sous l'action conjuguée de la pression humaine, animale et des incendies, ces formations forestières sont menacées dans leur existence (Labani, 2005), situées dans les monts de Dhaya et les monts de Saïda, les forêts domaniales de Tendfelt, Djaafra et Fenouane, Doui-Thabet sont les plus importantes.
- Une zone du *Quercetum illicis* : dominée par le chêne vert qui arrive à coloniser des espaces totalement surtout dans la zone de Hassasna. Cette formation arrive à se maintenir grâce à la faculté de rejeter de souches mais l'âge avancé des taillis soumis en plus à des coupes et des agressions permanentes ne permet pas une pérennité de cette formation. C'est une zone qui n'arrive pas à s'intégrer ni économiquement ni écologiquement dans le territoire pour diverses raisons (Labani, 2005).

Le patrimoine forestier est composé par les essences suivantes :

- ✓ Pin d'Alep avec 54740 ha soit 35%.
- ✓ Chêne vert avec 46920 ha soit 30%.
- ✓ Thuya de berbérie avec 15640 ha soit 10%.
- ✓ Chêne kermès avec 7820 ha soit 5%.
- ✓ Genévrier oxycèdre avec 7820 ha soit 5%.
- ✓ Les autres essences forestières totalisent 23000 ha soit 15% (Labani, 2005).

Les matorrals : Ces formations représentent 16,98 % des superficies forestières dans les monts de Saida. Ils sont essentiellement composés de chêne vert, chêne kermès, thuya et oléastre. Ces formations forestières concernent particulièrement les communes de Doui Thabet (8,66 %), Ain Soltane (9,82 %), Balloul (12,24%) et Sidi Boubkeur qui prime avec 69,27 % des superficies de maquis.

Les travaux de repeuplement : Ils restent encore très limités par rapport aux besoins réels des formations végétales dégradées. Les travaux de repeuplements ont été surtout effectués sur les maquis clairs comme dans les communes de Sidi Boubkeur, Ouled Khaled, Hassasna, Ouled Brahim, Ain Soltane. Dans la commune de Youb, les travaux de repeuplement ont été réalisés sur des forêts claires surtout dans les communes de Doui Thabet, Ain El Hadjar et Sidi Amar. Les travaux de repeuplements concernent aussi bien les forêts que les maquis.

Tableau 16 : Les travaux de repeuplement.

Communes	superficie (ha)	Observations
Sidi Boubkeur Ouled Khaled	420 120	sur maquis
Ouled Brahim Ain Soltane	70 75	sur maquis
Youb Doui Thabet	245 370	150 sur forêt clairs 250 sur maquis
Sidi Amar	850	650 sur maquis 200 sur forêts
Total	2150	

Source : Estimation sur la carte d'occupation du sol in Labani (2005).

2.2.6. Aspects socio- économiques

Le développement socio-économique de la zone d'étude est basé généralement sur les principales infrastructures, les équipements, le potentiel agricole et humain.

Compte tenu des conditions naturelles des monts de Saida connu par ses espaces montagneux que les conditions naturelles n'ont pas été toujours favorable (pauvreté des sols, faiblesse des

ressources en eaux, la gravité des pentes, etc.), pour la population de cette zone qui ont depuis longtemps associé l'agriculture extensive et élevage en s'adaptant aux caprices des conditions naturelles et climatiques du milieu.

Dynamique de la population : L'analyse de la dynamique de la population des communes des monts de Saida est un facteur déterminant dans le volet socio-économique. Elle permet d'apprécier sa dynamique et sa corrélation avec l'espace. Par ailleurs, notons que la maîtrise du milieu humain représente un axe fondamental dans le développement socio-économique d'un espace. En effet, l'accroissement rapide de la population engendre des conséquences négatives au double plan social et économique.

Durant la période s'étalant entre les deux derniers recensements (1987 - 2008), le volume de la population du massif est passé de 127159 habitants, soit un additionnel de 30517 habitants qui s'est traduit par un taux d'accroissement annuel moyen de 1,31 %. Ce taux, nettement inférieur à la moyenne nationale (2,12 %) pour la même période, s'explique par les difficultés socio-économiques auxquelles sont confrontées les communes qui composent ce massif montagneux, mais surtout, du fait des conjonctures sécuritaires qui ont caractérisé cette zone particulièrement accidentée.

Les plus forts taux sont enregistrés à Sidi Boubkeur et ouled Brahim (1,94 %), et le faible taux est enregistré à Doui Thabet (-1,11), les restes des communes ont enregistré des taux d'accroissement nettement inférieurs au taux d'accroissement naturel qui était de 1,5 %, ce qui explique que cette zone de montagne est caractérisée par une déperdition de sa population. Notons enfin que le rythme de cette croissance démographique de la population est caractérisé par une grande disparité entre les différentes communes du massif, en fonction de leur niveau de concentration en espace aggloméré, offrant un encadrement acceptable et des avantages en matière d'organisation et de sécurité des biens et des personnes. (**Tableau 17**)

Tableau 17 : Taux d'accroissement des populations

Communes	Population RGPH – 1987	Population RGPH – 1998	T.A.A observé (%)	Population RGPH – 2008	T.A.A observé (%)
Youb	12991	15314	1,5	17773	1,50
Sidi Boubkeur	13611	17131	2,11	20374	1,94
Sidi Amar	8517	7715	-0,89	8901	0,21
Ain Soltane	6596	6068	-0,75	7000	0,28
Ain el Hadjar	16347	21493	2,51	24695	1,98
Ouled Khaled	18136	19368	0,5	22254	0,98
Doui Thabet	6287	4315	-3,36	4978	-1,11
Ouled Brahim	14157	18406	2,41	21184	1,94

Source : conservation des forêts 2008

Actuellement, on assiste à une politique de développement du monde rural et plus particulièrement les zones de montagne qui a pour objectif la stabilisation des populations sur place voir le retour des populations par la création des mécanismes pour dynamiser l'emploi. Dans ce contexte, notre approche démographique consiste à mieux cerner les mécanismes régissant cet espace montagneux en matière de pression démographique. Il est à signaler par ailleurs que les paramètres démographiques sont des éléments importants dans la connaissance des caractéristiques des zones de montagne. Pour appréhender ce phénomène on s'est basé sur trois indicateurs : l'évolution spatio-temporaire de la population à travers l'analyse des différents recensements ; les pressions démographiques exercées sur le territoire du massif sur la base de l'observation des densités de population, la ruralité et le niveau de concentration et les mouvements des populations (flux migratoires, directions et leurs importances).

1.2.8.2. Répartition spatiale indice de ruralité

Les conjonctures socio-économiques qui ont caractérisé le massif montagneux de Saida, durant ces dernières années a engendré les effets directs sur le comportement démographique. En effet, le monde rural a connu un exode massif, générant une aggravation du niveau de dépeuplement.

Ceci est particulièrement ressenti en zones éparses, dont la valeur absolue de sa population exprime l'indice de ruralité. A cet effet, la chute de cet indice pour l'ensemble du massif, durant les dates de référence (1987, 1998 et 2008) est spectaculaire, en passant successivement d'un taux de 34,49% à 11,54% pour terminer avec un taux de ruralité de 1,33%.

Par commune, les données des différents recensements que les plus forts taux ont été enregistrées durant la période 1987, à Doui Thabet avec 81%.

Durant la seconde période (1998), la chute brutale a concerné l'ensemble des communes du massif, en deçà des 30%, à l'exception de quelques communes tels que Doui Thabet (57%).

L'observation la plus spectaculaire est celle l'indice nul (0%) observé durant la dernière période (2008) à travers la totalité des communes des Monts de Saida. Ce phénomène semble difficile à expliquer, d'autant plus que les conditions sécuritaires se sont améliorées dans ces espaces montagneux. Seules, la commune de Doui Thabet ont pu maintenir un taux de ruralité autour des 50%.

Cette baisse inquiétante de la ruralité durant cette dernière vingtaine d'années pour la quasi-totalité des communes du massif ont pour conséquences :

- l'attractivité des centres urbains (offre de l'emploi secondaire BTPH et les services), face à une sécheresse persistante et récurrente ;
- L'émergence de nouvelles agglomérations secondaires, qui ont favorisé le regroupement des populations autour des équipements et des infrastructures de première nécessité.

Enfin, il est noté les difficultés du retour des populations des zones éparses à leur résidence d'origine. Certains cas de retour sont observés mais pour des occupations agricoles temporaires (durant la journée). Cette irréversibilité semble être encouragée par les programmes d'habitat rural, réalisé généralement à proximité des centres agglomérés, si ce n'est dans le tissu urbain de certaines villes.

Cette situation se généralise partout dans les communes éloignées des grandes infrastructures routières, engendrant une déperdition de la vocation rurale au profil d'une concentration, encouragée par les conditions de vie des centres d'accueil existants. Si cette tendance persiste dans l'avenir le risque de dépeuplement quasi-total des zones éparses n'est pas à épargner ce qui va engendrer un disfonctionnement de ces ensembles physiques. Par ailleurs, la tendance à la baisse du rythme de croissance de la population constaté lors de la période précédente (1987- 1998) continue dans le temps et dans l'espace due essentiellement à la baisse du taux d'accroissement naturel engendré par la baisse de la fécondité, notamment dans le milieu urbain (liée au niveau de la scolarisation, crise de logement, chômage).

Si cette tendance persiste avec le même rythme à long terme on risque un dépeuplement total dans les zones de montagne ce qui est contraire à la stratégie envisagée par les pouvoirs publics qui consiste à la stabilisation des populations.

1.2.8.3. L'indice d'enclavement

La caractéristique du réseau routier, et plus particulièrement le niveau d'enclavement en zone de montagne peut être apprécié par le ratio de disponibilité en infrastructure de communication. Pour l'évaluation de ce paramètre, il a été impératif au recours à la cartographie numérique du réseau routier, tous types confondus. Les vérifications ont été procédées par rapport aux données du secteur des travaux publics auxquels relève la gestion locale de ce territoire.

Le rapport de la consistance physique du réseau de la commune sur la longueur du totale, permet d'obtenir un ratio de disponibilité en réseau routier et par conséquent permet d'apprécier approximativement le niveau de désenclavement.

La lecture de ces ratios par commune (tableau ci-après), permet une évaluation du niveau de développement et d'expliquer les contraintes de dynamisme socio-économique de ce massif.

La première caractéristique qu'on peut relever est celle de la situation générale de ces communes situées entre faible à très faible réseau. Cela s'explique bien évidement par le contexte physique et abrupt de ce massif.

Tableau 18 : Niveau d'enclavement des communes

Source : M.A.T.E.T et le BET BECAGROM 2007.

Commune	Longueur totale du réseau (en Km)	Ratio de désenclavement (Km/hab.)
Youb	59,38	0.038
Sidi Boubkeur	44,11	0.028
Doui Thabet	38,72	0.025
Ain el Hadjar	30,6	0.019
Sidi Amar	37,51	0.024
Ouled Khaled	38,15	0.025
Saida	51,31	0.033
Ain Soltane	50,72	0.032
Ouled Brahim	55,89	0.036

Tableau 19 : Evolution de la population des monts de Saida par communes

Communes	POP 1987	Zone Eparse	Indice de ruralité	POP 1998	Zone Eparse	Indice de ruralité	POP 2008	Zone Eparse	Taux de ruralité
Youb	12 991	3 556	27,37	15314	195	1,27	17773	0	0,00
Sidi Boubkeur	13611	5094	37,43	17131	549	3,20	20374	265	1,30
Sidi Amar	8517	5290	62,11	7715	2 086	27,04	8901	2297	25,81
Ain Soltane	6596	4557	69,09	6068	1 570	25,87	7000	1699	24,27
Ain el Hadjar	16347	9694	59,30	21493	2 201	10,24	24695	2219	8,99
Ouled Khaled	18136	9207	50,77	19368	4 156	21,46	22254	4469	20,08
Doui Thabet	6287	5136	81,69	4315	2 461	57,03	4978	2769	55,62
Ouled Brahim	14157	5056	35,71	18406	3 477	18,89	21184	3720	17,56
TOTAL	**83651**	**44034**	**396,1**	**94496**	**549**	**163,73**	**109386**	**17438**	

Source : M.A.T.E.T et le BET BECAGROM 2007

La population rurale et production animale : La population rurale est définie par rapport au statut de l'agglomération ainsi que la proportion d'actifs agricoles au niveau de chaque commune. Ainsi plus de 15 % de la population des communes des monts de Saida ont été classés comme étant ruraux par le recensement général de la population et de l'habitat de 2008. On ce qui concerne l'agriculture de montagne ainsi que la production animale connue dans les communes des monts de Saida, constituent la caisse d'épargne de l'agro-pasteur ; elle est menée en extensif avec une diversité de manière à assurer les divers besoins de l'auto-

consommation du ménage rural, comme elle sert à un complément de revenu très appréciable, notamment en période occasionnelles.

Les effectifs varient d'une commune à une autre, et d'une saison à une autre, selon les conditions pluviométriques locales et leurs conséquences sur le couvert végétal. L'élevage de gros s'appuie sur la disponibilité d'une importante surface foncière de parcours et pacage, à laquelle s'ajoutent les terres à vocation forestière. La charge animale varie entre 0,12 à 5,18 têtes par hectare.

Tableau 20 : Effectif du cheptel en montagne (2006)

Commune	S.A.U	Ovins	Bovins	Caprins	Autres	Charge animale
Youb	18 808	26 430	150	2 015	70	1,5
Sidi Boubkeur	16 210	24 390	400	7 200	30	2,0
Doui Thabet	10 131	19 340	475	1 847	103	2,15
Ain El Hadjar	25 231	35 950	2 140	710	130	1,55
Sidi Amar	10 486	12 480	384	610	20	1,30
Ouled Khaled	13 801	36 430	405	1 160	50	2,74
Saida	3 406	6 955	190	350	85	2,2
Ain Soltane	14 163	35 027	1 010	1 550	258	2,6
Ouled Brahim	25 704	32 543	910	1 750	172	1,37

Source : M.A.T.E.T et le BET BECAGROM 2007.

Situation de L'élevage : Comme il a été soulevé au début que l'activité agricole et de l'élevage sont les leviers principaux de développement local créateur d'emplois dans les monts de Saida.

L'élevage est devenu au fil des années une activité qui structure le monde rural mais son importance dans les monts de Saida.

L'élevage ovin reste dominant dans la zone. En enregistre cependant une augmentation significative par rapport aux années précédentes **198731** têtes (Tableau 21).

L'élevage bovin suit apparemment le même essor, en comptant 3738 têtes.

Rapport-Gratuit.com

Tableau 21 : Evolution du cheptel (2009-2012)

		Années							
		2009		2010		2011		2012	
		Ovin	Bovin	Ovin	Bovin	Ovin	Bovin	Ovin	Bovin
Communes	Saida	5430	277	5938	319	8267	325	10495	292
	Balloul	24370	460	23783	232	26693	322	26952	359
	Ain Soltane	29359	831	19809	627	25113	624	29086	705
	Tircine	36069	651	34793	369	46882	614	46482	537
	Sidi Amar	11780	495	8591	279	5294	108	9649	355
	OuledKkhaled	35967	1039	28800	845	29671	840	27856	671
	Sidi Boubkeur	14356	78	22704	360	12427	251	16295	208
	Youb	12681	124	16620	453	19855	576	24840	408
	Doui Thabet	11681	453	11254	162	1608	123	7076	203
	Total	**181693**	**4408**	**172292**	**3646**	**213004**	**4719**	**198731**	**3738**

Source : Direction des Service Agricole (2013)

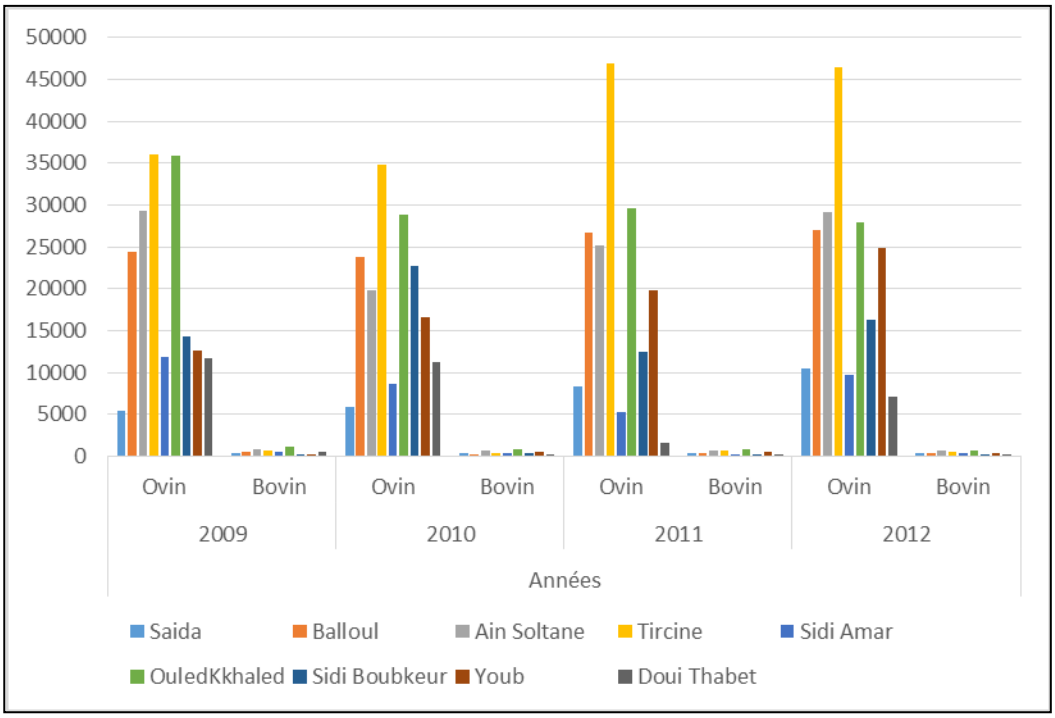


Figure 22 : Evolution du cheptel (2009-2012)

Synthèse :

Selon les données du recensement de la population (RGPH 2008), la population des monts de Saida s'élève à 109 386 habitants ont 90 886 dans les chefs-lieux, 20 726 dans les agglomérations secondaires et 28 872 dans les zones éparses.

Ces populations vivent sur une superficie de 75890 ha.

Pour ce qui est de l'accroissement de la population, le taux d'accroissement observé entre 1987 et 2008 est de l'ordre de 1,3 % est très faible. Il est même très faible pour certaines communes et négatif pour certaines d'autres, qui ont subi les évènements de la dernière décennie poussant les populations à migrer vers les communes voisines, et des fois abondement de terre et des habitats vers les chefs-lieux (Youb, Sidi Boubkeur, Doui Thabet, et même Ain el Hadjar).

L'emploi se concentre dans l'agriculture des montagnes et l'élevage qui occupe la première place pour la plus part des communes des monts de Saida, et qui constitue sans faute, la source budgétaire de l'agro-pasteur à cause de la faiblesse de l'activité économique et commerciale dans ces communes.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

CHAPITRE III :

ETAT DES RESSOURCES NATURELLES

1- Etat des ressources naturelles

Les ressources naturelles en particuliers les forêts sont est confrontées à plusieurs défis dont les principaux sont :

- la pression anthropique, aggravée par la croissance démographique qui se traduit par le défrichement, le surpâturage, les incendies, les prélèvements délictueux et anarchiques de bois de toute sorte, écimage des arbres, le ramassage des menus-produits ;
- les attaques parasitaires liées à la dégradation
- l'application de techniques de sylviculture inappropriées ;
- le braconnage et l'extermination de la faune sauvage et ;
- le non-respect de la réglementation et de la législation forestière.

L'ensemble de ces facteurs défavorables à l'épanouissement des écosystèmes forestiers concourent :

- à la dégradation des peuplements forestiers ;
- à l'absence de la régénération naturelle ;
- au peu de réussite des surfaces reboisées ;
- à la mise en péril de la diversité biologique ;
- à la réduction en superficie des espaces générateurs d'emplois et de ressources de vie pour les populations rurales riveraines de la forêt et ;
- à l'érosion et à la désertification.

1.1. Ressources édaphiques

Les sols constituent une ressource, particulièrement renouvelable, dont l'utilisation rationnelle est fondamentale pour l'homme. Les productions qu'il en tire sont directement ou indirectement, à la base de son alimentation et de sa possibilité de se vêtir et de pourvoir à beaucoup de ses besoins. L'homme doit donc utiliser au mieux son sol. L'agriculteur doit très bien le connaître. Il doit notamment savoir apprécier ses propriétés physiques, chimiques et biologiques. Quelques fois l'observation directe lui donne des indications, mais une connaissance approfondie d'autant plus nécessaire que l'on pratique une culture plus intensive ne peut être fournie que par les analyses et l'observation du profil culturel.

A ce sujet, Robert (1996) note : « La fertilité d'un sol se rapporte à l'aptitude de ce sol à produire des récoltes plus ou moins abondantes grâce à l'action de l'agriculteur. Toutefois cette aptitude ne dépend pas uniquement du sol, mais représente en réalité la potentialité de production du milieu considère dans son ensemble pédoclimatique ».

Les données disponibles sur les ressources en sol des monts de Saida sont très mal connues. En effet très peu d'études ont été réalisées au niveau de cet espace. Les plus récentes sont celles décrits et répertoriés par l'étude pédologique réalisée par SATEC, 1976 et le B.N.E.D.E.R (1992) illustrés par la **figure 23**. Pour ce faire et afin de donner un aperçu général sur les principaux types de sols existants au niveau des monts de Saida.

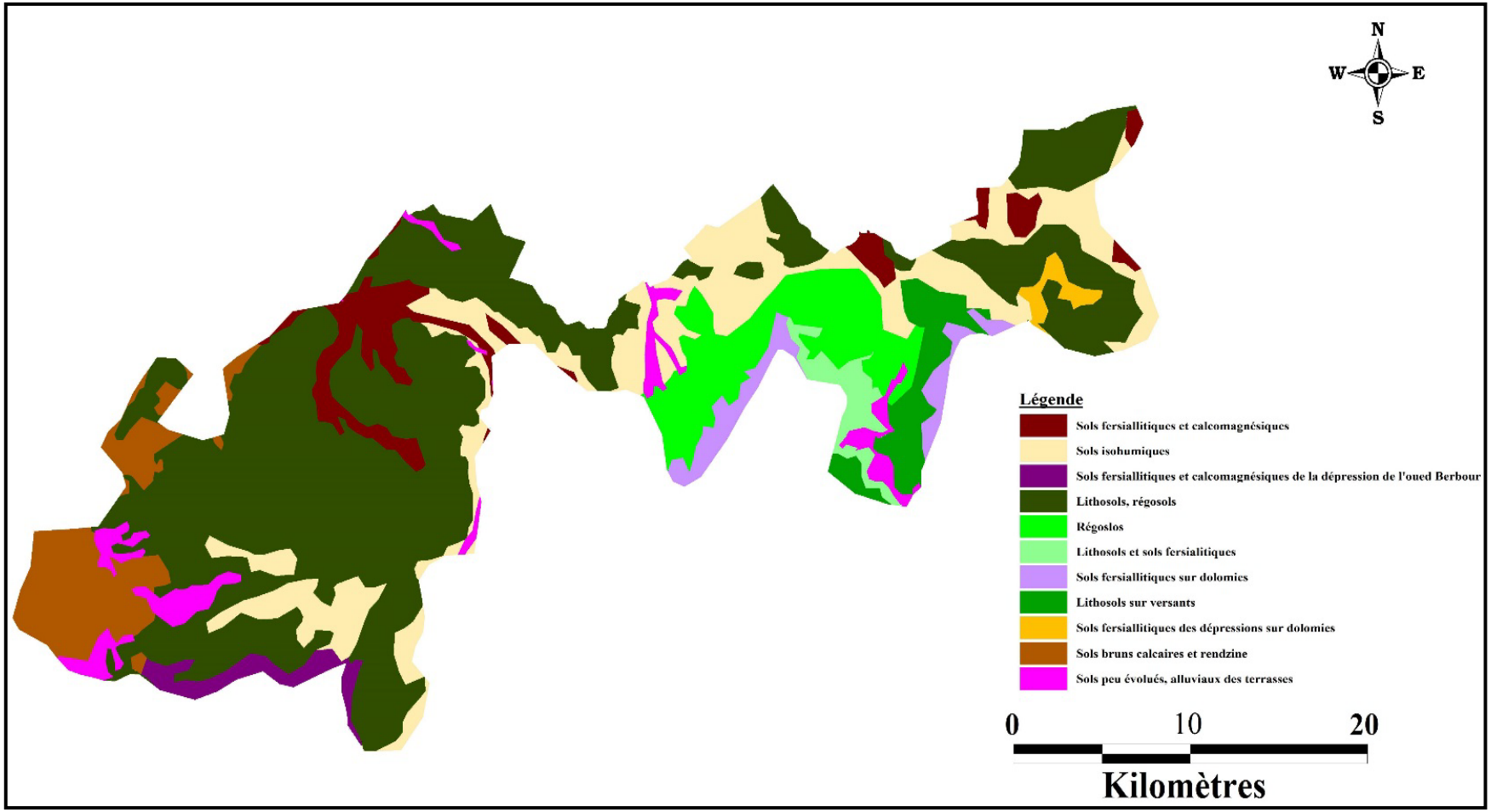


Figure 23 : Carte des sols des monts de Saida
(SATEC, 1976 modifiée)

D'une manière générale les principaux types de sols rencontrés au niveau des monts de Saida peuvent être résumés comme suit :

Sols alluviaux : ils comprennent les sols alluviaux de plaine ou de terrasse alluviale et les sols alluviaux de lits d'oueds.

Sols bruns : parmi ces sols, on distingue les sols bruns calcaires largement étendu au nord des monts de Saida.

Sols bruns rouges : parmi ces sols on distingue les sols brun rouges à horizon humifère, les sols bruns rouges méditerranéens à texture légère.

Les lithosols : sont assez étendus et se retrouvent sur presque tous les versants dénudés. Ils sont peu épais (moins de 20 cm généralement) et très morcelés.

Autres sols :

Sols calcaires : Formés sur des roches calcaires plus ou moins compactes, ils contiennent une certaine proportion de matière organique qui permet de les diviser en deux sous -type selon l'importance de cet élément. Les zones où ces sols dominent sont le plus souvent caillouteuses, des bancs de roc apparaissent sur les crêtes. C'est des terrains le plus souvent légers, perméables, à humus peu abondant se transformant assez rapidement. Ces sols se caractérisent par la présence de calcaire à un taux en liaison avec la nature de la roche-mère, un horizon superficiel toujours moins riche en calcaire que l'horizon sous-jacent, une teneur en argile diminue en profondeur et la présence généralement d'un seul horizon différencié.

Sols rouges : On distingue trois types caractérisés généralement par une richesse en fer libre, une texture argilo-limoneuse et une friabilité :

- terra rossa non calcaire (Ca CO3 inférieur à 1 %),
- terra rossa peu calcaire (Ca CO3 inférieur à 10 %),
- rendzines rouges.

La formation des terres rouge se rencontrant dans les régions karstiques (calcaire cristallin et dolomie), c'est des paléosols ayant pris naissance à la fin du tertiaire et ayant poursuivi leur formation au début du quaternaire.

En ce temps les processus sur la pédologie étaient gouvernés par le climat tropical. A ce sujet Durand (1954) soulignait : " les terra rossa servent de roche mère aux sols actuels qui peuvent être calcaires, insaturés, solonetziques et même podzoliques".

Pour les rendzines rouges Alcaraz en 1982 note : Qu'elles proviennent d'un remaniement de terra rossa et de fragments de roches calcaires. Elles ont pris naissance sur des sols calcifères

tendres, comme les marnes, par un processus identique à celui qui a donné naissance aux terra rossa. Les rendzines rouges se caractérisent également par le fait que l'horizon superficiel est plus riche en calcaire que les horizons sous-jacents, mais moins riche en cet élément que la roche mère."

Sols calciques : Ce type de sol n'est que rarement colonisé dans notre zone par des formations forestières.

1.1.1. La répartition des sols

La répartition des sols obéit aux conditions générales qui régissent le milieu naturel. Orographie, lithologie, occupation du sol et climat agissent ensemble tant dans l'évolution des sols que dans leur extension spatiale. Une plus grande diversité de sols se trouve dans la partie Nord des monts de Saida **(**Conservation des forêts de Saida, 2007).

1.1.1.1. Les sols de plaines et vallées :

Dans les petites plaines du nord du massif et les vallées plus au mois encaissés (Tifrit) les sols alluviaux sont dominants et occupent les parties basses et planes. Ils sont quelque fois associés à des sols bruns rouges méditerranéens à texture légère ou encore des sols bruns ou des lithosols, qui les surplombent à partir des collines douces. Ces sols constituent le meilleur potentiel et acceptent une grande diversité des cultures, notamment les cultures irriguées à cause d'un drainage naturel satisfaisant, dans les vallées en l'occurrence.

1.1.1.2. Les sols de montagne :

La plus grande partie des sols cités précédemment se retrouve en milieu montagneux. Cependant, il y a un ordonnancement naturel dans leur répartition, du encore à leur condition de développement. Sur les hauts versants quand la végétation naturelle offre une bonne couverture et de bonnes conditions pédogénétiques (cas des forêts dense au Nord) s'installent les rendzines. Une fois cette végétation naturelle dégradée la place est laissée à des rendzines dégradées.

1.2. Ressources hydriques

Tout d'abord, il faut rappeler que les ressources en eau terrestres sont alimentées par les précipitations, qu'elles soient sous forme liquide (gouttelettes d'eau des pluies, de bruine), solide (cristaux de neige ou de glace) ou de mélange des deux (pluies verglaçantes). Ces précipitations constituent une donnée d'entrée principale dans le bilan hydrique qui est calculé pour de nombreuses raisons : l'hydrologie, l'agronomie, l'aménagement du territoire etc. L'analyse du bilan hydrique d'une zone permet de déterminer la part des pluies efficaces qui alimenteraient les réserves utiles des sols pour l'alimentation directe des plantes, ainsi que les

réserves des sous-sols par infiltration et notamment des nappes. D'un autre côté, le déficit pluviométrique a des effets directs sur les débits des cours d'eau. Ceci provoque des périodes d'étiage pouvant durer jusqu'à plusieurs mois et donner une situation de pénurie.

Partout dans le monde, les ressources en eau disponibles s'amenuisent en raison des activités humaines et de facteurs naturels. Même si la population a pris davantage conscience au cours des dix dernières années de la nécessité de mieux gérer et protéger l'eau, les critères économiques et les considérations politiques ont toujours tendance à déterminer la politique de l'eau à tous les niveaux. La recherche scientifique et les meilleures pratiques ne reçoivent que très rarement une attention suffisante.

1.2.1. Présentation du bassin Versant

Le secteur étudié du bassin versant est limité au sud par le plateau calcaire d'Ain El Hadjar au Nord par la vallée de l'Oued Saida, à L'Est par la dépression des Hassasnas et à l'Ouest par le Djebel Abdelkrim et son prolongement. Le bassin versant totalisant une superficie de l'ordre de 517,18 Km2.

Vue leur position géographique défavorable aux précipitations, les monts de Saida ne reçoivent en moyenne qu'une quantité insuffisante en eau. Elle ne dépasse que rarement les 400 mm par an. De plus, elle est très mal repartie dans l'espace et dans le temps. Ayant toujours représenté un enjeu pour la zone d'étude depuis plusieurs décennies, l'eau continue à s'imposer comme une priorité d'actualité indiscutable et une problématique pour l'aménagement de son territoire .Elle demeure pour l'heure un de ses défis majeurs et un facteur sensible et limitant.

L'écoulement des eaux se fait au niveau des monts de Saïda (surtout la partie nord) dans le milieu montagneux et le régime hydrographique est de type endoréique

Les monts de Saida sont caractérisés par une ressource en eau souterraine moyenne, un accès limité à ses ressources de surface. La répartition des ressources en eau des monts de Saida est difficilement maîtrisable. La connaissance des volumes d'eau ruisselés ou infiltrés dans le sol dépend de plusieurs facteurs variable et complexes (pente, perméabilité du sol, la densité du couvert végétal, la structure géologique du sol, l'évaporation etc.).

Parmi les spécificités des monts de Saida, il y a lieu de signaler la particularité de son potentiel hydrique qui présente des caractéristiques thermales se manifestant à travers les stations de Hammam Rabbi, de Sidi Aissa, ainsi que minérales et dont la réputation est bien connue sous l'appellation des «eaux minérales de Saida». La nappe des eaux minérale de Saida a longtemps alimenté la ville de Saida et Rebahia.

1.2.1.1. Ressources en eaux souterraines :

Les monts de Saida sont limités par la Plaine de Ghriss au Nord, les Monts de Tiaret à l'Est, les Monts de Daïa à l'Ouest et le bassin du Chott Chergui au Sud. Ils renferment une nappe aquifère qui présentent un intérêt hydrogéologique certains, il s'agit de la vallée de l'Oued Saida qui est une nappe superficielle généralement libre, située dans les horizons supérieurs de la formation de Saida et les dépôts plio-quaternaires (sables argileux, argiles calcaires et conglomérats). D'une épaisseur de 10 à 15 mètres, la nappe renferme un potentiel de l'ordre de 5 hm3/an et couvre une superficie de 228 km^2. Les Monts de Saida délimitent des formations hydrogéologiques complexes renferment une avancée de la nappe du Djebel Remailia dans la zone de Youb, qui est contenue en grande partie dans la wilaya de Sidi Bel Abbès.

En matière de ressources hydriques c'est le bassin versant de l'oued Saida qui draine le maximum de ressources mobilisables et souterraines, la carte établie par Boudjemaa (2010) en donne un aperçu.

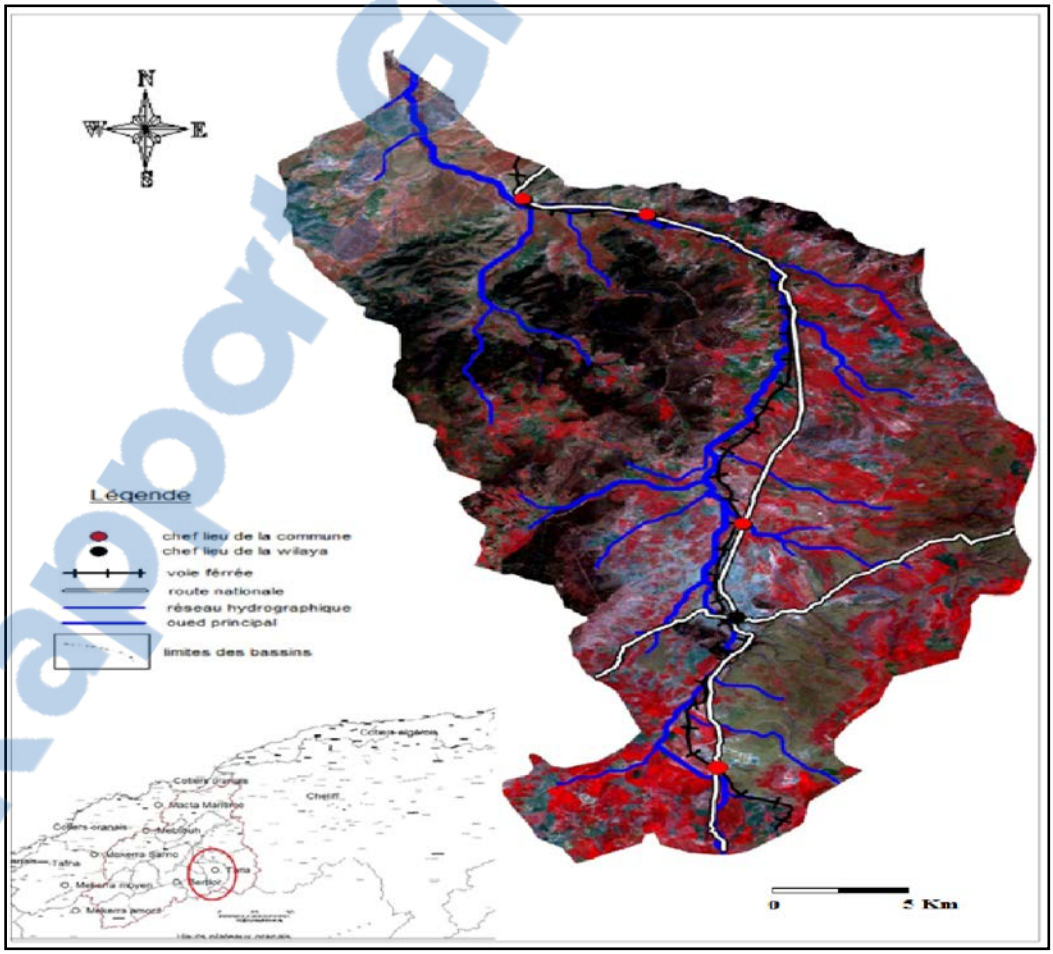


Figure 24 : Localisation du bassin versant de l'oued Saïda (Landsat 2009)

C'est une nappe profonde encore peu méconnue d'une capacité variable estimée entre 3 et 8,80 hm^3/an, et qui reste accessible dans la zone Est de la wilaya de Saida. (A.N.R.H., 2010). Ces nappes s'inscrivent dans leur contexte hydrogéologique en rapport avec le cadre physique et hydrographique qui caractérise la zone d'étude et qui délimite ainsi par une zone orientée vers le Nord et bien distincte par leur environnement et leur configuration naturelle détient un potentiel en ressource en eau souterraine de l'ordre de 46,50 à 63,80 hm3/an emmagasiné dans trois formations aquifères suivantes : la nappe de la plaine de Saida est une nappe profonde d'une superficie de 2246 km2 et d'une capacité de 38,50 à 50 hm3/an ; la nappe de la vallée de l'Oued Saida est une nappe phréatique d'une superficie de 228 km2 et d'une capacité de 5 hm3/an et la nappe de djebel Rémailia est une nappe profonde encore peu méconnue d'une capacité variable estimée entre 3 et 8,80 hm3/an, située en grande partie dans la wilaya de Sidi Bel Abbes, et qui reste accessible dans la zone Est de la wilaya de Saida.

1.2.1.2. Ressources en eaux superficielles : réseau hydrographique et sous bassins versants

En raison de l'absence d'un réseau de mesures hydrométriques et de l'insuffisance des stations de jaugeage, l'évaluation de la ressource en eaux superficielles est confrontée au problème de sa quantification précise.

Ces ressources superficielles, sujettes depuis plus de deux décennies à des variations fluctuantes, appellent une actualisation à la baisse de leur évaluation grâce à un réseau d'observation et de jaugeage normalisé et plus dense pour une meilleure évaluation des écoulements. Le réseau hydrographique des monts de Saida est structuré par deux grands bassins versants : le premier espace, tourné vers le Nord, est la partie septentrionale de la wilaya de Saida qui occupe 53,45% de sa superficie et correspond à la partie amont du bassin supérieur de l'Oued El Hammam du grand bassin de la Macta qui se déversent dans la wilaya de Mascara et alimentent les barrages de Ouizert ,à partir l' Oued Saida et des affluents de l'Oued Taria, qui s'écoule à la fin vers la mer, en épousant l'orientation de ses vallées, limité au Nord par des sous bassins qui rassemblent les apports de l'Oued Berbour, de l'Oued Hounet, de l'Oued Saida et des oueds qui rejoignent l'Oued Taria.

Tableau 22: Caractéristiques et délimitation des nappes par rapport aux communes (Source : A.N.R.H., 2010).

Code BV	Communes	Nom de la nappe	Nature de la nappe	Nature géologique	Potentialités hm^3/an
11.11	Saida, Sidi Amar, Ouled khaled	Vallée de l'oued Saida	Libre	Dépôt de sable argileux, argileux calcaire	5
11.11 11.12 11.13	Saida, Sidi Amar, Sidi Boubkeur, Doui Thabet, Ouled Khaled, Ain Soltane, Ouled Brahim.	Plaine de Saida	Libre et captive	Sédiments carbonatés	38.50 à 50
11.08	Youb,	Djebel Remailia	Libre et captive	Calcaire, Grés	3 à 8.80

Le deuxième espace, c'est en amont du Bassin Mina – Chéliff ne représente qu'une superficie de l'ordre de 380 km^2 correspondant aux versants Nord-Est des Monts de Saida ou l'oued Takhemareth et d'autres oueds secondaires y prennent leurs sources avant de s'écouler dans la wilaya de Tiaret.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

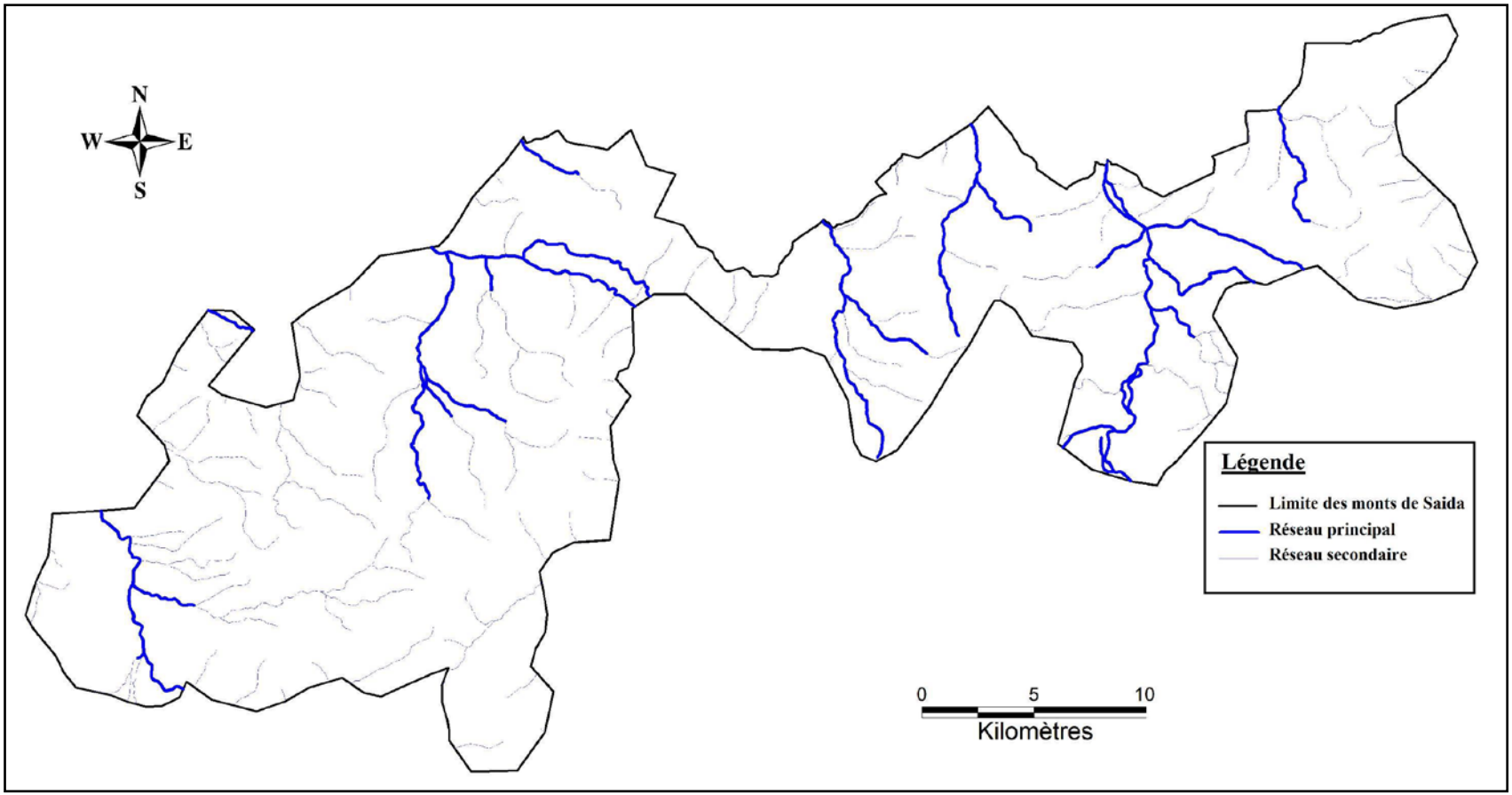


Figure 25 : Réseaux hydrographique des monts de Saida
(Réalisée à partir du MNT par River Tools)

1.2.2. La répartition de l'eau

La disponibilité en eau de la wilaya est en moyenne de l'ordre 230 m3 / habitant, soit un ratio inférieur de 47 % à la moyenne nationale 430 m3 / habitant. Ce ratio confirme la rareté de l'eau dans la wilaya. Bien que dotée en ressources hydriques importante par la nappe du Chott chergui, la zone connaît une situation préoccupante.

La carence d'études constitue une tare de taille dans l'ensemble du territoire de la wilaya, qui se justifie par la méconnaissance des ressources potentielles souterraines non explorées jusqu'à ce jour sur toute une partie importante de la wilaya. En effet selon la direction de l'hydraulique, 1982 ; seul 26,000 Km² sont exploré sur les 106.000 Km² posant des difficultés quant à la recherche et la mobilisation de la ressource. Il est important de noter que les ressources superficielles ne sont pas mobilisées malgré un apport pluviométrique annuel de l'ordre de 20.000 millions de mètre cube et seules les ressources souterraines couvrent actuellement les besoins de l'ordre de 200 millions de mètres cube par an. (Labani, 2005)

L'épuisement à l'étiage des oueds permanents (Oued Saida, Oued Berbour / Hounet, Oued Sefioun, Oued Mimoun et oued Tifrit) et le tarissement de nombreuses sources engendrent la diminution de plus de la moitié des débits des sources récapituler dans le tableau suivant :

Tableau 23: Evolution des débits de quelques sources

Source	Débit initial (l/s)	Débit actuel (l/s)
Ain Zerga	170	55
Ain Soltane	40	15
Oum Rekhail	30	15
Ain Tebouda	30	00
Poirier	60	20

Le rabattement de la nappe dans l'ensemble des forages implantés dans la vallée de l'oued Saida, dont la plupart a perdu leur artésianisme. Cet épuisement constant des nappes est traduit par le graphe suivant :

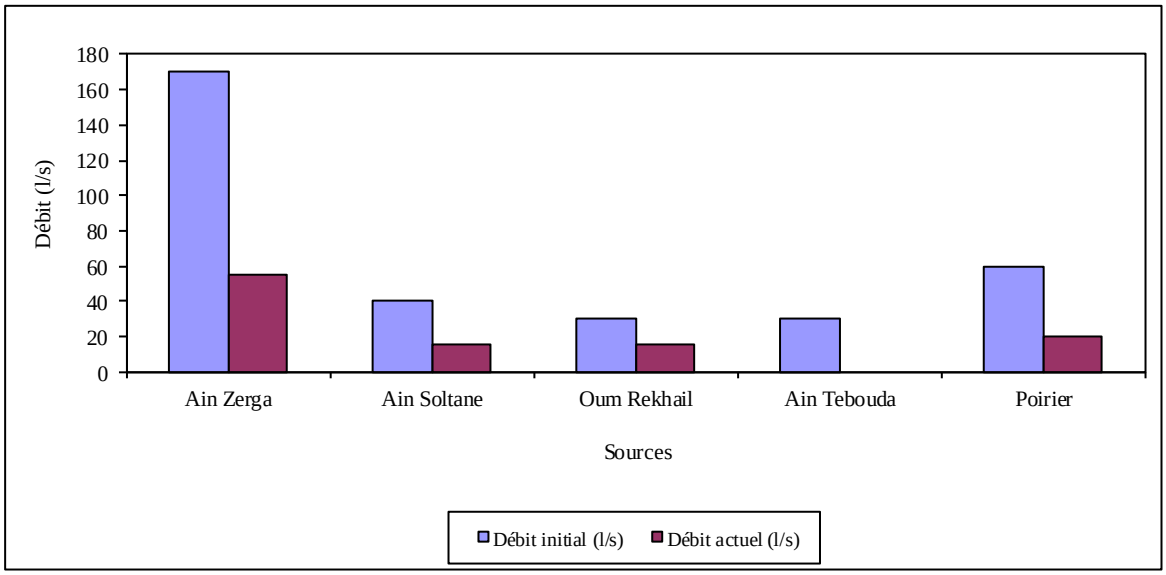


Figure 26 : Evolution du débit de quelques sources

Compte tenue de l'absence de mobilisation des eaux des bassins versants, le réseau hydrographique est peu profitable pour la wilaya de Saida, dont les écoulements contribuent à l'alimentation des barrages situées à l'aval (Ouizert wilaya de Mascara et Sidi M'Hamed Benaouda dans la wilaya de Relizane) (Labani, 2005).

1.3. Ressources végétales pérennes

La végétation constitue un élément important du milieu physique, c'est la réponse des conditions du milieu. D'ailleurs elle n'est que le reflet de la qualité du sol et bien sûr du climat (Benabdelli, 1996). Sujet assez vaste et partiellement connu, il sera fait allusion beaucoup plus dans le cadre de cette étude à la végétation forestière avec ses caractéristiques floristiques.

La flore nord-africaine est très proche de celle du domaine méditerranéen d'Europe avec cependant un caractère nettement xérothermique. A ce sujet Boudy (1948) notait « en Algérie, Tunisie on compte 3 000 espèces végétales dont 1 900 se retrouvent en Espagne, 1600 en Italie, 1500 en France avec 700 endémiques ».

En Afrique du nord on compte 270 espèces ligneuses dont 68 essences forestières : 17 principales ou sociales et 51 subordonnées. Les essences principales sont des arbres de première grandeur constituant des peuplements purs ou en mélange.

Un recensement des espèces principales et subordonnées, en reprenant les termes de Boudy (1948), en Oranie donne la liste suivante :

Espèces principales : *Pinus halapensis, Quercus suber, Quercus faginea, Pinus pinaster, Quercus coccifera, Quercus rotondifolia, Teraclinis articulata,*

Espèces subordonnées : *Juniperus oxycedrus, Laurus nobilis, Prunus avium, Arbutus unedo, Erica arborea, Phyllyrea angustifolia, Olea europea, Rhus pentaphylla, Pistacia lentiscus, Pistacia therebentus, Ilex aquifolium, Acer campestris*

Les principales plantes ligneuses de l'Oranie ont été répertoriées puis classées selon d'abord les aspects botaniques puis physionomiques. C'est surtout sur les groupements climaciques que les travaux se sont le plus concentrés.

Les formations actuelles ne peuvent que représenter les grandes lignes, cependant mêmes modifiées et perturbées, elles gardent un aspect indicateur important pour la reconstitution de la végétation.

Pour les monts de Saida se distinguent par secteur forestier qui englobe au Nord- Ouest les massifs forestiers de de Djbel El Assa, au centre celles de Djebel Tafidount, et Djbel Kodjel, au Nord celle de Djbel belhadja, et au Nord-Est celles de Djbel Mekhnez.

1.3.1. Aspects floristiques :

L'espace forestier dans sa composition floristique et sa physionomie laisse apparaître une dominance de groupements à pin d'Alep (*Pinetum halepensis*), associées soit au chêne vert (*Quercus rotundifolia*) soit au thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata)* avec un cortège floristique caractéristique de l'étage bioclimatique semi-aride, rencontré dans la forêt de Balloul (Terras, 2011) comme le *Juniperus oxycedrus* et le *Quercus coccifera* et des groupements et associations végétales ligneuses dominantes que sont le *Quecetum illicis* et *Phillyrea angustifolia* avec une strate sous arbustive tel que *Ampelodesma mauritanica, Stipa tenacissima, Genista tricupidata, Asparagus acutifolius* L, et la strate herbacée d'*Hordeum murinum, Urginea fugax MORIS, Reseda alba L.*

La structure et la composition restent très proches de toutes les formations forestières de la région caractérisées par un recouvrement global peu important, de l'ordre de 4 à 50% avec une densité moyenne à claire.

Le cortège floristique est diversifié en espèces dans la strate arbustive et sous arbustive adaptées aux conditions du milieu et résistantes de par leur faculté de rejeter de souche.

Le lentisque (*Pistacia lentiscus*), la filaire (*Phillyrea angustifolia*), les genêts (*Genista tricuspidata et ericoides*), le romarin (*Rosmarinus tournefortii*) et d'autres espèces dominent en sous-bois.

CHAPITRE IV :

LES CAUSES DE DÉGRADATION DES RESSOURCES NATURELLES

1. Les causes de dégradation des ressources naturelles

1.1. Causes de dégradation de la végétation pérenne

La régression souvent alarmante des espaces forestiers semi-aride, qui pourtant renferment des potentialités forestières et pastorales, nous incite à concevoir et finaliser des projets de restauration des écosystèmes. En effet la stabilité et la productivité des écosystèmes doivent obligatoirement être basées sur la composante écologique en vue de leur gestion durable. (Leutreuch-Belarouci, 2001).

Au rythme actuel de destruction du patrimoine végétal par les incendies, dans un siècle au plus la couverture végétale forestière sera anéantie. Annuellement les feux de forêts détruisent en moyenne près de 2 % de la surface forestière nationale alors que les reboisements ne sont que de l'ordre de 1 % soit une perte de l'ordre de 15.000 hectares par an, en supposant que tous les reboisements réussissent mais ce n'est malheureusement pas le cas. (Benabdeli, 1996).

L'état de dégradation avancé des formations forestières due essentiellement aux pacages et à la forte et intense fréquence des incendies permanents et répétés limite une exploitation rentable économiquement sans perturber les objectifs écologiques qui restent prioritaires dans cette zone menacée par l'érosion, l'ensablement et la désertification.

Dans cette zone, les terres forestières représentent 174361 ha soit 26,17% de la superficie totale (BNEDER, 2005).

La fréquence et l'intensité des incendies de 1994 à 1998 sont inquiétantes, selon Le BNEDER (1990) : les incendies de 1972 à 1977 montrent que les superficies touchées par le feu représentent 4067 hectares. Le nombre total des incendies a été de 50, ce qui représente une superficie moyenne sur 6 ans de 81 ha/an. Le nombre moyen annuel était d'environ 08 incendies. Les statistiques concernant la décennie 1980-1990 portaient sur une surface de 4690 ha, soit une moyenne annuelle de 469 ha.

Les incendies de forêts sont les plus importants par rapport aux feux de broussailles et alfa, ils représentaient 81% de la superficie totale. Les bilans établis font état d'une perte moyenne annuelle sur dix ans de la forêt de la wilaya de Saida est estimée à 2265,74 ha (annexe 4). Cela veut dire que si les mesures appropriées ne sont pas prises, à ce rythme la wilaya de Saida risque de perdre sa forêt en moins d'un siècle exactement 76 ans (Terras, 2011).

1.1.1. Le parcours et pâturage

Comme l'a souligné Benabdeli (1996) : «L'un des plus importants facteurs de dégradation de toutes les formations végétales forestières est le parcours qui a été, depuis que l'homme a

pratiqué l'élevage pour sa nourriture et sa survie, un point de discorde entre l'éleveur et le forestier. Les populations riveraines vivant en permanence au contact de la forêt utilisent encore de nos jours des méthodes traditionnelles de conduite des troupeaux ».

Selon le même auteur, l'élevage est une entrave au développement des secteurs agricoles et forestier, car c'est dans ces espaces qu'une partie du déficit sera prélevée. Une transformation de surfaces céréalières en terrains de parcours avant la floraison et l'épiaison est une pratique courante

L'impact socio-économique sur la structure agraire n'est nullement pris en charge, l'accroissement permanent des troupeaux impose une pression sur les espaces forestier et agraire qui sont considérés comme appoint. La gestion de l'espace et des troupeaux n'obéit à aucune approche socio-économique (Benabdeli, 1998). Les ressources fourragères de la zone n'arrivent pas à satisfaire les besoins alimentaires de l'énorme cheptel qu'elle abrite. Qui est de 235702 têtes ovines, 5278 têtes bovines (DSA, 2012), il reste à signaler que ces chiffres ne peuvent absolument pas refléter la réalité, car ils sont, sans doute beaucoup plus élevés. La charge pastorale est beaucoup plus élevée et les animaux sont obligés de pâturer hors parcours, surtout dans les forêts domaniales.

Dans la wilaya, surtout dans les monts de Saida, l'importance du troupeau l'amène obligatoirement à dégrader les formations forestières, et à endommager les jeunes plantations.

Les principales causes de la confrontation entre élevage et préservation des écosystèmes naturels et modifiés se résument à :

- Une absence d'association agriculture élevage ;
- Une mauvaise maîtrise de la conduite des troupeaux ;
- Une méconnaissance des possibilités fourragères ;
- Une utilisation irréfléchie de tous les espaces productifs tant naturels qu'artificiels. (Benabdeli, 2000).

L'état de dégradation avancé des formations forestières est due essentiellement aux pacage et à la forte et intense fréquence des incendies.

Résistance des espèces

Classement des espèces ligneuses selon leur degré de dégradation par le pâturage (Benabdeli, 1996a).

Strates	Espèce	Observation
Arborée	*Quercus rotundifolia*	Faiblement dégradée
	Juniperus oxycedrus	Très faiblement dégradée
	Ceratonia silica	Faiblement dégradée
	Quercus suber	Fortement dégradée
	Quercus faginea	Moyennement dégradée
Arbustive	*Quercus rotundifolia*	Moyennement dégradée
	Pistacia lentiscus	Faiblement dégradée
	Quercus coccifera	Fortement dégradée
	Phillyrea angustifolia	Faiblement dégradée
	Arbutus unedo	Fortement dégradée
Buissonnante	*Stipa tenacissima*	Fortement dégradée
	Ampelodesma mauritanica	Moyennement dégradée
	Calicotome villosa	Non dégradée
	Genista quadriflora	Non dégradée

1.1.2. Les défrichements

Les défrichements ont ouvert de larges clairières et, dès 1936, les grands bois ne représentaient guère plus de 6 % de la superficie totale, le maquis 20 %, la brousse 25 %, les terrains de parcours et de cultures 49 % soit 5000 hectares. (Bayle, 1981).

Tableau 24 : le pourcentage du troupeau par zone en fonction du pourcentage de superficie boisée.

Zones	% superficie boisée de la wilaya	% du troupeau total wilaya
Plateaux vallées du Nord-Est : Balloul, Ain Soltane	4,35	9,2
Vallée Saida : Saida, Rebahaia, Sidi Amar, Sidi Boubekeur	10,5	12,5
Causses Est : Tircine,	19,4	15,3

Source : DSA (2003) in Labani 2005

1.1.3. Action des incendies

L'homme brûle la forêt méditerranéenne "depuis plus de 4000 ans" à la recherche des meilleurs pâturages et des terres de culture. Il en brûle actuellement en moyenne 200.000 ha par an (Vernet, 1997). Le feu constitue selon Nahal (1975), l'ennemi numéro un de la forêt, les incendies répétés détériorent la forêt et provoquent sa dégradation jusqu'à la disparition

Rapport-Gratuit.com

totale du manteau forestier et du sol. Les risques d'incendies et les ravages du feu sont d'autant plus grands que la saison sèche est plus longue et que la végétation est plus sensible et inflammable.

Selon Trabaud (1992), le feu reste paradoxalement, dans les régions semi-arides et arides, une cause relativement faible à la régression forestière bien que certains incendies manifestement volontaires pourraient avoir localement des conséquences dramatiques, c'est en fait dans les régions récemment affectées par un afflux humain estival.

En 1847, la forêt occupait encore 15000 hectares mais elle a été attaquée depuis par les incendies accidentels et l'ancienne pratique de la culture sur brûlis. (Bayle, 1981)

La régression souvent alarmante des espaces forestiers semi-aride, qui pourtant renferment des potentialités forestières et pastorales, nous incite à concevoir et finaliser des projets de restauration des écosystèmes. En effet la stabilité et la productivité des écosystèmes doivent obligatoirement être basées sur la composante écologique en vue de leur gestion durable. (Letreuch-Belarouci, 2000)

Au rythme actuel de destruction du patrimoine végétal par les incendies, dans un siècle au plus la couverture végétale forestière sera anéantie.

Annuellement les feux de forêts détruisent en moyenne près de 2 % de la surface forestière nationale alors que les reboisements ne sont que de l'ordre de 1 % soit une perte de l'ordre de 15000 hectares par an, en supposant que tous les reboisements réussissent mais ce n'est malheureusement pas le cas. (Benabdeli, 1996).

Chaque année des incendies très importants sont enregistrés. Ces incendies constituent actuellement un des fléaux les plus dévastateurs de notre patrimoine forestier.

Tableau 25: Bilan des incendies de forêts dans les communes des Monts de Saida (1988-2009).

Année	Balloul	Tircine	Ain soltane	Doui thabet	Sidi Boubkeur	Sidi Amar	Ouled Khaled	Youb
1988	-	-	-	-	-	73	-	-
1989	-	-	-	-	-	-	-	-
1990	-	-	-	-	-	-	2	-
1991	-	-	2		0,5	0,7	-	-
1992	5	75,5	140	102,6	2,09	0,24	-	-
1993	-	1,005	-	32,06		0,006	-	0,8
1994	-	-	-	650	1070	-	-	170
1995	-	-	-	-	500	-	-	110
1996	-	-	-	1,5	-	350	-	3
1997	-	-	-	76,5	6	-	-	405
1998	72	-	10,5	1213	817	-	120	488
1999	-	-	-	6	30	-	-	7
2000	-	-	15	-	4	4	8	-
2001	-	-	-	-	13,5	15	4,5	110
2002	2	-	-	-	0,5	-	3	-
2003	7,5	13	15	61	23	64,75	4,25	70
2004	10	-	-	2,75	-	-	2,75	10
2005	-	6	11	15,5	-	3,25	2,15	85
2006	-	-	5	0,05	10,5	35,09	6,88	0,01
2007	10,5	2,25	9,75	0,2	-	-	8	1,41
2008	-	-	-	-	19,6	-	0,63	14,8
2009	-	60	-	1,5	70,17	-	0,5	3
Total	107	157,8	208,3	2163	2567	546	162,7	1478

Cette situation est due en partie :

1- Aux conditions météorologiques très favorables à l'éclosion des incendies caractérisées par des vents dominants du Sud assez violents (Sirocco) qui souffle 30 à 40 jours pendant la période estivale.

2- La nature des peuplements composés essentiellement par des essences résineuses (Pin d'Alep, Genévrier, Thuya) très inflammables.

Les statistiques relevées auprès de la conservation des forêts sur 20 ans (1988-2009) montrent que les superficies des communes des monts de Saida parcourues par le feu sont d'environ 6830,22 ha au total avec une moyenne 569 ha/an. 1998 est l'année où l'on a enregistré plus de dégâts 2720 ha surtout pour la commune de Doui Thabet (1213 ha) et Youb (488).

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

1.2. Causes de dégradation des ressources hydriques

La problématique de l'eau est d'ordre socio-économique et écologique surtout, étant un élément naturel dont le cycle est tributaire de conditions écologiques souvent perturbées par les activités humaines (Benabdeli, 1995).

Tous les programmes de gestion des eaux et de protection des eaux et des sols se sont soldés par un faible taux de réalisation, un éparpillement des actions et une absence de coordination. L'échec sur le plan technique et socio-économique de toutes les actions entreprises a entravé le concept de mise en valeur dans son aspect global. L'occupation actuelle des sols témoigne d'une inadéquation entre les potentialités naturelles de l'espace et l'usage qui en est fait se traduisant par un impact sur le milieu.

L'eau minérale de Saida considérée comme une ressource économique et écologique faiblement renouvelable véritable patrimoine nationale selon l'amical Saidéen « les analyses ont révélé que la qualité des eaux de Saida étaient supérieure à celle d'Evain » , sujette à une exploitation intense et à une agression imposée par les activités agricoles et industrielles.

L'exploitation des cartes de vulnérabilité qui font une synthèse des connaissances lithologique, structurales et hydrogéologiques d'une région, elles identifient les secteurs où le risque de contamination des eaux souterraines est le plus important. Les cartes de vulnérabilité sont donc des outils précieux pour gérer et aménager un territoire avec l'objectif de protéger les ressources en eaux souterraines et de prévenir leur contamination.

La vulnérabilité s'exprime par des cartes dressées à différentes échelles, ces cartes doivent répondre à deux préoccupations principales :

- La prévention par la localisation des zones sensibles dans lesquelles une pollution peut affecter gravement l'eau souterraine.
- La protection par mise en place d'aménagements spéciaux (étanchéité des stockages et de la canalisation, etc...), de périmètres de protection des eaux souterraines captées et des réseaux de qualité.

En Algérie, la vulnérabilité aux Changements Climatiques s'exprime à travers plusieurs aspects, dont nous citons :

- La rareté des ressources établie par le stress hydrique que connaît le pays [seuil de rareté fixé par la Banque Mondiale à 1000 m3/hab/an2 et est équivalent à 600m3/ha/an],

- La demande en croissance permanente en eau potable, en eau agricole et en eau industrielle, générée par une démographie et un développement industriel sans cesse croissants.

- La diminution probable des écoulements des eaux, vu que dès lors, les hauts plateaux et les régions sahariennes qui occupent une grande partie du territoire national (93%) ne reçoivent que 10% de l'écoulement total en Algérie, évalué à 12.4 milliards de m3.
- L'évaporation des eaux de surface, d'où l'augmentation de la demande en eaux souterraines. La vulnérabilité des eaux de surface peut se traduire également en cas d'augmentation de la température à leur réchauffement d'où la réduction de leur capacité à de biodégrader certains polluants entrainant une baisse de la qualité.
- La dégradation de l'infrastructure hydraulique, vu l'absence fréquente du couvert végétal des bassins versants. Une dégradation rapide des infrastructures hydrauliques vu les rejets de pollution d'origine urbaine et industrielle et la qualité médiocre de gestion technique des ouvrages provoque des pertes énormes d'eaux.
- Les inondations et divers phénomènes extrêmes, qui ont d'ores et déjà touché plusieurs parties du territoire national, dont nous rappelons les inondations de Beb El Oued à Alger (mai 2001), ainsi que d'autres au Sud du pays (Tamanrasset, Ain Guezzam, Ghardaïa…).
- Les menaces aux zones humides, malgré leur importance dans les processus vitaux et l'accueil de poissons et oiseaux migrants, de nombreuses menaces pèsent sur ces zones, tel le pompage excessif, construction irréfléchie de barrages qui drainent au profit de l'agriculture. L'assèchement des deux grandes zones humides, il y a un peu plus d'un siècle, en l'occurrence le lac Fetzara à Annaba et le lac Halloula à Tipaza a conduit à la disparition de 7 ou 8 espèces d'oiseaux qui y nichaient.

En Algérie, des pratiques d'adaptation sont déjà utilisées, car les épisodes de sécheresse, d'inondations, d'augmentation anormale de température de l'air se manifestent continuellement. Ces actions, doivent être intégrées dans une politique globale d'adaptation du pays, du fait que les initiatives d'adaptation qui seront prises dans ce secteur auront des conséquences importantes dans plusieurs autres secteurs.

1.2.1. Méthodes d'évaluation de la vulnérabilité

Les premiers efforts, visant à caractériser la vulnérabilité des aquifères, furent tentés par les chercheurs français au début des années soixante-dix. Depuis, la recherche n'a cessé de progresser dans le domaine de caractérisation et d'évaluation de la vulnérabilité donnant naissance à des méthodologies très diversifiées du point de vue de leurs fondement et leurs applications. (Bekkoussa, 2002 in Boudjemaa, 2011)

1.3. Causes de dégradation des sols

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.

Selon (Aubert, 1951 ; Nahal, 1975), la disparition progressive du couvert végétal conduit :

- A 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 ;
- A une diminution de l'efficacité de la pluie dans la recharge des réserves en eau du sol ;
- A une augmentation du ruissellement qui entraîne les graines des espèces végétales loin de la zone ;
- A une mauvaise économie de l'eau du sol au cours de l'année (augmentation de l'évaporation, absence du mulch) ;
- A une érosion hydrique accrue ;

La dégradation des sols qui accompagne habituellement la dégradation du couvert végétal peut être de trois types différents (RIQUIER, 1978 in BAUMER, 1987) :

- Dégradation physique : perte de structure, encroûtement, colmatage réduction de la perméabilité, baise 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.

CHAPITRE V :

IMPACT DES PRESSIONS ANTHROPOZOOGÈNES ET CLIMATIQUES

1. Impact sur la végétation pérenne :

1.1. Dynamique spatio-temporelles des ressources naturelles végétales pérennes :

L'étude comparative dans le temps de l'occupation du sol des différentes formations végétales permet d'identifier les processus surtout quantitatifs de dégradation des formations forestières qui constituent l'élément déterminant dans les ressources naturelles. La couverture végétale pérenne est garante d'une gestion durable des ressources hydriques (cycle de l'eau) et des ressources édaphiques (matière organique, cycles biogéochimiques).

1.2. Apport de la télédétection à la cartographie de l'occupation du sol et l'état actuel des ressources naturelles dans les monts de Saïda.

1.2.1. Définition de la télédétection

La télédétection est l'une des techniques les plus utilisées dans les différentes recherches et études sur les milieux arides et semi-arides pour l'analyse du changement et la classification d'occupation du sol (Tucker et al., 1986). Ferdinand (1996) l'a définie comme « l'ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, sans contacts matériels avec ceux-ci ». L'image satellite est une image numérique, c'est-à-dire un assemblage de pixels, ou surfaces élémentaires, référencés en ligne et colonnes formant un maillage régulier de la surface totale balayée par le capteur. Chaque pixel' contient une somme d'informations codées par les valeurs des comptes radiométriques et les coordonnées en pixels. (Benmessaoud, 2009)

La définition élaborée par la commission ministérielle canadienne de Terminologie de la Télédétection Aérospatiale publiée au Journal Officiel canadienne le 11 décembre 1980 est : « la télédétection regroupe l'ensemble des connaissances et des techniques utilisées pour l'observation, l'analyse, l'interprétation et la gestion de l'environnement à partir de mesures et d'images obtenues à l'aide de plates-formes aéroportées, spatiales, terrestres ou maritimes. Ceci suppose l'acquisition d'informations à distance, sans contact direct avec l'objet détecté».

« La télédétection est un moyen d'appréhender les objets et d'étudier leur propriétés spectrales, cela se fait en étudiant les caractéristique des ondes électromagnétique réfléchies ou émises par ces objets, elle est basée sur le principe que chaque objet absorbe, émet, diffuse et réfléchit des rayonnements qui lui sont propres et que l'on peut enregistrer et analyser » (Deshayes et *al*, 1990) in Terras 2001.

1.2.2. Historique

Le premier vecteur utilisé en télédétection a été le ballon. En 1855, Nadar prend la première photographie aérienne de ballon et dépose en 1858 un brevet pour un "nouveau système de photographie aérostatique" permettant le "levé des plans topographiques, hydrographiques et cadastraux" ainsi que la direction des "opérations stratégiques par le levé des fortifications". Par la suite, le développement de la télédétection a été intimement lié à celui de l'aviation, et même si l'hélicoptère, le ballon ou le drone sont utilisés pour prendre des images, l'avion reste le porteur le plus répandu.

Depuis le début des années 60, des capteurs de télédétection sont régulièrement embarqués sur des satellites artificiels en orbite autour de la Terre, couvrant une vaste gamme d'altitudes :

- Des orbites très basses (200 à 400 km) pour des missions de courte durée (typiquement quelques jours) à bord de la Navette Spatiale par exemple ;
- Des orbites de 500 à 1500 km, polaires ou quasi-polaires, les plus utilisées en observation de la Terre (SPOT, LANDSAT, NOAA...) ;
- L'orbite géostationnaire, utilisée par des satellites météorologiques comme METEOSAT.

1.2.3. Principe fondamentale et origine de la télédétection

Selon Benmessaoud (2009), le terme de "Télédétection" (Remote Sensing en anglais) a été utilisé pour la première fois, en 1955, par Mme Evelyn Pruitt du bureau de la recherche navale des Etats-Unis, pour regrouper la photographie aérienne, l'obtention d'images par satellite, ainsi que d'autres formes de collecte de données à distance.

Habituellement elle est définie comme la science, la technologie ou l'art d'obtenir à distance des informations sur des objets ou des phénomènes (Encyclopédie Microsoft ENCARTA, 2001).

La technique de la télédétection peut remonter au XIXème siècle. L'invention de la photographie en 1839 par un inventeur français, Daguerre (1787-1851) a donné naissance à la photogrammétrie.

En 1858, un autre français, FELIX TOURNACHON (sous le pseudonyme de Félix Nadar) (1820-1910), a pris la première photographie à partir d'un ballon et a déposé un brevet pour le nouveau système de la photographie aérostatique donnant un aperçu de la topographie, de l'hydrographie et des données cadastrales vues du ciel (Chen et Gao, 2002). Le succès du vol des frères Wright en 1903 a donné le coup d'envoi à l'application de la photographie aéroportée.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

En 1957, le lancement réussi des satellites en ex-Union Soviétique puis aux Etats-Unis en 1958, avec en particulier, le satellite Landsat de la NASA (Etats-Unis) en 1972, a ouvert une nouvelle ère d'utilisation paisible et d'application civile des techniques de télédétection. Depuis lors, divers capteurs optiques, des radars mais également une variété de plates-formes, telles que le ballon, l'avion et le satellite ont été développés pour différentes applications. La télédétection a été ensuite largement appliquée dans de nombreux domaines : cartographie géographique et géologique, inventaire des ressources naturelles, suivi de l'environnement, étude sur l'utilisation des sols, estimation de la productivité agricole, prévisions météorologiques, études sur l'atmosphère et l'océan, détection militaire, etc.

Le principe de la télédétection, tel qu'il est présenté dans sa définition ci-dessus, repose sur l'acquisition de signaux de radiation ou de réflexion de l'objet, par exemple, l'utilisation des sols, par un capteur à distance installé sur différentes plates-formes (telles que l'avion, le satellite) en utilisant les bandes visibles, infrarouge et micro-onde (ENCYCLOPEDIE MICROSOFT ENCARTA STANDARD, 2001). La perception et l'enregistrement du rayonnement naturel ou de la réflexion de l'énergie solaire des objets est appelée télédétection passive. La trace multi-bande visible et infrarouge de l'information de surface du sol en est un exemple.

En revanche, lorsqu'il s'agit d'illuminer des objets précis puis de récolter l'information à partir de la réflexion de l'énergie émise par la plate-forme elle-même, le procédé s'appelle télédétection active. Le radar en est un exemple.

La télédétection implique une interaction entre l'énergie incidente et les cibles. Le processus de la télédétection au moyen de systèmes imageurs comporte les sept étapes que nous élaborons ci-après. Notons cependant que la télédétection peut également impliquer l'énergie émise et utiliser des capteurs non-imageurs.

1.2.4. Objectif de la télédétection

La télédétection permet la production d'image ou de photographie qui, par l'interprétation des informations acquises, aboutit à des applications multiples et une meilleure gestion des ressources naturelles de notre planète :

- Surveillance de l'environnement
- Agriculture
- Cartographie
- Aménagement

Les satellites, grâce vision nouvelle des paysages ruraux, ont fait prendre conscience des possibilités immenses offertes par la télédétection dans la connaissance de l'agriculture et l'étude des paysages. On dispose là d'un nouvel outil de prospection qui peut être envisagé en terme de complémentaire ou de substitution à une enquête classique au même titre que photographies aériennes. Actuellement l'imagerie satellite est devenue accessible par une grande souplesse dans son utilisation et son cout acceptable comparé aux techniques cartographiques traditionnelles (Khaldi ,2006).

1.2.5. Intérêt des images satellitaires dans l'étude du milieu naturel et le suivi des changements :

La télédétection est basée sur des systèmes de capteurs optiques qui mesurent la quantité d'énergie solaire réfléchie par des types d'occupation du sol tel que des surfaces agricoles, des forêts, des marais ou autres. La quantité de cette énergie réfléchie se traduit par des variations de longueur d'onde qui résultent des propriétés physiques et chimiques des matériaux constituant la surface (Dubois et al. 1997 in Benmessaoud, 2009).

Dans le spectre couvert par l'ensemble des canaux d'un système de capteur, ces variations peuvent former des signatures typiques qui, lorsqu'elles sont identifiées, peuvent être utilisées pour délimiter et cartographier des zones aux caractéristiques de réflectivité similaire (Ferdinand, 1996). De larges types de couvertures peuvent parfois être cartographiés de façon satisfaisante à une échelle locale avec une seule date d'acquisition d'image, mais la similarité des propriétés du spectre de réflectance limite l'identification et la cartographie d'une plus grande gamme de classes d'occupation du sol telles que pour les communautés végétales naturelles. De plus, la confusion spectrale entre des types d'occupation du sol varie au cours des années : des classes qui apparaissent très similaires en été, peuvent devenir séparables à des stades antérieurs ou ultérieurs du cycle phénologique (Bensaid. et al. 2003).

L'augmentation de la résolution des satellites de seconde génération des méthodes de positionnement géométriques avancées afin de pouvoir exploiter complètement les détails spatiaux disponibles. Les approches multi-temporelles demandent également de s'affranchir des effets radiométriques avant d'entreprendre finalement les analyses de données (Bardinet. 1994 in Benmessaoud, 2009).

L'approche multi-spectrale est également de plus en plus utilisée avec l'arrivée de ces capteurs de dernière génération. Elle se présente le plus souvent sous la forme d'indices multi-spectraux qui combinent, par le calcul, plusieurs données issues de différentes plages de longueurs d'onde définissant les canaux du satellite utilisé. Ces indices sont souvent nommés

Rapport-Gratuit.com

« indices de végétation » car les premiers, et plus nombreux, ont été élaborés afin de percevoir les changements de réflectance du couvert végétal causés par un déficit ou un surplus hydrique ou encore une maladie (Lillesand et al., 2000). D'autres, les « indices de différence d'eau », permettent de mettre en évidence les zones d'eau libre ou d'évaluer le contenu en eau de la végétation. L'ensemble de ces indices offre des outils faciles à calculer, et applicables de manière instantanée à annuelle, et selon une large gamme d'échelles spatiales. Ces indices sont pour la plupart influencés à différents degrés par l'angle d'illumination et l'angle de vue. Ils subissent également les effets des changements de la couleur du sol ainsi que des conditions atmosphériques (Girard et Girard, 1999 in Benmessaoud 2009).

La télédétection satellitaire est montrée comme un outil supplémentaire facilitant les campagnes de terrain (Girard et Girard, 1999). Cependant, les méthodes basées sur ces campagnes souffrent de ne pas pouvoir être reproduites régulièrement, et de ne pas être applicables sur de grandes surfaces à long terme, car elles demandent des moyens financiers, humains et temporels lourds.

La détection de changement est le processus qui consiste à identifier des différences dans l'état d'un objet ou d'un phénomène en l'observant à différentes dates (Haddouche, 2002). C'est donc une procédure essentielle pour le suivi de l'environnement.

Les types de changements qui pourraient être intéressants vont des phénomènes à court terme, tels que la couverture neigeuse ou les inondations, jusqu'aux phénomènes à long terme, tels que le développement de la frange urbaine ou la désertification. Dans le meilleur des cas, les procédures de détection de changement ne devraient intégrer que des données acquises par un même capteur (ou un capteur similaire) et être enregistrées en utilisant la même résolution spatiale, le même angle de vue, les mêmes bandes spectrales et le même horaire (Benmessaoud 2009).

La télédétection offre la possibilité de considérer les espèces ou les communautés d'espèces végétales et apporte une information sur la diversité de celles-ci par la prise en compte de paramètres environnementaux comme la production primaire liée à la richesse spécifique, la distribution spatiale, ou encore la structure et la topographie (Bensaid et al. 2003). La télédétection est ainsi un bon outil pour l'obtention de données reflétant les interactions entre l'homme et son environnement pour comprendre la relation entre l'occupation du sol et l'utilisation du milieu.

1.2.5.1. Les principaux satellites d'observation de la terre :

On distingue les satellites géostationnaires placés sur une orbite équatoriale à 35800 km sont généralement des satellites métrologiques. Les satellites de télédétection à défilement ont une orbite quasi-circulaire polaire à une altitude située entre 700 et 900 km. Ces satellites ont une orbite héliosynchrone, c'est-à-dire que le satellite survole une latitude donnée à une heure locale sensiblement constante d'une révolution à autre. Ceci permet de bénéficier d'un éclairement solaire assez peu variable. Le satellite américain LANDSAT, le satellite multinational ASTER, le satellite français SPOT et le satellite algérien ALSATI appartient à cette catégorie. (Si Tayeb, 2006).

La combinaison des trois canaux permet d'obtenir des images en couleur. La taille du pixel est alors de 20 m. Ce satellite présentait de nettes améliorations par rapport aux satellites Landsat dont une résolution plus fine (jusqu'à dix mètres) et des possibilités d'acquisition stéréoscopique. Le principe de la stéréoscopie permettant analyse et vision en 3 dimensions, et construire des modèles numériques de terrain. Le cycle orbital du satellite (période de temps qui sépare deux passages au-dessus du même point) est de 26 jours. Il ne permet donc pas de suivre de façon précise l'évolution temporelle des couverts végétaux.

1.2.6. Cartographie de l'état actuel des ressources naturelles à l'aide d'image Landsat

Les changements d'occupation et d'utilisation des sols contribuent de façon significative aux interactions surface terrestre-atmosphère en influant notamment sur la circulation des éléments de l'atmosphère et la biogéochimie de l'eau (Hubert-Moy, 2004). La dynamique de transfert des éléments dans les cycles superficiels joue un rôle important dans l'évolution des surfaces terrestres. Ces cycles sont contrôlés par les variations hydro climatiques régionales et globales mais aussi largement aujourd'hui par les activités anthropiques et en particulier par les modes d'usage des sols. Les changements d'utilisation des terres modifient également les caractéristiques et le fonctionnement de la couverture pédologique, entraînant des variations de la biodiversité en jouant un rôle sur la structure et le fonctionnement des écosystèmes, la diversité des espèces ou encore la fragmentation des structures paysagères. Ils constituent en retour un élément essentiel de la réponse anthropique au changement global.

Présentation du satellite Landsat : Ce programme américain de télédétection spatiale (NASA et USGS) a été le premier programme civil d'observation de la Terre par satellite, afin d'évaluer les ressources potentielles (ERTS : Earth Resources Technology Satellite), sept satellites Landsat ont été lancés depuis juillet 1972. Depuis, la caméra est évolué de RBV

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

(Return Beam Vidicon) et MSS (Multi Spectral Scanner) de1972 à l'ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) de 1999. La résolution spatiale est passée de 80 m à 30 m (ou 15 m en mode panchromatique) et les domaines spectraux explorés concernent le visible, le proche infrarouge et le moyen ainsi que l'infrarouge thermique. Le radiomètre ETM+ permet ainsi d'offrir des images couvrant un champ d'observation de 185 km * 185 km, avec une résolution spatiale de 30 m en mode multispectral. Depuis janvier 2009, l'entièreté des images d'archive

La signature spectrale : Les capteurs utilisés en télédétection sont des radiomètres imageurs. En effet, ils mesurent des rayonnements et organisent ces mesures sous forme d'images. Ces images sont utilisées pour obtenir des informations sur les objets qu'elles représentent (c'est-à-dire sur les éléments du paysage). Or, le seul lien qui relie l'image à l'objet est le rayonnement émis ou réfléchi par cet objet et reçu par le radiomètre. La télédétection s'appuie donc avant tout sur une bonne connaissance des rayonnements électromagnétiques et de leur comportement au contact de la Terre et à travers l'atmosphère. (Polidori, 2000)

L'analyse et l'interprétation des images de télédétection se fait en fonction du comportement spectral qui est le produit de l'interaction du rayonnement et de l'objet à traiter. Les objets pouvant être traités par la télédétection sont divers.

Les comportements spectraux des objets

L'analyse et l'interprétation des images de télédétection se fait en fonction du comportement spectral qui est le produit de l'interaction du rayonnement et de l'objet à traiter. Les objets pouvant être traités par la télédétection sont divers.

Le sol : Les réponses spectrales des sols se caractérisent par des valeurs de réflectance régulièrement croissantes dans le visible et le proche infrarouge, tandis qu'elles sont généralement faibles dans le moyen infrarouge réflectif. Ces valeurs, d'autant plus faibles que les sols sont plus humides, sont particulièrement faibles pour les bandes d'absorption de l'eau à 1,45, 1,95 et 2,45 µm. Dans le visible et le proche infrarouge, la réflectance est liée aux premiers millimètres du sol, et donc aux états de surfaces définis par la composition et l'organisation de la surface des sols à un instant donné (Escadafal, 1989), c'est la partie de la couverture pédologique qui constitue la transition entre l'atmosphère et la pédosphère.

L'eau : Le comportement spectrale de l'eau présente un maximum dans la bande bleue avec une réflectance de 0.5 µm et quasi nulle dans l'infrarouge. La turbidité, transport de matériaux en suspension et une eau peu profonde, modifient ses caractéristiques et la réflectance devient

plus importante pour toutes les longueurs d'ondes. Dans ce domaine, la télédétection peut fournir des informations sous forme directe (Surface libre) ou indirecte par la caractérisation des paramètres qui lui sont liés. La localisation des sources dans les zones fracturées, évaluation de recharge en eau, la maîtrise des crues, la qualité des eaux et les aménagements hydro-agricoles.

La végétation : En télédétection, le terme végétation fait référence à la chlorophylle, entre autre, le comportement spectral dépend aussi de la nature de l'espèce, la pigmentation, de la structure physiologique, du contenu en eau de la plante, du stade de développement, du taux de recouvrement et de l'état du peuplement. On constate que la réflectance de la végétation est faible, avec un maximum de 0,55 µm (le vert) et un minimum de 0.66 µm (le rouge), et élevée dans le proche infrarouge avec 0.7 - 1 µm. Généralement, la végétation est étudiée en télédétection par les indices de végétation.

1.2.7. Les indices de végétation

Approche empirique pour identifier et suivre l'évolution temporelle des couverts végétaux, ainsi que pour évaluer certains paramètres du couvert comme la biomasse aérienne chlorophyllienne, les indices de végétation sont calculés soit à partir de mesures de réflectance sur le terrain, soit de comptes numériques fournis par des données satellitaires.

L'utilisation de l'indice de végétation permet de représenter la densité du couvert végétal (Laporte, 2002). Les données radiométriques peuvent être utilisées sous forme de canaux bruts ou d'indices combinant les canaux rouge et proche infrarouge à cause de la forte réponse spectrale de couvert végétal dans ce domaine spectral.

Plusieurs indices de végétation déduits à partir des mesures de réflectance ou de comptes numériques pour estimer le taux de recouvrement et identifier les types du couvert végétal et ont été développé (**Tableau 26**) afin de caractériser la réponse spectrale de la végétation et diminuer l'effet des facteurs perturbateur tel que le sol, la structure de la végétation et l'angle solaire.

Ces indices sont mathématiquement exprimés de manière à utiliser le contraste important entre ces deux bandes. Ce contraste résulte de la forte absorption du rayonnement dans le rouge et de la forte réflectance dans le proche infrarouge.

Tableau 26 : Les indices de végétation les plus utilisés

Dénomination	Formule	Caractéristiques	Auteurs
Différence	R - pIR	forte sensibilité aux variations atmosphériques	Monget 1980
Rapport	RVI = pIR/R ou d'autres canaux Indice pigmentaire XS1/XS2	saturation aux forts indices, sensibilité à la contribution spectrale des sols et aux effets atmosphériques	Knipling 1970, Viollier et al. 1985
Indice de végétation normalisé	NDVI = (pIR-R) / (pIR+R)	sensibilité aux effets atmosphériques, gamme de variation plus faible, que le précédent, mais sensibilité aux variations angulaires de la visée, selon la position vis à vis du soleil "hot spot"	Rouse et al. 1974, Tucker 1979
Indice de végétation transformé	TVI = √ (NDVI + 0,5)	essai d'élimination des valeurs négatives, stabilisation de la variance	Deering et al. 1975
Indice de végétation perpendiculaire	PVI = a1 (pIR)-a2(R) + constante	diminution de la contribution spectrale des sols, mais sensibilité à diverses caractéristiques des sols	Richardson & Wiegand 1977
Chapeau à corne "tassel cap"	formule générale a1(V)+a2(R)+a3(pIR)+a4(pIR)	transformation orthogonale des 4 canaux pour réduire la sensibilité à la contribution spectrale des sols, sans pouvoir l'éliminer complètement	Kauth & Thomas 1976
issu du précédent : Indice de verdeur	GR4 = -b1(V)-b2(R)+b3(pIR) +b4(pIR) pour canaux MSS		Jackson 1983
Indice de végétation ajusté au sol	SAVI = [(1+L) (pIR-R)] / (pIR+R+L) avec L = 0,5 pour diminuer l'effet du sol	De nombreux indices sont issus de celui-ci pour minimiser l'effet du sol (TSAVI, MSAVI...)	Huete 1988
indice de végétation normalisé corrigé des effets atmosphériques	ARVI = (pIR-RB)/(pIR+RB) avec RB = R - g(B-R) B et R réflectances dans le bleu et le rouge, g fonction du type d'aérosols	Diminue l'effet des aérosols contenus dans l'atmosphère sur le NDVI mais sensible à la contribution spectrale des sols	Kaufman & Tanre (1992)

(Source : Giragd, 2000)

1.2.7.1. L'indice de Végétation (NDVI) « Normalized Difference Vegetation Index » **:**

L'indice de végétation différence normalisé (NDVI) est une méthode éprouvée pour l'étude et la cartographie de la végétation. C'est l'indice le plus bien connu et le plus utilisé pour

détecter les phases de développement de la plante verte à partir des données multispectrales de télédétection.

Le **NDVI** est déterminé à partir des réflectances planétaires dans les canaux rouges (autour de 0.45 µm) et proche infrarouge (autour de 0.65 µm) (Rouse et al., 1974; Tucker, 1986) :

NDVI = (pIR- R) / (pIR+R), où : pIR : Canal proche infrarouge ; R : canal rouge.

Cet indice, très fortement corrélé avec l'activité chlorophyllienne de la végétation, est pertinent car la dégradation des zones arides passe d'abord par la dégradation de la couverture végétale.

Parmi les possibilités offertes à l'analyse par l'indice NDVI, on trouve l'étude du comportement et le suivi de la végétation sur les bases des propriétés spectrales des végétaux. Le NDVI est un indice normé qui varie entre - 1 et + 1 mais en général, ces limites ne sont jamais atteintes pour diverses raisons telles que le degré de saturation de réponse dans la bande rouge par exemple. Les valeurs très basses (- 0,9 à 0) correspondent aux secteurs non végétalisés tels que les zones rocheuses, les sols nus, les surfaces d'eau ; les valeurs modérées (0,2 à 0,3) représentent les zones arbustives et de prairie, alors que les valeurs élevées (0,5 à 0,9) traduisent une végétation dense abondante (NASA, 2005).

Malgré les avantages cités précédemment pour l'étude de la végétation, l'utilisation de l'indice de végétation présente quelques limites liées à sa grande sensibilité aux effets atmosphériques. Les plus importants sont :

- les effets atmosphériques perturbateurs, les gaz et les aérosols,
- la vitesse et la nature des vents,
- l'angle zénithal du soleil,
- l'angle de visée.

1.2.7.2. Applications et limites :

Employer le NDVI pour des évaluations quantitatives de la végétation (par opposition aux aperçus qualitatifs indiqués ci-dessus) soulève un certain nombre de questions qui peuvent limiter l'utilité réelle de cet indice si elles ne sont pas correctement adressées. Par opposition aux aperçus quantitatifs de l'utilisation de NDVI, les utilisateurs ont tendance à estimer un grand nombre de propriétés de végétation (LAI : indice foliaire, la biomasse, la concentration en chlorophylle dans les feuilles, la productivité végétale, la couverture partielle de végétation, les précipitations accumulées,….etc.) à partir de la valeur de cet indice, en corrélant les valeurs espace-dérivées de NDVI avec des valeurs terre-mesurées de ces variables.

1.2.8. Autres indices radiométriques :

– Indice de brillance des sols (IB, Brightness Index) :

IB = racine carrée ($V^2 + R^2 + PIR^2$)

Où :

pIR : Canal proche infrarouge ;

R : canal rouge.

V : canal vert.

Pour les domaines du visible et du proche infrarouge, cet indice rend compte de l'albédo des surfaces et permet de dissocier les couvertures végétalisées des étendues minérales nues, et cela d'autant mieux que les sols sont clairs. Ainsi la végétation, qu'elle soit verte ou sèche, est souvent plus sombre que les sols sur lesquels elle se développe, et elle apporte en plus une certaine quantité d'ombre. Dans certains cas, cet indice permet aussi de distinguer différents états pour un même sol nu en fonction de sa rugosité (parcelle labourée ou abandonnée recouverte par des pellicules de battance) et de sa teneur en eau.

– Indice de rougeur (IR, Redness Index) :

IR = (R –V) / (R + V)

De nombreux travaux ont souligné l'intérêt du calcul de ces indices pour la caractérisation des états de surface tout particulièrement dans les régions arides (Belghith, 2003 ; Escadafal, 1989 ; Tabarant et Escadafal, 2001).

Dans notre ce travail, nous utilisons le NDVI pour déterminer l'état de paysage naturel tel que la physionomie des groupements végétaux.

1.2.9. Traitement des données et l'interprétation des images satellitaires :

Traitement d'image et choix radiométriques :

Le choix de la composition colorée est déterminant. Il conditionne l'efficacité du zonage à partir de l'œil humain au niveau de la différentiation des différentes entités (limite entre deux types de cultures) mais aussi au niveau de l'identification. Une composition colorée différente pourra d'ailleurs être utilisée en fonction de l'étape.

Pour des applications précises, nous avons également procédé à une vérification par un calage à partir de points de référence terrain mesurés par GPS au cours d'une vérité terrain.

Les travaux effectués à partir de l'image Landsat 2000 ont permis la production d'une carte des formations végétales des monts de Saida leur superficie en 1987 et en 2011. Une comparaison des deux cartes nous permettra entre autre de faire ressortir l'évolution des ressources végétales de la commune entre 1987 et 2011 et de faire des commentaires.

1.2.10. Analyses multi-temporelles :

En particulier, il est possible de replacer ces transformations dans les conditions de milieu qui en sont le siège. Ainsi, l'étude des changements observés en fonction de ces conditions permettra de déterminer la part du climat et la part de la pression humaine dans l'évolution observée.

Des images satellites d'observation de la terre ont été rassemblées et archivées pendant des décennies. Comparées aux mesures in situ ponctuelles, ces données peuvent être obtenues sur de grandes étendues et sur des périodes assez importantes permettant l'analyse d'un espace régional actuel et passé. L'archivage de ces données permet de prolonger l'analyse dans le passé, à des dates où les données disponibles (photographies aériennes par exemple) demanderaient un travail long et coûteux, et, souvent aucune donnée n'est disponible.

Une série multi-temporelle d'images de satellites donne une vision synoptique de l'espace conduisant à la détermination de ses divers états multi-temporels et à la mise en évidence de ses changements. La constitution et l'exploitation d'une archive suppose l'acquisition des données de satellite récentes et rétrospectives ainsi que l'intégration de l'ensemble des informations spatialisées dans un SIG, pour permettre l'analyse des changements (Lowell, 1991).

Une description actualisée de la végétation peut être obtenue en couplant les informations écologiques existantes avec les données sur la physionomie des paysages obtenue par observation spatiale. Par conséquent, on peut décrire les changements de l'occupation du sol et la dynamique des écosystèmes pendant un demi-siècle et les techniques de géographie numérique permettent de quantifier ces transformations.

La quantité et la qualité des données du passé (climatologie, couverture et sols) sont telles qu'une reconstitution des états antérieurs semble pouvoir être tentée. Une paramétrisation raisonnée des modèles écologiques devrait fournir des estimations (biomasse, MOS (matière organique du sol)) pouvant être confrontées aux données terrain. On peut, sur les quinze dernières années, utiliser des données de satellites pour l'obtention d'estimations de biomasse et de production. On devrait ainsi être capable de discerner sur les dernières décennies, et au pas de temps annuel, les tendances fortes des effets relatifs de la variabilité climatique et de changements d'utilisation des terres sur les stocks de carbone (végétation, sol).

1.2.10.1. Corrections géométriques :

En raison des conditions physiques et des particularités techniques de l'acquisition, des distorsions radiométriques et géométriques apparaissent, les images de télédétection ne

correspondent pas aux valeurs du monde réel. Certains effets peuvent être modélisés analytiquement, d'autres sont représentés par des techniques d'approximation, mais il est impossible d'obtenir une correction géométrique parfaite. La géométrie des images est primordiale pour établir des liens entre les valeurs observées et les surfaces terrestres, entre des images de la même scène prises par des capteurs différents. Les principales sources de distorsions géométriques sont liées aux caractéristiques des capteurs, aux mouvements des porteurs, à la courbure et au relief de la Terre et à d'autres conditions d'acquisition.

Une grande variété de méthodes de correction géométrique existe. Les méthodes « absolues » et analytiques sont basées sur la modélisation de la configuration géométrique d'acquisition pour décrire le rapport mathématique entre le système des coordonnées de l'image et celui de référence. Ces méthodes exigent la connaissance de nombreux paramètres comme la géométrie interne du capteur, la position du capteur, la topographie etc… Presque toutes les méthodes d'orthorectification sont basées sur les équations de colinéarité.

Les méthodes alternatives reflètent une autre approche. Le passage du niveau des pixels au niveau des objets spectraux homogènes peut apporter des améliorations dans la détection des changements. Bruzzone et Prieto (2000) in Ducrot (2005) proposent une méthode dans laquelle des objets homogènes sont délimités sur deux images de la même scène, prises à dates différentes. La détection des changements est alors basée sur les statistiques spatiales des objets (régions). L'effet des défauts géométriques résiduels a été minimisé, et la précision de la détection des changements a montré une amélioration nette.

1.2.10.2. Correction radiométrique :

Conversion vers les unités de réflectance de l'atmosphère

Procédé suivant la correction radiométrique impliqué conversion des valeurs de luminosité mesurées multispectrales de sommet de l'atmosphère (TOA) des unités de réflectance. Cette procédure de normalisation est crucial lors de la création de mosaïques multidates et / ou multispatial car il élimine en grande partie les variations entre ces images en raison des différences de capteurs, la distance Terre-Soleil et solaire angle zénithal (causée par des dates différentes de la scène, le temps de passage supérieur et les différences de latitude)

1.2.11. Logiciel utilisé (ENVI) Environment for Vizualizing Images:

Le logiciel ENVI offre une très bonne visualisation des données et l'analyse des images ayant des tailles et des formats différents et peut tourner sur les plates-formes suivantes :

- Les plates-formes UNIX (SUN, DEC, IBN, SGI et HP), LINUX.
- Microsoft Windows avec toutes ses versions.

Les développeurs du logiciel ENVI sont des scientifiques qui participent actuellement aux recherches concernant la télédétection ; ce qui fait de lui un produit en développement perpétuel et qu'il soit ainsi enrichi par des fonctions multiples relatives à des problèmes et des thématiques variés.

La force du logiciel ENVI réside dans son approche de traitement d'image qui combine les techniques du (file-based) et (band-based) avec des fonctions interactives. Lorsqu'un fichier d'image est ouvert chaque bande est stockée dans une liste puis elle peut être manipulée par toutes les fonctions du système. Si plusieurs fichiers sont ouverts en même temps, on peut sélectionner les bandes qui vont être traitées.

ENVI affiche ces bandes en 8 ou 24 bit. Son groupe de fenêtres d'affichage consiste en 3 niveaux d'agrandissement (Normal image Windows, zoom Windows, et scroll Windows). Il permet de multiples superpositions facilitant ainsi la composition des images dans les différentes fenêtres d'affichage.

L'extraction et le lien (Link) spatial /spectral des données multi-bandes et hyper spectrales donnent à l'utilisateur une nouvelle façon de voir les données à haute résolution. ENVI offre aussi des outils interactifs pour visualiser et analyser des données vecteurs et des données attributives des SIG.

ENVI inclut toutes les fonctions de base pour le traitement d'image. Comme les outils de l'analyse spectrale, la transformation des données, le filtre, la classification, et la correction géométrique. ENVI ne limite pas le nombre de bandes spectrales à traiter c'est pourquoi ses outils sont utilisés pour les données multi-spectrales et hyper spectrales. Il inclut, également plusieurs fonctions permettant l'analyse des données radar.

En général, le logiciel dispose essentiellement de tous les outils nécessaires au traitement d'images dans différentes disciplines, et permet pour chacun d'implémenter sa propre stratégie d'analyse.

1.2.12. Classification non-supervisée

Dans cette approche, on laisse l'ordinateur analyser l'ensemble des signatures spectrales de tous les pixels de l'image, et déterminer des groupements naturels, c'est-à-dire regrouper les pixels sur base de signatures spectrales similaires. Dans certains cas, l'utilisateur peut imposer le nombre de catégories qu'il souhaite obtenir en fin de classification, et dans certains programmes, on peut également "forcer" certaines classes. Les algorithmes de classification procèdent en général par plusieurs passages au cours desquels les solutions proposées sont affinées de manière à créer des groupes plus homogènes et mieux différenciés.

Rapport-Gratuit.com

Le principal avantage de cette méthode est d'être très rapide, puisqu'elle ne requiert pratiquement pas d'intervention de l'utilisateur. Son principal défaut est de se baser exclusivement sur les différences spectrales, qui ne correspondent pas toujours à des catégories naturelles d'occupation du sol. Par exemple, il est fréquent d'obtenir par classification non supervisée plusieurs classes correspondant à de la végétation herbeuse, mais une seule classe regroupant tout le tissu urbain, la voirie et les champs labourés, ce qui ne correspond normalement guère aux besoins des interprètes.

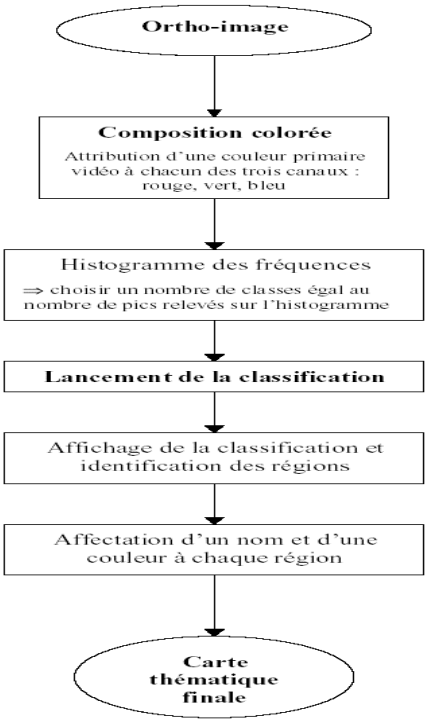


Figure 27 : Les étapes de la classification non supervisée (d'après Dos Santos, 2001)

1.2.13. Classification supervisée …ou à la recherche d'un petit truc

Le principe de la classification supervisée est de regrouper les pixels à des classes thématiques, basées sur une connaissance préalable de la zone à étudier. Les classes sont définies sur la base de zones d'apprentissage, qui sont des échantillons représentatifs des classes.

1.3. Détection des changements

Les méthodes de détection de changements reposent sur la comparaison des images satellitaires prises à plusieurs dates différentes. Les variations existant dans les données peuvent être mises en valeur en utilisant plusieurs types de techniques de traitement d'images.

D'après Zine, (2000) Il existe plusieurs méthodes :

Analyse en composantes principales

Elle est fondée sur une transformation linéaire qui permet de passer de l'espace des données de départ à un espace orthogonal de même dimension. Les axes du nouvel espace sont donnés par les vecteurs propres des matrices de covariance ou de corrélation. Il existe une forte corrélation entre les régions qui n'ont pas subi de changements significatifs et une faible corrélation entre les régions qui en ont subi. La majeure partie de la variance (la première composante principale) représente la moyenne de l'ensemble des données (donc la partie constante) alors que les changements sont mis en évidence dans les composantes suivantes.

Différence d'images

L'image résultante fait apparaître les zones de forts changements en clair (valeurs élevées) et de faibles changements en sombre, la direction du changement (augmentation ou diminution) n'est cependant pas disponible. Une normalisation radiométrique est généralement appliquée aux images avant de les soustraire.

Analyse en vecteurs de changement

Des vecteurs sont utilisés pour représenter les changements dans le temps sur un jeu de données multi-dates. La dimension de l'espace vectoriel est égale au nombre de bandes spectrales disponibles pour le jeu de données. La direction d'un vecteur détermine le type et son intensité la quantité de changements.

Rapport d'images

De fortes valeurs sur l'image résultante traduisent un changement positif (augmentation), de faibles valeurs une diminution, tandis que les pixels de non-changement restent proches de l'unité. Une normalisation entre les dates peut être nécessaire.

Comparaison après classification : Chaque image est classée indépendamment (la classification peut être supervisée ou non supervisée), l'évolution des classes est ensuite déterminée visuellement ou numériquement (Lacaze et al., 1996 in Zine., 2000). Le principal inconvénient de cette méthode réside dans l'effet d'aggravation des erreurs de classification.

Classification multi-dates : La classification (supervisée ou non supervisée) est conduite sur un jeu de données combinant plusieurs dates. Les statistiques des classes de changements doivent apparaître très différentes de celles des classes de non-changement.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Classification par profils temporels types : Cette méthode est une adaptation de la reconnaissance de profils par réseaux de neurones. Il s'agit de déterminer le profil temporel type de chaque pixel du jeu de données. Pour chaque profil temporel type, une image binaire est obtenue (les pixels suivant le profil considéré apparaissent en blanc, les autres en noir). Les profils temporels les plus importants en nombre de pixels sont répertoriés et la tendance générale des variations temporelles les plus courantes en est déduite.

1.4. Les systèmes d'information géographique (SIG) :

L'évolution et la diffusion des SIG dans la science et l'aménagement du territoire est à mettre en lien avec les développements de la technologie informatique, de la conscience environnementale et des nouvelles approches scientifiques transdisciplinaires, intégratives. Depuis les années 70, et plus particulièrement depuis le sommet de la Terre à Rio de Janeiro en 1992, a lieu une prise de conscience des problèmes environnementaux à toutes les échelles.

Le développement des SIG est étroitement lié à celui de l'informatique (Manière, 1987)

Un système d'information géographique (SIG) permet de gérer des données alphanumériques spatialement localisées. Ses usages couvrent les activités géométriques de traitement et diffusion de l'information géographique.

Le SIG, dans son acception courante, le terme fait référence aux outils logiciels. Cependant, le concept englobe l'ensemble constitué par les logiciels, les données, le matériel et les savoir-faire liés à l'utilisation de ces derniers. On peut aussi parler de système d'information à référence spatiale (SIRS) pour les données et leur structuration.

Le rôle du système d'information est de proposer une représentation plus ou moins réaliste de l'environnement spatial en se basant sur des primitives géographiques telles que des points, des arcs, des polygones (vecteurs) ou des maillages (raster). À ces primitives sont associées des informations qualitatives telles que la nature (route, voie ferrée, forêt...) ou toute autre information contextuelle.

1.4.1. Définitions et caractères : Le terme de « SIG » est lui-même soumis à fluctuation : Geographic Information System aux USA, Geographical Information System en Europe, Système d'Information à Référence Spatiale au Canada, Georelational Information System en terminologie technologique et Système d'Information Géographique en France. Une constante est, ceci dit, présente dans tous ces système : Le SIG traite d'informations localisées et apporte une dimension géométrique aux SI classiques. C'est donc un système de gestion et d'aide à la décision (Gilliot, 2000). Selon la société française

de photogrammétrie et de la télédétection (1989) il est définie comme étant un system informatique permettant d'analyser de diverses sources, de ressembler et d'organiser, de gérer, de combiner, d'élaborer et de représenter des informations localisées géographiquement contribuant à la gestion de l'espace.

Un SIG est par conséquent constitué d'une base de données mais, à la différence d'un fichier « classique », non repérable géographiquement, la base de données d'un SIG comporte une dimension spatiale et la possibilité de l'exploiter à l'aide d'un logiciel adapté.

1.4.2. Conception

La conception des SIG a été premièrement mise en œuvre par Dr Roger Tomlinson et son équipe en 1962, afin d'établir un système d'information géographique du Canada (CGIS), le premier SIG du monde (Hubert-Moy L., 2004). Dans les années 1970, une tentative d'application d'un tel système a été entreprise aux Etats-Unis. Depuis 1980, grâce au développement des techniques informatiques, les SIG ont évolué et ont été utilisés dans de nombreux domaines de recherches, tels que la cartographie, la gestion de territoire, la surveillance d'occupation des sols et l'analyse du changement de l'environnement (pollution, catastrophes naturelles, etc.), les analyses géologiques, agricoles et démographiques. Ainsi que Longley *et al.* (1999) l'ont précisé à propos des SIG, un nouveau domaine de l'innovation et de l'application technologique change très rapidement.

1.4.3. Fonctions

Les SIG nous permettent d'établir les liens complexes entre ou, plutôt, de relier dans l'espace de multiples types d'informations issues de sources variées, comme la géographie, la géologie, la géomorphologie, la pédologie, la phytogéographie, la météorologie, l'analyse d'utilisation du sol, etc.

Les informations sont organisées en couches de données qui peuvent être superposées, mises en interaction ou isolées **(figure 28).** Les données peuvent être organisées en raster (cellule de grille) ou en vecteur (polygone, polyligne et point).

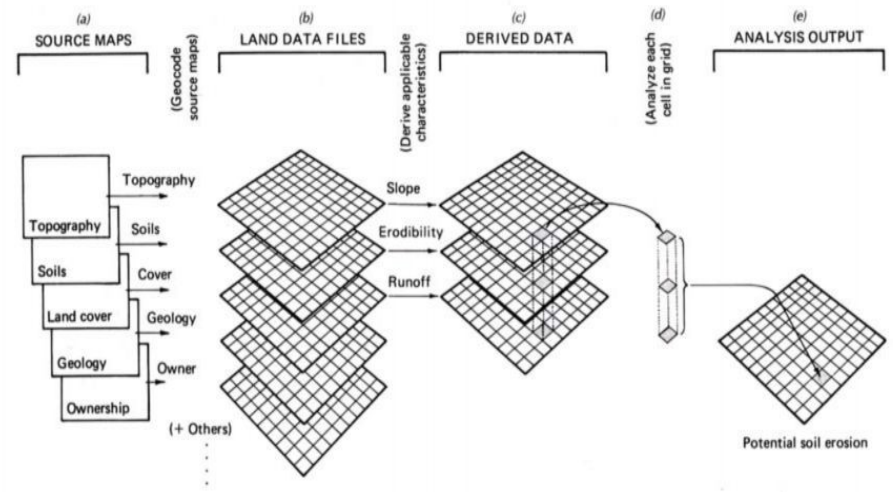


Figure 28 : Un exemple de SIG et des procédures d'analyse (Lillesand ,2000).

Le feed-back (retour d'information) de l'analyse peut être présenté sous forme de diagrammes, de tableaux et de statistiques synthétisant les données. C'est l'autre principe fondamental des SIG. Concrètement, les applications des SIG peuvent être les suivantes :

1.4.4. Organisations et gestion des données :

Les données

Les données sont des observations ou des mesures brutes, et de leur traitement, sortent des informations utiles aux décideurs. Ces dernières présentent une information et une utilité importante durant la conception d'une base de données. D'après (Dubois. et al. 1997 et Gilliot, 2000) ; un système d'information fonctionne grâce à l'interaction de trois composantes :

- Un ensemble d'outils matériels et logiciels qui supportent l'information et qui doit faciliter son exploitation ;
- Un ensemble d'administrateurs, d'opérateurs et d'utilisateurs qui agissent sur le système en définissant, vérifiant ou demandant de l'information ;
- Un ensemble de données dont les deux acteurs précédents doivent garantir la validité.

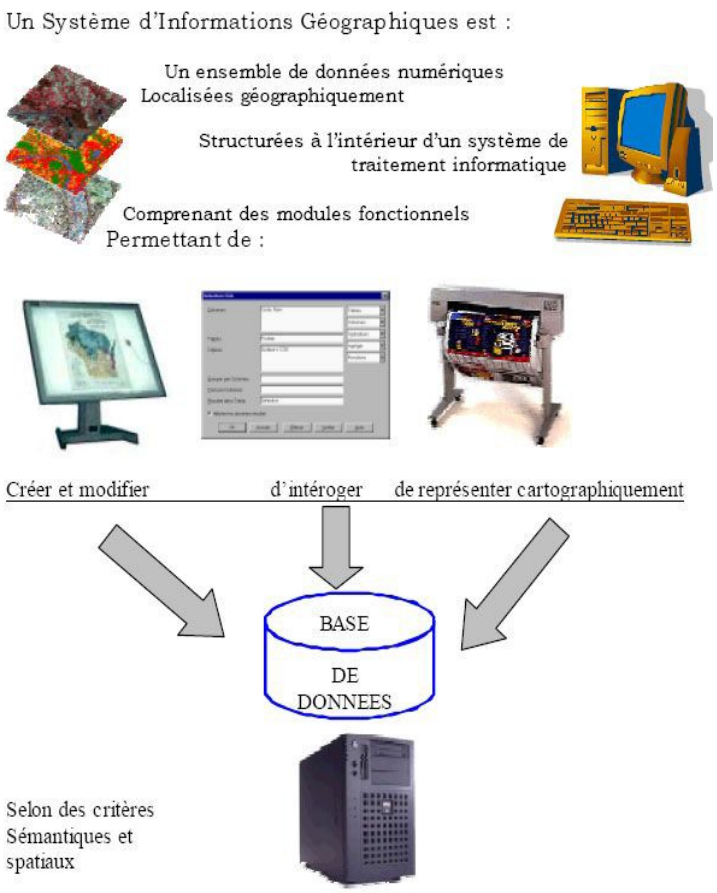


Figure 29 : Schéma d'un SIG (Gilliot, 2000).

1.4.5. Choix d'un système de projection et de l'échelle

Échelle : Actuellement, les SIG permettent de créer des documents à des échelles variables. A cet effet, il est important de noter que dans le cas de superpositions de plusieurs documents cartographiques de différentes échelles, cas le plus général, alors il est fort recommandé que l'échelle de restitution soit l'échelle la plus petite. Car, si l'utilisateur n'est pas vigilant ou n'a pas consulté les informations (Méta- données) concernant les données de la base, il peut effectuer des traitements et restituer des documents avec une précision supérieure aux données de départ.

Système de projection : Le choix d'un système de projection est l'une des étapes fondamentales dans une étude où l'analyse spatiale et la cartographie tiendront une place prédominante. Cependant, Les données physiques et socio-économiques doivent être correctement géoréférencées dans un système de projection national (Projection Lambert sud Algérie, Projection Lambert sud VlU) ou international (Universal transverse Mercator UTM). Car les SIG exigent que ces données soient dans un même système de référence

pour qu'elles puissent être assemblées et/ou superposées. Sous un SIG il n'est pas possible de faire superposer sur une image des fichiers vectoriels, si ces derniers ne sont pas référencés dans le même système de projection que celui de l'image. Ainsi, la difficulté et les contraintes concernant la comparaison de documents thématiques créés dans différents systèmes de projection, ont pu être levées grâce aux fonctionnalités que proposent les SIG pour passer d'un système de projection à un autre.

Toutefois, ces fonctionnalités doivent être manipulées avec une certaine rigueur, car un utilisateur non initié au domaine de la cartographie ne peut en aucun cas faire le bon choix sur les paramètres de projection (Datum, ellipsoïde de référence, etc.).

Analyse spatiale : L'analyse spatiale se compose de deux genres d'analyse : l'analyse de base et l'analyse avancée. L'analyse de base inclut la logique, l'arithmétique, les opérations statistiques, la classification, la création de zones d'amortisseur (*buffer)* pour les caractéristiques des intracouches et l'analyse en superposition (*overlayer*) pour les caractéristiques des intercouches, ce qui nous permet de manipuler, de calculer les dispositifs spatiaux pertinents dans ou entre les couches thématiques. La zone-tampon définissant la proximité spatiale est créée grâce à la fonction de création d'amortisseur (*buffer*) autour du dispositif intéressé. L'analyse de couches en superposition peut être exécutée pour des données de vecteur et de raster (cellule de grille).

L'analyse avancée ou modélisation spatiale, vise à résoudre des problèmes d'ordre spatial, par exemple déterminer géologiquement les endroits d'éboulement potentiel ou les sections d'érosion de sol ou le choix du meilleur emplacement pour une nouvelle école ou une usine. Exécuter la modélisation spatiale sur un sujet intéressant en s'appuyant sur une base de données disponible est l'une des fonctionnalités les plus utiles des SIG.

Stockage et gestion des données : Un stockage et une gestion efficaces sont les fonctions premières des SIG. L'échelle des SIG peut s'étendre d'un niveau local, régional jusqu'à un niveau global et leurs contextes de gestion varient de l'environnement à la sociologie et de l'administration civile à l'économie. Ainsi que nous l'avons démontré plus haut, n'importe quel type de sources de données pertinentes telles que les cartes géologiques et géographiques, l'information d'utilisation du sol, les images spatiales, les données démographiques, socio- économiques, etc., peuvent être intégrées dans les SIG pour le stockage, la gestion ou d'autres analyses.

La base de données géographique : Les bases de données ont aujourd'hui pris une place essentielle dans les systèmes informatiques, tant du point de vue pratique que théorique.

Ainsi, la plupart des systèmes, y compris les micros-systèmes d'informatique individuelle, offrent aujourd'hui un système de création de base de données (S.G.B.D). Une base de données peut être définie comme étant un ensemble structuré, exhaustif, et non redondant de données enregistrées sur des supports accessibles par ordinateur pour satisfaire simultanément plusieurs utilisateurs de façon sélective et en temps opportun (Aspinall, 1992) ; ou bien comme une collection informatique de données opérationnelles stockées qui servent les besoins de multiples utilisateurs dans un ou plusieurs organismes.

Selon les deux définitions citées ci-dessus, une base de données est caractérisée par sa structure qui permet à la fois l'enregistrement et l'accès aux données correspondant à des faits ou à des événements se rapportant à un organisme ou à un phénomène. Elle présente une masse d'informations brutes ou traitées permettant d'alimenter un système, leur synthèse apportant des connaissances plus exploitables.

Plus simplement, une base de données est tout ensemble de connaissances classées sous forme de fichiers et consultables à partir de critères précis. Elle est une ressource intégrée pouvant être exploitée par tous ceux qui ont besoin de l'information qui s'y trouve.

Les différentes applications ont conduit à une très grande quantité de données. Historiquement, chaque nouvelle application engendrait ses propres fichiers et ses propres programmes. Un programme d'application était écrit pour accéder à plusieurs fichiers particuliers, chacun utilisant son propre format. La création d'une base de données va à l'encontre de cette façon de faire : cette dernière n'est pas orientée vers un seul programme comme l'étaient les fichiers particuliers. De plus, les progrès technologiques permettent de stocker des masses de données de plus en plus importantes, et les utilisateurs ont besoin d'une connaissance de plus en plus fine de leur activité.

La conception d’une telle base de données à référence spatiale pour l’étude du phénomène de l’érosion éolienne s’avère très importante pour gérer une masse colossale de données multisources et multi-temporelles. Ce type de base de données présente les avantages suivants :

- Meilleure communication entre les différents utilisateurs potentiels ;
- Meilleure cohérence entre l’ensemble des données de la base ;
- Pérennité des données garantie ;
- Mise à jour des données.

Modélisation des données géographiques : La modélisation des données est une étape fondamentale indispensable à toute tentative de gestion globale des ressources. Elle

constitue le fondement du développement d'une base de données (BD) dont la vocation s'oriente vers l'exploitation, l'appréhension du problème, la gestion et la préservation de systèmes, qu'ils s'agissent de systèmes dits naturels ou humains tels qu'une entreprise, un milieu physique (Lambin, 1997). La modélisation permet de clarifier un environnement réel souvent complexe et confus en identifiant et en représentant les objets d'intérêt, tout en supprimant les détails inutiles.

1.4.6. Application des SIG a la recherche environnementale

Selon Benmessaoud (2009), et Sur la base des fonctions présentées ci-dessus, les SIG ont été largement appliqués aux aspects suivants de la recherche pour l'environnement : Gestion, suivi et planification de l'environnement (Nicoullaud et al., 1992, Benhanifia, 2003) ; Cartographie (Vidal et Hubschman., 1992) ; Analyse et modélisation spatiales (Courel, 1985 ; Courel, 1988 ; Dubois et al., 1997 ; Haddouche, 2002) ; Evaluation du risque naturel (Brouchier, 1998 ; Wu et al., 2003).

Cependant, une grande partie de l'utilité des SIG réside dans leur efficacité pour la gestion et la mise en œuvre des données spatiales (Aspinall, 1992). La réflexion spatiale a pris peu de place dans la recherche écologique qui s'est plutôt orientée vers la compréhension des processus que vers l'analyse de mode. L'utilisation d'une analyse statistique spatiale avancée, intégrant d'une manière synthétique divers genres d'information spatiale, et permettant de traiter de nombreuses données spatiales à l'échelle régionale voire globale, pourrait être fort utile.

L'objectif final de l'application des SIG est de participer à la prise de décision des dirigeants, en s'appuyant sur une analyse synthétique. Par conséquent en intégrant la télédétection et les données géographiques, les SIG constituent un outil puissant pour surveiller et modéliser l'environnement aride.

Le logiciel MapInfo offre la possibilité de travailler très facilement sur des entités vectoriels et rasters.

Il fournit une variété de fonctionnalités de visualisation et d'édition incluant parmi les :

- Ouvertures multiples de tables ;
- Gestion de l'affichage et de l'étiquetage des couches ;
- Création et modification d'analyses thématiques ;
- Manipulation des vues ;
- Recherche d'informations associées à une couche ;
- Gestion des unités et des projections ;

1.4.7. Fonctionnalités du logiciel MAPINFO version 8.0 française :

MapInfo Version 8 .0 offre la possibilité de travailler très facilement sur des entités vectoriels et rasters. Il travail, comme toutes les versions, avec des couches et chaque couche contient les fichiers *.TAB, *.MAP, *.ID, *.DAT et *.IND. Pour ouvrir une couche, on sélectionne une table *.TAB. Pour travailler avec plusieurs couches, on doit ouvrir plusieurs tables et on peut ainsi combiner plusieurs couches différentes.

Après l'ouverture des couches, le style de représentation est standard. Pour différencier la représentation des couches, on choisit la couche, puis dans le menu contrôle des couches, on charge le style. On peut définir la couleur, la ligne et l'épaisseur. En plus, on a la possibilité d'ajouter des étiquettes aux noms d'objets. Après la fermeture des tables, toutes les informations de représentation sont perdues. Pour enregistrer ces informations, on doit enregistrer le document en *.WOR, ainsi le document contient les tables enregistrées et la représentation graphique définie.

Avec l'analyse thématique, on peut réaliser différentes représentations graphiques, par couleur, par tailles…etc.

1.5. Application à la zone d'étude

Afin de répondre aux objectifs tracés, une méthodologie bien précise (**figure 30**) qui permet vers la fin à l'étude de la détection des changements de l'occupation du sol après la réalisation de deux cartes d'occupation du sol de 1987 et 2011 qui nécessite une sélection d'images multispectrales et mulitidates, une correction géométrique, radiométrique et même atmosphérique des images TM et ETM+.

Pour la réalisation et la conception de la carte d'occupation du sol des monts de Saida de 1987 et de 2011, une interprétation visuelle avec la carte d'occupation du sol réalisée par le BNEDER et aussi avec les données de contact de terrain qui ont été récoltées lors des missions d'échantillonnages (Printemps 2011) et aussi sur la comparaison de la composition colorée de la même année.

Rapport-Gratuit.com

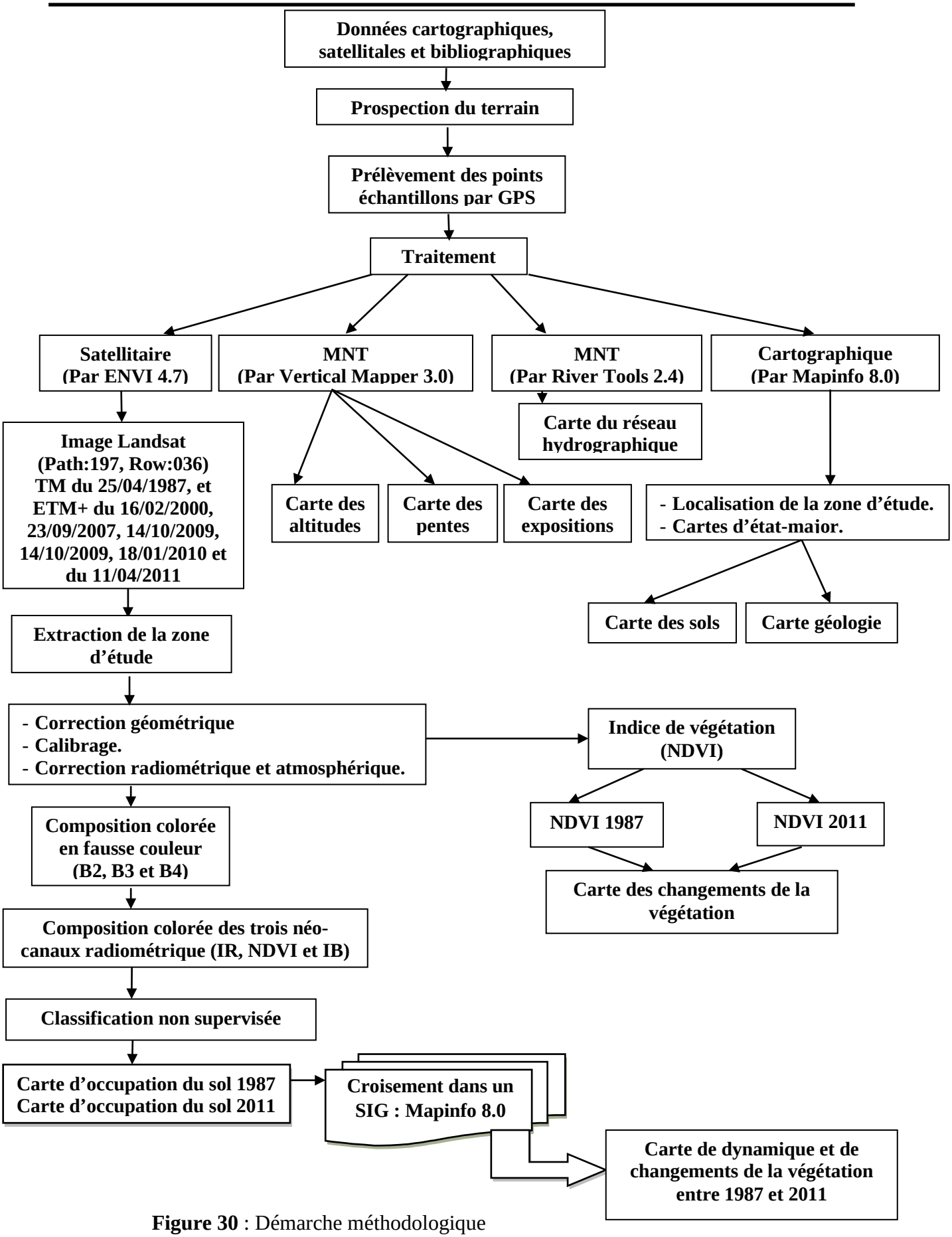


Figure 30 : Démarche méthodologique

1.5.1. Les images choisies des monts de Saïda

Six images satellitaires LANDSAT sont utilisées dans notre étude. Elles vont de 1987 jusqu'à 2011.

Des images satellitales : Landsat du 25/04/1987 TM, 16/02/2000, 23/09/2007, 14/10/2009, 18/01/2010 et du 11/04/2011 ETM+, d'une résolution de 30 m.

La phase de pré-traitement a consisté à procéder à la correction géométrique des images satellitales de la zone d'étude pour assurer la superposition avec les cartes existantes et pour êtres géoréférenciées.

Cette étape a été assistée par une carte topographique de la région de Saida et est faite sur une dizaine de points de contrôle.

1.5.2. La composition colorée

Cette combinaison, dite 'infrarouge fausses couleurs' est très utilisée en télédétection car elle est tout à fait adaptée à l'étude de la végétation. Elle s'appuie sur les propriétés de la végétation qui réfléchit très fortement le rayonnement proche IR. Elle présente d'ailleurs les mêmes caractéristiques que les anciennes photographies aériennes infrarouges utilisées depuis longtemps, d'abord à des fins militaires, puis ensuite par les forestiers. Sur la composition colorée, la végétation apparaît dans différentes teintes de rouge en fonction des espèces, mais aussi des conditions environnementales.

Tableau 27 : Grille d'identification et d'interprétation des principaux types de Surface

Image	**Couleurs/bandes spectrales**			**Principaux types de milieux**		
	Rouge	**Vert**	**Bleu**	**Eau**	**Végétation**	**Sol nu (culture)**
	4	3	2	Bleu foncé (eau profonde ou peu turbide) à bleu-vert (faible profondeur ou forte turbidité)	Rouge foncé ou rouge-noir (forêt)	Teinte bleu claire et blanc, rose sombre

Les deux images correspondent à la même saison du pic maximum de la production de la végétation (mois d'Avril).

Une composition colorée dans laquelle les thèmes cherchés sont les plus apparents a été élaborée lors du traitement de l'image qui a permis de visualiser les canaux en vert, rouge et proche infrarouge en leur affectant respectivement les couleurs bleu, vert et rouge (RGB). (**Figure 31 et 32**)

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

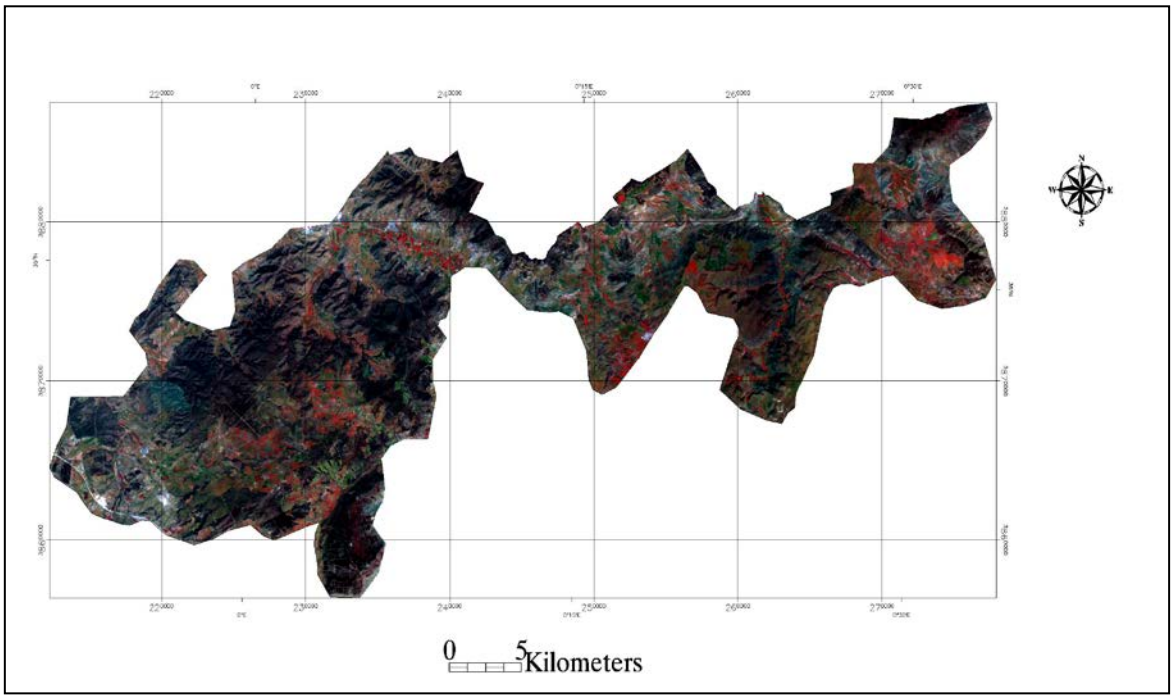


Figure 31 : Composition colorée en mode RGB ou RVB 432
Extrait de l'image Landsat TM (197-036 du 25/04/1987) en composition colorée : R = 4 (Bande pIR), V = 3 (Bande Rouge), B = 2 (Bande Verte), montrant les monts de Saida.

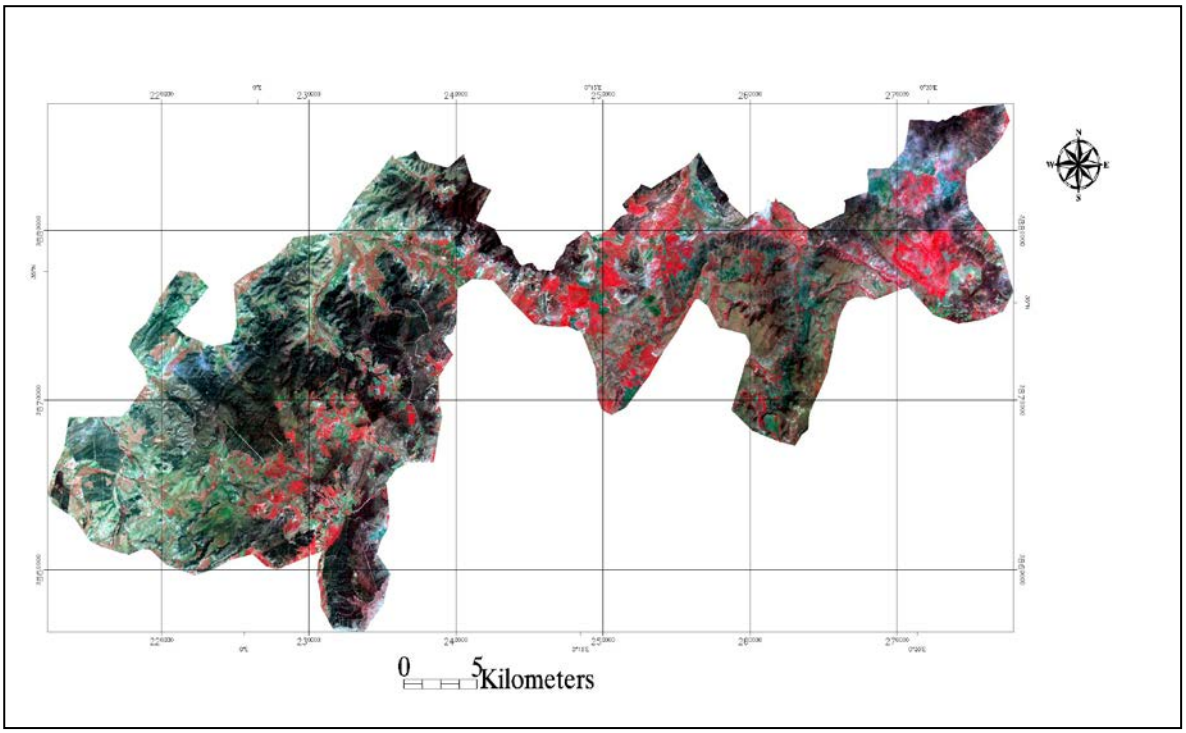


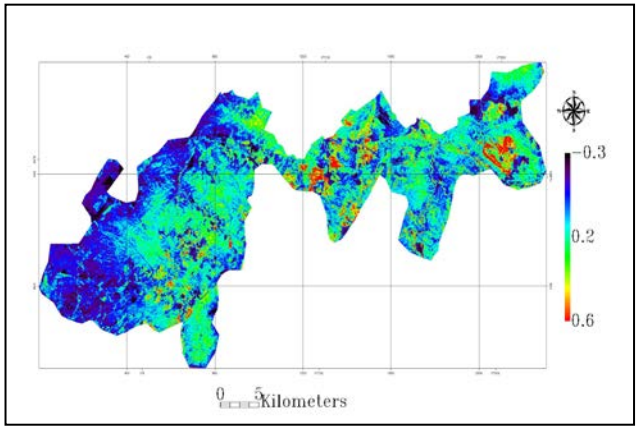
Figure 32 : Composition colorée en mode RGB ou RVB 432

Extrait de l'image Landsat ETM+ (197-036 du 11/04/2011) en composition colorée: R = 4 (Bande pIR), V = 3 (Bande Rouge), B = 2 (Bande Verte), montrant les monts de Saida

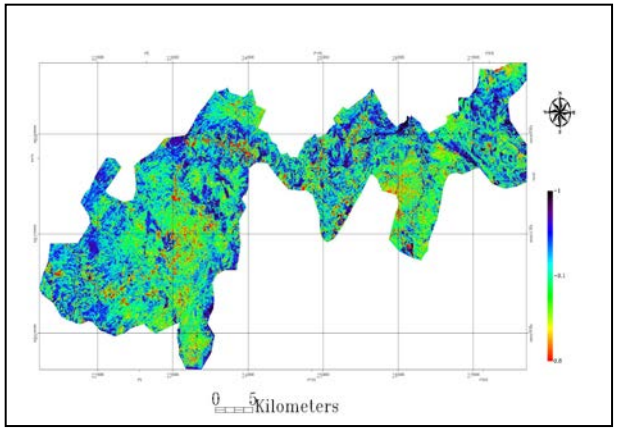
La série d'images a été systématiquement corrigée radiométriquement et atmosphériquement en se basant sur des données fournies avec les images satellitales, afin de les rendre comparables et calculer les différents indices radiométriques.

1.5.3. Calcul de l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI)

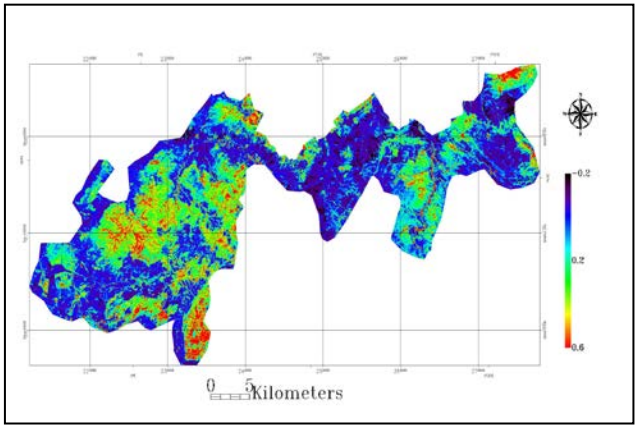
Avant d'effectuer nos traitements avec la classification non supervisée, une comparaison a été faite entre l'indice moyen de NDVI obtenus aux 6 dates, calculées sur la zone d'étude (**figure 33**) et les moyennes pluviométriques annuelles de 1987 à 2011. La pluviométrie moyenne annuelle est enregistrée au niveau de la station météorologique de Rebahia (Saida).



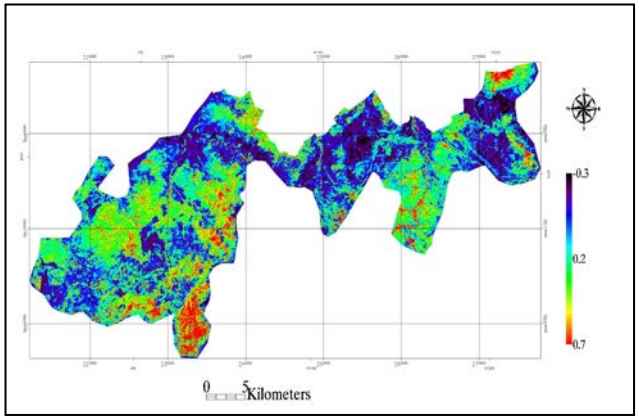
NDVI 1987



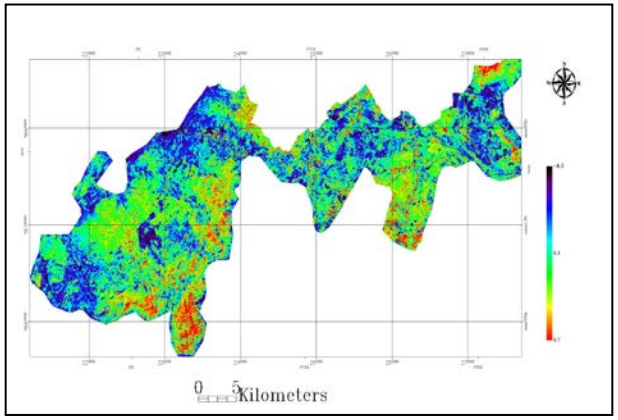
NDVI 2000



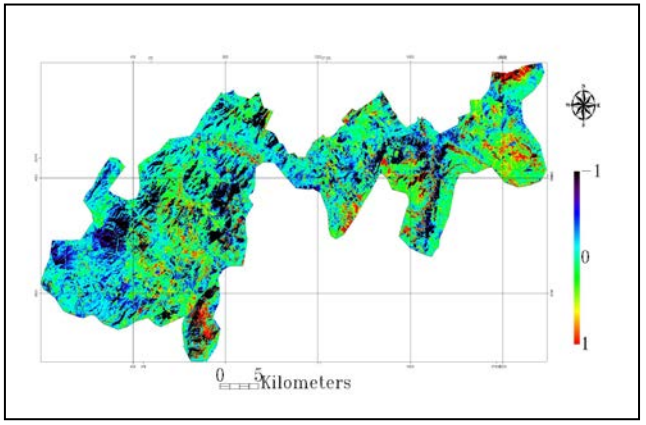
NDVI 2007



NDVI 2009



NDVI 2010



NDVI 2011

Figure 33 : Indice de végétation – NDVI
Extrait d'image satellitaire Landsat TM 1987 et Landsat ETM+ 2000, 2007, 2009, 2010 et 2011.

1.5.3.1. Discussion NDVI

La figure 33 montre des images de synthèses du NDVI, pour la période 1987-2011. Les couleurs bleus correspondent à des valeurs basses du NDVI et les rouges à des valeurs hautes, en passant par des valeurs intermédiaires représentées par la couleur vertes à jaune.

Pour l'ensemble des images, les périodes 1987 et 2009 montrent les valeurs les plus hautes, tandis que les autres périodes montrent des valeurs un peu basses.

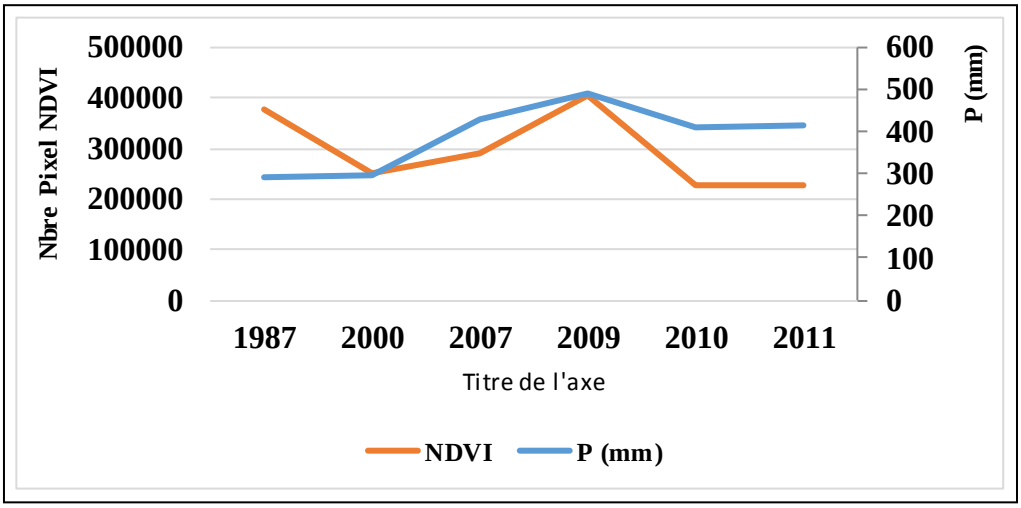


Figure 34 : Valeurs moyennes de nombre de pixel de NDVI aux 6 dates.
Calculées sur l'ensemble de la région, et moyennes pluviométriques annuelles de 1987 à 2011.

D'après le graphe en remarque que le nombre de pixel de NDVI des 6 séquences choisis représente une corrélation flagrante avec les moyennes annuelles des précipitations des années concernées.

L'image d'Avril 1987 se caractérise d'une façon générale par un nombre de pixel élevé de l'indice de végétation (NDVI). Puis, un changement s'observe à partir de l'année 2000. Il se matérialise par une diminution plus ou moins régulière, mais très significative, du NDVI ce qui explique l'activité chlorophyllienne de la végétation en général diminue. Ce changement marque le passage vers un état de dégradation.

En remarque un pic en 2009, où la valeur est 406000 pixel de NDVI avec une bonne année où la moyenne annuelle des précipitations affleure les 500 mm, puis une diminution jumelée entre le nombre de pixel de NDVI ainsi le total des précipitations des années 2010 et 2011.

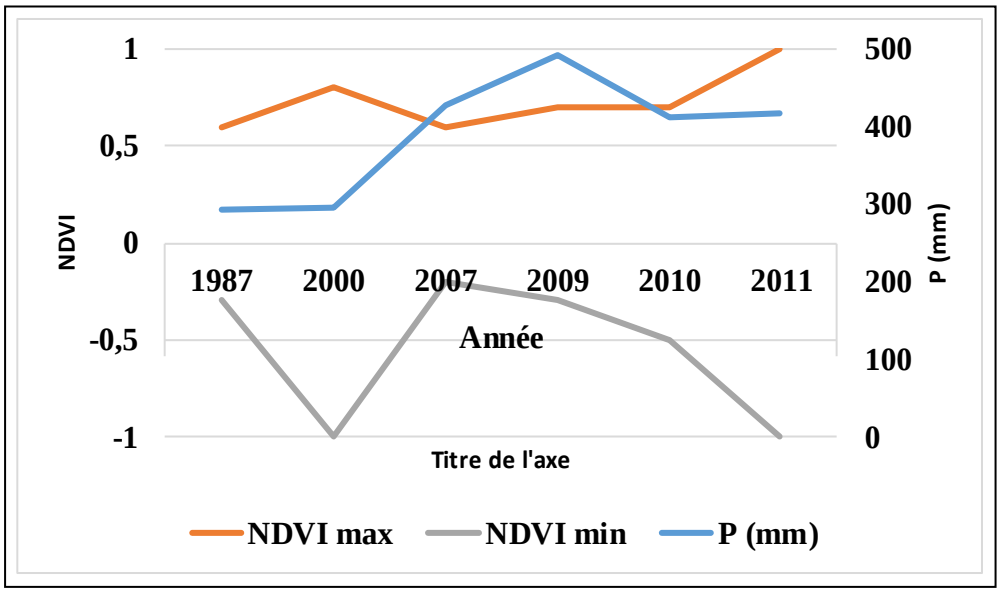


Figure 35 : Valeurs moyennes de NDVI aux 6 dates
Calculées sur l'ensemble de la région, et moyennes pluviométriques annuelles de 1987 à 2011.

Du point de vue spatial, et uniquement pour les monts de Saida, on remarque une fluctuation au niveau de la valeur de NDVI des périodes choisis surtout pour les valeurs minimales où on enregistre des valeurs très basses dans les périodes 2000 et 2011 (NDVI= -1).

Pour les valeurs maximales elles sont tous supérieurs à 0,5. Ceci montre déjà que la haute variabilité interannuelle de la productivité de la végétation est liée aux variations spatiotemporelles des précipitations.

Tableau 28 : variation de l'indice de végétation (NDVI) en fonction des précipitations moyennes annuelles (1987 à 2011)

	Année					
	1987	**2000**	**2007**	**2009**	**2010**	**2011**
P (mm)	292,4	295,3	428,6	491,7	410,8	416
Pixel NDVI	377000	251609	289100	406000	226906,8	227103
NDVI $_{max}$	0,6	0,8	0,6	0,7	0,7	1
NDVI $_{min}$	-0,3	-1	-0,2	-0,3	-0,5	-1

1.5.4. Calcul des autres indices radiométriques

Pour chaque image, nous avons ensuite procédé au calcul de deux autres indices radiométriques afin d'identifier les états des surfaces pour l'élaboration de la carte d'occupation du sol de 1987 et 2011, et qui sont :

- Indice de brillance des sols (**IB**) (Brightness Index),
- Indice de rougeur (**IR**) (Redness Index).

1.5.5. Elaboration de la carte d'occupation de sol de 1987 et 2011

1.5.5.1. Classification des images : Cependant, quelques difficultés apparaissent pour la délimitation précise des différents espaces végétaux (Major et al., 1990). La technique de la classification non dirigée a été utilisée dans le but d'avoir une vue d'ensemble sur la géographie des unités d'occupation du sol. Les images générées par la classification ont servi de documents de validation pour confirmer les observations faites sur les compositions colorées.

Afin de réaliser la carte d'occupation de sol de 1987 et 2011, nous avons traité les images composées par ces trois néo-canaux (IR, NDVI et IB) en appliquant une classification non dirigée par centres mobiles pour obtenir vers la fin deux cartes finales des états de surface qui apportent plus ou moins des connaissance fondamentales sur la zone d'étude. (**Figure 36 et 37**)

L'interprétation des quatre classes s'est faite en comparant les valeurs des indices pour chaque date par rapport aux données de contact de terrain et aussi l'image de la composition colorée.

De nombreux travaux ont souligné l'intérêt du calcul de ces indices pour la caractérisation des états de surface tout particulièrement dans les régions arides. (Belghith, 2003 ; Escadafal, 1989 ; Tabarant et Escadafal, 2001)

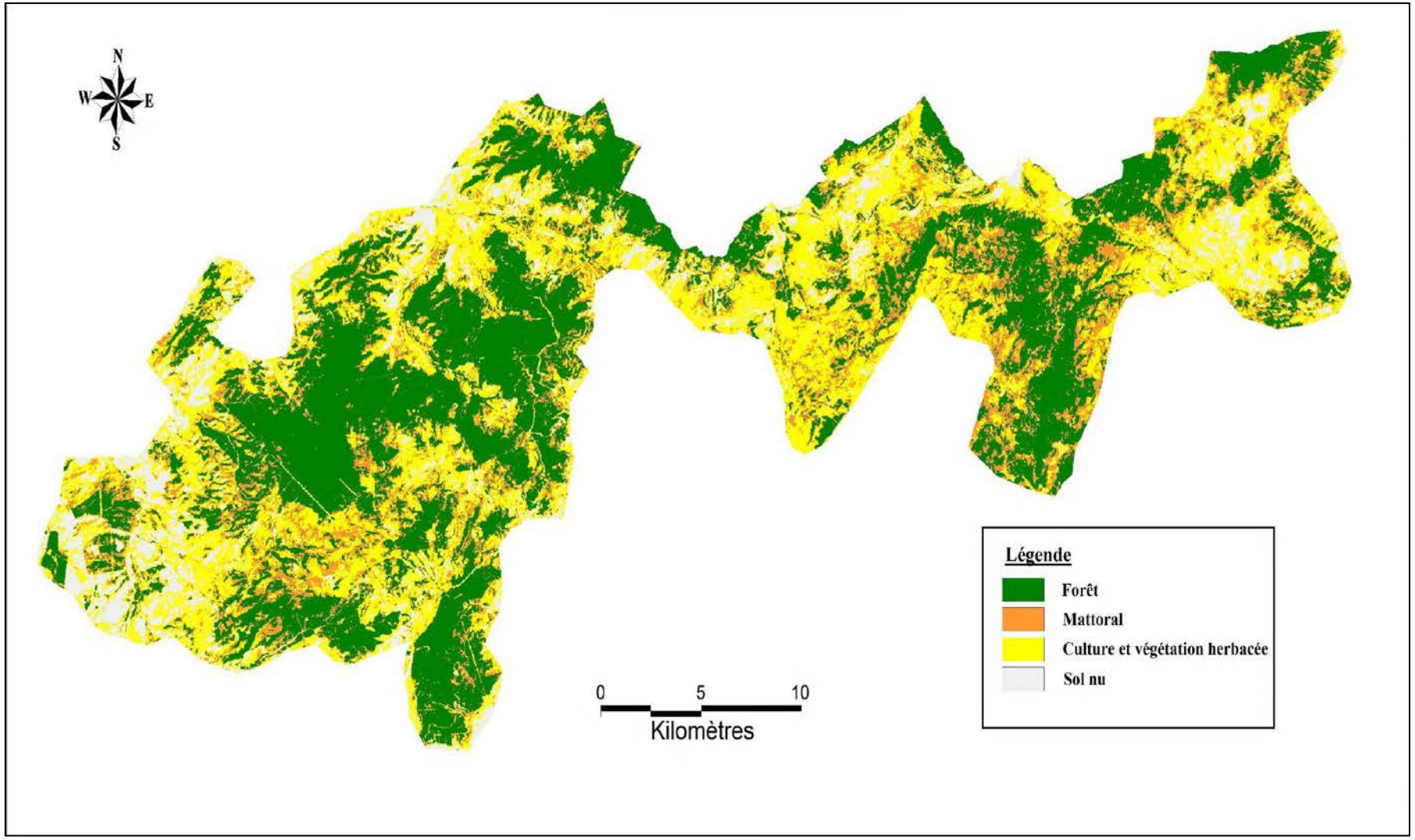


Figure 36 : Carte d'occupation de sol des monts de Saida de la période 1987.
(Réalisée à partir d'une classification non supervisée de trois néo-canaux radiométrique)

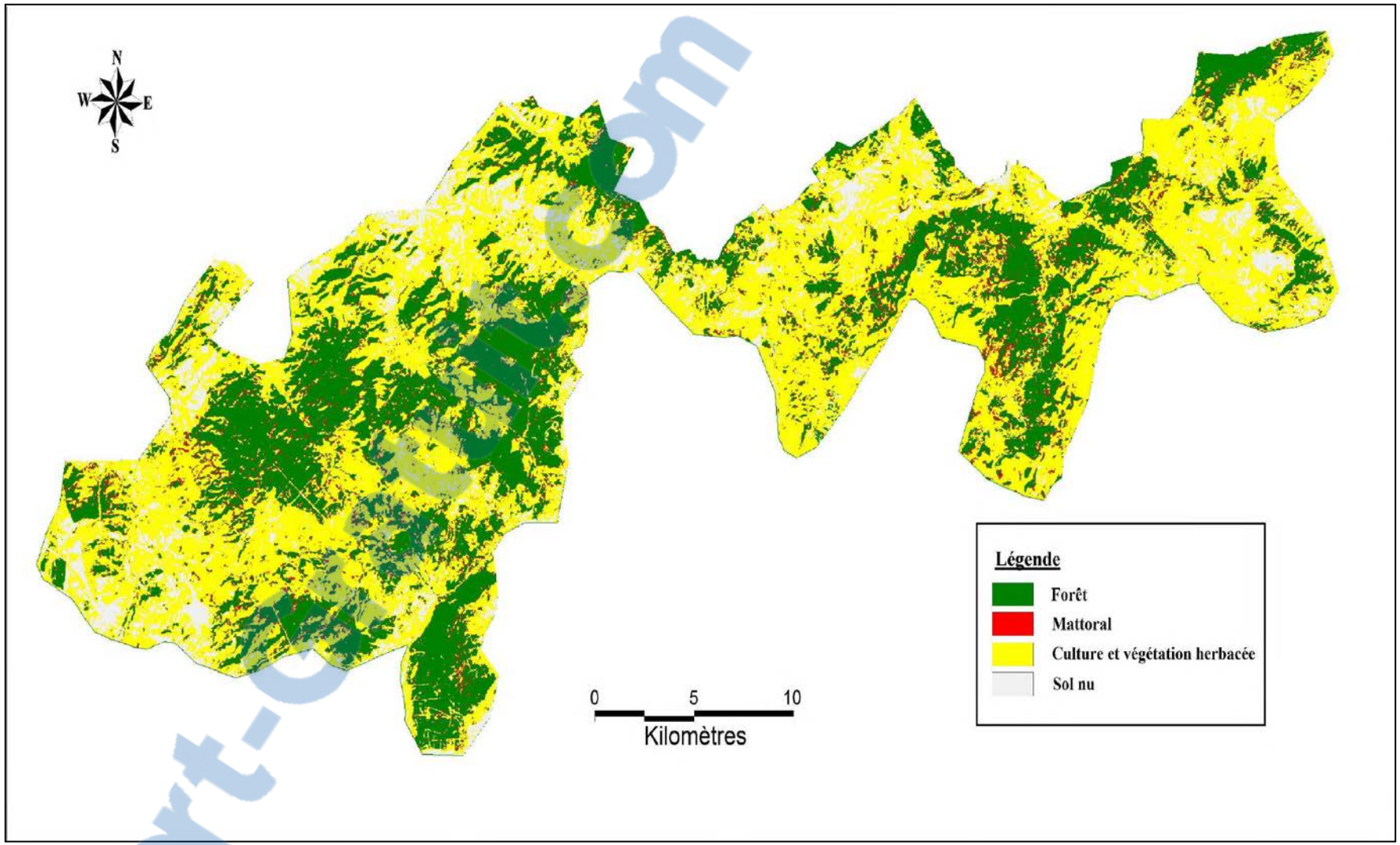


Figure 37 : Carte d'occupation de sol des monts de Saida de la période 2011
(Réalisée à partir d'une classification non supervisée de trois néo-canaux radiométrique)

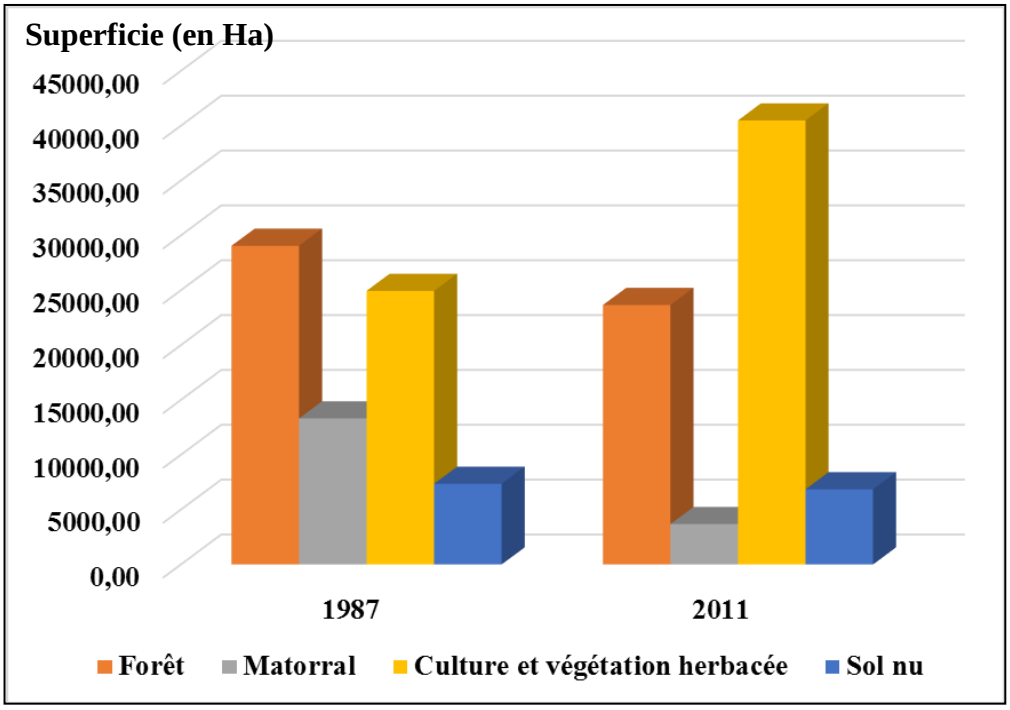


Figure 38 : Evolution de l'occupation des sols entre 1987 et 2011

Tableau 29 : Evolution de l'occupation du sol des deux périodes (1987 et 2011)

	Superficie (Hectare)	**1987**				
		Forêt	**Matorral**	**Culture et végétation herbacée**	**Sol nu**	**Total**
2011	**Forêt**	19577,04	2669,41	1288,30	118,73	23653,48
	Matorral	1917,30	1075,65	654,12	36,44	3683,52
	Culture et végétation herbacée	7406,75	9238,53	20089,90	3747,05	40482,23
	Sol nu	152,69	334,96	2910,18	3453,55	6851,38
	Total	29053,78	13318,56	24942,50	7355,78	
	Différence	**- 5400,30**	**- 9635,04**	**+ 15539,73**	**- 504,39**	

1.5.5.2. Analyse de l'occupation des sols en 1987 et 2011

L'analyse de l'évolution de l'occupation du sol passe par la présentation de la carte de 1987 et de celle de 2011ainsi que de leurs statistiques respectives. Un croisement des deux cartes d'occupation du sol des monts de Saida de 1987 et de 2011donnera une carte des changements et une matrice qui traduira l'évolution des différentes classes entre ces deux dates.

Les figures 36 et 37, présentent les cartes d'occupation des sols issues des classifications non supervisées des images Landsat TM de 1987 et Landsat ETM+ de 2011 de trois néo-canaux radiométrique (IR, NDVI et IB). L'analyse de l'évolution de l'occupation des sols à travers le graphique (**figure 38**) et de leurs statistiques respectives (**tableau 29**), nous renseigne sur l'état des occupations des sols et de leur évolution. L'état de l'occupation des sols en 1987 révèle une proportion assez importante des sols nus non cultivés (soit 9,85 %) et une forte pour la culture et la végétation herbacée (soit 33,40 %). On note que l'occupation de la superficie forestière est entre 38,91 % pour la forêt (29053,78 ha) et 17,84 % (13318,56 ha) pour les matorrals.

En 2011, si en on la compare avec la période 1987, on constate une baisse relative des surfaces des sols nus de 06,90 %, une forte augmentation des superficies cultivées et de la végétation herbacée de 62,08 % (15510 ha) au détriment des autres occupations (Forêt, matorral et sol nu), mais on note aussi que la superficie des matorrals (3683,52 ha) a subis une très forte diminution qui est de 72% de la superficie occupée en 1987 (13318,56 ha). On remarque aussi que les superficies occupées par les forêts ont aussi diminuée avec une valeur assez importante dans les alentours de 19 % de la superficie occupée en 1987 (29053,78 ha).

1.5.6. Détection des changements intervenus entre 1987 et 2011

Généralement on distingue deux types de méthodes de détection des changements : la comparaison d'images pixel à pixel (basé sur les données radiométriques des images : NDVI 1987 et NDVI 2011) et comparaison entre les deux cartes d'occupation du sol de 1987 et de 2011.

1.5.7. Comparaison des données radiométriques : NDVI1987 et NDVI2011

L'analyse en vecteurs de changements des images NDVI s'apparentent à une simple différence entre le NDVI de 1987 et celle de 2011. Trois classes de vecteurs ont étés choisis pour interpréter les changements entre deux périodes, changement positifs, pas de changement et changement négatif. (**Figure 39**).

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

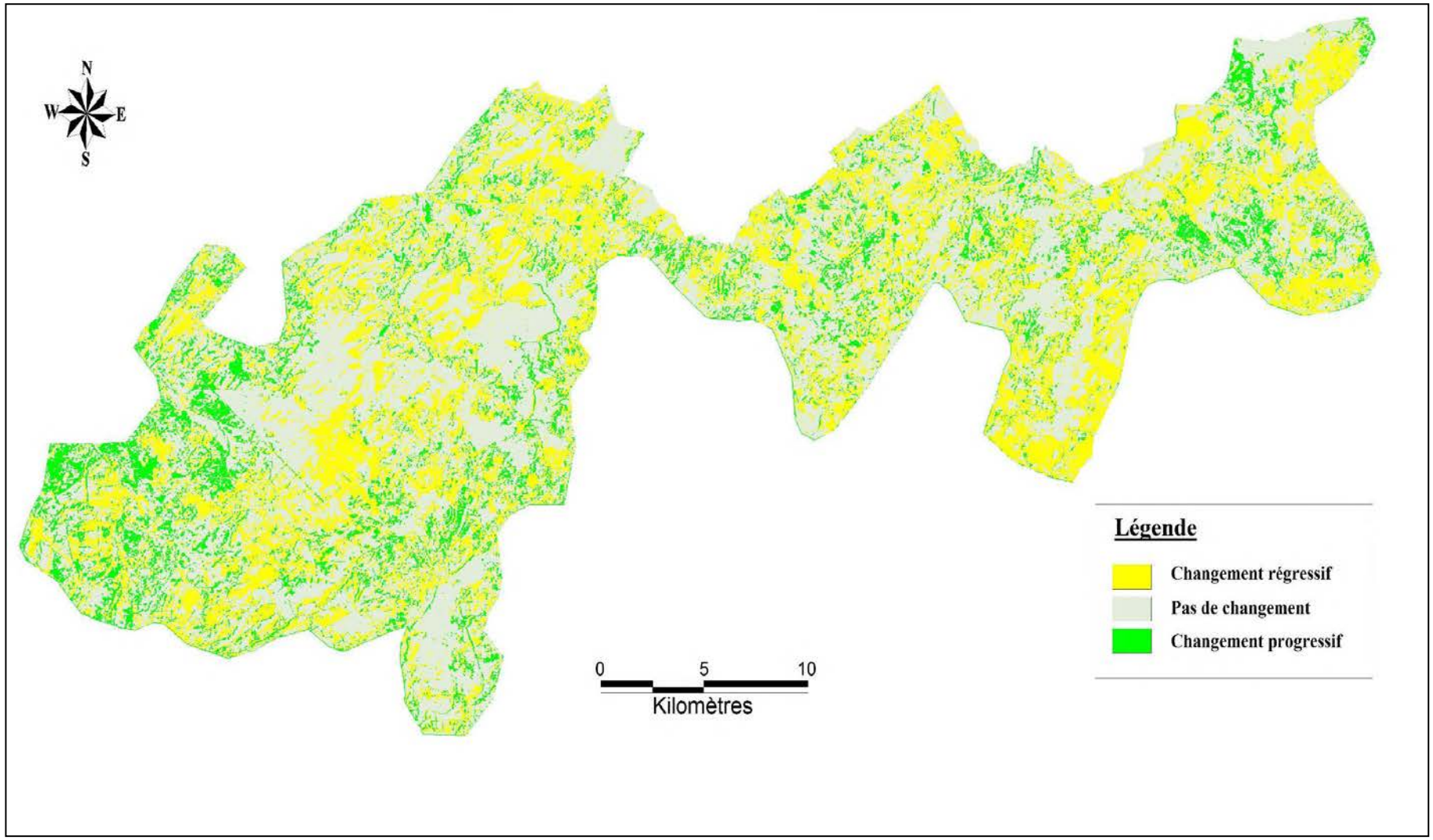


Figure 39 : Carte de changement de végétation entre deux périodes $NDVI_{1987}$ et $NDVI_{2011}$

1.5.7.1. Comparaison entre les deux cartes d'occupation du sol

L'obtention de la carte des changements des états de surface à partir des deux images Landsat : TM 1987 et ETM+ 2011 passe par un système d'information géographique (SIG).

Les deux cartes d'occupation de sol issus de la classification no supervisée des trois néo-canaux sous EN.VI 4.7, sont des images en mode raster et ils ont étés converties en mode vecteurs puis traitées par le logiciel MapInfo version 8.0 qui est un système d'information géographique.

La carte de changements entre 1987 et 2011 présentée en figure 40, sont réalisées à partir du croisement des couches issues de ces différentes classifications. En effet, le croisement entre deux périodes consiste à combiner de manière arithmétique les valeurs des thèmes cellule à cellule. Ceci nous permet de quantifier les changements de l'occupation des sols intervenus entre ces différentes dates. Les deux cartes thématiques générées par le croisement des couches issues des classifications non supervisée de 1987 et 2011 sont codées en sortie et les différents types de changements sont regroupés selon leur pertinence. Ce qui nous a conduits à reclasser nos deux cartes thématiques en sept classes.

L'étude de la dynamique des occupations des sols est basée sur trois cas. Il s'agit du terme « **pas de changement** » qui regroupe toutes les occupations qui n'ont pas changées entre deux dates. Ensuite nous avons le terme « **changement régressif** ou **conversion** ou **dégradation**» qui sont des unités d'occupations des sols ayant subi des transformations entre deux dates et enfin nous avons le terme « **augmentation** ou **progression** » qui englobe les classes ayant progressé en terme de superficie d'occupation.

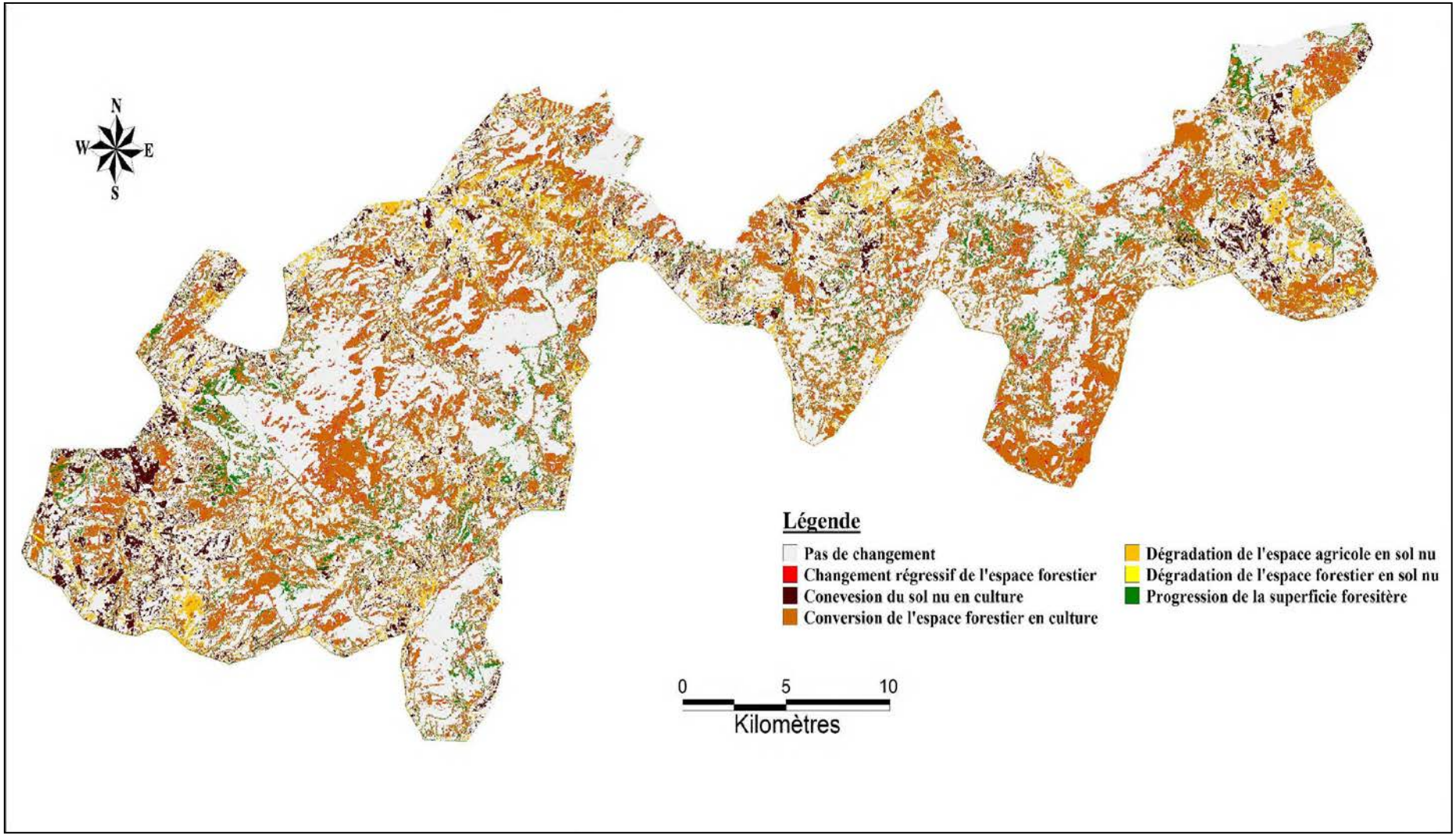


Figure 40 : carte des changements entre 1987 et 2011

Tableau 30 : Etat de la dynamique de l'occupation du sol entre 1987 et 2011

Etat de la dynamique de l'occupation du sol entre 1987 et 2011		
Classes thématiques	**Hectare**	**%**
Pas de changement	37796,15	50,65
Conversion de l'espace forestier en culture	23148,67	31,02
Changement régressif de l'espace forestier	3217,30	04,31
Dégradation de l'espace forestier en sol nu	252,69	00,34
Progression de la superficie forestière	2824,58	03,79
Dégradation de l'espace agricole en sol nu	2934,20	03,93
Conversion du sol nu en culture	4447,05	05,96

1.5.7.2. Interprétation du résultat

L'analyse de la carte (**figure 40**) et le tableau 30 issus par le croisement des cartes d'occupation de sol de 1987 et 2011 montre une dynamique au niveau des différentes classes thématiques. On constate que 50% de la zone d'étude n'ont pas subi de changements. Parmi les unités d'occupation des sols qui ont subi des modifications, on note que l'espace forestier est le plus touché avec 26618 ha soit 35,67 % de la zone d'étude répartie entre régression en matorral, reconversion en culture et éradication en sol nu carrément. Les surfaces dégradées ont connu une progression de 03,79 % soit 2824 ha justifiée par le reboisement et aussi par le biais de quelques travaux sylvicoles réalisés dans la zone.

a. Impact climatique :

Dans les monts de Saida, la pluviométrie a une évolution régressive. D'après Medejerab et Henia (2011), la récession pluviométrique a été observée, annonçant un début de sécheresse, durant les décennies 1920-30, 1930-1940 et 1970-1980. Ces décennies permettent de mieux apprécier le caractère très déficitaire des précipitations.

Cette diminution pluviométrique avec des périodes de sécheresse successives a entraîné des modifications dans les différentes zones agro climatiques de l'ensemble de l'Algérie et plus particulièrement sa partie nord-Ouest Algérien.

Cette qui a touché le Nord-Ouest algérien ces dernières décennies a eu des répercussions importantes sur les ressources en eau, et plus particulièrement sur les eaux souterraines.

Dans les monts de Saida, la baisse progressive de la pluviométrie a eu comme effet, la baisse du niveau de la nappe phréatique.

De nombreux ligneux morts sur pied sont visibles surtout dans la partie Sud des monts de Saida, et les espèces végétales les plus touchées sont entre autres. Cette mortalité pourrait être liée à une aridité croissante du climat réduisant la disponibilité en eau utile et en nutriments, limitant le fonctionnement physiologique des arbres (Kossi et al., 2009).

Indirectement, le prolongement des périodes de chaleur et l'asséchement des milieux induisent une activation de stress physiologiques pour l'arbre qui pourrait réduire ses systèmes de défense contre les attaques pathologiques (Wardell et al., 2003).

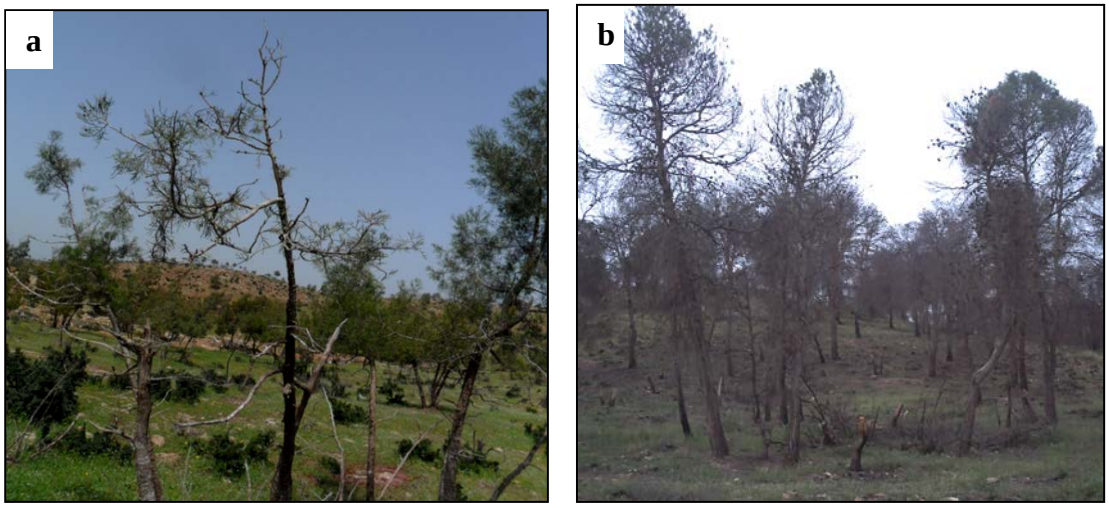


Photo 1 : Dépérissement de pin d'Alep
a. dépérissement de pin d'Alep dans la forêt d'Ain Branis (Cliché Khatir et Sehl, 2013)
b. quelques arbres de Pin d'Alep morts sur pied dans la forêt de Youb (Cliché Kefifa, 2010)

Depuis les années 80 la végétation de la zone d'étude a subi une évolution remarquable surtout au niveau de la forêt, d'après des témoignages d'anciens documents ainsi que la population de cette zone, la végétation était dense avec une forêt dense rassemblant une richesse faunistique très importante mais elle est en régression continue. Cette évolution de la végétation est due essentiellement aux facteurs naturel et anthropique.

1. **Importance de l'occupation du sol, du recouvrement et de l'espace vital des principales espèces forestières**

La pérennité des formations forestières en Algérie reste tributaire du taux de recouvrement, de l'occupation du sol et de l'espace vital des principales espèces. Ces trois éléments constituent des indicateurs appréciables pour une appréciation de la physionomie qui permet de renseigner rapidement sur l'intérêt tant écologique qu'économique des formations forestières. (Boudon 1968)

En Algérie le taux d'occupation de l'espace ou de colonisation des sols par les espèces détermine avec le taux de recouvrement l'espace vital nécessaire à chaque individu végétal

ligneux. Il constitue un paramètre de référence pour apprécier la vitalité et la résistance des espèces et des formations forestières aux conditions du milieu et aux multiples agressions qu'elles peuvent subir. Ce paramètre est important à connaître d'autant plus qu'il est imposé directement les facteurs du milieu (sol et climat) et l'utilisation qui est faite de la formation végétale. Chaque espèce végétale dispose d'un espace vital lui permettant de jouer un rôle déterminant dans la pérennité des formations forestières.

La concentration de plus de 80% de la couverture forestière dans l'étage bioclimatique semi-aride justifie l'étude de la répartition moyenne des espèces dans l'espace par le biais de ces deux paramètres pour pouvoir identifier les meilleures densités de plantation et d'éducation des peuplements (Benabdeli 1983).

2. Protocole expérimental

Dans les deux étages bioclimatiques les plus colonisés par les formations forestières (semi-aride et subhumide), dix placettes de forme carrée, d'une surface de 100 m² ont été délimitées pour servir d'appréciation du taux d'occupation du sol par les espèces végétales ligneuses de premier ordre contribuant à la pérennité des groupements forestiers. Les paramètres évalués sont l'occupation de l'espace par les végétaux persistants, le recouvrement par strate et l'espace vital réservé à chaque espèce afin de mieux comprendre le comportement et la dynamique des principales formations forestières.

L'appréciation de ces trois paramètres est déterminante pour évaluer les possibilités de résistance des formations forestières aux diverses agressions tant climatiques qu'anthropiques. Le calcul du taux d'occupation de l'espace par strate est fait par projection sur le sol l'ensemble de la biomasse des espèces. Le taux d'occupation de l'espace n'est en fait que la soustraction de la partie du sol restant nue. L'évaluation de l'espace vital s'effectue par une division de la superficie par le nombre des espèces dominantes présentes et constituant l'ossature de la formation forestière de premier ordre.

3. Taux d'occupation de l'espace

C'est un paramètre assez indicateur en matière de comportement des formations forestières, il est un élément déterminant dans la physionomie, l'accroissement, la structure et la dynamique des formations forestières. Il se traduit par une évaluation du taux de recouvrement de chaque espèce et de chaque strate par la projection de la biomasse totale de l'espèce sur le sol. Il permettra de confirmer l'impact des autres paramètres sur l'identification et la détermination de la physionomie (Duvigneaud 1980). Ainsi il sera possible de préciser et d'utiliser avec des appréciations chiffrées les notions de recouvrement, de dominance, de présence, de stabilité ou constance de chaque strate.

Quelque soit le groupement végétal et l'étage bioclimatique auquel il appartient, le taux d'occupation du sol moyen toutes strates confondues varie entre 45 et 65% avec cependant un minimum de 25% et un maximum de 85%.(Benabdeli 1996).

Le pourcentage moyen d'occupation du sol de chaque strate se récapitule ainsi :

Tableau 31 : Taux d'occupation du sol par strate et par étage bioclimatique

Strates	**Etage Semi-aride**	**Etage subhumide**
	Taux d'occupation minimal du sol	**Taux d'occupation maximal du sol**
Arborescente	17% à 7%	28% à 13%
Arbustive	23% à 8%	31% à 23%
Sous arbustive	25% à 10%	26% à 9%
Total	65% à 25%	85% à 45%

Quelque soit le type de formation végétale et son stade de développement ou sa dynamique découlant de travaux sylvicoles ou de pressions qui s'y exercent, c'est toujours les groupements forestiers de l'étage bioclimatique subhumide qui présente le meilleur taux d'occupation de l'espace pour toutes les strates. Cela s'explique par l'importance de la tranche pluviométrique moyenne annuelle reçue et par la qualité des sols (profondeur, taux de matière organique, composition floristique).

Les valeurs obtenues confirment le rôle important que jouent les strates arbustives et sous arbustives (Benabdeli 1996) en matière de lutte contre l'érosion, de stabilité de la couverture végétale, de pérennité et de protection de la phytocénose malgré les agressions qu'elle subit et les conditions de milieu souvent défavorables sur plus de 80% de la région pendant près de 9 mois sur 12.

L'importante des strates en fonction du taux d'occupation de l'espace et leur prépondérance pour la description de la physionomie est dictée par le classement suivant :

Etage semi-aride

1- Strate sous arbustive
2- Strate arbustive
3- Strate arborescente

Etage subhumide

1- Strate arbustive
2- Strate arborescente
3- Strate sous arbustive

L'importance de la strate sous arbustive dans le semi-aride s'explique par le faible recouvrement de la strate arborescente découlant d'une faible densité et de l'ouverture de ce type de formation qui facilite l'action des facteurs dégradants. La résistance et la faculté de rejeter ou de se multiplier rapidement par semences reconnues à un fort pourcentage (60%) des espèces de la strate sous arbustive font qu'elle présente un taux d'occupation de l'espace

élevé. Dans l'étage bioclimatique subhumide la strate sous arbustive est presque totalement éliminée par le taux d'occupation du sol remarquable des deux autres strates. La strate arbustive est en tête car les individus qui la composent sont très couvrants et à accroissement rapide.

4. Taux de recouvrement par strate et global

Cet indice ne fait pas un double emploi avec le précédent puisqu'il représente la projection de la biomasse de toutes les espèces sur le sol et peut dépasser les 100% puisqu'il y a un chevauchement entre les espèces appartenant aux différentes strates. Le taux d'occupation de l'espace quand à lui se limite à l'occupation du sol et ne peut en aucun cas dépasser les 100%. Par strate ou toutes strates confondues ce taux exprime la dominance d'une strate ou des espèces qui la composent sur les autres et contribuent à imposer une physionomie particulière à une formation végétale selon leur fluctuation (Devaux et al. 1976).

Les résultats obtenus laissent apparaître la dominance de la strate arborescente dans le semi-aride et la strate arbustive dans le subhumide ; le tableau qui suit en donne une synthèse :

Tableau 32 : Taux de recouvrement par strate

Strates	Etage semi-aride	Etage subhumide	Moyenne
Arborescente	42 à 94%	33 à 97%	65 à 68%
Arbustive	11 à 43%	51 à 127%	45 à 89%
Sous arbustive	22 à 67%	7 à 15%	11 à 27%
Total	76 à 204%	91 à 239%	140 à 165%

Selon l'importance du taux de recouvrement, le classement des strates par étage bioclimatique est différent par rapport à celui du taux d'occupation du sol et se résume à :

Etage semi-aride

1- Strate arborescente
2- Strate sous arbustive
3- Strate arbustive

Etage subhumide

1- Strate arbustive
2- Strate arborescente
3- Strate sous arbustive

A chaque étage bioclimatique certaines strates dominent et sont en relation étroite avec le rôle que joue l'espèce selon son taux de recouvrement au niveau de chaque strate. Ainsi la composition floristique et la répartition par strate ont un impact sur l'importance des espèces qui ont un fort taux de recouvrement. La dynamique des formations végétales est tributaire de la répartition du recouvrement par strate imposée par la composition floristique.

La strate arborescente est importante en étage bioclimatique semi-aride, en étage subhumide c'est la strate sous arbustive qui domine.

Rapport-Gratuit.com

La réussite des repeuplements et des reboisements des espaces forestiers dégradés doit obéir à un choix judicieux d'espèces selon leur appartenance à une strate donnée.

5. Espace vital

La structuration des formations obéi le plus souvent à une hiérarchisation des espèces en fonction de leur distribution et de la surface que se réserve, ou qui est réservée par l'homme lors des travaux sylvicoles, à chaque espèce. (Parde et Bouchon 1988). Les résultats obtenus sont différents et contribuent à expliquer la structure et la physionomie des formations végétales. Dans le semi-aride la surface moyenne dont dispose chaque arbre est de 16 m² alors qu'elle n'est que de 7 m² dans le subhumide, cette notion d'espace vital varie dans le semi-aride de 7 à 25 m² et de 3 à 11 m² dans le subhumide par individu végétal au stade arbre.

C'est un paramètre important, tous les individus végétaux jeunes ont des chances égales de se développer mais rapidement ils entrent en concurrence pour l'espace (sol, eau et lumière). La lutte pour la vie va être déterminante, sur une surface quelconque une population grandit jusqu'au maximum autorisé par la densité, l'espace laissé par des individus qui disparaissent va être utilisé.

Le poids moyen d'une population de végétaux serait lié par une relation mathématique précise à leur densité de peuplement sur une aire donnée. C'est ce qui ressort des travaux de Harder (1983) où une droite intitulée " droite d'éclaircissage": $\log W = -1{,}5 \log d + \log k$ soit $W = kd^{-1{,}3}$. Avec W : poids moyen en matière sèche d'un individu qui occuperait 1 mètre carré (poids virtuel d'un individu, rare ceux qui ont une circonférence d'un mètre), d: la densité au mètre carré. Seule l'intensité de la lumière est capable de modifier la position de la droite, toute modification des autres facteurs n'entraîne qu'un changement de la vitesse dans la progression de la droite. De ce fait l'espace vital est une donnée fondamentale qu'il faut maîtriser pour comprendre le développement des individus de chaque groupement végétal.

La maîtrise de l'espace vital permet de commander les éclaircies qui permettent de récolter intelligemment de la matière ligneuse pouvant valoriser des formations végétales tout en augmentant l'accroissement en diamètre donc en volume des individus végétaux. Le nombre de sujet à supprimer dépend des potentialités écologiques locales, de l'essence, de l'âge du peuplement, de la densité en place et de l'objectif fixé. Devaux (1971) défini l'éclaircie, c'est rendre moins serré un peuplement forestier par l'élimination de sujets des essences principales, en laissant les arbres assez serrés pour garnir le bois et assez espacés pour que chacun puisse bien croître. La gestion de cet espace vital obéi à des paramètres fondamentaux que sont : la nature, le type, le poids, le caractère, la rotation et le matériel ligneux en place. La nature peut être quantitative ou qualitative, le type c'est le rapport entre le volume de

l'arbre moyen récolté sur le volume de l'arbre moyen avant la coupe, le poids c'est le volume prélevé à l'unité de surface au cours d'une seule intervention soit le rapport entre le volume prélevé en une fois et le volume sur pied avant l'intervention, le caractère regroupe la nature, le poids et le type, la coupe représente la succession ou l'expression du traitement, la rotation c'est la périodicité des coupes, le matériel sur pied représente le nombre de tige en fonction de la hauteur dominante et l'intensité c'est le rapport entre le volume annuel moyen prélevé pendant la durée des coupes et l'accroissement total annuel moyen maximum en volume.

L'espace vital disponible par espèce est une valeur déterminante car elle permet d'apprécier les potentialités de la station et donner des informations sur la structure des formations végétales (Thiebaut 1976). Tout l'aspect économique et même écologique des principales espèces végétales est conditionné par la densité qui est le reflet de l'espace vital mis à la disposition naturellement ou artificiellement de chaque individu végétal.

L'espace vital renseigne sur la densité, la structure et même la physionomie, plus l'espèce a à sa disposition un espace vital important plus le végétal présente des paramètres biométriques (hauteur et diamètre surtout) intéressants. Devaux (1976) en étudiant la structure comparée de peuplement de pin d'Alep note que l'espace vital dont dispose le pin d'Alep se situe en moyenne entre 19,7 et 8,2 mètres carrés. Parde (1957) précise que pour permettre une production ligneuse optimale les éclaircies sont nécessaires avec comme objectif l'augmentation de l'espace vital et évalue la densité à 200 sujets par hectare vers un âge de 70 ans soit l'équivalent de 50 mètres carrés par arbre. Maachou (1993) en étudiant les éclaircies à appliquer dans un peuplement de pin d'Alep dans la forêt de Nesmoth (Mascara) recommande pour des âges de 50, 60, 70 et 80 ans respectivement des densités de 420, 350, 275 et 120 sujets par hectare.

Dans notre région, les espèces de la strate arborescente disposent dans l'étage semi-aride et subhumide de superficies assez différentes comme le souligne le tableau suivant :

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Tableau 33 : Espace vital par espèce.

Espèces	Espace vital dans l'étage bioclimatique semi-aride	Espace vital dans l'étage bioclimatique subhumide
Pinus halepensis	28.65	35.71
Tetraclinis articulata	112.35	222.22
Juniperus oxycedrus	181.81	140.84
Quercus ilex	185.18	111.11
Quercus coccifera	201.30	175.17

La strate arbustive dispose d'un espace vital plus réduit car la densité est élevée et diffère très peu d'une essence à l'autre, à titre d'exemple une comparaison entre les chiffres dans les deux étages de végétation donne les chiffres suivants: pin d'Alep (10,33 à 11,76 m²), thuya (46,61 à 33,33 m²), genévrier (72,99 à 55,24 m²), chêne vert (2,87 à 1,44 m²), chêne kermès (12,34 à 10,35 m²) lentisque (5,55 à 9,02 m²), filaire (4,00 à 5,00 m²).

L'importance de la maîtrise des trois paramètres, souvent négligés dans la description des formations forestières, taux d'occupation du sol, taux de recouvrement et espace vital par strate et par espèce ligneuse jouant un rôle majeur dans la dynamique et l'évolution de la végétation forestière constitue dans les zones à tendance arides des données judicieuses.

Il est possible à travers l'appréciation de ces paramètres de remédier à des erreurs techniques souvent commises dans le choix des espèces (strate), la densité de plantation et les travaux sylvicoles.

L'impact tant écologique qu'économique de ces orientations est appréciable à plus d'un titre et permettra d'assurer une pérennité aux formations forestières par l'application de techniques propres à chaque type de groupement.

b. Impact anthropozoogène

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 à travers la destruction d'une bonne partie de son potentiel économique et écologique. Par exemple la lutte antiterroriste a conduit parfois au sacrifice involontaire d'une partie du patrimoine forestier (Ghazi, 2004) où les monts de Saida fait partie.

Les résultats obtenus montrent que dans les monts de Saida, les formations boisées sont en régression de 1987 à 2011 pendant que les cultures sont en extension flagrante. Cette progression des cultures représente 62.08 % sur 24 ans soit 2,6% par an.

Photo 2: Extension de la surface agricole en plein massif forestier des monts de Saida Région de Balloul (Cliché Kefifa, 2011)

C’est la conséquence de l’augmentation de la population de la région où la surexploitation des terres est considérée comme la principale cause de la dégradation du couvert végétal et de de la forêt spécialement.

L’évolution régressive de la forêt est dû essentiellement aux réactions négatives de l’homme, le pâturage incontrôlé et excessif empêche la régénération des semis ou repousse et s’accompagne d’un débrochage qui conduit à la destruction progressive de la forêt.

L'homme et son troupeau puisent de la forêt leurs nourritures et moyens de survie en dégradant ainsi les formations végétales.

Le pâturage constitue sans doute le facteur majeur de dégradation. En effet, le plus souvent incontrôlé et excessif, il empêche la régénération par semis ou repousse et s'accompagne, en période de disette, d'un ébranchage volontaire qui, surtout en zone semi-aride conduit à la destruction progressive de la forêt.

Parmi les actions dévastatrices des forêts, il y a lieu de noter des opérations d’aménagement et de mise en valeur financées mais qui se sont traduites par une altération des écosystèmes forestiers comme le montre les travaux de Kerrache (2011)

Photo 3 : Les ouvertures du préaménagement forestier
(Cliché : Grim, 1989).

A ce sujet Kerrache (2011) note : « L'espace boisée des monts de Dhaya, aussi hétérogène qu'il est, ne peut être qualifiée dans sa totalité de productifs, les résultats de la mobilisation du bois due aux opérations de cloisonnement le confirment. L'examen des récoltes du cloisonnement opérées dans la forêt de Fenouane par exemple (avec une superficie de 3598,82 ha répartie on 374 parcelles dont 290 parcelles ont été cloisonnées) ; montre qu'il s'agit de résultats forts médiocres puisque 72,5% de la surface cloisonnée ont fournie des rendements en bois nuls ou insignifiants (Grim, 1989).

Photo 4: Etat des formations forestières après préaménagement
(Cliché Kerrache, 2011)

L'exploitation total d'une surface de 179,6 ha (la somme des surface exploitée par le cloisonnement) à donnée une récoltes de bois nulle par contre le cloisonnement de 25 parcelles à fournis une récolte de 10 à 33 stères par hectare. Plus grave encore, les potentialités dans les forêts du massif préaménagé dans les monts de Dhaya Saïda sont très médiocres, allant de 0,15 stères/ha/an jusqu'à un maximum de 0,5 stères/ha/an, et où 18,66 % de la surface total à une possibilité nulle (Grim, 1989), ce qui donne une idée sur l'hétérogénéité des peuplements d'une même forêt points de vue potentialités, imposant un zonage spécifiques de chaque peuplement selon sa productivité en premier lieu ». Il évalue l'impact du préaménagement comme suit : « Les travaux du préaménagement engendrent une superficie dénudée très importante, elle est de l'ordre de 13,2 % ; c'est-à-dire13,2 ha dénudée de toutes végétation pour chaque 100 ha préaménager (voir annexes), cette superficie dénudée peut induire à de très graves calamités (chablis, érosion, ….etc.) surtout sous conditions particulaires de la région (climat capricieux, puits torrentielle, zone montagneuse, forte anthropisation…etc.) ».

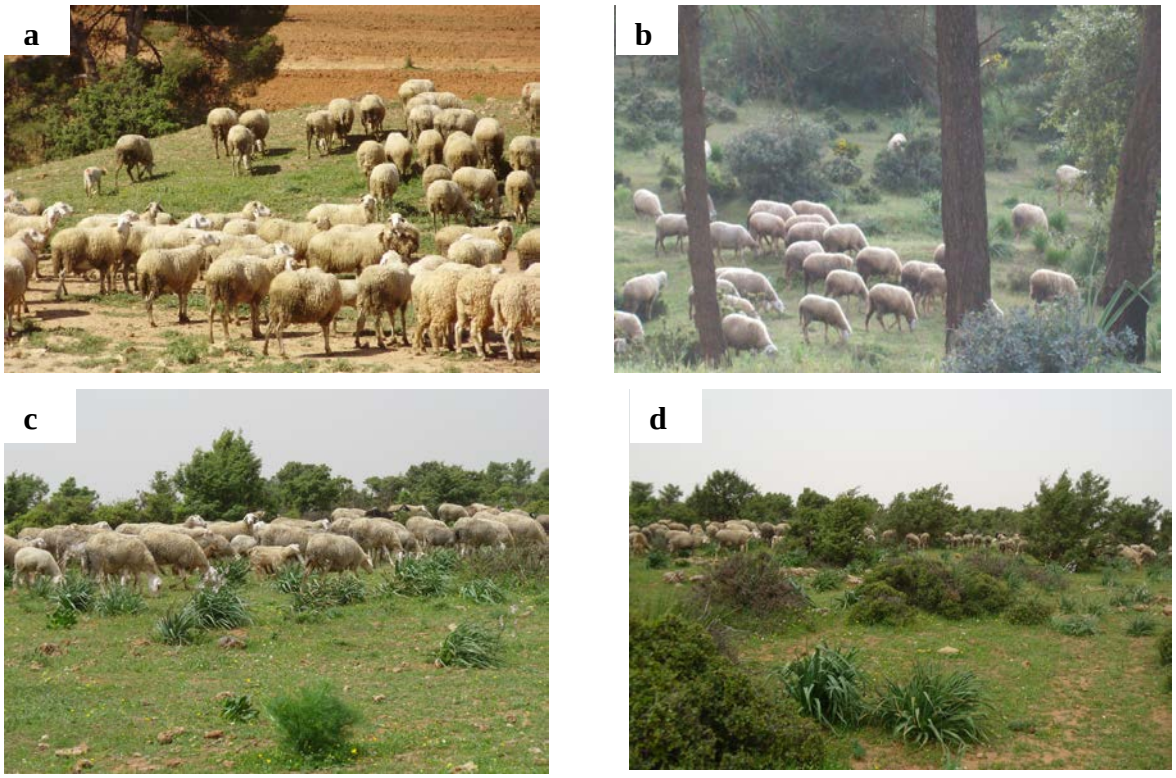


Photo 5 : Pâturage intense des ovins en plein massif forestier des monts de Saida. (Région d'Ain Soltane (**a** et **b**) région de Balloul (**c** et **d**) (Cliché Kefifa, 2011).

Les feux de forêt détruisent annuellement près de 2% de la surface forestière nationale, alors que les reboisements ne sont que de l'ordre de 1% soit une perte de 15000 hectares par an et ceci bien évidemment dans le cas où tous les reboisements réussiraient.

Photos 6 : Effet du feu sur les forêts des monts de Saida
a. la forêt de Youb **b.** la forêt d'Ain Soltane (Cliché Kefifa, 2010)

1.6. Réponse des ressources naturelles aux pressions et stratégie de durabilité

1.6.1. Description de l'état des ressources naturelles

Après une évaluation des impacts des pressions anthropiques sur les ressources naturelles ; un aperçu détaillé sur l'état de chaque ressources et surtout les formations forestières au regard du rôle qu'elles jouent s'impose.

1.6.2. Etat des formations forestières

L'exploitation de la carte d'occupation des sols et la comparaison sur une période espacée de 24 ans a permis de cibler des groupements forestiers où des relevés phytoécologiques ont été réalisés dans le but de décrire leur état.

1.6.2.1. Différents types de formations végétales :

Le déterminisme utilisé dans la nomenclature diffère d'un auteur à l'autre et d'un pays à l'autre dans le bassin méditerranéen au regard de la diversité floristique, de la structure, de la composition et de la physionomie. Généralement c'est la nomenclature d'IONESCO et Sauvage (1962) qui est la plus utilisée avec ses remarques et ses particularités ne pouvant être généralisées à toutes les formations végétales. Parmi les chercheurs qui se sont intéressés à cette notion de nomenclature il y a lieu de citer Alcaraz (1962 et 1982) et Benabdeli (1983). Les principales formations végétales colonisant les monts de Saida sont :

- la pineraie pure : la strate arborescente set généralement dégradée alors que la strate arbustive est dense avec des espèces à haute fréquence et densité (*Pinus halepensis,*

Rosmarinus tournefortii, Pistacia lentiscus, Stipa tenacissima, Cistus villosus, Globularia alypum. C'est une pineraie type du semi-aride appartenant au groupement xérique du pin d'Alep à romarin.

- la pineraie à thuya : ce type de pineraie se caractérise par la forte présence des espèces suivantes, *Pinus halepensis, Phillyrea angustifolia, Quercus coccifera, Cistus villosus, Rosmarinus tournefortii et Tetraclinis articulata*.

- la pineraie à thuya et chêne vert : en plus du pin d'Alep et du thuya ce groupement se caractérise par une présence d'espèces rattachées à un bioclimat légèrement plus humide où se distinguent *Quercus rotundifolia, Genista quadriflora et Ampelodesma mauritanicum.*

- la pineraie à chêne vert (semi-aride) : renferme essentiellement les espèces suivantes, *Quercus rotundifolia, Pinus halepensis, Genista quadriflora, Pistacia lentiscus et Rosmarinus tournefortii.*

- la pineraie à chêne vert (subhumide) : les espèces arbustives sont bien représentées, la strate arborescente est totalement occupée par le pin d'Alep, la composition est dominée par *Quercus rotundifolia, Ampelodesma mauritanicum, Phillyrea angustifolia, Cistus villosus, Arbutus unedo.*

1.7. Principaux stades de dégradation

Les formations végétales dominantes dans les monts de Saida sont caractérisées par une perturbation constante et une réaction des principales espèces afin d'assurer leur maintient ; elles sont représentées par :

- **la forêt claire de pin d'Alep et de thuya** : formation très fréquente car en relation avec les conditions du milieu et de l'environnement. On y distingue deux strates, une arborescente et l'autre buissonnantes, la strate arbustive n'est que faiblement représentée par deux espèces : le thuya et le chêne kermès. Cette formation tend vers un matorral arboré dont l'évolution est régressive. L'importance de la strate buissonnante est un signe de dégradation remarquable atteignant souvent le stade irréversible. Les espèces xériques se multiplient et arrivent à éradiquer les espèces forestières et pré-forestières moins résistantes et recherchées par l'homme et ses animaux ;

- **la forêt claire de pin d'Alep et chêne vert** : issue de la dégradation d'une forêt dense cette formation se caractérise par une présence de plus en plus faible des espèces habituelles. Le chêne vert n'est présent que dans la strate arbustive et parfois buissonnante, signe évident de dégradation. C'est les espèces des *Ononido-Rosmarinetea* qui sont les plus fréquents et arrivent à imposer à la végétation une composition et une structure particulière.

- **le matorral de pin d'Alep, thuya et chêne vert** : c'est le stade de dégradation le plus fréquent car il représente l'évolution régressive des deux principales formations précédentes. Dans la strate arborescente il y a une concurrence entre le chêne vert et le pin d'Alep et à un degré moindre le thuya, selon les conditions édaphoclimatiques et orographiques, une des espèces arrive à éliminer totalement ou partiellement l'autre et impose une dynamique et une physionomie du groupement végétal. La strate buissonnante est composée d'espèces en liaison avec le cortège floristique caractéristique à cette formation végétale.
- **le matorral à chêne vert, filaire et lentisque** : c'est une formation ubiquiste de par sa composition, les espèces ont un large spectre écologique et arrivent à s'adapter à diverses conditions. La strate buissonnante est largement représentée avec plus d'une dizaine d'espèces à forte fréquence. La composition et la structure de cette formation sont remarquables par leur résistance à tous les aléas climatiques et les pressions anthropiques et de ce fait peut être considérée comme une formation qui tend vers un équilibre avec son environnement ;
- la garrigue à romarin, alfa et calycotome : formation caractéristique du stade ultime de dégradation, c'est une résultante de plusieurs groupements végétaux soumis à des facteurs dégradants. Seule la strate buissonnante est présente avec les espèces qui la caractérisent et qui constituent un stade inquiétant de régression quasi-irréversible.

1.7.1. Typologie des formations forestières

1.7.1.1. Importance de la structure de la végétation

a. La stratification : elle joue un rôle important dans la préservation des formations forestières, la hauteur paramètre déterminant pour la stratification est déterminante en imposant une physionomie particulière selon leur valeur et différent selon les étages bioclimatiques et le type de groupement végétal. Dans les monts de Saida la répartition de la stratification et de la hauteur par étage bioclimatique se présente globalement comme suit :

Tableau 34 : Répartition de la stratification et de la hauteur par étage bioclimatique

Etage bioclimatique	**Semi-aride**	
Type de strate	**Stratification**	**Hauteur**
Arborescente	20%	5,30
Arbustive	15%	1,80
Buissonnante	35%	0,60

b. La structure : c'est un paramètre significatif pour apprécier la dynamique de la végétation ligneuse sera faite sur quatre forêts représentatives de la végétation forestière des monts de Saida. C'est les forêts de Djebel mekhnez, Ain el Guessab, Djebel Belhadj et celle de Koudjel qui seront retenues. Les principaux paramètres d'appréciation de la structure retenus sont l'importance du recouvrement qui renseigne sur l'état de développement de la formation et de son équilibre. Les résultats obtenus sont récapitulés dans le tableau qui suit :

Tableau 35 : Taux de recouvrement selon la structure dans les quatre forêts

Structure		**Forêts**				**Moyenne**
		Djbel Mekhnez	**Djbel Koudjel**	**Djbel Belhadj**	**Guibrene**	
Futaie	**Taux**	**38%**	**35%**	**29%**	**20%**	**31%**
	Dense	1%	1%	0%	1%	
	Moyenne	20%	21%	8%	15%	
	Claire	17%	14%	21%	4%	
Perchis	**Taux**	**8%**	**1%**	**24%**	**22%**	**14%**
	Dense	1%	1%	2%	3%	
	Moyenne	4%	1%	5%	14%	
	Clair	3%	1%	17%	5%	
Gaulis	**Taux**	**1%**	**3%**	**14%**	**11%**	**7%**
	Dense	0%	2%	9%	6%	
	Moyenne	1%	1%	4%	4%	
	Clair	1%	5%	0%	0%	
Formations dégradées		47%	41%	46%	49%	**46%**
Recouvrement global		60%	55%	40%	35%	**47%**

c. La densité : c'est également un paramètre intéressant pour apprécier l'état de conservation de la végétation ligneuse et de son comportement vis à vis des facteurs dégradants. Une évaluation par unité de surface permet de comprendre la dynamique de chaque formation et espèces qui la constituent.

En individus végétaux ou en touffes pour les espèces sous forme de taillis, les résultats moyens obtenus suivent :

Rapport-Gratuit.com

Tableau 36 : Résultats moyens de la densité des espèces sous formes de taillis

Principales espèces	Densité minimale	Densité maximale	Moyenne
Pinus halepensis	180	1100	640
Tetraclinis articulata	70	190	130
Juniperus oxycedrus	60	210	135
Quercus rotondifolia	870	1320	1095
Pistacia lentiscus	530	1040	785
Phillyrea angustifolia	420	810	615
Quercus coccifera	50	170	110
Genista sp.	260	2170	1215
Ampelodesma mauritanicum	320	1050	685
Calycotome sp.	440	860	650
Stipa tenacissima	610	2050	1330

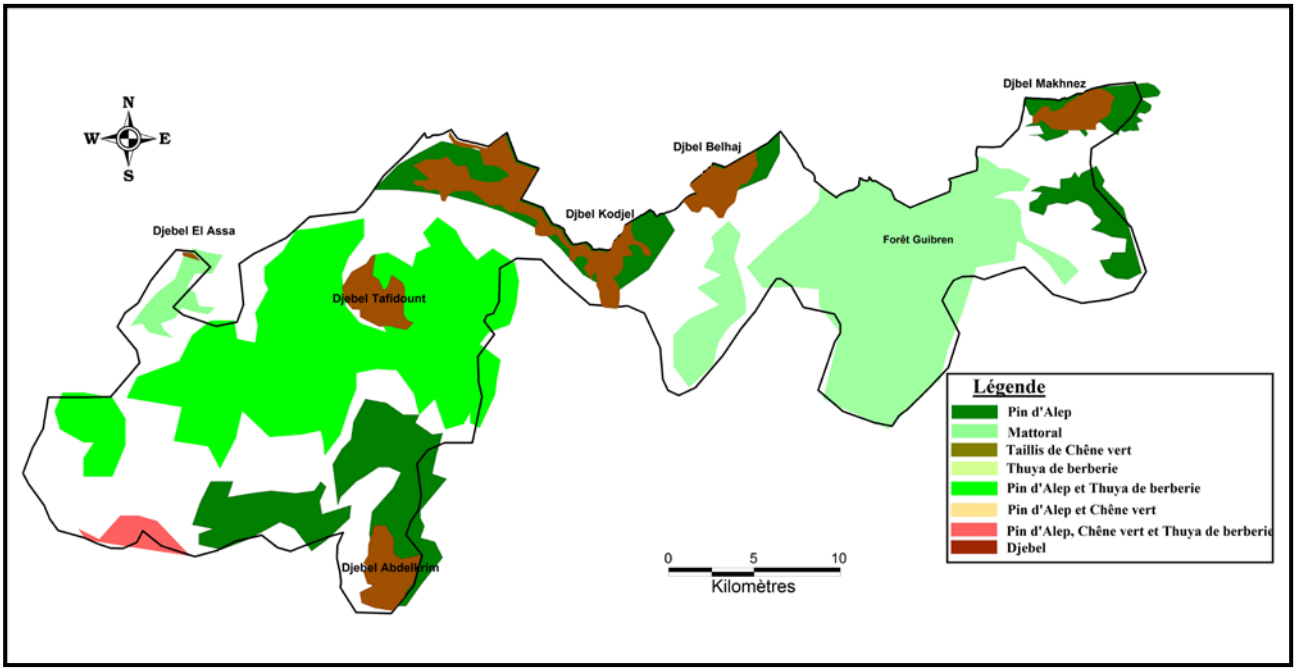


Figure 41 : Carte de formation forestière selon le type de peuplement.

1.7.2. Caractérisation phytoécologique des formations forestières

Les principales formations végétales que nous venons de passer brièvement en revue présentent une structure et une architecture presque identique. La composition floristique moyenne représentative de toutes les formations végétales laisse apparaître un fond commun permanent qui constitue l'ossature de l'architecture.

Les relevés phytoécologiques représentatifs des différents groupements végétaux constituent le manteau forestier permanent des monts de Saida sont synthétisés comme suit :

Tableau 37 : Les relevés représentatifs des différents groupements végétaux

Principales espèces	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Strate arborescente										
Pinus halepensis	2.1	1.1	3.2	+	1.1	.	.	+	.	.
Quercus rotondifolia	1.1	2.2	1.1	3.2	+	3.3	.	.	.	.
Juniperus oxycedrus	.	+	.	.	.	+	1.1	.	.	.
Tetraclinis articula.	.	+	1.1	.	1.1	.	.	.	.	.
Strate arbustive										
Quercus rotondifolia	2.2	1.1	+	2.1	+	2.2	+	+	.	.
Juniperus oxycedrus	.	.	.	+	.	1.1	1.1	.	.	.
Tetraclinis articulat.	.	+	1.1	.	+	.	.	.	.	.
Quercus coccifera	.	.	1.1	.	+	.	.	.	.	.
Pistacia lentiscus	+	1.1	2.2	1.1	2.1	+	1.1	3.2	.	.
Phillyrea angustifoli.	2.1	1.1	2.1	2.2	+	1.1	+	2.2	.	.
Arbutus unedo	.	.	+	1.1	.	1.1	.	.	.	.
Strate buissonnante										
Genista quadriflora	1.1	2.1	+	2.2	1.1	+	2.2	2.1	2.2	2.1
Calycotome villosa	1.1	1.1	2.1	+	2.2	+	1.1	2.2	3.2	2.2
Cytisus triflorus	.	.	+	1.1	.	1.1	.	.	.	.
Rosmarinus tournef.	1.1	2.1	1.1	+	2.2	1.1	2.1	2.2	1.1	2.1
Stipa tenacissima	2.1	1.1	2.2	+	1.1	+	3.2	3.1	2.2	3.2
Chamaerops humilis	+	.	.	1.1	1.1	+	.	+	+	.
Cistus villosus	1.1	2.2	1.1	+	+	2.2	1.1	2.2	1.1	2.1
Ampelodesma mauri.	.	.	+	1.1	.	2.1	.	.	.	.

L'analyse des relevés moyens représentatifs des principaux groupements végétaux des monts de Saida permet d'identifier une structure particulière et propre à cette région où l'impact de l'homme est remarquable. Assez représentative du point de vue écologique et floristique, les monts de Saida sont significatifs en matière d'approche structurale de la végétation. L'architecture repose essentiellement sur la stratification et la composition floristique qui sont

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

déterminantes dans la compréhension de l'importance des formations basses et des espèces qui les constituent dans la préservation des écosystèmes forestiers.

La stabilité des principales espèces est dictée par leur fréquence moyenne par strate :

Tableau 38 : Fréquences moyennes par strates des principales espèces.

Strate arborescente	**Fréq.**	**Strate arbustive**	**Fréq.**	**Strate buissonnante**	**Fréq.**
Pinus halepensis	*3 à 5*	*Pistacia lentiscus*	*3 à 4*	*Genista quadriflora*	*3 à 4*
Teraclinis articulata	*1 à 2*	*Phillyrea angustifol*	*2 à 3*	*Calycotome villosa*	*2 à 3*
Juniperus oxycedrus	*1 à 2*	*Quercus rotondifol.*	*3 à 4*	*Stipa tenacissima*	*3 à 4*
		Quercus coccifera	*1 à 2*	*Ampelodesma mauritanic.*	*2 à 3*
		Arbutus unedo	*1 à 2*	*Cistus villosus*	*1 à 2*
				Rosmarinus tournefortii	*2*

L'écosystème forestier couvre plus de 26% de la surface totale, un taux supérieur à la moyenne nationale imposant une vocation sylvicole à la zone. Les forêts domaniales de Tendfelt, Djaafra et Fenouane sont les plus importantes, elles sont composées de pin d'Alep auquel est souvent associé le chêne vert (*Quercus rotundifolia*) sous forme de taillis.

Les formations forestières sont dominées par les groupements suivants :

- Groupement à Chêne vert

C'est le groupement le plus en équilibre et adapté aux conditions du milieu, il se présente le plus souvent sous forme d'un matorral élevé moyen à dense ou d'un taillis de hauteur moyenne de l'ordre de 3 m imposée par une surexploitation et des incendies répétées. Le nombre d'espèces reste très élevé et constitue l'ossature de basse de toutes les formations forestières de la région. Benabdeli (1996) note pour les monts de Saida l'importance des formations ligneuses basses de chêne vert dans la préservation de la couverture forestière.

Le cortège floristique représentatif de ce groupement se compose de : *Phyllirea media, Pistacia lentiscus, Juniperus oxycedrus*, par contre, les grandes graminées Alfa ou Diss ne jouent qu'un rôle secondaire.

Le Pin d'Alep dans ce groupement ne représente qu'un pionnier dans le retour au stade forestier dont le climax serait une forêt de chêne vert pur avec *Quercus ilex, Arbutus unedo, Jasminum fruticans, Lonicera etrusca, Alyssum alpestre, Osyris alba, Asperula hirsuta, Phillyrea angustifolia, Atractylis humilis, Pyrus gharbiana, Atractilis macrophylla, Ruscus aculeatus, Bupleurum balansae, Asphodelus cerasiferus, Bupleurum rigidum, Smilax aspera, Clematis flammula, Staeheina dubia, Daphne gnidium, Valeriana tuberosa, Genista cinerea* et *Viburmum tinus*.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

- Groupement à Pin d'Alep et Chêne kermès

Les espèces les plus présentes et dominantes imposant une physionomie au groupement sont *Quercus coccifera, Calycotome intermedia, Cistus villosus, Pistacia lentiscus, Phyllirea media,* et *Ampelodesma mauritanica.* Dans la strate arborescente notant la présence de *Tetraclinis articulata et Quercus rotundifolia.*

La composition moyenne du cortège floristique de ce groupement forestier comprend les espèces suivantes : *Pinus halepensis, Calycotome villosa, Cistus salviaefolius, Erica arborea, Genista erioclada, Globularia alypum, Halimum halimifolium, Helianthemum racemosum, Lavandula stoechas, Quercus coccifera et Rosmarinus tournefortii.*

Il y a lieu de noter deux facies dans ce groupements selon le type de sol, sur sol siliceux caractérisés par *Lavandula stoechas, Erica arborea, Cistus salviaefolius et Halimium haimfolium.* Par contre sur sols calcaires c'est *Rosmarinus tournefortii, Globularia alypum, et Genista erioclada* qui caractérise ce facies..

- Groupement Oleolenisque

Ce groupement appartient à l'alliance de l'oleo-ceratonion et correspond à des peuplements très ouverts et classés parmi les plus dégradés. Le Chêne vert en est absent, par contre le Pin d'Alep y est fréquent au même titre que le lentisque. Le chêne kermès et la filaire sont abondants dans les zones de transition avec les groupements précédents. Les espèces dominantes sont accompagnées de toute une série d'espèces thermophiles telles que *Cistus sericeus, Cistus landaniferus, Ebenus pinnata, Genista quadriflora, Coronila juncea,*

- Groupement de *Tetraclinis articulata*

La composition floristique moyenne représentative dans le territoire étudié de la tétraclinaie regroupe les espèces suivantes : *Tetraclinis articulata, Arbutus unedo, Asparagus albus, Astragalus lusitanicus, Bupleurum gibraltaricum, Calycotome spinosa, Carallum europaea, Cistus landaniferus, Cistus sericeus, Coronilla juncea, Ebenus pinnata, Elichrysum stoechas, Genista quadriflora, Olea europea.sylvestris et Quercus coccifera.*

- Importance des grandes graminées

Les graminées *Stipa tenacissima* et *Ampelodesma mauritanicum* sont présentes dans tous les groupements et constituent une strate intéressante dans le recouvrement du sol. Elles jouent un rôle déterminant dans la configuration des paysages forestiers dégradés grâce à leur capacité de résistance aux différentes pressions qui s'exercent sur l'espace forestier. Quand les groupements de pin d'Alep, de chêne vert et de thuya sont dégradés (coupes, incendies, parcours, défrichement) l'alfa et le diss colonisent rapidement l'espace et joue le rôle

d'espèces pionnières préparant l'installation des espèces ligneuses basses dans un premier temps.

1.8. Caractérisation des principales formations

Le tableau suivant récapitule la superficie des principales espèces forestières intéressantes du point de vue économique.

Tableau 39 : Superficie occupée par les principales espèces.

Ordre	Espèce	Superficie (en ha)	Taux
Pinales	Pin d'Alep	54740	35%.
Fagales	Chêne vert	46920	30%.
Pinales	Thuya de berberie	15640	10%.
Fagales	Chêne Kermes	7820	5%.
Pinales	Genévrier Oxycèdre	7820	5%.
Myrtales	Autres (Eucalyptus)	23000	15%.

Malgré l'état de dégradation dans lequel se trouvent pratiquement tous les groupements forestiers, ils jouent un rôle économique de premier ordre dans la région. Ils constituent un terrain de parcours durant plus de 5 mois par an et offrent en moyenne entre 100 et 150 unités fourragères par hectare (Benabdeli, 1996). Certaines espèces restent très appréciées par le cheptel, le sous-bois subit ainsi des pressions intenses imposées par une charge ovine (pacage) permanente évaluée par plusieurs auteurs à plus de 10 équivalents ovins par hectare alors que la possibilité n'est au plus que d'équivalent ovin. (Benabdeli, 1983 et 1996). Les écosystèmes forestiers de la wilaya de Saida sont exploités périodiquement par plus de 250 000 ovins annuellement à un rythme de 5 à 6 mois.

Du point de vue production ligneuse cet espace n'offre qu'un accroissement moyen annuel oscillant entre 1,5 à 2.5 mètres cube par hectare selon les classes de fertilité utilisées par les forestiers aménagistes. Un plan d'aménagement découlant d'un pré-aménagement dont l'objectif est de matérialiser des unités d'intervention a permis d'exploiter ces formations forestières. Les travaux d'ouverture de layons et de cloisons délimitant des parcelles de 10 morcelées en 10 sous parcelle s'est traduit par une facilité de pénétration des formations ayant permis une exploitation intense par les troupeaux. Ce projet jugé par certains spécialistes de catastrophique pour toutes les formations forestières de la région a été heureusement abandonné depuis plus de dix ans et toute l'infrastructure préliminaire (layons et cloisons) a été colonisée à nouveau par des espèces qui rejettent de souche. Surexploitées par l'application du pré-aménagement toutes les formations forestières ont été ouvertes induisant

une intensification remarquable de la strate herbacée attirant un parcours forestier durant plus de six mois par an.

1.9. Description de la dynamique régressive des ressources naturelles végétales forestières

- Inventaire floristique avec des relevés phytoécologiques : Dans un but d'avoir un inventaire systématique de toutes les espèces forestières et préforestières pouvant se développer dans les conditions du milieu de la wilaya de Saida, le recours à des relevés phytoécologiques moyens représentatifs des différentes formations et groupements forestiers a été retenu.

1.9.1. Principaux stades de dégradation

Par série de végétation les principaux stades de dégradation observés sont nombreux au regard des différentes pressions qui s'y exercent et de la variabilité de la réaction des groupements végétaux et des espèces.

La méthodologie retenue pour identifier les différents stades de dégradation des principaux groupements forestiers repose sur l'utilisation de la carte des formations végétales et de l'appréciation du niveau de perturbation afin, de localiser les relevés phytoécologiques. Ainsi il a été possible d'identifier les 3 séries de végétation.

Dans le but de comprendre le processus de dégradation de cette ressource naturelle ; des relevés phytoécologiques ont été effectués dans les différents stades de dégradation identifiés par leur physionomie dans les trois séries :

- Série du pin d'Alep :

Futaie claire de pin d'Alep sur alfa

Pin d'Alep avec chêne vert et genévrier oxycèdre

Maquis à filaire et lentisque

Garrigue à romarin et calycotome

Garrigue à chamaerops et cistes

Steppe à alfa avec des buissons

- Série du thuya

Futaie claire de pin d'Alep et thuya

Matorral élevé de thuya

Matorral de thuya sur lentisque et chêne kermès

Matorral de thuya sur calycotome

Erme de thuya

- Série du chêne vert

Futaie claire de pin d'Alep sur chêne vert

Taillis clair de chêne vert

Taillis de chêne vert et chêne kermès

Taillis clair de chêne vert à calycotome

Garrigue à chêne vert

Les résultats obtenus sont récapitulés par groupement végétal sont récapitulés sous forme de tableau obéissant à la dynamique régressive observée.

1.10. Synthèse

Le climat de la wilaya de Saida constitue un facteur prépondérant agissant sur les écosystèmes forestiers par des précipitations sont très irrégulières (entre 320 et 350 mm) et une saison sèche relativement longue (plus de 6 mois). Les sols de très faible profondeur (sols rouges et brun calcaire) avec une faible teneur en matière organique et un pH légèrement basique entrave le développement des formations forestières dont la productivité annuelle reste faible.

Les écosystèmes forestiers dans leur ensemble présentent une physionomie où dominent les formations basses issues de la dégradation des formations forestières (pinèdes, tétraclinaies et yeuseraies). Ces formations basses représentent 65% de la surface forestière et 35% de la superficie forestière est constituée de forêts de pin d'Alep ; formation très sensible aux incendies.

La couverture forestière se caractérise par la dominance du taillis du chêne vert et de thuya avec un faible potentiel de production de bois.

L'érosion, la sécheresse prolongée et l'action anthropique sont parmi les facteurs de dégradation les plus agressifs sur l'écosystème forestier déjà fragilisé par les conditions du milieu.

Espèces montrant une stabilité et donc une adaptation aux conditions du milieu

Ces espèces sont récapitulés dans les tableaux qui suivent.

Tableau 40 : Constance des espèces forestières et préforestières

Etage Semi-Aride	Constance
Strate arborescente	
Pinus halepensis	90
Tetraclinis articulata	50
Quercus rotondifolia	40
Juniperus oxycedrus	40
Quercus coccifera	10
Olea europea	20
Strate arbustive	
Pistacia lentiscus	60
Phillyrea angustifolia	60
Quercus rotondifolia	55
Quercus coccifera	55
Pinus halepensis	45
Tetraclinis articulata	25
Juniperus oxycedrus	20
Arbutus unedo	10
Cytisus triflorus	5
Olea europea	5
Strate buissonnante	
Stipa tenacissima	70
Rosmarinus tournefortii	60
Cistus villosus	40
Genista quadriflora	40
Quercus rotondifolia	35
Calycotome villosa	35
Pistacia lentiscus	35
Chmaerops humilis	30
Ampelodesma mauritanicum	30
Quercus coccifera	30
Phillyrea angustifolia	20
Cytisus arboreus	20
Juniperus oxycedrus	20
Pinus halepensis	20
Tetraclinis articulata	15
Arbutus unedo	15

2. Cartographie de la sensibilité des sols à l'érosion hydrique

2.1. Établissement des cartes de vulnérabilités monofactorielles multifactorielles aux risques d'érosion hydrique :

L'étude de la vulnérabilité des sols des monts de Saida est basée sur l'analyse de différents facteurs. Quatre facteurs principaux (Wischmeier et Smith, 1978) ont été considérés :

- l'érodabilité des sols ;
- la pente ;
- l'occupation du sol ;
- l'érosivité des pluies ou agressivité des gouttes de pluies.

2.1.1. **Facteur intrinsèque** : l'érodabilité des sols

L'érodabilité d'un sol est en partie fonction de ses propriétés physiques, texture et structure notamment. La résistance à l'érosion hydrique est plus faible pour les sols peu épais que pour les sols profonds (Ryan, 1982). Ainsi, lorsque des sols superficiels sont saturés en eau par les pluies, il se produit un déplacement de particules vers le bas de la pente, même si celle-ci est très faible.
En partant de la carte pédologique, et en nous appuyant sur notre connaissance du terrain, nous avons classifié, puis codifié, les différentes unités de sols (**Tableau 41**), ce qui a permis de dresser une carte d'érodabilité des sols de la zone d'étude.

Tableau 41: les différentes caractéristiques des sols de la zone d'étude.

Type de sol	Caractéristiques du sol	Vulnérabilité à l'érosion hydrique	Code
Sols fersiallitiques et calcimagnésiques	Sols fragiles, particulièrement sensibles à l'érosion éolienne ou hydrique, surtout dans la situation de découverture végétale dans laquelle ces sols se retrouvent après un incendie ou par suite du surpâturage	**Moyenne** car ce sont des sols fragiles à faible profondeur et faible en matière organique.	**2**
Sols isohumiques	Caractérisés par une incorporation profonde, par voie biologique, de matières organiques stabilisées par une maturation climatique prolongée.	**Moyenne** car la structure est très grumeleuse et aérée, une profondeur et avec peu de matière organique.	**2**
Lithosol	Sols peu épais (moins de 20 cm généralement), se sont des sols squelettiques très peu profonds.	**Très forte** car ils se caractèrisent par une faible épaisseur et ne contient pas de couche arable et d'horizons supérieur.	**4**
Régosols	Jeunes sols qui apparaissent sur des terrains tendres ou meubles, souvent pentus ; ils sont peu évolués ou constamment rajeunis par l'érosion.	**Forte** car la topographie et le stress hydrique sont leurs principales limitations même si certains, à texture plus fine, sont fertiles	**3**
Sols bruns calcaires	Ce sont ces sols qui fournissent les meilleures terres agricoles. Celles-ci, quand elles sont fragilisées (manque d'amendement humifère ou calcique), deviennent plus sensibles au lessivage. Cet appauvrissement est accéléré quand les agriculteurs satisfont les besoins des plantes, seulement en leur apportant des engrais, en oubliant de soigner les sols.	**Moyenne** car Ils sont très collants aussitôt qu'il pleutet le taux de matière organique est très variable.	**2**
Sols peu évolués	Les sols peu évolués sont des sols jeunes qui se distinguent par une faible altération des minéraux et une faible teneur en matière organique laquelle se superpose généralement au substrat minéral sans former de complexe organo-minéraux. Ces sols ont des origines diverses liées au climat, à l'érosion ou encore aux apports extérieurs.	**Faible** car ce sont des sols caractéristiques des pentes continuellement soumises à l'érosion. Les matériaux les plus fins et la matière organique disparaît rapidement.	**1**

Rapport-Gratuit.com

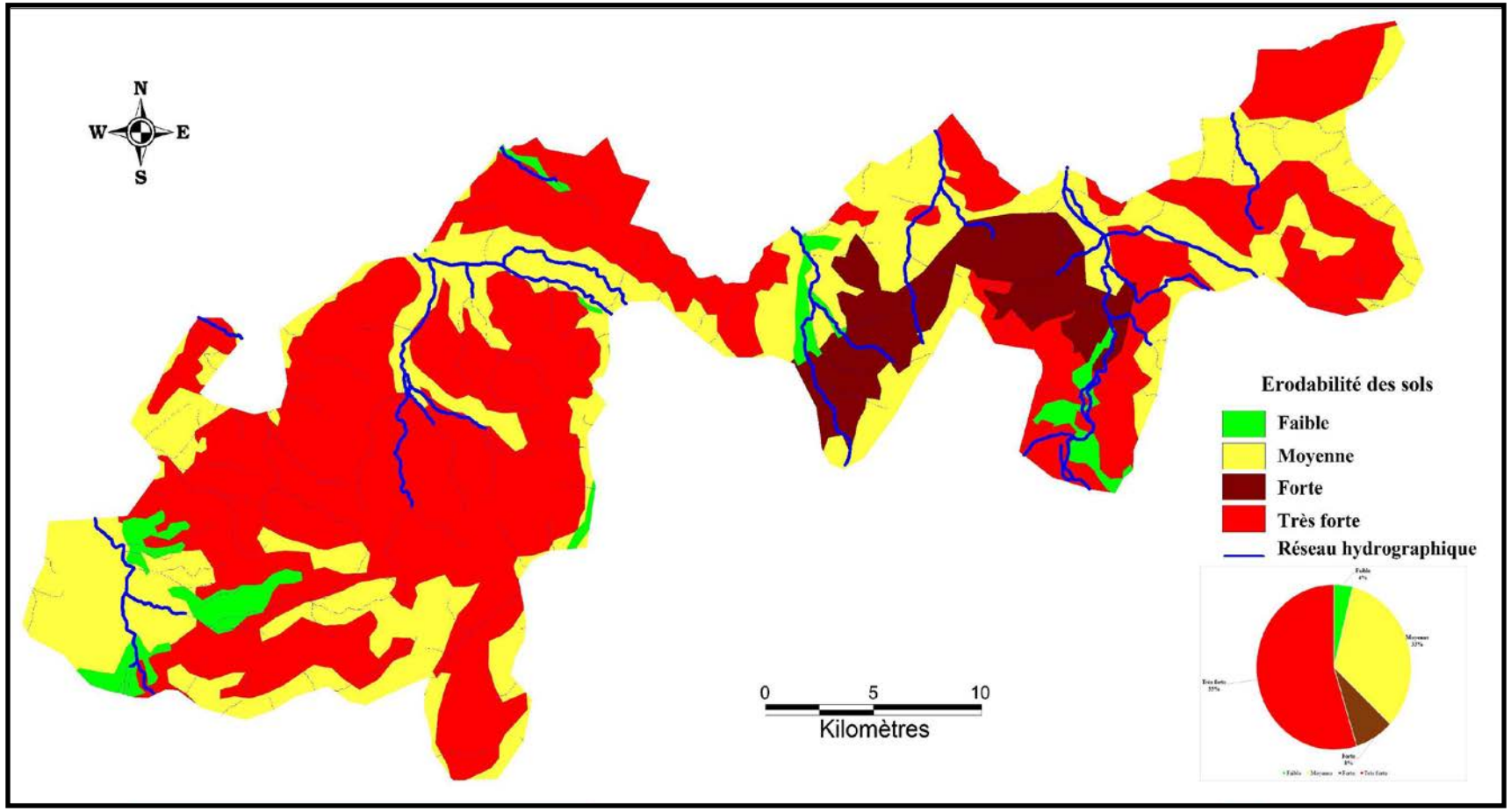


Figure 42 : Carte d'érodabilité des sols à l'érosion hydrique des monts de Saida

La carte d'érodabilité des sols (**Figure 42**) présente quatre types de zones :

- Les zones à érodabilité faible s'observent sur les sols peu évolués. Elles couvrent 4 % de la zone d'étude. Ce sont des sols profonds à grande épaisseur, texture variable, souvent assez grossière.
- Les zones à érodabilité moyenne couvrent 33 % du terrain d'étude. Elles sont généralement localisées à quatre parties de la zone d'étude. Ces zones sont exclusivement constituées de sols isohumiques, des sols fertiallitiques ou sols rouges ainsi que les sols bruns calcaires qui fournissent les meilleures terres agricoles. Ces formations, sous l'influence d'une forte pluviométrie, sont soumises à une intense altération.
- Les zones à érodabilité forte représentent 8 % de l'espace étudié. Elles occupent la partie centrale de la zone d'étude. Ils sont constitués de régosols.
- Les zones à érodabilité très forte représentent 55 % de la zone d'étude constitués par les lithosols ; ce sont des sols squelettiques très peu profonds, jeunes qui se distinguent par une faible altération des minéraux et une faible teneur en matière organique, sont donc très sensibles à l'érosion hydrique.

2.1.2. Facteurs extrinsèques

2.1.2.1. La pente :

Des mesures réalisées sous pluies naturelles et simulées à l'échelle du mètre carré montrent que l'érosion par la pluie augmente significativement lorsque l'angle de la pente passe de 2 à 8 % (Chaplot et Le Bissonnais, 2000). Ces résultats confirment ceux obtenus par de nombreux auteurs (Bryan, 1979 ; Poesen, 1984 ; Kinnel 1990 ; Huang, 1995).

La carte des pentes générée à partir du modèle numérique du terrain (MNT) et transformée en carte de vulnérabilité à l'érosion des terrains en fonction de l'inclinaison de la pente (**Tableau 42**).

Tableau 42 : Vulnérabilité à l'érosion hydrique en fonction des différentes classes de pente

Les classes de pente	Vulnérabilité à l'érosion hydrique	Code
0 à 3 %	Faible	**1**
3 à 12,5 %	Moyenne	**2**
12,5 à 25 %	Forte	**3**
> 25%	Très Forte	**4**

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

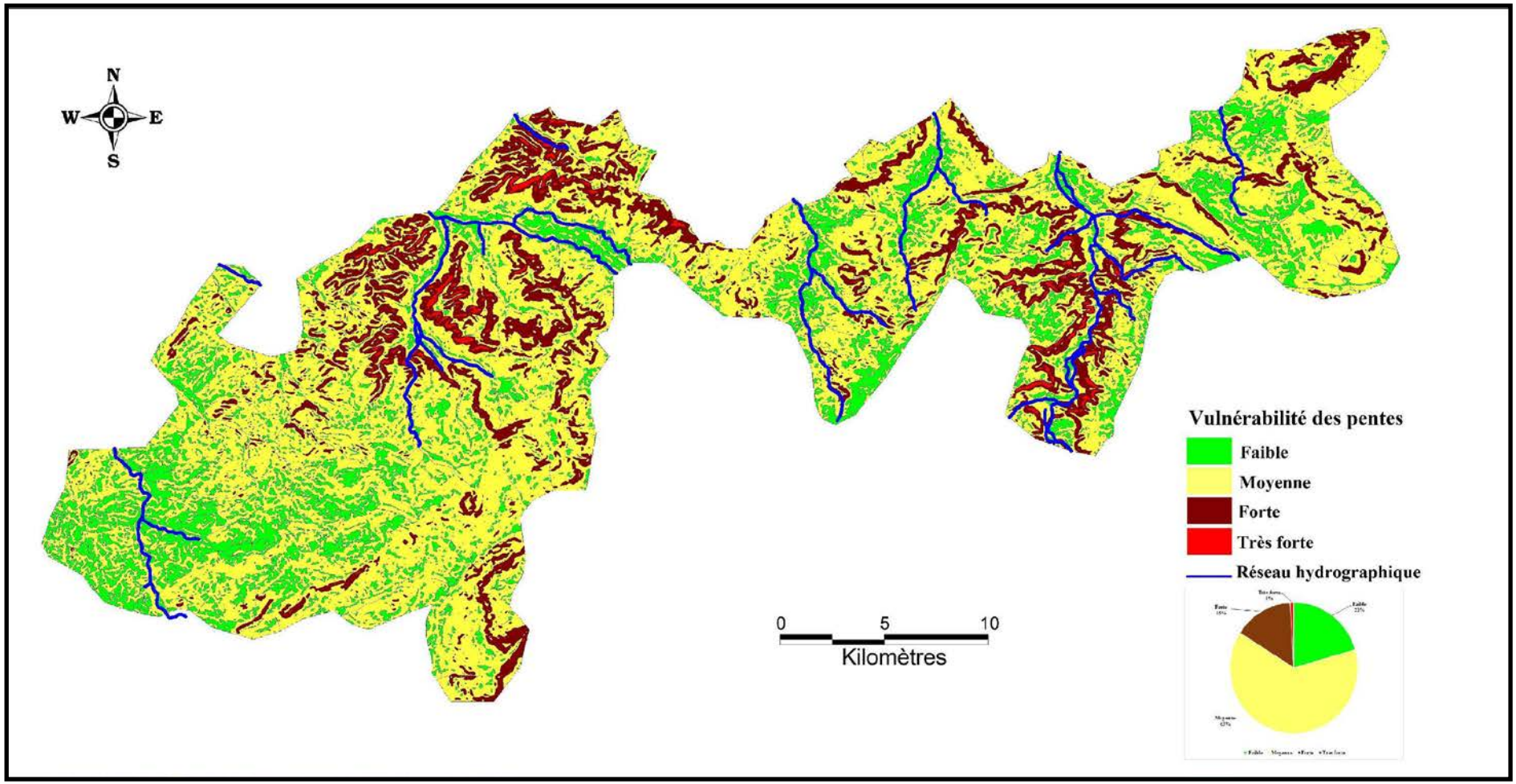


Figure 43 : Carte de sensibilité en fonction de l'inclinaison des pentes à l'érosion hydrique des monts de Saida

Au sujet de la sensibilité des terrains à l'érosion en fonction de l'inclinaison des pentes (**Figure 43**), quatre classes ont été distinguées. Elles couvrent respectivement :

21 % du terrain d'étude pour les pentes entre 0 et 3% d'une superficie de 15280 ha ;

63 % pour celles entre 3 % et 12,5 % d'une superficie de 47340 ha ;

15 % pour celles entre 12,5 et 25 % d'une superficie de 11200 ha ;

et 1 % pour celles supérieures à 25 % d'une superficie de 740 ha.

2.1.2.2. L'érosivité des pluies

Dans la zone d'étude, la faible pluviosité annuelle (P annuelle moyenne =342,68 mm pour la station de Rebahia, sur la période 1960-2012) ne représente pas un fort risque d'érosion sur l'ensemble de la région. Mais avec une seule station pluviométrique, il est impossible de quantifier l'agressivité des sols par les pluies, ce qui peut être généralisé pour toute la zone d'étude.

2.1.2.3. L'occupation du sol

La carte de l'occupation des sols obtenue à partir de la classification de l'image Landsat ETM+ 2011. Ensuite, les types d'occupation du sol ont été classés en fonction de leur vulnérabilité à l'érosion hydrique (Tableau 43), suite à des observations de terrain.

Tableau 43 : Codification de l'occupation du sol en termes de protection

Occupation du sol	Vulnérabilité à l'érosion hydrique	Code
Forêt	Faible	**1**
Mattoral	Moyenne	**2**
Culture et végétation herbacée	Forte	**3**
Sols nus	Très Forte	**4**

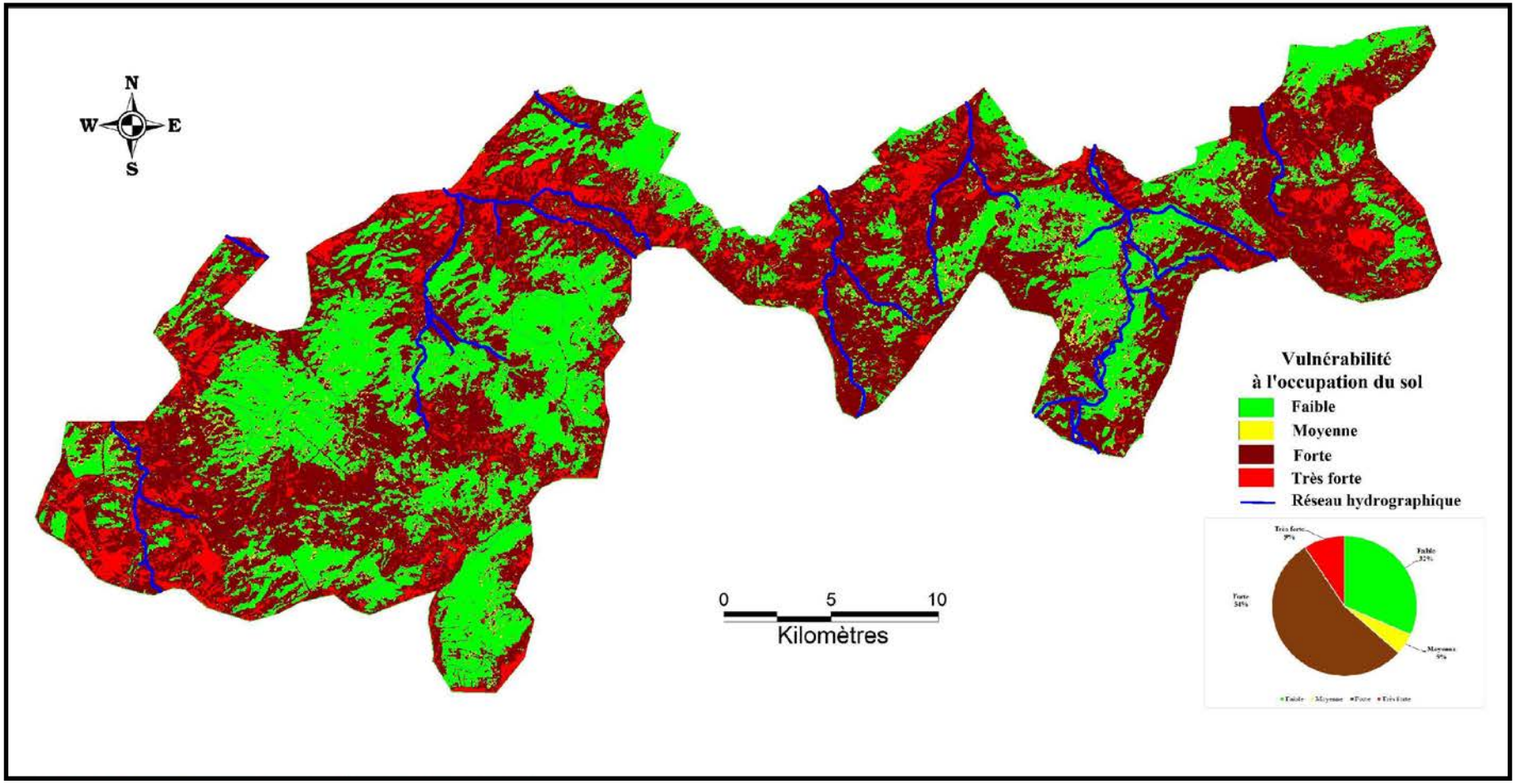


Figure 44 : Carte de vulnérabilité de l'occupation du sol à l'érosion hydrique des monts de Saida

La carte de l'occupation des sols (**Figure 44**) distingue également quatre zones :

- La zone de vulnérabilité faible en fonction de ce facteur représente 32 % des monts de Saida et concernent les forêts, ce qui protège vraiment le sol de toutes pertes.
- La zone de vulnérabilité moyenne couvre 5 % de la zone et englobe les mattorals, à couverture végétale moins dense que pour la classe citée précédemment.
- La zone de vulnérabilité forte représente 54 % de la zone étudiée. Elle regroupe la végétation herbacée et les cultures ; ces dernières sont plus vulnérables, car le sol y est périodiquement à nu.
- La zone de vulnérabilité très forte occupe quant à elle 9 % de la zone d'étude et représentée par les sols nus et les zones urbaines.

2.2. Elaboration de la carte de vulnérabilité multifactorielle à l'érosion hydrique

La méthodologie utilisée est le croisement de paramètres sous forme de combinaison logique (Boukheir et *al*., 2001) dans un SIG. À partir des connaissances actuelles sur les différents types de fonctionnements érosifs, les facteurs retenus sont : l'érodabilité des sols, l'occupation des sols et les pentes. Pour cette première ébauche cartographique, les facteurs ont été considérés comme étant de même importance dans l'occurrence de l'érosion, afin d'aboutir à la carte de vulnérabilité multifactorielle à l'érosion hydrique des sols des monts de Saida.

Pour l'érodabilité des sols, nous avons tenu compte des travaux effectués par le SATEC (1972). En ce qui concerne l'occupation du sol, les zones occupées par les forêts sont considérés comme des protectrices des sols. L'érosion a lieu préférentiellement au niveau des forêts anthropisées (Bruijnzeel, 1990). Une zone de forêt naturelle est stable vis-à-vis des processus d'érosion. Dès lors, toutes les zones qui subissent une quelconque déforestation sont considérées comme susceptibles de subir une érosion :

- La forêt constitue la classe de vulnérabilité faible. D'une part, la permanence du couvert végétal (feuilles et branches des arbres) amortit l'impact des gouttes de pluie et, d'autre part, la litière et les débris végétaux qui recouvrent le sol freinent le ruissellement et limitent le décapage du sol. Par ailleurs, le système radiculaire maintient la cohésion du sol, tandis que la matière organique, en améliorant la structure des horizons de surface, les rend plus perméables (Boukheir et al., 2001).
- Les mattorals ont une vulnérabilité moyenne. Du fait de l'importance de l'espacement entre deux plants voisins, ainsi que leurs tailles (**Photo 7**), le sol est moins bien protégé par le couvert végétal que dans les cas évoqués précédemment.

Photo 7 : Mattoral de Pin d'Alep dans la localité de Balloul.
(Cliché : Kefifa, 2013)

- La mosaïque cultures et végétation herbacée ont une forte vulnérabilité à l'érosion (**Photo 8**). Les zones cultivées, par exemple dans les localités de mimouna et de Sidi Boubkeur, sont vulnérables du fait d'une couverture végétale lâche. Mais la forêt est elle-même ici dégradée, en raison du déboisement et des "incendies" (Photo 9).

Photo 8 : La céréaliculture au niveau des monts de Saida.
a.La forêt de Mimouna (Balloul) ; **b**.la région de Sidi Boubkeur (Cliché : Kefifa, 2011)

Photo 9 : Incendie de forêts au niveau des monts de Saida.
a.La forêt d'Ain Sultane ; **b**.la région de Youb (Cliché : KEFIFA, 2010)

Enfin, les sols nus sont bien sûr très érodables d'une vulnérabilité très forte, (**Photo 10**), notamment dans les zones urbaines, en rapport avec l'urbanisation galopante et dans les espaces naturels défrichés.

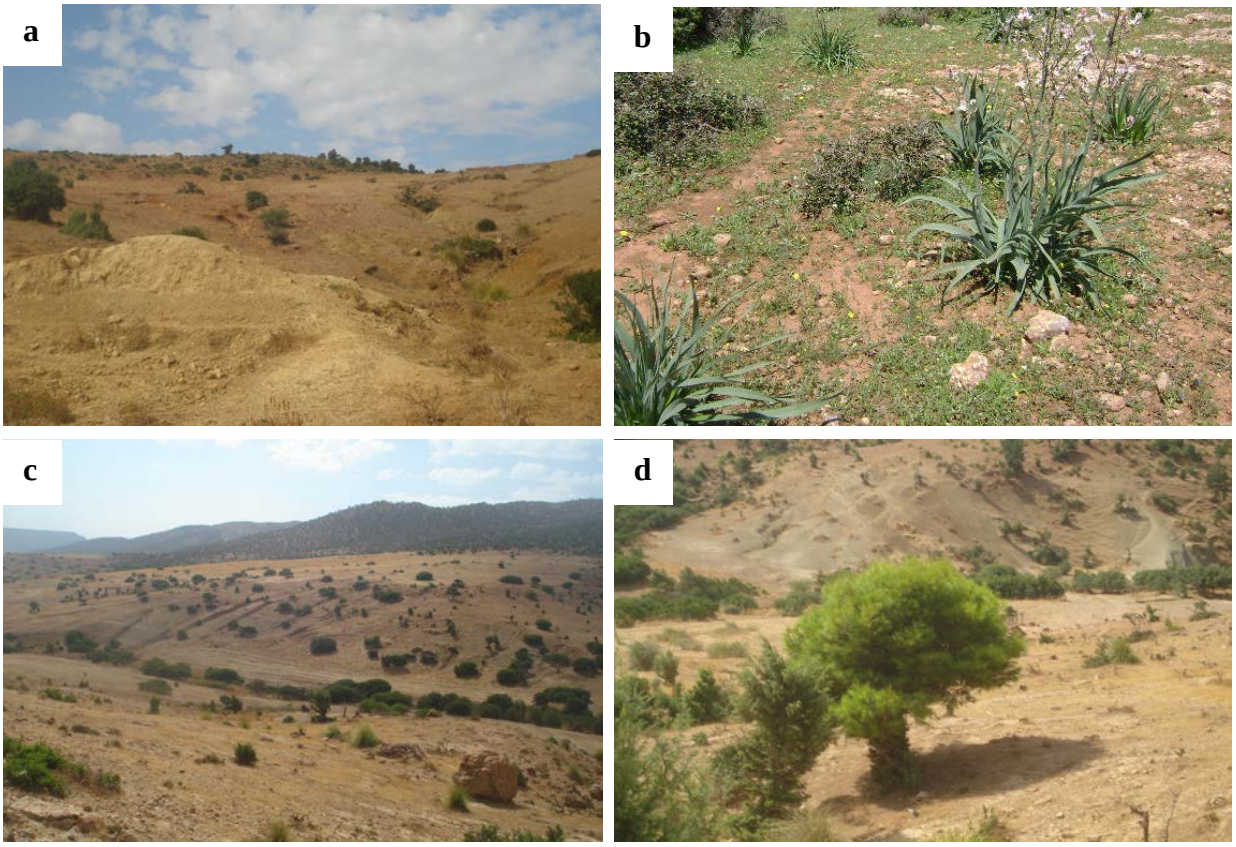


Photo 10 : sols nus au niveau des monts de Saida
a, **c** et **d**. La zone de Ain Sultane ; **b**. La zone de Mimouna (Balloul) (Cliché, Kefifa, 2012)

2.3. Vulnérabilité multifactorielle à l'érosion hydrique des monts de Saida

La carte que nous avons obtenue pour la vulnérabilité multifactorielle à l'érosion hydrique des sols des monts de Saida, présente trois zones (**Figure 45**).

- Les zones à faible vulnérabilité multifactorielle à l'érosion hydrique concernent 29 % de la zone étudiée. Cette classe associe majoritairement les zones de forêt de Sidi Amar, Sidi Boubkeur, Balloul et Doui Thabet.
- Les zones de moyenne vulnérabilité multifactorielle à l'érosion hydrique couvrent 9 % de la région. Elles sont localisées généralement entre Ain Sultan et Balloul, essentiellement sur des terrains avec une pente de 3 à 12 %, couverts généralement les mattorals et les forêts situant dans des pentes sévères (>25%) et avec des lithosols.
- Les zones de forte vulnérabilité multifactorielle à l'érosion hydrique (Photos 13) représentent 53 % de l'espace étudié. Cette classe se trouve un peu partout, mais avec une prédominance dans les zone d'Ain Sultane et Balloul. Cette classe a également une extension notable dans la partie nord-ouest de la région, dans les zones de Doui Thabet, à cause des pratiques agricoles très intenses exercées sur de grandes superficies surtout sur des pentes qui dépassent les 12% et qui sont favorable au déclanchement du phénomène de l'érosion.

La dernière zone est destinée aux sols nus qui sont nettement érodables et occupent 9% de la superficie des monts de Saida.

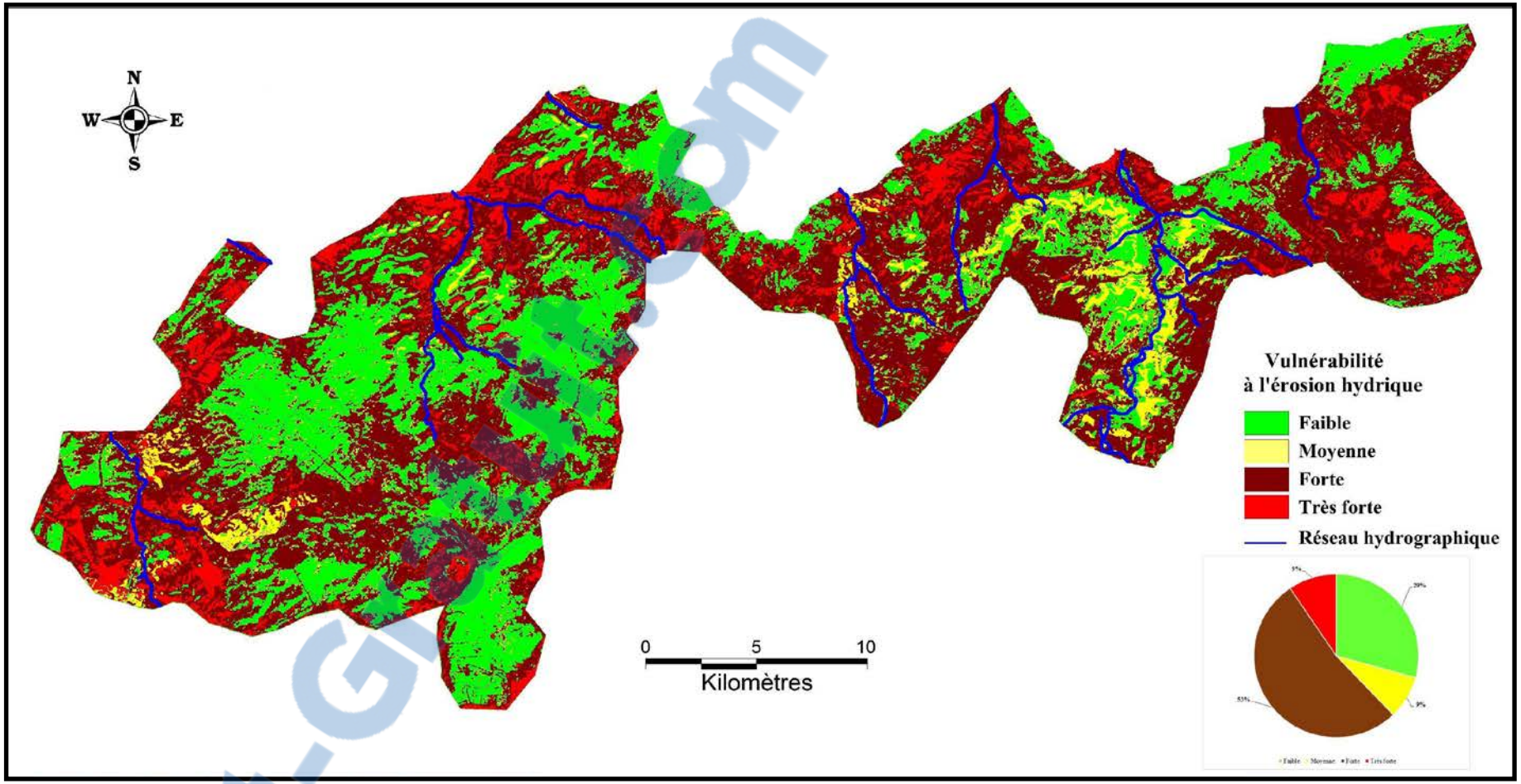


Figure 45 : Carte de vulnérabilité multifactorielle à l'érosion hydrique des sols des monts de Saida.

Photo 11 : Exemple d'une érosion faible dans la localité d'Ain soltane

[Cliché : KEFIFA et TERRAS, 2013]

Photo 12 : Exemple d'une érosion moyenne dans la localité d'Ain soltane

[Cliché : KEFIFA et TERRAS, 2013]

Photo 13 : Exemple d'érosion forte dans la localité d'Ain soltane.
(Cliché : Kefifa et Terras, 2013)

3. Sur les ressources hydriques :

Les eaux de Saida sont exposées à de différentes agressions telles que la surexploitation en débit, la pollution des principes nappes d'eau souterraine qui devient un danger pour la santé humaine en dévoile des risques de maladies infectieuses d'origine bactérienne ou virale.

L'étude de la vulnérabilité des ressources en eau réalisée pour la région d'étude a démontrée plusieurs contraintes.

En effet, les ressources en eau des nappes profondes ont un faible taux de renouvellement.

3.1. Causes de dégradation des ressources hydriques :

Labani (2005) a jugé que parmi les causes de la dégradation des ressources en eaux surtout la nappe minérale au niveau de la wilaya de Saida sont les suivants :

- La surexploitation des nappes qui se traduit inéluctablement par une baisse de la surface piézométrique de la nappe, une modification chimique et une augmentation du coût de l'exploitation.

Tableau 44 : Potentialités hydriques de la wilaya de Saida

Potentialité hydriques	Nombre	Capacité
Forages	114	1991 l/s
Puits	410	60 l/s
Sources	242	359 l/s
Retenues collinaires	11	420000 m^3

Source : D.S.A (2003 in Labani, 2005)

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

- Absence d'approche participative surtout que le paysan se trouve confronté à une organisation de sa vie, et de ses activités, sur laquelle il n'a pas été consulté et qu'il ne peut facilement modifier. Jusqu'au détail de son organisation ménagère, on a pensé pour lui. Il n'est plus qu'un objet parmi d'autres à l'intérieur de sa propre maison. (Liesbeth (1983 cité par Labani, 2005),
- Absence de la sensibilité des agriculteurs en tenant compte des facteurs sociaux,
- L'absence de politique d'encouragement à l'économie d'eau dans le but de réduire les pertes en eau et d'adapter les variétés culturales aux conditions optimales de production,
- Le morcellement du foncier : le morcellement excessif et le nombre élevé des agriculteurs sur une zone posent un problème de gestion de l'eau et cause la multiplication de forage sur un espace très étroit. En effet, la plus grande concentration de puits et surtout de forages se trouve sur la plaine des Malis. La répartition géographique des points d'eau fait apparaître une forte densité dans certaines partie de la plaine jusqu'à 05 forages par Km² et même parfois jusqu'à 4 forages dans un périmètre de 350 m² autorisés par les services hydraulique et l'agence nationale des ressources hydriques et fait apparaître un net déséquilibre entre régions.

En fait, le foncier est le facteur social qui complique l'équipement technique et toutes les conséquences engendrées. (Labani, 2005)

- La dominance de l'utilisation de l'irrigation gravitaire (avec 62,50 %) suivis par l'aspersion (31,25%) et puis le goutte à goutte (6,25%) par les agriculteurs. (**figure 46**)

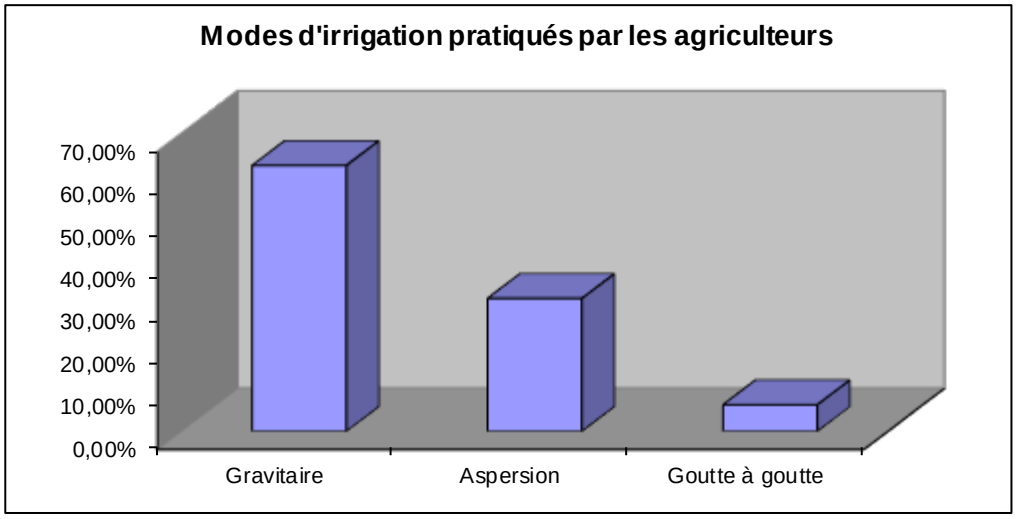


Figure 46: Modes d'irrigation pratiqués par les agriculteurs.
(Labani, 2005)

- L'épuisement à l'étiage des oueds permanents et la diminution des débits des sources par le déficit pluviométrique conjugué à la surexploitation des nappes qui a entraîné une baisse significative de l'alimentation des cours d'eau (Oued Saida, Oued Berbour / Hounet, Oued Sefioun, Oued Mimoun et Oued Tifrit) ainsi que le tarissement de nombreuses sources engendrent la diminution de plus de la moitié des débits des sources. (tableau 45)

Tableau 45 : Evolution des débits de quelques sources

Source	Débit initial (l/s)	Débit actuel (l/s)
Ain Zerga	170	55
Ain Soltane	40	15
Oum Rekhail	30	15
Ain Tebouda	30	00
Poirier	60	20

D.H.W (2004 in Labani, 2005)

Le même auteur a considéré que l'accroissement considérable du nombre de puits et forages a entraîné une situation de surexploitation de la nappe et il a noté les constations suivantes :

- l'extension des périmètres irrigués,
- prédominance des cultures rémunératrices consommatrices de l'eau (pastèque et melon),
- faible occupation du sol par les cultures pérennes (vigne, arbres fruitiers),
- l'utilisation toujours de l'irrigation traditionnelle, malgré l'encouragement de l'état pour l'utilisation de l'irrigation par aspersion et le goutte à goutte pour réduire les pertes d'eau,
- absence de l'intensification céréalière par l'irrigation d'appoint (irrigation complémentaire) malgré la faiblesse de la pluviométrie (250-300mm/an),
- le rabattement important du niveau piézométrique de la nappe, d'après l'agence nationale des ressources hydriques le niveau de la nappe s'est abaissé jusqu'à 60%. L'exemple le plus illustratif de la situation est le tarissement de la source d'Ain Tebouda qui alimente la commune d'Ain-El-Hadjar.

3.2. Vulnérabilité de la nappe

L'intensification de l'exploitation de ces nappes se traduit inéluctablement par une modification de leur qualité chimique.

Devant cette situation, nous nous sommes proposé dans le but de démontrer l'impact de cette surexploitation, de contrôler les facteurs physiques, chimiques et bactériologiques de l'eau de certaines sources, au niveau du laboratoire, qui se localisent dans la région de Saida,

situant dans la route nationale numéro 06, reliant Saida et Béchar, entre Saida et la commune d'ain el hadjar.

3.2.1. Description des sources d'eau :

- **Source TBOUDA** : (**X** : 265, 350 ; **Y** : 162,750)

La source TBOUDA est à 3 Km de la commune d'Ain el hadjar, à 11Km de la wilaya de Saida, elle possède un débit de 37 l/s.

Elle est caractérisée par un sol fersialitique rouge, elle alimente l'étage haut de la commune d'Ain el hadjar et aussi, elle est utilisée pour l'irrigation.

- **Source OUM E'RKHAIEL** : (X : 266,800 ; Y : 165,100)

Elle est localisée dans la commune d'AIN EL HDJAR, elle à un débit de 12 l/s, elle est utilisée pour l'irrigation.

- **Source AIN BAIDA** : (X : 265,850 ; Y : 168,250)

Elle est située entre SAIDA et la commune de AIN EL HDJAR, à 7 Km de la wilaya, elle à un débit de 32 l/s elle est en projet pour l'alimentation de l'étage bas de la wilaya de SAIDA, elle est utilisée aussi pour l'irrigation.

- **Source SIDI MAAMAR** : (cimetière) (X : 264,150 ; Y : 165,300)

Elle est à 5 Km de la wilaya de SAIDA, elle est localisée à coté de le grand cimetière, elle possède un débit de 23 l/s.

- **Source VIEUX SAIDA** : (X: 263,750 ; Y: 164,555)

Elle est localisée dans la sortie sud de la wilaya, elle à un débit de 12 l/s.

Elle est utilisée pour l'alimentation en eau potable, elle alimente l'hôtel touristique d'EL FORSEN, elle est caractérisée par un sol rouge hydromorphe alluvionnaire.

***<u>Remarque</u> :**

Parmi ces sources, il y a qu'une seule qui est sous traitement est celle de TBOUDA.

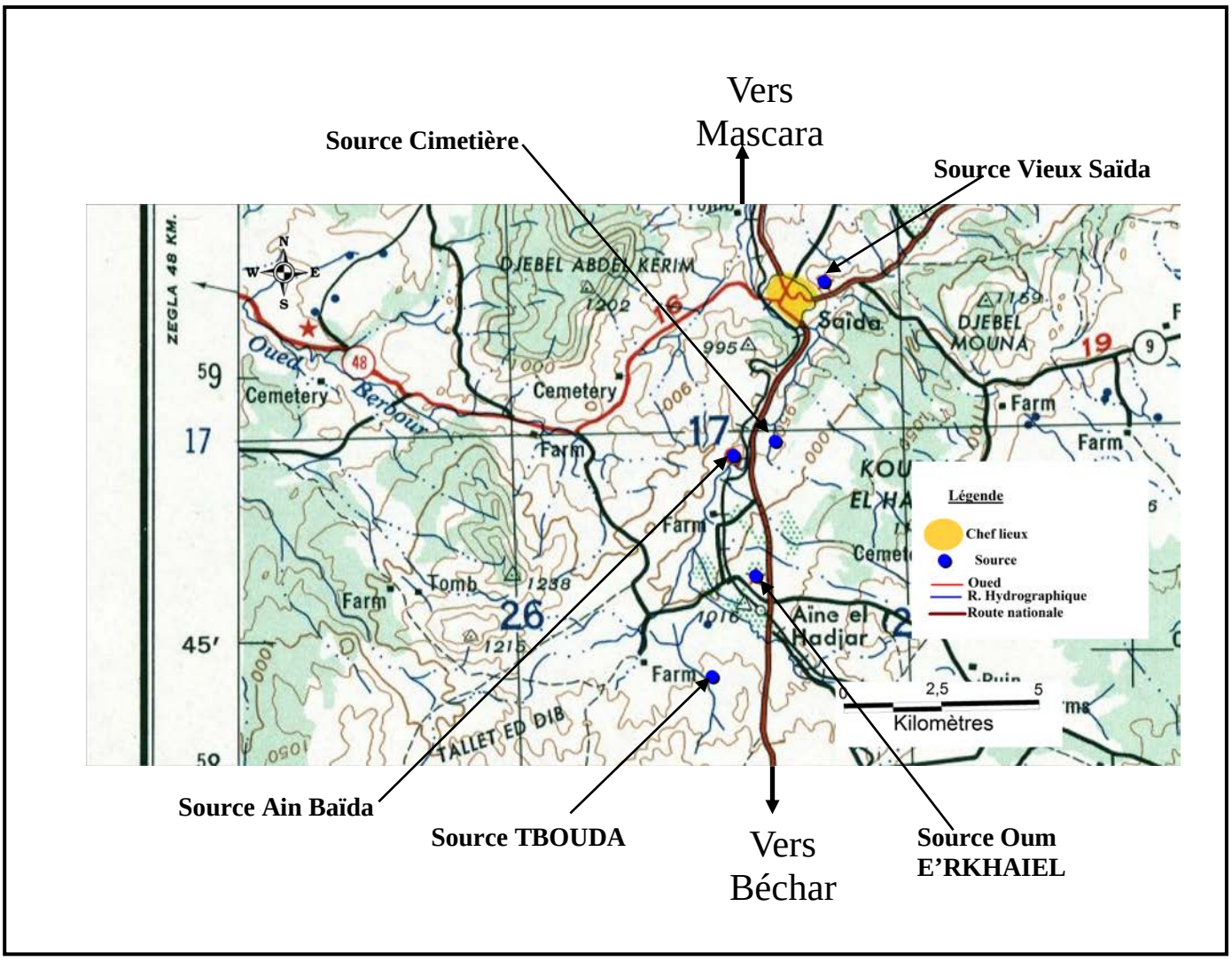


Figure 47 : Localisation des sources d'eau au niveau de la région de Saida

Tableau 46 : Les résultats des analyses physico-chimiques

Critères physico-chimiques	Sources Tbouda	Source Oum E'rkhaiel	Source ain Baida	Source cimetière	source Vieux Saida	Normes O.M.S.	Observation
pH à 20° TA TAC	7,88 0°F 38°F	8,19 0°F 34,5°F	7,36 0°F 275mg/l	7,19 0°F 180mg/l	7,73 0°F 145mg/l	6,5-8,5 absence de normes	Pas d'agressivité
Bicarbonates	**463,6mg/l**	420,9mg/l	323,5mg/l	219,6mg/l	177 mg/l	30mg/l	à cause du calcaire qui domine.
Magnésium Mg^{+}	104,5mg/l	121,5mg/l	82,65mg/l	58,62mg/l	63,2 mg/l	50mg/l	eaux de SAIDA sont des eaux magnésiennes
Calcium Ca^{++}	104,2mg/l	**130,36mg/l**	**28,05mg/l**	32,08mg/l	60,1mg/l	150mg/l	aucun risque de pollution
Chlorures Cl^{--}	39,04mg/l	**230,15mg/l**	42,60mg/l	60,35mg/l	31,9mg/l	250mg/l	aucun risque de pollution
Sulfates $SO4^{--}$	54,62mg/l	absence	8,22mg/l	69,87mg/l	8,22mg/l	250mg/l	incidence minime sur le goût
Nitrates $NO3^{-}$	absence	40,35mg/l	27,82mg/l	**68,76mg/l**	34,1mg/l	50mg /l	Présence de végétation (oliviers, herbes, ..), agriculture : application de produits pesticide et les engrais azotés, Elevage des animaux à proximité de la source.
Nitrites $NO2^{-}$	absence	absence	absence	**0,14mg/l**	0,06mg/l	0,1mg/l	Infiltration de la MO issu des cadavres.
Sodium Na^{+}	184mg/l	**204,6mg/l**	21,75mg/l	27,5mg/l	17,2mg/l	200mg/l	Acceptables
Potassium K^{+}	absence	absence	2,5mg/l	4,25mg/l	2,8mg/l	12mg/l	Acceptables
Fer Fe^{+}	Absence	0,177mg/l	Absence	0,08mg/l	absence	0,3mg/l	Acceptables

Tableau 47 : Evolution de quelques paramètres microbiologiques de l'eau

Critères microbiologiques	**Source Tbouda**	**Source Oum E'rkaiel**	**Source ain Baida**	**Source cimetière**	**Source Vieux Saida**	**Les normes**
Germes aérobies à 37°C	04	14	10	08	09	20
Germes aérobies à 22°C	08	22	18	17	12	<100
Coliformes à 37°C/100ml	05	**54**	**35**	**54**	09	<10
E.coli (c.fécaux)	absence	**01**	**01**	**08**	absence	absence
Streptocoques D	absence	**02**	**02**	**17**	absence	absence
C. S- R à 46°C/ml	absence	absence	absence	absence	absence	<5
Spores de C .S-R à 46°C/20ml	**19**	**22**	**15**	**38**	**14**	absence
Salmonelle	absence	absence	absence	absence	absence	absence
Vibrions cholérique (V.Ch)	absence	absence	absence	absence	absence	absence
Observation	Une eau Acceptable	Une eau non potable et nécessite un traitement et une protection.	Idem	Une eau contaminée = Non potable	Eau potable après traitement	
Les causes	Des excréments des animaux qui pâturent dans cette région	Des excréments des troupeaux qui passent quotidiennement à côté de la source. - Présence d'une végétation dense - Absence totale de protection.	Idem	Due aux germes libres du l'air qui sont au contact direct avec la source dépourvue de protection La situation à côté du cimetière et de la carrière qui est très proche		

L'exploitation de ces résultats confirme que les eaux des sources (Ain Beida, Oum E'rkhail et de Cimetière) sont de mauvaise qualité bactériologique donc par voie de conséquence ces eaux sont non potables. Cependant, les populations riveraines continuent à utiliser les eaux, à ce niveau, pour abreuver le bétail et pour leurs besoins domestiques, ce qui constitue un danger réel de contamination. Cette situation alarmante est aggravée par la présence des germes fécaux dans pratiquement tous les points d'eau.

Les analyses faites sur les cinq sources montrent que la concentration des matières dissoutes est conforme aux normes de potabilité conseillées par l'Organisation Mondiale de la Santé.

Il faut souligner aussi la présence des nitrates, ceci s'explique par la nature de l'occupation du sol dominé par les cultures maraîchères en intensive et les fortes doses d'engrais azotés utilisés où se combinent engrais et fumier. Les teneurs les plus fortes s'observent dans les zones de cultures en irriguées, où se combinent engrais et fumier.

3.3. Principales sources de pollution

3.3.1. Les rejets d'eau usée non traitées

Le volume des rejets d'eau usée domestiques non traitées a dépassé les 10000 m3/jour déversées dans l'oued qui traverse la zone, a un impact négatif. Les analyses physico-chimiques effectuées aux environs des zones de rejet et tout au long de la cour d'eau confirment l'idée préalable d'une pollution de la nappe qui justifie également la présence dans les cours d'eau. La présence des substances azotées sous forme de nitrates et nitrite confirme cette pollution.

Finalement, tous les ingrédients, certains naturels et d'autres provoqués par des activités humaines polluantes, sont réunis pour provoquer une altération de l'eau minérale de Saida. Les résultats obtenus décrivent une situation préoccupante de l'état de l'oued et les points ainsi que la nappe, menacé dangereusement par les activités humaines.

La perpétuelle dégradation de la qualité des eaux superficielles et souterraines conduirait, si des mesures de protection ne sont pas entreprises, à la perte de ce patrimoine naturel de la région.

3.3.2. Rejets Industriels : L'envergure du tissu industriel qui occupe une superficie de 86 ha conjugué à la nature Karstique à fort taux d'infiltration plus des 2/3 de la superficie du bassin versant menace la nappe minérale avec ses répercussions socio-économiques et écologiques

Le danger de pollution est d'autant plus réel que l'industrie locale est diversifiée et les produits chimiques qu'elle utilise induisent des résidus de processus de fabrications souvent toxiques (décapant, métaux lourds, détergents, huiles, askarels….)

3.3.3. Les carrières : L'exploitation des carrières peut être aussi un autre facteur de pollution déterminant par l'utilisation des explosifs qui modifie la répartition naturelle des fissures et transforme les paramètres hydrodynamiques des eaux souterraines, provoque la diminution de la roche et ainsi réduire le pouvoir d'auto épuration .plus grave encore lorsqu'il s'agit d'une nappe libre (la roche exploitée est même temps couverture et réservoir : cas de la nappe de Saida). Six carrières d'agrégats en exploitation sont localisées malheureusement à l'intérieur du périmètre géologique de la nappe des eaux minérales de Saida avec toutes les conséquences qui en découlent.

3.3.4. La production agricole : L'agriculture occupe 70 % de la superficie du bassin versant avec des formations forestières claires et dégradées sur les hauteurs, vergers rustiques où domine l'olivier sur les piémonts. En plaine c'est les céréales et les cultures maraîchères qui colonisent cet espace le long de l'oued. Ces dernières cultures sont assez exigeantes en engrais et produits phytosanitaires utilisée souvent d'une manière irrationnelle.

3.3.5. Les déchets : Hormis les rejets solides de la ville de Saida qui sont évacués vers des décharges réglementées et situées hors du périmètre géologique de la nappe qualité du substrat argile de Saida 250 mètres d'épaisseur donc imperméable (lieu-dit hamar M'cid), Saida compte 19 décharges du centre-ville et 15 autres recensées dans la périphérie de la commune de Saida qui totalisent 960 tonnes de déchets. La commune de Saida avec ses 24.178 foyers, ses 6 unités économiques, ses 763 unités d'artisanat de production, ses 2.818 commerces en tous genres, doit traiter, les 200 m3 de déchets générés, quotidiennement, soit 66 tonnes par an à raison de 0,5 Kg par jour et par habitant, « sans tenir compte des variations saisonnières des évènements particuliers, des périodes estivales » Pour les autres agglomérations, l'évacuation des déchets s'effectue de façon anarchique. Les déchets occupent une place importante dans la pollution de la nappe au regard de la vulnérabilité (Karst) de la nappe et la rapidité de la décomposition de la matière organique et emballage en carton.

3.3.6. Les cimetières : Un autre facteur d'altération de la nappe, les cimetières reposent sur des terrains alluvionnaires surmontant des dolomies, couches perméables, de faible profondeur et d'épaisseur aggravent le risque de pollution.

Rapport-Gratuit.com

3.3.7. La zone industrielle : Faute d'étude d'impact sur l'environnement, la plupart des unités industrielles ont été implantées sur des sites inappropriés, le plus souvent, au détriment des terres agricoles les plus fertiles. Dans le voisinage immédiat de la ville d'autres unités ont été implantées carrément à proximité des réservoirs d'eau destinée à la production de l'eau potable. Au-delà des problèmes liés au choix des sites d'implantation, les unités industrielles se caractérisent aussi par l'utilisation de procédés polluants sans installations de récupération et de traitement des eaux de processus de fabrication. L'unité de fabrication du papier (E.N.P.A.C). Les rares installations qui ont pu être mises en service momentanément n'ont jamais atteint le niveau de performance requis.

3.4. Synthèse

La préservation des ressources en eau de la zone de Saida, source unique des eaux minérales passe nécessairement par une nouvelle approche en matière de gestion et d'occupation des sols. Le choix de technique de production agricole utilisant rationnellement les produits fertilisants et phytosanitaires constitue un choix irréversible.

L'occupation des espaces selon leurs potentialités et leur vulnérabilité quand aux risques de pollution s'avère une option incontournable.

Des actions de protection de la nappe alimentant l'unité des eaux minérales s'impose par une obligation à toutes les entités polluantes de prendre en charge leurs rejets conformément à la réglementation en vigueur.

4. Synthèse sur les processus de dégradation et les méthodes de préservation : Orientations de gestion durable

4.1. Stratégie de développement durable

La protection des ressources naturelles passe nécessairement par une gestion durable des espaces naturels et productifs qui reste un outil intéressant de développement. Elle ne peut être concrétisée que si des préalables sont maîtrisés comme la connaissance parfaite de l'espace, la description des principaux facteurs écologiques, l'évaluation des potentialités, l'identification et la localisation dans le temps et dans l'espace des forces dégradantes.

La protection des espaces passent par :

1- la connaissance la plus détaillée et parfaite possible des espaces

2- Le diagnostic des espaces dans les aspects techniques, écologiques et socio-économiques

3- Identification des modalités pratiques de mise en valeur des espaces.

La compréhension technique, socio-économique et écologique de l'occupation des sols constitue un élément déterminant pour la réussite d'un diagnostic, base incontournable de toute action d'aménagement global. C'est une phase obligatoire pour apprécier l'état des potentialités et l'utilisation qui en est faite. A ce sujet Benabdeli (1996):"Faire le bilan de l'occupation de l'espace avec toutes les conséquences positives et négatives qui en découlent permet de cibler les actions urgentes à entreprendre. Il sera alors possible d'établir :

- l'état d'utilisation des espaces (occupation des sols, systèmes en place)
- l'évaluation de l'agressivité des facteurs dégradants sur l'environnement
- l'établissement d'une carte de sensibilité des espaces
- la proposition de modèles d'aménagement permettant une utilisation rationnelle des espaces"

Toute évolution appelle une réglementation, une organisation et une approche adaptées aux espaces à prendre en charge dans les divers programmes de développement. Ces derniers ne sont en fait que des plans de mise en valeur ou d'aménagement. Réglementation, organisation et méthodologie ou modèles constituent des jalons indispensables dans toute gestion raisonnée et intégrée de l'espace. La notion intégrée découle de l'intégration de tous les paramètres et surtout l'homme comme paramètre prépondérant à travers ses activités et son impact sur les espaces. Cette approche doit reposer sur le concept de responsabilité partagée entre le développement et la préservation du milieu.

La mise en valeur qui reste la base des plans d'aménagement et de développement est depuis plus d'un siècle un moyen économique et social de gestion des espaces. Pour être complète

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

cette approche doit intégrer la dimension écologique, c'est ce à quoi tente de répondre ce travail dont l'objectif est la définition d'une méthodologie de gestion intégrée des ressources naturelles.

4.2. Importance de la classification des terres aux fins d'aménagement

D'après King (1965), la première fonction de la classification est de définir des catégories qui se prêtent facilement à une généralisation par voie inductive et comparative. Les catégories, ou classes, ainsi établies doivent être en rapport avec l'objet déterminant qui induit le type de classification. Il est possible avec facilité de délimiter des zones qui peuvent être à leur tour classées selon leur capacité de production ou de récolte (origine végétale ou animale), de nature plus au moins similaire ou complémentaire et sans détérioration du sol.

Comme règle fondamentale dans cette approche, les terres peuvent être classées conformément à leur capacité propre de production. Néanmoins, il faut veiller à ce que la classification des terres et la planification de leur utilisation soient prises en charge simultanément pour une utilisation rationnelle.

Pour maîtriser la classification des terres, l'homme de science ou le spécialiste étudie, inventorie et évalue les caractères physico-chimiques et météorologiques des zones qu'il désire classer. L'affectation d'une classe dépendra de la combinaison de facteurs généraux qui exercent une influence sur la productivité et les facteurs du milieu à savoir :

- les caractéristiques climatiques,
- les caractéristiques du sol,
- les aspects topographiques,
- les données géographiques,
- les facteurs socio-économiques.

L'objectif de la classification est de discerner ce qui existe réellement et de permettre au planificateur d'apprécier les différentes qualités propres à la terre dont il dispose (potentialités) sur la base d'un plan d'utilisation.

Apport de l'écodéveloppement

Le développement durable est défini comme un processus qui tend à concilier un développement économique et social soutenu basé sur une justice sociale et une gestion viable de l'environnement. L'utilisation rationnelle des ressources naturelles doit se faire dans un concept d'équilibre entre ces deux forces de développement. Il faut surtout veiller à ce que le développement économique nécessaire pour satisfaire les aspirations légitimes de la population ne se fasse pas au détriment de la capacité de tolérance écologique du milieu.

Benabdeli (1993) notait à ce sujet : « Les écologistes ne peuvent faire abstraction du développement et sont condamnés à intervenir dans un cadre économique qui les oblige à se placer sur le terrain politique ». Le même auteur en 1995 défini l'écodéveloppement comme : « C'est une nouvelle approche de gestion et d'aménagement de l'espace permettant le maintien des activités de développement tout en assurant une pérennité de l'équilibre écologique des zones investies ».

L'écodéveloppement est un développement des populations par elles même en utilisant au mieux les ressources naturelles, s'adaptant à un environnement qu'elles transforment sans le détruire. Dès lors la gestion de l'environnement devient une dimension importante du développement, mais plus profondément, c'est le développement lui-même, tout entier, qui doit être imprégné, motivé, soutenu par la recherche d'un équilibre dynamique entre la vie et les activités collectives des groupes humains et le contexte spatio-temporel de leur implantation. (Kouti, 1996).

4.3. Agroforesterie

« L'agroforesterie comprend tous les systèmes et pratiques d'utilisation des terres dans lesquels des plantes ligneuses pérennes sont délibérément cultivées sur des parcelles également exploitées par des productions agricoles et/ou animales, qu'il s'agisse d'une association spatiale ou temporelle. Il doit exister des interactions d'ordre écologique et économique, entre les éléments ligneux et les éléments non ligneux » (Charif, 2004).

4.3.1. Différentes formes d'agroforesterie

Il existe différentes formes d'agroforesterie qui peuvent être récapitulées comme suit :

- parcelles agricoles plantées d'arbres fruitiers ou fourragers
- pâturage entouré d'arbres produisant du bois
- ligne d'arbres brise vent
- cultures en couloir alternant les allées et les haies ligneuses
- jachère arborée
- plantation forestière avec culture annuelles en sous-bois

On pratique l'agroforesterie chaque fois que sont combinées la culture de plantes saisonnières avec des plantes ligneuses avec intégration de l'élevage. A ce sujet Torquebiau (1990) note que la présence des ligneux est indispensable pour la définition d'un système agroforestier.

4.3.2. Systèmes pratiques et techniques

Les exemples de systèmes agroforestiers existent et présentent des avantages et peu d'inconvénient et nécessitent d'être adaptés aux conditions écologiques et socio-économique des différents milieux. On distingue :

- Les systèmes agrisylvicoles qui se distingue par une culture dans les plantations forestières recelant des sols à potentiel intéressant. Beaucoup d'espèces forestières peuvent être associées à des espèces vivrières. Système connu sous le nom de méthode Taungya est largement pratiquée en Asie. Elle se distingue par deux systèmes sur un même espace, l'un à long terme (sylviculture) et l'autre annuel ou bisannuel (cultures vivrières saisonnières) soit une phase courte agricole et une autre longue forestière. Les forêts aménagées offrent la possibilité d'introduire des espèces arboricoles économiquement intéressantes dans la forêt préparée à cet effet. Essences forestières et arbres fruitiers se côtoient ou se confondent et assurent une production continue échelonnée dans le temps. Un autre système semble intéressant, système à dominante ligneuse pérenne avec un agencement spatial des espèces qui le composent.

- Le système agroforestier prenant en charge un ensemble de composantes interdépendantes : ligneux, cultures annuelles et animaux. Il représente un type courant d'utilisation des terres dans une région donnée ; Il peut être décrit à l'échelle d'une parcelle, d'une exploitation ou d'une région entière. Ce système fait appel à des pratiques agroforestières qui englobent les façons de faire des agriculteurs dans toute leur diversité. Elles font appel également à des techniques agroforestières définit comme un ensemble d'indications concernant les rôles, la disposition, la conduite et la gestion des associations agroforestières.

4.3.3. Principales techniques agroforestières

On distingue généralement cinq techniques pouvant être appliquées dans nos espaces, elles sont toutes basées sur l'utilisation des arbres.

Techniques agroforestière	Bases fondamentales
Cultures sous couvert arboré	Arbres dispersés dans les parcelles agricoles Plantations de rente associées à des arbres à usage multiple Arbres d'ombrage sur cultures
Agroforêts	Jardins-forêts Parcelles boisées et utilisation à d'autres fins
Disposition linéaire	Brise vent et rideau –abri Plantations de lisière Clôtures et haies vives Bandes boisées et haies arbustives Haies en courbe de niveau Cultures en couloirs
Techniques séquentielles	Agriculture itinérante Jachère arborée améliorée Méthode Taungya
Production animale sous couvert arboré	Pâturage sous les arbres Production fourragère sous des plantations Production fourragère en plantation de protection

4.4. Recommandations de pratiques agricoles en fonction des niveaux de sensibilité

Le tableau ci-dessous reprend pour les quatre niveaux de sensibilité issus de l'étude les conseils adaptés à la gestion durable des sols, de l'eau et des cultures selon une stratégie de développement préalablement établie.

Tableau 48 : exemples de propositions pour une gestion durable des terres.

	Sensibilité très forte	**Sensibilité forte**	**Sensibilité moyenne**	**Sensibilité faible**
Gestion des sols	Rotation sur 10 ans avec cultures et pâturages	Rotation sur 5-6 ans avec cultures et pâturages		Rotation sur 3 ans
Labour	Semis direct		Semis direct ou labour vertical	Labour conventionnel
Gestion des cultures	plantation, contrôle des ravines	Pâturages	Cultures	Cultures
Gestion de l'eau	Canaux d'irrigation parallèles aux courbes de niveau et recueil des eaux de ruissellement		Irrigation et mesures d'infiltration artificielle (labours et sous-solage)	

Aussi dans les zones fortement accidentées et peu propices à l'agriculture (éloignement des voies de communication, sols peu fertiles, peu profonds, etc.), la plantation de pins semble être la seule solution. Les pins, moins exigeants en eau sont plus facilement implantables. Les pratiques sylvicoles qui amènent une coupe totale avant replantation ne sont pas génératrices d'érosion si toutefois les résidus de la coupe sont laissés sur le sol. En effet, les systèmes racinaires laissés en place maintiennent les sols. La coupe est suivie d'un sous-solage, puis d'une nouvelle plantation.

Le semis direct a pour avantage de ne pas déstructurer le sol, en laissant la fraction de sol riche en matière organique (horizon A_O) en surface. Combiné à une gestion efficace des eaux de ruissellement lorsque les pentes sont importantes, il permet de limiter efficacement les pertes en sols, tout en diminuant la quantité de travail sur un cycle cultural (nombre de passages moindre en comparaison avec un labour conditionnel nécessitant labour, hersage puis semis), tout en favorisant l'activité biologique du sol.

Les sols, outre les faits qu'ils sont mieux protégés des risques d'érosion, bénéficient d'une meilleure infiltration des eaux de pluie dont bénéficie la culture en place.

Cependant le retour systématique d'une culture de blé va appauvrir le sol, tout en augmentant la probabilité de maladies. Aussi une rotation culturale plus ou moins rapide basée sur une alternance pâturages-blé permettra aux sols de se restructurer, de s'enrichir avec l'implantation d'herbe.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion

A l'issue de cette étude, nous avons pu avoir une connaissance sur l'état des ressources naturelles dans les monts de Saida avec une analyse précise des variations spatio-temporelles du changement du couvert végétal dans les monts de Saida.

Les pressions anthropiques et la sécheresse ont entraînés, au cours de la période 1987-2011, une modification de la couverture végétale des monts de Saida. L'étude diachronique des monts de Saida grâce à l'imagerie satellitaire, qui s'avère être un outil indispensable dans la détection et le suivi de certains phénomènes et aléas environnementaux susceptibles de nuire à l'équilibre des écosystèmes, a montré qu'entre 1987 et 2011, la couverture végétale a évolué de manière négative.

La télédétection est un moyen d'inventorier, de surveiller, de gérer les ressources naturelles et permet d'établir des scénarios d'aménagement, elle permet aussi de minimiser les coûts et d'élargir l'étendue spatio-temporelle par rapport aux moyens classiques.

L'utilisation d'une étude diachronique basée sur l'exploitation des données satellitaires multi dates (1987 et 2011) du capteur Thematic Mapper (TM) et Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) de Landsat nous a permis l'obtention d'un ensemble de cartes et des indices de végétation qui, à leur tour, nous ont aidé à apercevoir les changements parvenus dans le milieu, copieusement régressifs que progressifs.

Les résultats issus de notre analyse diachronique des changements à partir d'indices radiométriques, ont permis d'avoir une vision synoptique de l'évolution de l'occupation du sol des monts de Saida. Une telle analyse fournit un diagnostic spatio-temporel sur l'état du milieu. Les résultats montrent aussi que pendant cette période (1987-2011).

Mais cette perception des changements reste grossière : elle donne les grandes tendances du milieu à partir de l'interprétation d'indices radiométriques calculés avec des pixels de 30 mètres de résolution.

Or pour de nombreux phénomènes qui marquent aussi bien les sols que la végétation, il faudrait avoir accès à une meilleure résolution spatiale, proche de celles des photographies aériennes (pixel < 1 m), pour mieux définir les processus en cours et l'impact de l'homme. Ce travail permettra, peut-être, à la compréhension globale du fonctionnement du milieu en mettant en relief les interactions entre l'homme et son environnement naturel

L'étude nous a permis aussi de dévoilé l'effet de la pluviosité sur les ressources naturel, à partir de l'analyse de l'indice de végétation (NDVI) où on a remarqué une net fluctuation de cet indice en fonction de celle des précipitations moyennes annuelles.

Le constat actuel est que l'équilibre écologique de la végétation est perturbé par les activités anthropiques (agricoles et pastorales). Nos résultats corroborent l'idée très répandue de l'aridification du climat et l'opinion généralement admise selon laquelle la pression anthropique sur les ressources naturelles s'aggrave sans cesse, notamment en région méditerranéenne. L'accroissement de la population et les actions anthropiques accentuent les phénomènes de dégradation que l'effet du climat représenté par les précipitations avait amorcés.

L'étude a montré que, malgré la disparité de résolution des images Landsat, les données de ces images peuvent être traitées et servir de bases de données fiables pour la zone d'étude.

En outre, l'étude a montré que l'occupation progressive du sol par des cultures est l'une des causes essentielles de la modification de la végétation. Elle a également mis en exergue les modes actuels d'utilisation des ressources naturelles surtout végétales qui n'obéissent pas à des normes de durabilité. Cela constitue une inquiétude pour la conservation de l'écosystème naturel des monts de Saida. Pour contribuer à conserver l'écosystème et sa biodiversité, une sensibilisation des populations s'impose.

Il faudrait d'abord empêcher l'occupation continue et anarchique des terres par l'aménagement de l'espace à la périphérie des monts de Saida : la création et le développement de forêts villageoises, gage de la gestion durable des ressources naturelles et dans lesquelles les populations pourront tirer des produits forestiers pour leurs besoins quotidiens.

La valorisation des produits forestiers non ligneux permettrait de diversifier leurs revenus.

Ensuite, il serait nécessaire d'envisager l'augmentation de la productivité par l'amélioration du système agraire archaïque au profit d'un système agro-sylvo-pastoral (association cultures et légumineuses ligneuses, synergie agriculture-élevage), d'un procédé de culture intensive (plus économique du point de vue de la superficie) ou encore de rotation des cultures pour améliorer la fertilité des sols. La récupération des terres dégradées par le reboisement des essences forestières locales utiles pour les populations s'avère également indispensable.

Enfin, à défaut d'une politique nationale de sécurisation foncière en milieu rural, la mise en place de nouvelles règles ou arrangements institutionnels avec des mécanismes de régulation garantis par les autorités publiques pourraient être envisagées dans le cadre de la gestion de l'espace.

Rapport-Gratuit.com

Suite aux résultats obtenus après les différentes analyses des sources d'eau, nous pouvons suggérer :

- Les sources d'eau doivent être protégées contre la pollution par les excréments humains et animaux qui contiennent une grande variété de micro-organismes pathogènes (bactéries, virus, protozoaires) et de parasites.
- L'emplacement des cimetières doit être réétudié en fonction de tout point d'eau.
- Développement de nouvelles méthodes d'analyses physico-chimiques, et bactériologiques.
- L'efficacité et la fiabilité du traitement ou la protection du réseau de distribution (par exemple la lutte contre la corrosion).
- Le bassin hydrographique doit être protégé des activités humaines, cela peut obliger à l'isoler et /ou à réglementer les activités polluantes dans la région de Saida.
- Faire des études toxicologiques pour connaître l'impact de pollution sur la santé.
- La réglementation dans l'utilisation agricole d'engrais et de pesticides, etc…
- Développer des procédés physiques pour le traitement d'eau à partir de nouveaux matériaux.

RÉFÉRENCÉS BIBLIOGRAPHIQUES

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Références bibliographiques

AIT BELAID M., 1994 : Les systèmes d'information pour l'environnement : Développement et formation. Géo observateur 1994 ; 5 : 61-9

ALCARAZ C., 1982 : La végétation de l'ouest algérien. Thèse Doc. Es Sc. Univ. Perpignan. 415p.

A.N.R.H., Agence Nationale des Ressources Hydrauliques, 2010 : Rapport d'inventaire des ressources hydrique de la wilaya de Saida.

ASPINALL R. J., 1992: An inductive modeling procedure based on Bayes theorem for analysis of pattern in spatial data, International Journal of Geographic Information Systems, Vol.6, p.105-121, 1992.

AUBERT G., 1951 : Les sols des régions semi-arides d'Afrique et leur mise en valeur (France).

BAGNOULS F. et GAUSSEN H., 1953 : Saison sèche et indice Xérothermique. Bul. Soc. Hist.Nat. Toulouse.88, pp.193-239.

BAYLET F., 1974 : Saida bledi, mémoire, 74 p

BELGHITH A., 2003 : Les indicateurs radiométriques pour l'étude de la dynamique des écosystèmes arides (région de Zougrata, Sud-Est tunisien). *Sécheresse* 2003 ; 14 : 267-74.

BLANC P., 1999 : "Développement de méthodes pour la détection de changement ». PhD thesis, Ecole des Mines de Paris, France.

BEKKOUSSA B., MEDDI M., et JOURDE H., 2008 : Forçage climatique et anthropique sur la ressource en eau souterraine d'une région semi-aride : cas de la plaine de Ghriss (Nord-Ouest algérien). Revue Sécheresse ; 19 (3) : 173-84

BENHANIFIA K., 2003 : Etude comparative des données Alsat 1 et Landsat ETM+ pour l'évolution de l'état des Forêts dans la région Ouest- Oran - Actes des journées techniques Alsat 1 / Utilisateurs Asal, 14 et 15 juillet 2003-Algerie.

BENABDELI K., 1983 : Mise au point d'une méthodologie d'appréciation de l'action anthropozoogène sur la végétation dans la région de Télagh (Algérie occidentale). Aix-Marseille III : Thèse doctorat 3ème cycle, 1983 ; 186 p. et annexes.

BENABDELI K., 1993 : L'agriculture menacée par la déforestation, l'érosion et l'aridité. Journée Scientifique 6 juin 1993 ; Institut de Biologie Sidi Bel Abbes.

BENABDELI K., 1996- Evaluation écologique des paysages, classification, potentialités et aménagement du territoire. Sem. Rég. Aménag. Terr. C.N.T.S. Arzew, 14 mai., 7 p.

BENABDELI K., 1996 : Aspects physionomico-structuraux de la végétation ligneuse face à la pression anthropozoogène dans les monts de Tlemcen et les monts de Dhaya (Algérie occidentale). Sidi Bel Abbes : Thèse d'état, 1996 ; 280 p.

BENABDELI K., 1996 : Evaluation écologique des paysages, classification, potentialités et aménagement du territoire. Séminaire régional sur l'aménagement du territoire. 14 mai 1996. C.N.T.S. Arzew.

BENABDELI K., 1996 : Mise en évidence de l'importance des formations basses dans la sauvegarde des écosystèmes forestiers : cas des monts de Dhaya (Algérie occidentale). *Ecologia Mediterranea* XXII (3/4) 1996 : 101-112.

BENABDELI K., 1996 : Aspects physionomico-structuraux et dynamique des écosystèmes forestiers face à la pression anthropozoogène dans les monts de Tlemcen et les monts de Dhaya (Algérie septentrionale occidentale). Thèse doctorat d'état, univ. Sidi Bel Abbes, Tome I et II, 356 p. + annexes.

BENABDELI, K., 1996 : Dynamique des écosystèmes forestiers. Thèse de doctorat d'état, université Marseille, 190p.

BENABDELI K., 2002 : Comportement du groupement de Pinetum halepensis Mill. Dans l'étage bioclimatique semi-aride inférieur face à une pression anthropozoogène dans la zone d'Oued Sebaa (Algérie occidentale). Revue Ecosystems n°2 (02) : 29-35.

BENABDELI K., 2012 : Quel aménagement de l'espace forestier en Algérie garant d'une gouvernance durable forestière ? 4ème Rencontre Internationale Forêts et développement Durable, Tlemcen 22-25 mai 2012

BENABDELI K., 2012 : Rétrospectives sur quelques espèces forestières et pré-forestières intéressantes des zones arides mais ignorées en Algérie. Séminaire International sur la préservation et le développement des espèces ligneuses des zones arides. Université de Mascara 29 et 30 mai 2012.

BENMESSAOUD H., 2009 : Etude de la vulnérabilité à la désertification par des méthodes quantitatives numériques dans le massif des Aurès (Algérie). Thèse doctorat en sciences, université Hadj Lakhdar, Batna, 191 pages.

BENSAID A., SMAHI Z., IFTENE T. et BENZINEH S., 2003 : Utilisation de la télédétection et des SIG pour l'aide à la surveillance du risque de dégradation des parcours steppiques *Télédétection*, 2003, vol. 3, n° 5, p. 387–402.

BKHAIRI A., 2012 : Suffosion et érosion hydrique en milieux semi-arides, le cas des Hautes Steppes tunisiennes (Tunisie centrale) », Physio-Géo [En ligne], Volume 6, mis en ligne le 26 février 2012, Consulté le 24 octobre 2013. URL : http://physio-geo.revues.org/2246 ; DOI : 10.4000/physio-geo.2246

BENSAID A., 2006 : Sig et télédétection pour l'étude de l'ensablement dans une zone aride : le cas de la wilaya de naâma (Algérie). Thèse doc. Université es-senia.

B.N.E.D.E.R., 1992 : Etude du développement agricole de la wilaya de Saida. Rapport final et annexes, 1992 ; 212 p.

B.N.E.D.E.R., 2005 : Bureau National d'Etudes pour le Développement Rural, Inventaire des terres et forêts de l'Algérie du Nord, Rapport final, BNEDER, Alger, 263 p.

BOGAERT J. & MAHAMANE A., 2005 : Ecologie du paysage : ciblé la configuration et l'échelle spatiale. Annales des Sciences Agronomiques du Bénin (7) 1 : 39-68.

BOUAZZA M. et MAHBOUBI A., 2000 :L'impacte de l'homme sur la forêt dans la région de Tlemcen (Oranie – Algérie) tome XXII n°3.

BOUDJEMAA M., 2011 : Contribution à l'étude de l'impact de la pollution de l'oued Saida sur la qualité des eaux minérales. Magister, université de Mascara.

BOUDON R., 1968 : A quoi sert la notion de structure ? Gallimard, Paris. 244 p.

BOUDY P., 1948 : Economie forestière nord-africaine. Milieu physique et humain, Paris : Editions Larose, 1948-1955. Tomes I (686 p.) et IV (483 p.).

BOUKHEIR R., GIRARD M.C., SHABAN A., KHAWLIE M., FOUAR G. et DARWIRCH T., 2001 : Apport de la télédétection pour la modélisation de l'érosion hydrique des sols dans la région côtière du Liban. Télédétection, vol. 2, n° 2, p. 79-90.

BRUIJNZEEL L., A., 1990: Hydrology of Moist Tropical Forests and Effects of Conversion: a State of Knowledge Review. Édit. UNESCO, Paris, et Université Libre d'Amsterdam, 224 p.

BUREL F. & BAUDRY J., 2003 : Ecologie du paysage. Concepts, méthodes et applications. Paris, France : Tec & Doc. 359 p.

BRAUN-BLANQUET, J., 1935 : Un joyau floristique et phytosociologique : l'Isoe-tion méditerranéen. Bull. Se. Nat., Nîmes, 1935.

BRAUN-BLANQUET, J., 1936 : La chênaie d'yeuse méditerranéenne. Mém, Soc. Nat., Nimes, 1936.

BRYAN, R.B., 1979: The influence of slope angle on soil entrainment by sheetwash and rainsplash. Earth Surface Processes and Landforms, n° 4, p. 43-58.

CHAPLOT, V., LE BISSONNAIS, Y., 2000: Field measurements of interrill erosion under different slopes and plot sizes. Earth Surface Processes and Landforms, n° 25, p. 145-153.

CHARIF K., 2001 : Contribution à une approche de développement agro-forestier de la commune de Tessala, Algérie ». Mémoire de magister en Ecologie appliquée. Faculté des sciences, institut des sciences de la nature, université de Sidi Bel Abbes Algérie

CHEN J. and GAO S. J., 2002: Root Causes, Development and Trend of Desertification in Yijinhuoluo County, Inner Mongolia, China.

COTE (M), 1983- L'espace algérien. Les prémices d'un aménagement. O.P.U., Alger, 278 p.

DAGET Ph. et DAVID P., 1982 : Essai de comparaison de divers approches climatiques de la méditerranée. Ecologia mediterranea, T. VIII, fasc. ½, Marseille p. p. 33.

DEBRACH J., 1953 : notes sur les climats du Maroc occidental. Extrait du « Maroc-Medical » N° 342, 32. Inst. Sci. Chérif. Casablanca (Maroc) p.p. 3-14.

DEVEAUX J., 1971 : Contribution à l'étude de l'éducation des peuplements. *Bul. Soc. Roy. For. Belgique* 78 (10/242) : 387-405.

DEVAUX J.P., LE BOURHIS H. & MOUTTE P., 1976 : Structure et croissance comparées de quelques peuplements de pin d'Alep dans l'île de Port-Cros (parc national). *Trav.. Sci. Parc nation. Port Cros*, 2 : 131-166.

D.G.F., Direction Générale des Forêts, 2007 : Etude de délimitation et caractérisation du massif montagneux (Tlemcen, Dhaya et Saïda). Rapport ministère. MATET, BET BECAGOM, 168p.

DIRECTION DES SERVICES AGRICOLES, **1998** : Bilan technique et statistique annuel du secteur. D.S.A., 1998 ; 12 p.

DIRECTION DE L'URBANISME ET DE L'HABITAT, 1998 : Plan directeur de l'aménagement et l'urbanisme de la commune d'Ain-El-Hadjar. Rapport final, 1998 ; 156 p.

DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE L'AMENAGEMENT ET DU TERRITOIRE, 1998 : Annuaire des activités de l'année 1995-98.

DJEBAILI Y., 2004 : Inventaire des potentialités hydriques de la wilaya, Rapport phytoécologique et pastoral (wilaya de Djelfa), U.R.B.T, 159

DOBREMEZ (J.F), 1979- Mise au point d'une méthode cartographique d'étude des montagnes tropicales. Le Népal, écologie et phytoécologie. Doc. Sc. Grenoble, 278 p.

DORMAAR, J.F., SMOLIAK S. & WILLMS W.D., 1989 : Vegetation and soi1 responses to Short-duration grazing on fescue grassIanâs. J. Range Manage. 42: *252-256.*

DOS SANTOS G., 2001 : Classification automatique à partir de photographies aériennes, rapport de stage, Ademe, SET, 67 p.

DUBOIS J. M., 1997 : La réalité de terrain en télédétection : Pratiques et méthodes. Actes des journées scientifiques de Sainte-Foy- Agence Universitaire de la Francophonie-AUPELF-UREF, pp356.

DUCROT D., 2005 : Méthodes d'analyse et d'interprétation d'images de télédétection multi-sources. Mémoire de recherches, INP Toulouse. 240p.

DURAND J. H., 1954 : Notice explicative de la carte de reconnaissance des sols d'Algérie.

DUVIGNEAUD P., 1980 : La synthèse écologique. Edition Doin, Paris. 380 p.

EMBERGER L., 1930 : La végétation de la région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. Revue Gen. Bot. N° 42-46.

ESCADAFAL R., 1989 : Caractérisation de la surface des sols arides par observations de terrain et par télédétection. Applications : exemple de la région de Tataouine (Tunisie). Études et thèses. Paris : Orstom éditions, 1989.

ESCADAFAL, R., 1989 : Surveillance des sols dans l'environnement par télédétection et systèmes d'information géographiques : actes du symposium international AISS (groupe de travail RS et DM), Ouagadougou (Burkina Faso), du 6 au 10 février 1995 = Monitoring soils in the environment with remote sensing and gis : proceedings of the ISS International Symposium (working groups RS and DM), Ouagadougou (Burkina Faso), from 6 to 10 february 1995 / éd. scientifiques Richard Escadafal, Michel A. Mulders, Lamourdia Thiombiano / Paris : ORSTOM éditions , 1996.

F.A.O., Food and Agriculture Organization 2001 : L'Etude prospective du secteur forestier en Afrique

F.A.O., Food and Agriculture Organization, 2011 : Situation des forêts du monde

F.A.O., Food and Agriculture Organization, 1999 : La situation des ressources forestières. Situation des forêts du monde 1999 : 1-11.

F.A.O., Food and Agriculture Organization, 2001: L'Etude prospective du secteur forestier en Afrique (FOSA), Algérie

F.A.O., Food and Agriculture Organization, 2001a: *State of the World's Forests 2001*. Rome (Italie), Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

FARAOUN F., 2013- Evaluation de la fertilité et cartographie des sols agricoles : cas de la plaine de Sidi Bel Abbes. Thèse de doctorat en sciences, université de Sidi bel Abbes, 186 p.

FERCHICHI A., 2003 : Impact de la mise en défens sur la régénération et la richesse floristique des parcours en milieu aride tunisien. Sécheresse 2003 ; volume 14, numéro 3 :181-7.

FERDINAND B. 1996 : Précis de télédétection, Volume2, Applications thématiques**.** Ed : Presse de l'Université Du Québec, pp 617.

FERKA ZAZOU N., 2006 : impact de l'occupation spatio-temporelle des espaces sur la conservation de l'écosystème forestier. Cas de la commune de tessala, wilaya de sidi bel Abbes, Algérie. Mémoire de Magister, Université Aboubekr Belkaïd Tlemcen.

FLORET C. et PANTNIER R., 1982 : L'aridité en Tunisie présaharienne. Travaux et documents de l'ORSTROM n° 150, 544 p.

FORTIN M. J., 2002 : Analyse spatiale en écologie : problèmes statistiques et de mise à l'échelle au niveau du paysage. Ecoscience 9 : III-V.

GACGC, 1994: *World in Transition: The Threat to Soils. Annual Report*. Conseil consultatif allemand sur le changement climatique. Bonn (Allemagne), Economica Verlag GmbH

GHAZI A., 2009 : rapport national de réflexion sur le secteur des forets (atténuation), programme des nations unies pour le développement, 21 p.

GILARD O., GENDREAU N., 1998 : Inondabilité : une méthode de prévention raisonnable du risque d'inondation pour une gestion mieux intégrée des bassins versants. Revue des Sciences de l'Eau ; 11 : 429-44.

GILLIOT J. M., 2000 : Introduction aux SIG. Introduction & information spatiale. DAA AGER Département AGER. Institut National Agronomique Paris- Grignon Octobre 2000.

GIRARD M.C., GIRARD C.M., BERTRAND P., ORTH D. et GILLIOT J.M., 1996 : Analyse de la structure des paysages ruraux par la télédétection. Compte rendu de l'Académie d'Agriculture de France, vol. 82, nº 4, p. 11-25.

GIRARD MC., GIRARD C., 1999 : Traitement des données de télédétection, Dunod, Paris, 1999.

GIRARD, M.C., 2000 : Cours de télédétection. Département agronomie – environnement, INA, PARIS-GRIGNON, 68p.

GHAZI A., 2004 : 5 ième conférence Pan-Eurpéenne et 3 iéme conférence de AFES-PRESS GMOSS sur : « La RECONCEPTUALISATION DE LA SECURITE DANS LE CADRE DE LA MONDIALISATION » La Haye 9-11 Septembre 2004 la désertification en Algérie : Aspects environnementaux et sécuritaires dans le cadre de la globalisation.

GODRON M., 1982 : Etude du grain de la structure de la végétation, application à quelques exemples méditerranéens. *Ecologia Mediterranea* T.VIII-1982, Fasc. 1/2 : 191-195.

GOUNOT M., 1969 : Méthode d'étude quantitative de la végétation. Edition Masson, Paris. 314 p.

GUYOT G., 1997 : Climatologie de l'environnement de la plante aux écosystèmes, édition Masson, Paris, 505 p.

GUYOT G. and GU X., 1994: Effect of Radiometric Corrections on NDVI-Determined from SPOT-HRV and Landsat-TM Data. *Remote Sensing of Environment* 49,169-180.

HADDOUCHE I. 2002 : Utilisation de la télédétection pour l'étude de la déforestation en milieu semi-aride- Cas de la région de Djelfa. Rapport de stage, 34.

HARDER J., 1992 : La loi de l'éclaircissage. Com. Uni. Bangor. Pays de Galles

HALITIM O., 1975 : Contribution à l'étude des sols des zones arides (Hautes plaines steppiques de l'Algérie). Morphologie, distribution et rôles des sels. Thèse Doctorat Es'sciences. Univ. de Rennes.336 p + annexes.

HEURTEAUX P., 1971 : Etude expérimentale de l'évaporation en Camargne. 1ière partie : l'évaporation des surfaces d'eau libre. Centre d'Ecologie de Camargne (Le Sambuc) : 20p. Ronéo.

HUBERT-MOY L. 2004 : Occupation du sol et télédétection : De l'inventaire à la modélisation prédictive. Mémoire d'habilitation a dirigé des recherches. Université de Renne2- Haute Bretagne

HUANG, C., 1995: Empirical analysis of slope and runoff for sediment delivery from interrill areas. Soil Science Society of America Journal, n° 59, p. 982-990.

KADIK B., 1987 : Influence du climat sur la répartition naturelle du Pin d'Alep en Algérie. Ann. Recherche Forestière en Algérie Vol. II n°2.

KELLEY H.W., 1983 : Garder la terre en vie : l'érosion des sols, ses causes et ses remèdes. Bulletin pédologique de la FAO, vol. 50, 62 p.

KHALDI N., 2006 : Apport de la géomantique pour la cartographie de la végétation de la région de Mascara. Thèse Magister. Centre Universitaire de Mascara, 118p.

KINNELL, P.I.A., 1990: Modelling erosion by rain-impacted flow. Catena suplement, Cremlingen, n° 17, p. 55-66.

KLUSER S., 2000 : Elaboration d'une carte de couverture du sol par interprétation semi automatisé de l'espace colorimétrique d'ortho photos Application au bassin versant du Nant d'Avril (France, Suisse), Diplôme d'études supérieures en sciences naturelles de l'environnement, Université de Lausanne, 69 p.

KING K.F.S., 1965 : Classification des terres aux fins d'aménagement des bassins versants. F.A.O.

KOSSI A., BELLEFONTAINE R., KOKOU K., 2009. Les forêts claires du Parc national Oti-Kéran au Nord-Togo : structure, dynamique et impacts des modifications climatiques récentes. Sécheresse 2009 ; 20: 394-396 10.1684/sec.2009.0211.

KOUTI A., 1996 : Stratégies de conservation, mise en œuvre et création du milieu et des paysages dans l'ouest algérien. Bulletin de l'Association des Géographes Français-1996.

LABANI A., 1999 : Analyse de la dynamique de l'occupation de l'espace et perspectives d'écodéveloppement : cas de la commune d'Ain-El-Hadjar (Saida, Algérie). Sidi Bel Abbes : Magister, 1999 ; 117 p. + annexes.

LABANI A., 2005 : Cartographie écologique et évaluation permanente des ressources naturelles et des espaces productifs dans la wilaya de Saida. Thèse doctorat, université de Sidi Bel Abbés, 165p.

LAMBIN E. F., 1997: Modelling and monitoring land-cover change processes in tropical regions, Progress in Physical Geography, Vol.21, No.3, p.375-393, 1997.

LAPORTE, O., 2002. Structuration, mise à jour et exploitation d'une base de données localisé au service d'un projet de géographie urbaine. Centre de recherche de l'IRD (Bondy, Seine-Saint-Denis-93), 23p.

LE BISSONNAIS Y. et LE SOUDER C., 1995 : Mesurer la stabilité structurale des sols pour évaluer leur sensibilité à la battance et à l'érosion. Étude et Gestion des Sols, vol. 2, n° 1, p. 43-56.

LE HOUEROU H.N., 1979 : Etude bioclimatique des steppes algériennes Bull.Soc.H.N.A.F.N. 68, Fasc, 3,4, pp 33-34

Rapport-Gratuit.com

LE HOUEROU H. N., 1989 : classification écoclimatique des zones arides (S.I) de l'Afrique du Nord. Ecologia mediterranea, XV (3/4), C.E.F.E., C.N.R.S – C.E.P.E Louis Emberger ; Montpellier (France) p.p. 95-136

LE HOUEROU H.N., 1993 : Changements climatiques et désertification In Sécheresse n° 2, vol IV, pp 95 – 111.

LE HOUEROU H. N., 1995 : Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertisation. Options Méditerranéennes Ser B 1995(10) : 1-396.

LEUTREUCH-BELAROUCI N., 1981 : Les Reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir. **...** Alger : INA, p64. p14.

LEUTREUCH-BELAROUCI N., 2001 : De la nécessité d'établir des stratégies de reboisement en Algérie sur la base de la biodiversité. Revue Ecosystèmes. n°1, Sidi bel abbes.2001, 75p.

LILLESAND T. M., et KIEFER R. W., 2000: Remote Sensing and Image Interpretation (4th ed.), John Wiley & Sons, Inc., 2000.

LONGLEY P.A., GOODCHILD M. F. et RHIND D. W., 1999: Geographic Information System, 2nd ed. Vol.2, John Wiley & Sons, Inc., 1999.

LOWELL K., 1991: Utilizing discriminant function analysis with a geographical information system to model ecological sucession". *International Journal of Geographical Information Systems*, 5(2): 175-191.

MAACHOU M., 1993: Contribution à la détermination des éclaircies dans un peuplement de pin d'Alep (Forêt de Nesmoth, Mascara, Algérie). Mém. Ing. For. Univ. Tlemcen. 59 p.

MAJOR D. J., BARET F., GUYOT G., 1990: "A ratio vegetation index adjusted for soil brightness", *International Journal of Remote Sensing*, vol. n° 5, p. 727-740.

MANIERE R., 1987 : Télédétection spatiale et aéroportée et systèmes d'information géocodée sur l'environnement : principes généraux et étude de quelques domaines d'applications. Université d'Aix-Marseille III, Thèse de doctorat d'Etat.

MARKHAM B. L. and BARKER J. L., 1987: Thematic Mapper Bandpass Solar Exoatmospheric Irradiances. *International Journal of Remote Sensing* 8(3), 517-523.

MAZZUCATO V. et NIEMEIJER D., 2001. *Overestimating Land Degradation, Underestimating Farmers in the Sahel, Drylands Issues Paper*. Londres (R.-U.),

Institut international pour l'environnement et le développement http://www.iied.org/pdf/dry_ip101eng.pdf [Geo-2- 169]

MEDEJERAB A. et HENIA L., 2011 : Variations spatio-temporelles de la sécheresse climatique en Algérie nord-occidentale. Courrier du savoir – n°11, mars 2011, pp.71-79.

MEDERBAL K., 1995 : Compréhension des mécanismes de transformation du tapis végétal : approche phytoécologique par la télédétection aérospatiale et dendroécologie de Pinus halepensis Mill., dans l'ouest algérien. Aix-marseille III : Doctorat d'état, 1995 ; 192 p.

MEKHALI L., 1988 : Le jurassique inferieur et moyen de la partie occidentale du HORST de PHAR-ROUBANE (Tlemcen, Algérie occidentale), stratigraphie sédimentologie et cadre dynamique. Thèse de Magister. Université d'Oran. pp1-35.

MERCOIRET M. R ., 1994 : « L'appui aux producteurs ruraux : guide à l'usage des agents de développement et des responsables de groupements », Karthala, Paris, 464 pages.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005: Ecosystems and human well-being: desertification Synthesis. Washington, DC : World Resources Institute.

MINISTERE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DU TOURISME (M.A.T.E.T) et le BET **BECAGROM**, établi en date du 21/11/2007. Etude relative à la délimitation et la caractérisation des zones de montagne : analyse prospective de l'état des lieux, Tlemcen, Dhaya et Saida (Wilaya de Tlemcen, Sidi Bel Abbés et Saida)

MUSSET R., 1935 : Les calculs relatifs aux régimes pluviométriques. Fraction pluviométrique, écart pluviométrique relatif, coefficient pluviométrique relatif. In: Les Études rhodaniennes. Vol. 11 n°1, 1935. pp. 75-85.

Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 2002 : Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable (PNAE-DD) Janvier 2002)

NAHAL B., 1975 : Principe de conservation du sol. Masson et Cle, éditeurs, Boulevard Saint – Germain. Paris VI.

NAHAL B., 1998 : « Principes d'agriculture durable », édition ESTEM, Paris 121 pages

NASA, 2003: *Landsat 7 Science Data Users Handbook*. Website: http://ltpwww.gsfc.nasa.gov/IAS/handbook/handbook_toc.html

NEDJRAOUI D., 2012 : Profil fourrager Algérie, http://www.fao.org/ag/agp/AGPC/doc/Counprof/Algeria/Algerie.htm

NICOULLAUD B., COUTURIER A., DAMMY J. et MACHET J. M., 1992 : Utilisation d'un SIG pour la gestion des parcelles d'une exploitation agricole, In: Gestion de

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

l'Espace Rural et Système d'Information Géographique, éd. par Buche, P., King, D. et Lardon, S., INRA, France.

OLDEMAN L. R., HAKKELING R. T. A. et SOMBROEK W. G., 1990: *World Map of the Status of Human- Induced Soil Degradation*. Wageningen (Pays-Bas), International Soil Reference and Information Centre

O.N.M., Office National de météorologie, 1998 : Recueil des données climatiques de la wilaya de Saida. Feuilles de relevés quotidiennes de la période 1979-1998. Alger : O.N.M, 1998 ; 51 p.

O.N.M., Office National de météorologie, 2010 : Rapport des données annuelles de l'office national de météorologie, station de Saida.

OZENDA P., 1986 : La cartographie écologique et ses applications .Edition Masson.158 pages.

PARDE J. & BOUCHON J., 1988 : Dendrométrie. E.N.G.R.E.F. Nancy. 387 p.

P.N.U.D., 2009 : Problématique du secteur de l'eau et impacts liés au climat en Algérie.

POESEN, J., 1984: The influence of slope angle on infiltration rate and Hortonian overland flow volume. Z. Geomorph. N.F., Suppl.-Bd., n° 49, p. 117- 131.

POLIDORI, L., 2000. Introduction à la télédétection spatiale, ESGT, 60p.

QUEZEL, P. et SANTA, S., 1962 : Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS, Paris. 1 : p1-p570 ; 2 : p571-p1170.

QUEZEL P., 1980 : Biogéographie et écologie des Conifères méditerranéens. - Pp. 201-255 in : Pesson P. (ed), Documents d'Ecologie Forestière. - Paris.

QUEZEL P., 2000 : Les causes majeures de la détérioration du capital biologique, in Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen, Paris : Ibiss Press, 2000.

RAMADE, 1997 *:* Conservation des écosystèmes méditerranéens. Ed. Economica. Paris. P77.

RAMADE F, 2003 : Eléments d'écologie, Ecologie fondamentale. 3ème édition. Paris, p 690.

Rapport des Nations unies sur le sommet planète terre, 1992 : « Convention sur la désertification ». Conférence des nations unies sur l'environnement et le développement : 3-14 Juin 1992. Rio de Janeiro : Organisation des Nations unies, 1992 ; 50 p.

ROBERT M., 1996 : Les sols cultivés. Deuxième édition. Paris. 355 p

ROCHE P., 1998 : Dynamique de la biodiversité et action de l'homme. Rapport ENV-SRAE – 94233, Paris, France. 6 pp.

ROOSE É., 1984 : Causes et facteurs de l'érosion hydrique sous climat tropical : conséquences pour les méthodes antiérosives. Machinisme et Agriculture Tropicale, vol. 87, p. 4-18.

ROUSSET N., 2006. L'agriculture du Maghreb au défi du changement climatique : quelles stratégies d'adaptation face à la raréfaction des ressources hydriques. Dans : IIIème Conférence internationale sur les ressources hydriques dans le bassin méditerranéen, 2 novembre 2006, Tripoli (Libye).

RYAN J., 1982 : A perspective on soil erosion and conservation in Lebanon.Publicationde l'Université Américaine de Beyrouth, n° 69, p. 15-38.

S.A.T.E.C., 1976 : Etude développement intégré de la daïra de Saida. Rapport technique, 93pages.

SCHLAEPFER R., 2002 : Analyse de la dynamique du paysage. Fiche d'enseignement 4.2, Laboratoire de Gestion des Ecosystèmes, Ecole Polytechnique de Lausanne, Suisse. 10 pp.

SELTZER P., 1946 : Le climat de l'Algérie, Typo-litho, institut de météo et de Phys. Du globe de l'Univ. d'Alger, 219 p. et une carte couleur H-T.

SI TAYEB T., 2006 : Application de la Géomatique dans l'étude de la dynamique de la végétation dans la plaine de la Macta. Mémoire de magister, Centre Universitaire de mascara.

SOUDANI K., 2005 : Introduction générale à la télédétection, document pédagogique, Faculté des Sciences d'Orsay, Université Paris-Sud XI. 26p.

S.R.A.T. H.P.O., 2008 : Schéma régional d'aménagement du territoire de la région Hauts Plateaux Ouest à l'horizon 2025. Ministère de l'aménagement du Territoire et de l'Environnement.152 pages, sédimentologie et cadre dynamique.

STEWART P., 1968 : Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 59, pp. 23-36.

TABARANT F. et ESCADAFAL R., 2001 : Classification multi-temporelle d'images Landsat TM pour la détection des changements à long terme. Exemple du site test de Menzel Habib (Tunisie). Proceedings International Symposium « Les régions arides surveillées depuis l'espace de l'observation à la modélisation pour la gestion durable », 12-15 novembre 2001, Marrakech, Maroc (*cédérom*).

TABET-AOUL M., 2008 : Impacts du changement climatique sur les agricultures et les ressources hydriques au Maghreb. Dans : *Note d'alerte du CIHEAM,* No. 48, juin 2008.

TERRAS M., 2003 : Proposition d'un plan d'aménagement rural pour un développement intègre et soutenu dans la daïra d'Ouled Brahim wilaya de Saida, Algérie. Thèse master of science iamz (Saragosse-Espagne), 298pages.

TERRAS M., 2011 : Typologie, cartographie des stations forestières et modélisations des peuplements forestiers. Cas des massifs forestiers de la wilaya de Saida (Algérie) ; Thèse de Doctorat Es'Sciences, Université de Tlemcen.

THIEBAUT B., 1984 : Structure horizontale des hêtraies de la Montagne Noire (Service Ecologique de France). *Oecol. Plant*., 11 (1) : 53-69.

TINTHOIN, R., 1946 : Les aspects physiques du Tell oranais. Thèse Doc. Es Sc. Fouque-Oran, 638 p.

TORQUBIAU E., 1990 : Introduction aux concepts d'agroforesterie. Document de travail n° 59. ICRAF, Nairobi Kenya. 121 p.

TRABOUD L., 1992 : Les feux des forêts : Mécanismes, comportement et environnement. Ed. France.

TUCKER C. J., JUSTICE, C.O. et PRINCE S.D., 1986: Monitoring the grasslands in the Sahel 1984-1985, International Journal of Remote Sensing, Vol. 7, p.1571-1581.

VERNET J.L., 1997 : L'homme et la forêt méditerranéenne du préhistorique à nos jours. Ed: France. VINK A. P. A., 1983: Landscape ecology and land use. Longman, New York, USA. 264p.

World Resources Institute; PNUE; PNUD; Banque mondiale. Forêts et couverture terrestre. In : Centre de recherches pour le développement international et Comité 21, éds. Ressources mondiales 1996-97. Sl: sn, 1998: 219-43.

WARDELL D. A., REENBERG A., and TETTRUP C., 2003: Historical footprints in contemporary land use systems: forest cover changes in savannah woodlands in the Sudano-Sahelian zone. Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions 2003 ; 13 : 235-54.

WISCHMEIER W.H. et SMITH D.D., 1978: Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Édit. USDA, vol. 537, 58 p.

ZINE S., 2000 : Déconvolution des signatures spectrales de séries d'images satellitales : application à la surveillance écologique de milieux arides. DEA Sciences de l'Information Géographique, Université de marne-la-vallée, 50p.

Site consulté : http://eoedu.belspo.be/fr/satellites/landsat.htm

ANNEXE

Tableau qui montre Quelques relévés représentatifs

N° de relevé	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Altitude (m)	510	610	490	680	640	720	740	620
Exposition	E	O	NO	S	SE	N	NO	S
Pente (%)	13	6	21	10	6	8	10	15
Substrat	Arg	Calc.	Calc	Calc	Calc	Sab	Sab	Arg
Recouvrement (%)	80	25	45	30	25	55	38	53
Strate arboréscente								
Pinus halepensis	4.5	1.1	2.2	+	1.1	1.1	+	+
Tetraclinis articulata	.	1.2	+	2.2	1.1	.	1.1	+
Quercus rotundifolia	.	+	.	.		+	+	.
Quercus suber	.	.	.	.			+	.
Strate arbustive								
Quercus coccifera	1.1	1.2	1.1	+	1.1	1.1	.	.
Olea europea ssp sylvestris	.	+	+	1.1	+	.	.	.
Pistacia lentiscus	.	1.2	1.1	1.1	2.1	1.1	1.1	+
Phillyrea angustifolia	.	2.2	1.1	+	+	1.1	+	+
Arbutus unedo	.	.	.	.	.	1.1	1.1	.
Strate Buissonnante								
Rosmarinus tournefortii	.	1.1	2.1	1.1	2.2	.	.	1.1
Calicotome spinosa	.	1.1	2.1	1.1	2.2	+	1.1	1.1
Globularia alypum		+	+	+	+	.	+	+
Lonicera implexa	.	+	+	+	.	.	+	.
Genista quadrifolia	.	+	.	1.1	.	.	+	2.2
Genista pseudo-pilosa	.	+	+	+	.	.	+	.
Genista tricuspidata	.	1.1	1.1	+	+	+	+	.
Cistus villosus	1.1	+	+	.	1.1	.	+	2.1
Cistus heterophyllus	1.1	.	.	.	+	+	+	+
Strate herbacée	.	.	.	.	.	.	.	.
Ampelodesma maurtanicum	.	.	.	+	1.1	.	.	+
Stipa tenacissima	.		.	.	+	.	.	2.2

Inventaire floristique du groupement pin d'Alep, Chêne vert et Genévrier oxycèdre

Exposition dominante	N.	N.E	N.	N.E.	N.E.
Pente moyenne en %	25	15	25	20	20
Altitude moyenne en m	710	690	730	760	800
Substrat	Cal.	Cal.	Cal.	Cal.	Cal.
Recouvrement global	70	70	50	40	30
Pression exercée	1	1	2	3	3
Strate arborescente					
Pinus halepensis	4.3	2.1	3.3	3.2	3.2
Quercus rotondifolia	2.1	.	2.1	.	.
Juniperus oxycedrus	1.1	1.1	1.1	+	.
Strate arbustive					
Quercus rotondifolia	3.3	1.1	2.2	2.1	2.1
Pinus halepensis	1.1	+	1.1	1.1	1.1
Juniperus oxycedrus	+	1.1	.	.	1.1
Quercus coccifera	+	.	+	1.1	.
Pistacia lentiscus	2.1	.	2.1	.	.
Phillyrea angustifolia	2.1	.	1.1	.	.
Strate buissonnante					
Quercus rotondifolia	+	+	.	+	1.1
Quercus coccifera	1.1	.	.	+	.
Juniperus oxycedrus	.	1.1	.	.	1.1
Pistacia lentiscus	+	+	.	.	.
Stipa tenacissima	2.2	3.2	2.2	3.2	.
Genista quadriflora	.	1.1	.	.	.
Cistus villosus	+	+	.	.	.
Rosmarinus tournefortii	2.1	1.1	2.1	.	.
Calyctome intermedia	.	+	.	2.2	.
Cytisus triflorus	+	.	.	.	.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Inventaire floristique groupement pin d'Alep, Oléo-lentisque

Numéro du relevé	168	172	177	183	189
Exposition dominante	S.E	S.	S.	S.E.	S.E.
Pente moyenne en %	20	15	15	20	15
Altitude moyenne en m	630	620	700	680	650
Substrat	Arg.	Arg.	Mar.	Mar.	Arg.
Recouvrement global	60	50	50	30	20
Pression exercée	2	2	3	3	4
Strate arborescente					
Pinus halepensis	2.1	1.1	2.2	.	2.2
Olea europea	1.1	+	.	.	.
Pistacia lentiscus	1.1	1.1	2.1	.	.
Strate arbustive					
Tetraclinis articulata	2.2	1.1	1.1	.	.
Pinus halepensis	1.1	.	1.1	.	.
Olea europea	2.1	.	.	.	.
Pistacia lentiscus	1.1	1.1	2.1	.	.
Phillyrea angustifolia	1.1	.	.	1.1	1.1
Strate buissonnante					
Tetraclinis articulata	+	+	.	+	.
Quercus coccifera	1.1	+	1.1	.	.
Phillyrea angustifolia	.	.	.	+	.
Stipa tenacissima	2.2	2.1	2.1	.	.
Calycotome intermedia	2.1	.	+	2.1	.
Genista quadriflora	.	.	1.1	.	.
Cistus villosus	.	1.1	.	.	.
Rosmarinus tournefortii	1.1	2.1	.	1.1	.
Chamaerops humilis	.	.	.	.	1.1

Rapport-Gratuit.com

Inventaire des espèces ligneuses du groupement Pin d'Alep, Chêne vert, Chêne kermes

Nombre d'espéces	12	10	9	6	4
Numéro du relevé	88	93	99	106	111
Exposition dominante	S.E	S	S.W	N.E	S
Pente moyenne en %	10	20	10	20	15
Altitude moyenne en m	720	670	810	700	690
Substrat	Ma.	Ma.	Ma.	Arg.	Ma.
Recouvrement global	60	60	30	30	20
Pression exercée	1	1	2	2	3
Strate arborescente					
Pinus halepensis	4.3	3.2	2.2	.	+
Quercus rotundifolia	1.1	+	+	1.1	.
Quercus coccifera	+	.	.	.	.
Strate arbustive					
Quercus rotondifolia	2.1	2.1	1.1	2.2	1.1
Pinus halepensis	.	.	+	+	.
Quercus coccifera	.	.	1.1	+	.
Pistacia lentiscus	1.1	1.1	1.1	2.1	.
Juniperus oxycedrus	1.1	.	.	1.1	.
Phillyrea angustifolia	2.1	2.1	1.1	.	.
Strate buissonnante					
Pinus halepensis	.	1.1	.	.	.
Quercus rotondifolia	1.1	.	.	.	+
Ampelodesma mauritanicum	1.1	.	.	.	.
Stipa tenacissima	2.1	3.2	.	2.1	2.2
Genista cinerea	.	+	+	.	.
Cistus villosus	2.1	1.1	.	.	.
Phillyrea angustifolia	.	1.1	.	.	.
Rosmarinus tournefortii	2.1	3.2	2.2	1.1	.
Chamaerops humilis	1.1	.	+	.	.
Pistacia lentiscus	+	.	.	.	+

Inventaire floristique du groupement de pin d'Alep

Nombre d'espéces	13	11	10	7	5
Numéro du relevé	68	70	74	77	81
Exposition dominante	N	N.W	S.W	N.W	S.W
Pente moyenne en %	30	20	20	15	20
Altitude moyenne en m	890	1010	980	1000	890
Substrat	Grés	Cal.	Cal.	Cal.	Cal.
Recouvrement global	60	50	30	30	20
Pression exercée	1	2	2	3	4
Strate arborescente					
Pinus halepensis	4.1	3.2	2.1	2.2	3.2
Strate arbustive					
Pinus halepensis	1.1	1.1	1.1	.	.
Quercus coccifera	2.1	1.1	3.1	2.1	.
Pistacia lentiscus	2.1	+	2.1	2.1	.
Juniperus oxycedrus	1.1	.	.	1.1	.
Phillyrea angustifolia	2.1	1.1	2.1	+	.
Strate buissonnante					
Juniperus oxycedrus	+	.	.	+	.
Quercus coccifera	1.1	.	.	.	1.1
Ampelodesma mauritanicum	+	+	+	.	.
Stipa tenacissima	+	3.2	.	2.2	3.2
Genista quadriflora	+	.	.	0	+
Cistus villosus	+	.	+	.	.
Phillyrea angustifolia	.	+	.	.	.
Rosmarinus tournefortii	1.1	1.1	+	1.1	+
Pinus halepensis	+	.	.	.	.
Chamaerops humilis	1.1	+	.	.	.
Pistacia lentiscus	.	.	.	1.1	.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Evaluation de la résistance des principales espèces forestières et préforestières

PRINCIPALES ESPECES	1	2	3	4	5	6	7	Moy.	Clas.	C.A.D	%
Pinus halepensis	45	50	-	10	10	40	-	30	5	2.1	3O
Tetraclinis articulata	65	-	-	--	-	-	-	65	2	+	10
Juniperus oxycedrus	15	70	20	-	50	20	-	35	7	+	25
Quercus suber	-	-	10	-	-	-	90	50	3	+	20
Quercus faginea	-	-	70	-	60	-	70	70	1	1.1	55
Quercus rotondifolia	-	-	-	40	-	40	-	40	4	+	20
Quercus coccifera	-	-	-	-	-	40	-	40	6	+	10
Strate arbustive											
Pinus halepensis	60	50	-	50	-	-	-	50	6	+	30
Tetraclinis articulata	95	-	-	-	-	-	-	95	1	2.1	15
Quercus rotondifolia	60	100	80	100	90	100	65	85	2	2.1	15
Juniperus oxycedrus	10	40	30	40	70	30	25	35	9	+	35
Quercus coccifera	95	-	-	-	-	90	15	70	3	2.1	30
Olea europea	60	-	-	-	10	-	-	35	10	+	10
Pistacia lentiscus	75	-	-	30	30	20	-	40	8	1.1	20
Phillyrea angustifolia	90	60	20	70	40	30	25	50	5	1.1	50
Arbutus unedo	50	50	30	60	10	30	20	35	11	1.1	35
Pistacia terebenthus	-	40	50	-	-	40	-	40	7	+	20
Myrtus communis	-	-	-	20	-	-	10	15	12	+	5
Quercus faginea	-	-	50	-	50	-	75	60	4	2.1	25
Strate buissonnante											
Pinus halepensis	25	20	-	-	-	-	-	20	23	+	10
Tetraclinis articulata	20	-	-	-	-	-	-	20	22	+	5
Quercus rotondifolia	20	50	70	50	60	80	10	45	7	1.1	45
Quercus coccifera	45	-	-	-	-	70	-	55	3	+	15
Quercus suber	-	-	-	-	-	-	40	40	10	+	5
Pistacia lentiscus	10	40	10	10	-	20	-	20	19	+	10
Phillyrea angustifolia	10	30	10	10	20	40	30	20	20	+	20
Ampelodesma maurit.	55	80	40	90	40	90	100	70	1	2.1	70
Stipa tenacissima	25	60	-	70	70	70	-	60	2	1.1	40
Calycotome villosa	60	20	20	-	60	40	10	35	13	+	30
Genista quadriflora	45	70	30	70	20	50	-	45	8	1.1	40
Erica arborea	45	-	30	20	30	-	60	35	14	+	25
Cistus villosus	55	60	10	70	50	60	-	50	6	1.1	50
Cistus sericeus	60	30	-	-	-	-	-	45	9	+	10
Cytisus arboreus	35	60	70	-	40	30	100	55	4	+	45
Rosmarinus tournefortii	60	60	-	10	20	10	-	35	15	1.1	20
Chamaerops humilis	55	-	-	40	10	50	20	35	16	+	25
Jasminum fruticans	55	-	-	-	-	-	-	55	5	+	5
Viburnum tinus	-	20	60	10	20	10	30	25	21	1.1	20
Arbutus unedo	-	20	-	-	20	10	30	20	24	+	10
Ruscus aculeatus	-	10	60	-	-	10	10	20	25	+	10
Cistus ladaniferus	-	50	20	40	30	30	20	30	18	1.1	25
Quercus faginea	-	-	80	-	20	-	30	40	11	+	15
Genista erioclada	-	-	30	-	60	70	20	40	12	1.1	25
Genista quadriflora	-	-	-	20	60	-	30	30	17	+	15

Stabilité des espèces en zone semi-aride région de Saida

Etage bioclimatique semi-aride			
Clas.	**Espéces**	**Stabilité**	**Clas.**
1	*Pinus halepensis*	90	2
3	*Stipa tenacissima*	70	4
5	*Pistacioa lentiscus*	60	8
6	*Phillyrea angustifolia*	60	11
7	*Rosmarinus tournefortii*	60	12
9	*Quercus rotondifolia*	55	13
10	*Quercus coccifera*	55	14
15	*Juniperus oxycedrus*	45	16
16	*Pinus halepensis (strate 2)*	45	19
18	*Quercus rotondifolia*	40	20
21	*Genista quadriflora*	40	23
22	*Cistus villosus*	40	24
25	*Quercus rotondifolia (strate 3)*	35	28
26	*Calycotome villosa*	35	31
27	*Pistacia lentiscus*	35	32
29	*Chamaerops humilis*	30	33
30	*Tetraclinis articulata*	30	34

Inventaire des principales ligneuses de l'étage bioclimatique semi-aride

Especes differentielles	C.A.D	Espéces à grande fréquence	C.A.D	Espéces de matorral	C.A.D
Quercus rotondifolia	3.3	*Juniperus oxycedrus*	1.1	*Quercus rotondifolia*	4.3
Tetraclinis articulata	+	*Quercus rotondifolia*	4.2	*Quercus coccifera*	+
Pinus halepensis	4.2	*Quercus coccifera*	1.1	*Tetraclinis articulata*	3.1
Juniperus oxycedrus	2.1	*Tetraclinis articulata*	3.1	*Pistacia lentiscus*	3.2
Quercus coccifera	+	*Genista cinerea*	1.1	*Phillyrea angustifolia*	3.1
Pistacia terebinthus	+	*Genista erioclada*	+	*Chamaerops humilis*	2.1
Ruscus aculeatus	1.1	*Calycotome villosa*	1.1	*Stipa tenacissima*	3.2
Genista tricuspidata	2.1	*Pistacia lentiscus*	2.2	*Ampelodesma mauritanicum*	2.1
Genista quadriflora	2.2	*Cistus villosus*	1.1	*Calycotome villosa*	1.1
Cistus villosus	3.3	*Genista quadriflora*	+	*Rosmarinus tournefortii*	2.2
Cistus sericeus	2.1			*Jasminum fruticans*	1.1
Rosmarinus tournefortii	4.2				

L'ARTICLE PUBLIÉ DANS LA REVUE SCIENTIFIQUE

The Importance of the Soil's Occupation, of the Recovery and the Living Space of the Main Forest Species in the Sustainability of the Forest Areas of the Mountains of Dhaya and Mountains of Saïda (West Algeria)

Abdelkrim Kefifa[1,*] and Khéloufi Benabdeli[2]

[1]*Department of Biology, Faculty of Science and the Technology, University of Saïda, Algeria*

[2]*Department of Biology, Faculty of Science of the Nature and the Life, University of Mascara, Algeria*

Abstract: The study of the forests structure in the arid Mediterranean zone informs on their resilience and durability. The assessment of three parameters identified as critical in the understanding of this resilience, and these the overall occupancy rate of the soil by perennial vegetation, the recovery rate by stratum and living space of the defining species, is useful for understanding the dynamics of these plant formations.

This evaluation was conducted in two bioclimatics most dominant in Algeria and throughout the Mediterranean basin and allowed to have results to classify the strata according to their importance with respect to these three criteria.

It follows from the appreciation of the parameter recovery by stratum that the tree layer and shrub play a determining role in the semi-arid and sub-humid floors. In the estimation of the occupied soil it is shrub strata for the semiarid and tree layer for the sub-humid.

The vital space per species depends on its density and its regenerative capacity, for the eight dominant species and main characteristics of the forests formations it ranges between 28 and 222 square meters depending on the species inducing misconduct densities and silviculturals.

It is necessary to undertake work planting or silvicultural intervention to preserve these strata with the component species to be sure to provide stability to the formations under study.

Keywords: Recovery, vital space, forest species, perennial vegetation, mountains of Saïda, mountains of Dhaya (western Algeria).

INTRODUCTION

Being threatened by fire, herds and drought, the sustainability of forest formation in Algeria remains a challenging concern. In addition to such degrading factors, there are also the unfavourable physicochemical characteristics of soil (which consists in a low water holding capacity, a poor organic matter as well as a structural instability). The survival of these forest formations is conditioned by the rate of covering, the land use and the living spaces that are necessary for key species. These latter three elements are significant indicators that call for an appreciation of the features that reveal the importance of both ecological and economic forest formations [1].

The covering rate resulting in the species' occupation of living space determines the habitat so vital for each individual timber plant living. Also, it is a reference parameter that assesses both the vitality and the resilience of species to environmental conditions. These data are important for the Mediterranean region because they directly depend on constraints and anthropogenic climate change. Moreover, it is possible to identify plant species that may play a role in the sustainability of forest formations.

In Algeria, the concentration of more than 80% of forest cover in the semi-arid bioclimatic justifies the study of the species average distribution in living space besides strengthening the role of density in ensuring the survival of these plants. In this regard, Benabdeli [2] notes that, "Recovery rate and actual occupation of land in forest formations help identify the best planting densities and stands education.

EXPERIMENTAL DESIGN

In each bioclimatic stage and according to the plant grouping type being identified, ten plots of 10 square meter each were delineated and were used for assessing the rate of land by woody plant species contributing to the sustainability of forestry groups. The parameters evaluated were the occupation of space by persistent plants, the recovery per stratum and the living space reserved for each species. This would

*Address correspondence to this author at the Department of Biology, Faculty of Science and the Technology, University of Saïda, Algeria; Tel: 00 213 48 50 21 10; Fax: 00 213 48 50 31 59; E-mail: kkefifa@yahoo.fr

ISSN: 1814-8085 / E-ISSN: 1927-5129/13 © 2013 Lifescience Global

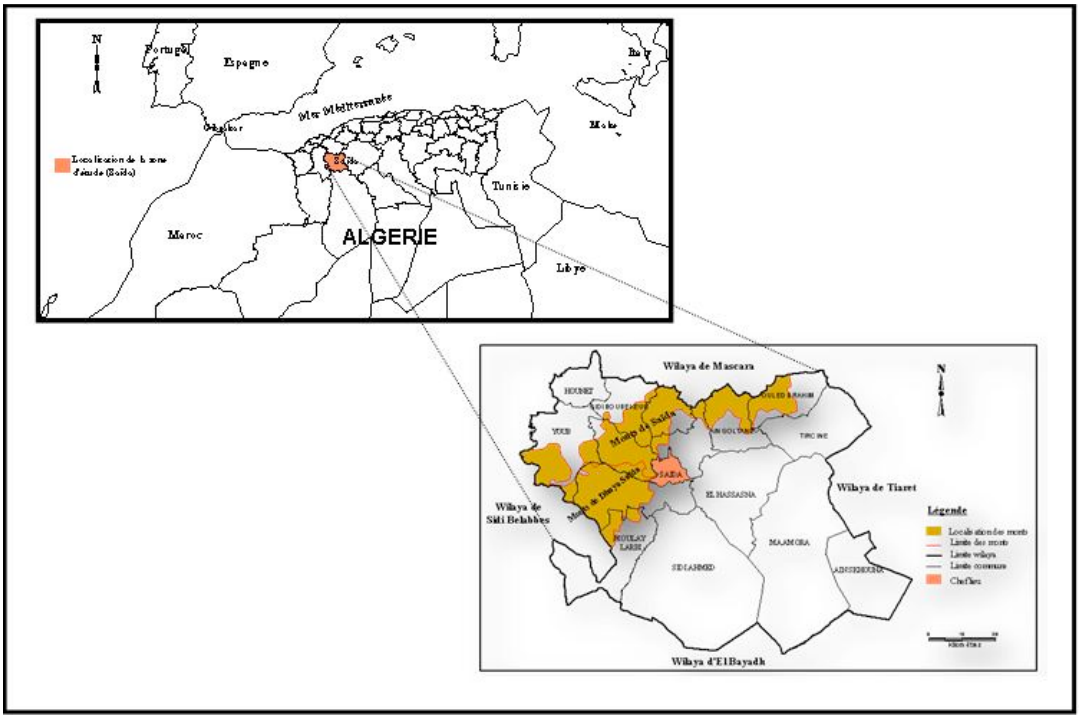


Figure 1: Delimitation of the Study Area (the Mounts of Dhaya and Saïda).

Table 1: Occupancy Rate of the Soil by Stratum and Bioclimatic Stage

Strata	Semi-arid Stage			Sub-humid Stage		
	minimal soil occupation rate			maximal soil occupation rate		
Arborescent	17%	to	7%	28%	to	13%
Shrub	23%	to	8%	31%	to	23%
Under shrub	25%	to	10%	26%	to	9%
Total	65%	to	25%	85%	to	45%

allow for a better understanding of the behaviour and dynamics of the major forest formations.

Evaluating these three parameters is crucial to assess the forest formations' potential for resistance to various attacks such as by the anthropogenic climate change. This evaluation was done to calculate the land occupation considering all ground species. The space occupation is found by substracting the remaining part of the bare ground. Evaluating the living space is achieved by dividing the area according to the number of dominant species that represent the backbone of the vegetal formation.

The plant communities where the three parameters have been described are for the bioclimatic semi-arid stage for a forest of Aleppo pine and cedar and a forest of Aleppo pine and oak. For the sub-humid bioclimatic stage, there are copses of oak and juniper and oak coppice with standards of Aleppo pine and holm oak. These are the most dominant forest formations in the forest area of the Dhaya Mountains and Saïda mountains.

RESULTS

The main results obtained concerning the occupancy of space, the rate of land by strata as well as the living space reserved for the main species inform of some techniques to apply including restocking, replanting and cutting.

1. Space Occupancy Rate

This is a critical parameter in determining the aspect, the increase, the structure and dynamics of forest formations. It results in an assessment of the recovery rate of each species and each stratum by the

projection of the total biomass of the species on the ground. It will confirm the impact of other parameters on the identification and determination of physiognomy [3].

The rates occupied by each woody species helps understand with some precision the concepts of presence and especially the stability of species.

As shown in Table **1**, whatever the plant grouping and the bioclimatic stage to which it belongs, the rate of land through all strata combined varies between 45 and 65% but with a minimum of 25% and a maximum of 85% the results that confirm studies by Benabdeli [4]. These rates are relatively interesting taking into consideration the harsh climatic and anthropogenic conditions. The study of the distribution of occupancy of the soil by stratum and bioclimatic stage will help identify the role of stratification.

The average percentage of land in each stratum is summarized in Table **1**.

Whatever the type of plant formation and its dynamics - that arise from work or other kind of pressures exerted on it – it seems that only the forestry groupings of the sub-humid bioclimatic stage offer the best rate of space occupation in all the strata. This is due to the importance of the slice average annual rainfall received and soil quality (soil depth, organic matter content, species composition).

The values obtained confirm the important role of the shrub layers and under shrubs [5] in the fight against erosion, the stability of the vegetation cover, the sustainability and the protection of phytocenosis despite the attacks experienced besides constantly unfavourable environmental conditions affecting 80% of the area for almost nine months out of 12.

The above findings are used to classify the strata according to their importance for the recovery of the global ground. This classification highlights the interest of the physiognomic aspect of forestry groups imposed by the role of each stratum:

Semi-arid Floor	**Subhumid Floor**
1 – Under shrub Stratum	1 - Shrubs Stratum
2 - Shrubs Stratum	2 - Arborescent Stratum
3 – Arborescent Stratum	3 - Under shrub Stratum

The importance of the shrub layer in the semi-arid should be stressed out, which is due to the low covering of the tree layer induced by a low density. The resistance and the power to reject a high percentage (60%) of species in the under shrub stratum makes it possible for the semi-arid to have an occupancy rate of the high space. In the sub-humid bioclimatic stage, the under shrub stratum is almost completely eliminated by the remarkable high rate of soil occupancy of the two other strata. The shrub stratum dominates because individuals composing it are much covering and rapidly growing.

2. Overall Recovery Rate per Stratum

The following indicator does not overlap with the previous one as it represents the projection of the biomass of all species on the ground and can exceed 100% because there is an overlap between species belonging to different strata. On the other hand, the rate of space occupancy is limited to the land and shall in no event exceed 100%. By stratum or all strata combined, this rate expresses the dominance of a stratum or component species over others. This helps impose a special character in a plant formation based on their fluctuation [6].

The results reveal the dominance of the arborescent stratum in the semi-arid and the shrub stratum in the sub-humid. This is summarised in Table **2**:

Following the importance of the recovering rate, the classification of strata by bioclimatic stage is different as compared to the level of soil occupation. This is summarised below:

Table 2: Recovering Rate Per Stratum

Strata	Semi-arid Stage			Subhumid Stage			Mean		
Arborescent	42	to	94%	33	to	97%	65	to	68%
Shrubby	11	to	43%	51	to	127%	45	to	89%
Under Shrub	22	to	67%	7	to	15%	11	to	27%
Total	76	to	204%	91	to	239%	140	to	165%

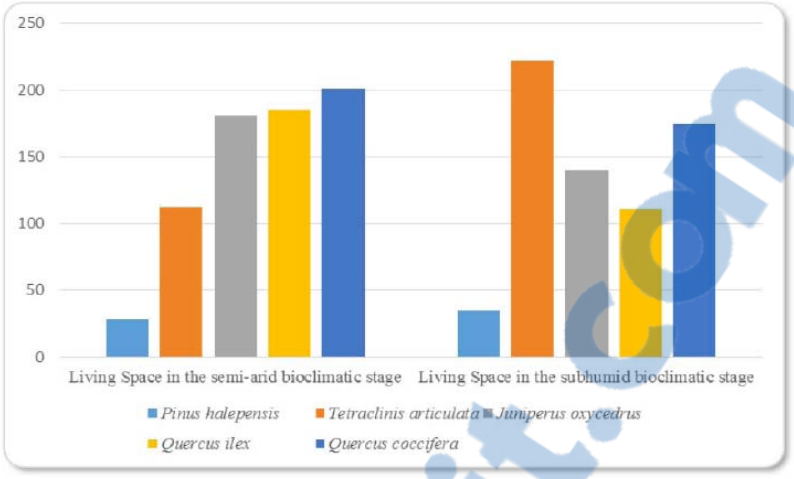


Figure 2: The vital space according to species.

Semi-arid Stage	Sub-humid Stage
1 - Arborescent Stratum	1 - layer of shrubs
2 - under shrub Stratum	2 - Arborescent Stratum
3 - shrubby stratum	3 - Under shrub Stratum

In every bioclimatic stage, some strata are dominating and are linked to the role that the level of soil occupation in each stratum plays. Likewise, the floristic composition and its distribution per stratum have an impact on the importance of species with a high recovery rate. The arborescent stratum is important in semi-arid bioclimatic stage whereas in sub-humid stage the shrubby stratum dominates.

The success of restocking and reforestation of degraded forest areas must comply with a choice of species as belonging to a given stratum.

3. Living Space of the Main Species

The structuring of forest formations usually abides by a ranking of species according to their distribution and to the surface already reserved, or being reserved by man in their silviculture, for each species [7]. The results help explain the structure and physiognomy of vegetation. In the semi-arid the average area available to each tree is 16 m while it is only 7 m in the sub-humid, this notion of living space varies in the semi-arid from 7 to 25 m² and from 3 to11 m² in sub-humid as well as by individual tree planting stage.

This is an important parameter, all individual young plants have equal opportunities to grow quickly but they compete for space (soil, water and light). The struggle for life will be decisive on any surface. A population grows to the maximum as allowed by the density and by the space left by people who may vacate it.

The average weight of a population of plants would be bound, through a precise mathematical relationship, to their density on a given area. This is reflected in the work of Harder [8] where a line called "thinning right": log W = - 1.5 log d + log k is W = kd-1, 3. With W: average weight of dry matter of an individual occupying one square meter (virtual weight of an individual, often those with a circumference of a meter), d: the density per square meter. Only the intensity of light is able to change the position of the right, any change in other factors implies a change of speed in the progression of the right. Thus the living space is a fundamental that must be mastered to understand the development of individuals of each plant community.

The management of the living space can help control the thinning that enhances the well-planned harvest leading to the development of vegetation formations while increasing the increment of individual plants in diameter and so in volume. The number of subjects to be removed depends on the local ecological potential of gasoline, population age, density in site, and of the targeted objective. Devaux's [9] definition of the thinning is to make less tight a forest population by removing the subjects from the main species, leaving the trees tight enough to fill the timber and spaced enough for tree to grow well.

The management of this vital space follows some basic parameters which are: the nature, type, the weight, the character, the rotation and the woody material in site. Nature can be quantitative or qualitative. The type consists in the ratio between the volume of the average tree harvested and the volume of the average tree before cutting. The weight is the volume taken from the unit area during a single

Rapport-Gratuit.com

intervention, that is, the ratio of the volume removed at once and the volume up before intervention. The character includes the nature, weight and type. The cut represents the expression of the treatment. The rotation is the frequency of cuts. The growing stock is the number of bolt according to the dominant height and intensity is the ratio between the average annual volume taken during the cuts and the total annual increase that has maximum volume.

The living space available here is an instrumental value because it allows us to appreciate the potential of the station and provide information on the structure of plant species [10]. All the economic and even ecological aspect of the main plant species is determined by the density which is a reflection of the living space available naturally or artificially each from individual plant.

It provides information on the density, structure and even the physiognomy. The more species have at their disposal a large living space the more a plant shows interesting biometric parameters (height and diameter mostly). Devaux *et al*. [6] who studied the compared structure of Aleppo pine population notes that the living space available to the Aleppo pine averages between 19.7 and 8.2 square meters. Parde [7] states that for an optimal timber production, thinning is necessary in increasing the living space and evaluating the density at 200 subjects per hectare to an age of 70 which is equivalent to 50 square feet per tree. By studying the thinning to be applied in a stand of Aleppo pine in the forest of Nesmoth (Mascara), Maachou [11] recommended for ages 50, 60, 70 and 80 years respectively the densities of 420, 350, 275 and 120 individuals per hectare.

In the area under study, the species of the arborescent stratum have in the semi-arid and sub-humid stage a living space o fluctuating between 28 and 201 m^2 as confirmed by Table **3**, Figures **2** and **3**.

Figure 3: The vital space for *Pinus halepensis* in the subhumid bioclimatic stage in the forest of Nesmoth (Mascara), (January 2010, Photo KEFIFA).

Figure 4: The vital space for *Pinus halepensis* in the semi-arid bioclimatic stage in the forest of Balloul (Saïda), (April 2011, Photo KEFIFA).

The exploitation of these results confirms the role of recovery rate for each stratum in the choice of living space allowing species to develop and adapt to environmental conditions. The living space of the few species studied remains high in the semi-arid bioclimatic stage, i.e., over 20% in average in relation to the sub-humid floor. These figures may be a reference to justify the choice of density in relation to environmental conditions in the study area for all development operations (planting, restocking and

Table 3: The Vital Space According to Species

Species	Living Space in the semi-arid bioclimatic stage	Living Space in the subhumid bioclimatic stage
Pinus halepensis	28	35
Tetraclinis articulate	112	222
Juniperus oxycedrus	181	140
Quercus ilex	185	111
Quercus coccifera	201	175

thinning). The optimum densities observed in the different plant formations of the mountains of Dhaya and the mountains of Saida (western Algeria) fluctuate between 160 and 446. This is compared to planting densities in the reforestation and restocking which are currently 2,600 plants per hectare. Lessons are to be drawn as to the high rate of failure of these actions. In 1996, Benabdeli [5] declared in this context that the high densities are the source of competition for pure water resulting in major failures.

These results support the choice of a density linked to the rainfall range in order to ensure sustainability in forestry groupings and in reducing competition.

CONCLUSION

The importance of controlling the three parameters; land rate, recovery rate and living space (by stratum and by woody species), so often neglected in the description of forest stands, should not be neglected in the management of forest formations as they play a major role in the dynamics and evolution of forest vegetation.

The study shows also that it is possible through the assessment of these parameters to correct technical errors often made in the choice of species (stratum), planting density and silviculture.

Both the ecological and economic impacts of these guidelines are significant in more than one way and will ensure continuity in forest formations by the application of techniques specific to each type of group.

REFERENCES

[1] Boudon R. A quoi sert la notion de structure? [What does the term structure do?] Gallimard, Paris 1968; p. 244.

[2] Benabdeli K. Mise au point d'une méthodologie d'appréciation de l'action anthropozoogène sur la végétation dans le massif forestier de Télagh (Algérie occidentale). Thèse de doctorat. Development of a methodology for assessing the action anthropozoogène on vegetation in the forest of Telagh (western Algeria). PhD thesis, university of Aix-Marseille III 1983.

[3] Duvigneaud P. La synthèse écologique. [The environmental synthesis] Edition Doin, Paris 1980; p. 380.

[4] Benabdeli K. Mise en évidence de l'importance des formations basses dans la sauvegarde des écosystèmes forestiers : cas des monts de Dhaya (Algérie occidentale). [Highlighting the importance of training low in safeguarding forest ecosystems: the case of Dhaya Mountains (western Algeria)]. Ecologia Mediterranea XXII (3/4) 1996; 101-112.

[5] Benabdeli K. Aspects physionomico-structuraux et dynamiques des écosystèmes forestiers face à la pression anthropozoogène dans les monts de Tlemcen et les monts de Dhaya (Algérie septentrionale occidentale). Thèse doctorat d'état, [physionomico-structural Aspects and dynamic forest ecosystems under the pressure anthropozoogène in the mountains of Tlemcen and the mountains of Dhaya (North West Algeria). Ph. D thesis] university of Sidi Bel Abbes, Algeria, 1996; Tome I et II, 356 p. + annexes.

[6] Devaux JP, Le Bourhis H, Moutte P. Structure et croissance comparées de quelques peuplements de pin d'Alep dans l'île de Port-Cros (parc national). [Structure and growth compared to a few stands of Aleppo pine on the island of Port-Cros (national park)]. Trav Sci Parc Nation Port Cros 1976; 2: 131-66.

[7] Parde J, Bouchon J. Dendrométrie. [Mensuration]. E.N.G.G.R.E.F. Nancy 1988; p. 387.

[8] Harder J. La loi de l'éclaircissage. [The law of thinning] Co. Uni. Bangor. Pays de Galles 1992.

[9] Deveaux J. Contribution à l'étude de l'éducation des peuplements. Bul. Soc. Roy. For. [Contribution to the Study of Education stands]. Belgique 1971; 78(10/242): 387-405.

[10] Thiebaut B. Structure horizontale des hêtraies de la Montagne Noire (Service écologqiue de France). [Horizontal structure of beech forests of the Black Mountain (Service écologqiue de France)]. Oecol Plant 1984; 11(1): 53-69.

[11] Maachou M. Contribution à la déterminaation des éclaircies dans un peuplement de pin d'Alep (Forêt de Nesmoth, Mascara, Algérie). [Contribution to déterminaation thinning in a stand of Aleppo pine (Forest Nesmoth, Mascara, Algeria)]. Mem Ing For Univ Tlemcen 1993; p. 59.

Received on 17-06-2013 Accepted on 08-07-2013 Published on 15-07-2013

http://dx.doi.org/10.6000/1927-5129.2013.09.60

© 2013 Kefifa and Benabdeli; Licensee Lifescience Global.
This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted, non-commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES
Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES