

SOMMAIRE

Introduction générale	1
------------------------------------	---

PREMIERE PARTIE : ETUDE DU MILIEU

Chapitre I : Cadre biophysique de la zone d'étude	5
--	---

1 - Présentation de la zone d'étude.....	5
1.1 - Contexte géographique	5
1.2 - Relief et réseau hydrographique.....	5
1.3 - Pentes.....	8
1.4 - Altitudes.....	8
1.5 - Exposition.....	11
1.6 - Géologie.....	11
1.7 - Classification des terres en fonction des potentialités.....	11
1.7.1 - Terres agricoles à haute potentialité	11
1.7.2 - Terres agricoles à bonne potentialité.....	11
1.7.3 - Terres agricoles à moyenne potentialité.....	11
1.7.4 - Terres à faible potentialité.....	11
1.7.5 - Agglomérations.....	14
1.8 - Réseau routier.....	14

Chapitre II : Approche bioclimatique	17
---	----

1 - Introduction.....	17
2 - Etudes des paramètres climatiques.....	18
2.1 - Précipitations.....	18
2.1.1 - Variation saisonnière des précipitations (Régime saisonnier).....	20
2.2 - Températures.....	21
2.2.1 - Températures moyennes mensuelles	22
2.2.2 - Moyenne des maxima du mois le plus chaud (M)	24
2.2.3 - Moyenne des minima du mois le plus froid (m).....	25
2.2.4 - Amplitudes thermiques (M - m).....	25
2.3 - Hygrométrie.....	26
2.4 - Vents.....	26
3 - Synthèse bioclimatique.....	26
3.1 - Indice de sécheresse estivale.....	26
3.2 - Indice xérothermique	27
3.3 - Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953).....	28
3.4 - Quotient et climagramme pluviothermiques d'Emberger.....	30
3.5 - Indice d'aridité de De Martonne.....	32
3.6 - Indice de Paterson C .V. P.....	34
3.7 - Bilan hydrique.....	34
4 - Conclusion.....	36

Chapitre III : Sols de la région.....38

1 – Introduction.....	38
2 - Méthodes utilisées sur le terrain.....	39
2.1 - Localisation des profils et caractéristiques de l'environnement.....	39
2.2 - Prélèvements d'échantillons.....	39
3 - Méthodes utilisées au laboratoire.....	40
3.1 - Détermination du pourcentage des éléments grossiers et des éléments fins.....	40
3.2 - Détermination des pourcentages d'argiles, de limons et de sables.....	40
3.3 - Détermination de la teneur en calcaire total.....	40
3.4 - Détermination du pH.....	41
3.5 - Détermination de l'humidité du sol	41
3.6 - Détermination de la matière organique.....	41
3.7 - Détermination de la conductivité.....	42
3.8 - Détermination de la couleur.....	42
4 - Résultats analytiques et discussions.	42
5 - Conclusion.....	52

Chapitre IV : Milieu humain.....54

1 – Introduction.....	54
2 - Population.....	54
3 - Activité.....	54
3.1 - Industrie	54
3.2 - Activité minière.....	54
3.3 - Pêche.....	55
3.4 - Elevage.....	55
4 - Occupation générale des terres.....	55
4.1 - Espace agricole.....	55
4.2 - Espace forestier.....	56
4.2.1 - Travaux d'aménagement des forêts.....	56

DEUXIEME PARTIE : COUVERT VEGETAL

Chapitre I : Description des communautés végétales.....60

1 - Introduction.....	60
2 - Aperçu historique sur la flore Méditerranéenne.....	61
3 - Echantillonnage et choix des stations	63
4 - Surface de relevé.....	63
5 - Relevés floristiques.....	64
6 - Estimation du recouvrement.....	64
7 - Fréquence	65
8 - Transects phytoécologiques.....	65
9 - Date et fréquence des relevés	66
10 - Données supplémentaires à recueillir	66
11 - Conclusion.....	66

Chapitre II : Analyse floristique.....69

1 – Introduction.....	69
2 - Composition floristique par famille	69
3 - Types biologiques.....	72
4 - Types morphologiques.....	73
5 - Types biogéographiques.....	74
6 - Composition floristique et les stades de dégradation des peuplements végétaux.....	77
7 - Conclusion.....	78

Chapitre III : Traitement Biostatistique80

1 - Introduction.....	80
2 – Méthodologie.....	80
2.1-Codage	80
2.2 - Traitement numérique.....	80
3 - Résultats et interprétations.....	82
3.1- Analyse des cartes factorielles.....	82
4 - Conclusion.....	90

Chapitre IV : Déforestation et ses causes.....92

1 - Introduction.....	92
2 - Etat des formations végétales.....	92
3 - Action anthropique.....	93
3.1- Activité pastorale.....	94
4 - Incendies.....	95
5 - Pollution et l'environnement.....	96
5.1- Dispositif de protection et préservation de l'environnement.....	97
6 - Erosion.....	97
6.1 - Historique des stratégies de conservation des sols	100
6.1.1 - Méthodes et Techniques de protection des sols.....	100
7 - Conclusion.....	100

Chapitre V : Peuplements ligneux, Dendrométrie.....102

1 - Introduction.....	102
2 - Dispositifs d'étude de la production.....	103
2.1 - Echantillonnage.....	103
2.3 - Choix de matériels de mesures	104
2.4 - Localisation et situation des placettes d'échantillonnages.....	104
2.5 - Dimension et forme des placettes d'échantillonnages	104
2.6 - Calculs de certaines variables dendrométriques et stationnelles.....	105
3 - Classe de fertilité.....	109
3.1 - Classification basée sur les données écologiques de la station.....	109
3.2 - Classification quantitative basée sur la relation hauteur dominante/âge.....	109
3.3 - Construction des faisceaux de courbes de fertilité	109
4 - Estimation des accroissements et de la production	111
5 - Relation entre la profondeur du sol et la hauteur dominante.....	111

6 - Propositions d'aménagement de l'espace forestier	113
7 - Conclusion.....	114

TROISIEME PARTIE : ELEMENT DE CARTOGRAPHIE

Chapitre I : Système d'information géographique et analyse spatiale.....117

1 - Introduction.....	117
2 - Définition du système d'information géographique (SIG).....	117
3 - Domaine d'utilisation du SIG.....	118
4 - Fonction d'un SIG.....	119
5 - Démarche de réalisation d'un SIG.....	119
6 - Données spatiales	119
6.1 - Cartes topographiques.....	120
6.2 - Photos aériennes.....	120
6.3 - Images satellites.....	120
6.3.1 - Caractéristiques des images Landsat-TM	121
6.3.2 - Traitement d'image.....	123
6.3.3 - Modèle numérique de terrain (MNT)	125
7 - Résultats statistiques	125
8 - Validation et correction.....	126
9 - Comparaison des systèmes de télédétection.....	126
10 - Rôle de la télédétection dans le suivi de la végétation.....	126
11 - Base de données.....	127
11.1 - Création de cartes thématiques.....	127
12 - Conclusion.....	129

Chapitre II : Etude diachronique et dynamisme de la végétation.....131

1- Introduction.....	131
2- Etude diachronique de la végétation	131
2.1 - Méthodologie.....	131
2.2 - Comparaison et interprétation statistique.....	132
3 - Dynamique de l'espace urbain.....	137
4 - Réflexions sur l'aménagement du territoire et perspectives.....	137
5 - Conclusion.....	139
Conclusion générale.....	142
Références bibliographiques.....	147
Annexes.....	162

LISTE DES FIGURES

Figure N° 1: Situation géographique de la zone d'étude.....	4
Figure N° 2: Carte du réseau hydrographique	5
Figure N°3: Carte des classes de pentes.....	7
Figure N° 4: Carte hypsométrique.....	8
Figure N° 5: Carte des classes d'expositions.....	10
Figure N°6: Carte géologique de la zone de Béni Saf.....	11
Figure N°7: Carte des potentialités des terres	12
Figure N°8: Carte des infrastructures	14
Figure N°9: Répartition des moyennes mensuelles des pluies station Béni Saf (1913-1938)...	17
Figure N°10: Répartition des moyennes mensuelles des pluies station Béni Saf (1980-2004)..	17
Figure N°11: Répartition des moyennes mensuelles des pluies station Ain Temouchent (1950-2007).....	18
Figure N°12: Régimes des moyennes saisonniers des précipitations de la région de Béni saf..	19
Figure N°13: Régimes des moyennes saisonniers des précipitations de la région de Ain Temouchent.....	19
Figure N°14: Moyennes des températures mensuelles durant l'ancienne et la nouvelle période.....	20
Figure N°15 : Températures moyennes mensuelles station Béni Saf (1913-1938).....	21
Figure N°16 : Températures moyennes mensuelles station Béni Saf (1980-2004).....	21
Figure N°17 : Températures moyennes mensuelles station A. Temouchent (1950-2007).....	22
Figure N°18 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussens Béni Saf (1913-1938)...	27
Figure N°19 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussens Béni Saf (1980-2004)...	27
Figure N°20 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussens A. Temouchent (1950- 2004).....	28
Figure N°21 : Climagramme pluviothermique d'Emberger.....	30
Figure N°22: Abaque pour le calcul d'indice d'aridité de De Martonne.....	31
Figure N°23 : Relation entre l'indice CVP et la productivité potentielle.....	33
Figure N°24 : Représentation des stations d'expérimentations.....	61
Figure N°25 : Composition floristique par famille.....	63

Figure N°26 : Type biologique.....	66
Figure N°27 : Type morphologique.....	67
Figure N°28 : Type biogéographique.....	69
Figure N°29 : Carte factorielle des espèces (axe1-axe2).....	79
Figure N°30 : Carte factorielle des espèces (axe1-axe3).....	80
Figure N°31 : Carte factorielle des espèces (axe2-axe3).....	81
Figure N°32 : Classes de fertilité de <i>Pinus halepensis</i>	100
Figure N°33 : Profondeur moyenne du sol en fonction de la hauteur dominante.....	103
Figure N°34 : Composition colorie de l'Image Landsat 5 TM de la zone d'étude (année 2011).....	110
Figure N°35 : Répartition diachronique de l'occupation du sol (1972-2011).....	119
Figure N°36 : Carte d'occupation du sol de Béni saf (année de1972).....	120
Figure N°37 : Carte d'occupation du sol de Béni saf (année de 2011).....	121
Figure N°38 : Carte des perspectives d'aménagements.....	124

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N°01 : Classes des pentes	6
Tableau N°02 : Répartition altimétrique	6
Tableau N°03 : Répartition de la superficie par rapport aux expositions.....	9
Tableau N°04 : Situation du poste météorologique.....	15
Tableau N°05 : Précipitations moyennes mensuelles et annuelles.....	16
Tableau N°06 : Comparaison du régime saisonnier des deux stations.....	18
Tableau N°07 : Températures moyennes mensuelles Béni Saf.....	20
Tableau N°08 : Températures moyennes mensuelles Ain Temouchent.....	21
Tableau N°09 : Etude comparative des températures de deux stations.....	22
Tableau N°10 : Indice de sécheresse des stations de référence.....	25
Tableau N°11 : Type climatique.....	11
Tableau N°12 : Répartition des risques de la gelée en fonction de « m ».....	29
Tableau N°13 : Caractéristiques édaphiques de la station 1 (Profil N°1).....	40
Tableau N°14 : Caractéristiques édaphiques de la station 1 (Profil N°2).....	41
Tableau N°15 : Caractéristiques édaphiques de la station 2 (Profil N°1).....	42
Tableau N°16 : Caractéristiques édaphiques de la station 3 (Profil N°1).....	43
Tableau N°17 : Caractéristiques édaphiques de la station 3 (Profil N°2).....	44
Tableau N°18 : Caractéristiques édaphiques de la station 3 (Profil N°3).....	45
Tableau N°19 : Caractéristiques édaphiques de la station 4 (Profil N°1).....	46
Tableau N°20 : Caractéristiques édaphiques de la station 5 (Profil N°1).....	47
Tableau N°21 : Caractéristiques édaphiques de la station 5 (Profil N°2).....	48
Tableau N°22 : Occupation de l'espace agricole (2011).....	51
Tableau N°23 : Occupation de l'espace forestier (2011).....	52
Tableau N°24 : Travaux forestiers réalisés dans la commune de Béni Saf (1976-2000)...	53
Tableau N°25 : Travaux forestiers réalisés dans la commune de Béni Saf (2000-2012).....	53
Tableau N°26 : Composition floristique par famille.....	62
Tableau N°27 : Répartition des familles par station.....	64
Tableau N°28 : Types biologiques.....	65
Tableau N°29 : Types morphologiques.....	67

Tableau N°30 : Types biogéographiques.....	68
Tableau N°31 : Codification du coefficient d'abondance-dominance.....	73
Tableau N°32 : Valeurs propres et pourcentage d'inertie pour les trois premiers axes de l'A.F.C. « espèces ».....	74
Tableau N°33 : Taxons à fortes contributions pour l'axe 1 de l'A.F.C.....	74
Tableau N°34 : Taxons à fortes contributions pour l'axe 2 de l'A.F.C.....	75
Tableau N°35 : Contributions des espèces pour les trois axes de l'A.F.C.....	76
Tableau N°36 : Bilan des incendies	87
Tableau N°37 : Données dendrométriques des placettes d'échantillonnage, cas de <i>Pinus halepensis</i>	98
Tableau N°38 : Données dendrométriques des placettes d'échantillonnage, cas d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	98
Tableau N°39 : Classes de fertilités des peuplements du <i>Pinus halepensis</i>	100
Tableau N°40 : Profondeur moyenne du sol en fonction de la hauteur dominante.....	102
Tableau N°41 : Comparaison statistique des changements de l'occupation du sol	119
Tableau N°42 : Occupation du sol proposée dans l'avenir.....	125

LISTE DES PHOTOS

Photo N° 01 : Extension d'une carrière au Nord Dj. Skhouna après défrichage (juin 2004)..89

Photo N° 02 : Extension d'une carrière au Nord Dj. Skhouna après défrichage (Mai 2013)..89

Photo N° 03 : Installation d'abrevoir (Sidi Mehdi -Mai 2012)

Photo N° 04 : Paturage extensive (Sidi Mehdi -Mai 2012)

INTRODUCTION GENERALE

Sur le pourtour méditerranéen, les multiples événements paléogéographiques et les cycles climatiques contrastés ont permis l'émergence de la biodiversité inhabituellement élevée (Médail et Quézel, 1997). Quézel (2000), écrit sur l'hétérogénéité des flores de cette région, qui au cours des âges, se sont développées dans une des régions du monde où l'histoire géologique a été la plus complexe. Les espaces ont subi un fléau important de dégradation croissante, occasionnée par plusieurs phénomènes d'ordre climatiques, édaphiques et anthropique, ajouté à cela le caractère xérophytique et pyrophytique de la végétation, qui ne cessent de façonner leur physionomie et leur espace (Delabraze, Valette, 1974 ; Le Houerou, 1980 et Tatoni, Barbero, 1990).

Au Sud et à l'Est de la Méditerranée, les écosystèmes sont toujours intensivement utilisés par l'homme. En raison de l'importante croissance démographique, on assiste à une accélération au cours des trois dernières décennies de l'utilisation des ressources naturelles qui dépassent souvent leurs capacités de renouvellement (Médail et Diadema, 2006).

L'Algérie du Nord est soumise à des fortes pressions exercées par l'homme et son troupeau qui ont engendré une sévère dégradation des sols et de la couverture végétale (Benabadji et Bouazza, 2000) ; (Mazour et Morsli, 2004). Les facteurs anthropozoïques jouent un rôle actuel majeur dans l'organisation des structures de végétation, en effet, un accroissement extrêmement rapide des populations, surtout rurales, a déterminé une transformation radicale de l'utilisation du milieu par l'homme et ses troupeaux. La déforestation, la dématerralisation, les coupes anarchiques, les mises en cultures incontrôlées, le surpâturage excessif généralisé, ont profondément perturbé les équilibres écologiques qui existaient encore il y a une vingtaine d'années (Barbéro *et al.*, 1990).

En Algérie d'une manière générale et dans la région du littoral de Ain Temouchent en particulier l'anthropisation est remarquable, on observe à la fois, et de façon liée, plusieurs causes de déforestation qui entrent en jeu, notamment : la conversion des surfaces forestières au profit d'autres destinations et en particulier du pâturage, urbanisation et des activités minières. Par ailleurs la pression démographique qui est de plus en plus importante, fait appel à une extension foncière sur la forêt et les terrains agricoles. Elle est essentiellement liée aux migrations de populations, conduisant à la réduction des espaces forestiers, et perturbant de ce fait les écosystèmes.

De nombreux travaux et études phytoécologiques ont été consultés pour mener cette recherche sur les peuplements végétaux, notamment : Barry et Faurel (1968) ; Stewart (1969) ; Barry *et al.* (1974) ; Djebaili (1978) ; Aidoud *et al.* (1980) ; Alcaraz (1989) ; Aimé (1991) ; Quézel *et al.* (1994) ; Bouazza (1995) ; Benabadji (1995) ; Le Houérou (1995) ; Quézel (2000) ; Médail et Diadema (2006).

Parmi les travaux récents sur la végétation de l'Ouest algérien et de la région de Tlemcen, nous avons ceux de Benabadji (1991, 1995) et Bouazza (1991, 1995) ; Hasnaoui (1998) ; Guezlaoui (2001) ; Benabadji et Bouazza (2002) ; Bestaoui (2001) ; Benabadji *et al.* (2004-b) ; Bouazza *et al.* (2004) ; Bemoussat (2004) ; Sari (2004) ; Aboura (2006) ; Seladji (2006) ; Meziane (2012) ; Merzouk (2010) ; Ghezlaoui (2011) ; Aboura (2011) ; Sari (2012) ; Regagba (2012) pour ne citer que ceux-là.

La flore dans le littoral de Ain Temouchent et spécialement à Béni saf compte un certain nombre d'espèces ligneuses et herbacées qui constituent les groupements végétaux et qui sont le théâtre de plusieurs actions intérieures et extérieures. Les variations enregistrées dans le peuplement végétal traduisent des modifications dans le fonctionnement du milieu. Cette étude de la végétation repose sur un ensemble de protocoles plus ou moins détaillés en fonction des objectifs du suivi de la dynamique des peuplements végétaux. Le plus simple consiste en la réalisation d'inventaires floristiques, éventuellement associés à des transects phytoécologiques sur des stations choisies en fonction de l'homogénéité de la végétation, la nature du substrat et le relief, en portant une attention particulière aux différentes informations sur la situation, la pente, l'altitude, la nature du substrat, l'effet de l'érosion, etc. Ces formations végétales (forestières et agricoles) seront cartographiées sur deux périodes bien déterminées à partir de certaines méthodes, la première utilisera des photos aériennes (1972), et la deuxième l'imagerie satellite (Land Sat TM 2011), cela afin de voir l'évolution du couvert végétal dans l'espace et dans le temps, appelé communément la dynamique de la végétation. Les unités de végétation pourront ensuite faire l'objet d'une évaluation plus fine au moyen de superposition des deux cartes d'occupation du sol et voire la différence de superficies de ces formations végétales dans le temps. Quelles sont les propositions d'aménagement à proposer? Pourront-elles répondre à notre préoccupation entre autre le développement des différents peuplements de la région.

Les sols de la région de Béni Saf sont très hétérogènes. Historiquement ils ont évolué dans des conditions climatiques sûrement très contrastées, ainsi, une grande diversité des roches mères. Ces sols ont conduit à une installation d'une végétation sclérophylle très adaptée à ces différents complexes édaphiques en partie ayant en partie contribué également dans leur pédogenèse.

Concernant l'étude dendrométrique des peuplements ligneux, nous ferons références aux différents caractères dendrométriques et aux diverses variables du milieu (sol, flore, topographie, etc.) dans l'estimation de la production ligneuse et sa variation en fonction des qualités stationnelles, à partir de placettes expérimentales préalablement choisies par échantillonnage stratifié, en tenant compte des diverses unités phytoécologiques, marquées surtout par la présence de *Pinus halepensis* et d'*Eucalyptus camaldulensis*.

Pourrait-on élaborer un plan d'aménagement du territoire de la zone d'étude compte tenu des données qui seront acquises ?

Il semblerait aussi qu'un certain nombre de méthodes de gestion appropriés à ces espaces naturels et agricoles est plus que souhaitable.

Afin d'atteindre un équilibre harmonieux et une utilisation rationnelle de cet espace et répondre à certaines attentes nous développeront les chapitres par la suite.

PREMIERE PARTIE

ETUDE DU MILIEU

Chapitre I

Cadre biophysique de la zone d'étude

Chapitre I : Cadre biophysique de la zone d'étude

1 - Présentation de la zone d'étude

1.1 - Contexte géographique

La commune de Béni Saf appartient au littoral ouest de la Wilaya de Ain Temouchent, elle couvre une superficie de 61,62 Km² soit 6 162 Ha, entre les coordonnées Lambert :

$X_1 = 1^\circ 18'$ Ouest $X_2 = 1^\circ 28'$ Ouest de longitude.
 $Y_1 = 35^\circ 14'$ Nord $Y_2 = 35^\circ 19'$ Nord de latitude.

Elle est partagée entre la frontière avec la commune de Sidi Safi à l'Est et la commune d'Emir Abdel Kader au Sud et l'Oued Tafna à l'Ouest et la mer Méditerranéenne au Nord.

1.2 - Relief et réseau hydrographique

La région de Béni Saf est caractérisée par deux types de reliefs :

-Le massif de Béni saf qui culmine dans sa partie centrale à 409m au djebel Skhoua.

-La vallée de la Tafna, sur sa rive droite, qui s'étend sur l'extrémité occidentale la commune de Beni saf ; avec une altitude inférieure à 30 m, sa topographie est relativement plane. Elle est constituée de sols fertiles d'apport alluvial et ne présente pas de problèmes d'érosion en dehors du sapement des berges de l'oued Tafna (A.N.A.T, 1994).

Dans la région de Béni Saf nous avons deux types de réseaux hydrographiques :

* Le réseau hydrographique temporaire : ce type de réseau est dense et sec pendant l'été, son intensité augmente en fonction du temps. C'est un agent direct d'érosion.

Ce type de réseau se trouve à travers toute la région, il aboutit soit à la plage du puit (Béni saf), soit à la plage de Sidi Boucif. Les deux cours, les plus importants de ce réseau, se détachent, le premier Oued El Attech, au sud du massif, prend une direction Est-Ouest pour rejoindre la Tafna dont il est un confluent et le second Oued Chaabat Dalia, est une branche de l'Oued Sidi Djeloul, à l'Est de la commune.

La ville de Béni Saf constitue un exutoire d'un ensemble géographique à relief très accidenté où le réseau orographique est fortement densifié. Parmi ces cours d'eau on note :

La confluence de Oued Boudali et Oued Ansar drainant la partie Est vers Sidi Safi.

Les Oueds de Saf Saf, Benhassini et Segla drainant la partie sud de Béni Saf.

Les Oueds, Midah et Chelel drainant la partie Ouest de la ville.

* Le réseau hydrographique permanent : ce type de réseau ne s'assèche pas durant la saison estivale. Il est présenté dans la région par le seul cours d'eau important, qui prend naissance dans les monts de Tlemcen, à partir des sources d'Ain Taga et Ghar Boumaaza, leur cours d'eau parcourt 177 km et se jette à la plage de Rechgoun.

La Tafna draine le ruissellement d'un bassin versant de 7165 km². Son écoulement est permanent et ne connaît pas d'étiage. Cette ressource superficielle constitue la principale source en eau potable de la ville de Ain Temouchent et les Agglomérations avoisinantes, après traitement dans une station construite sur sa rive. Ainsi une partie de cette ressource est destinée à l'irrigation des vergers et des cultures maraîchères se trouvant dans la vallée de la Tafna (A.N.A.T, 1994).

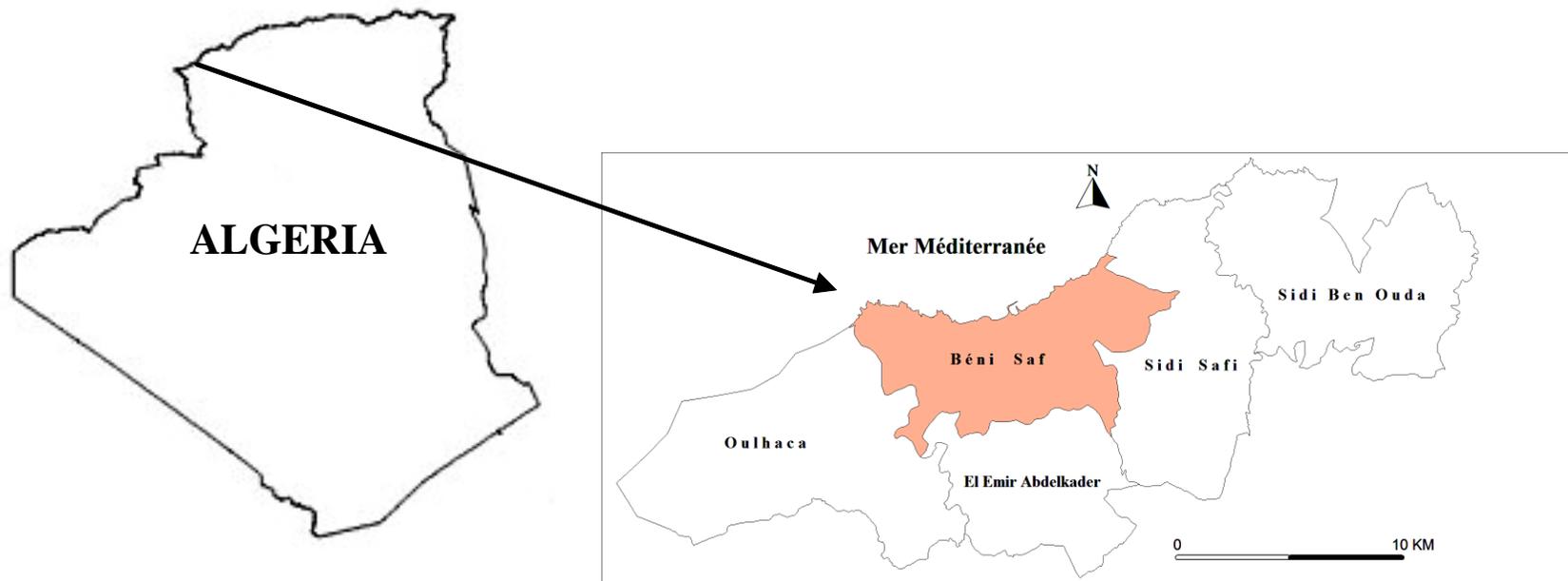


Figure 01 : Carte de situation de la zone d'étude

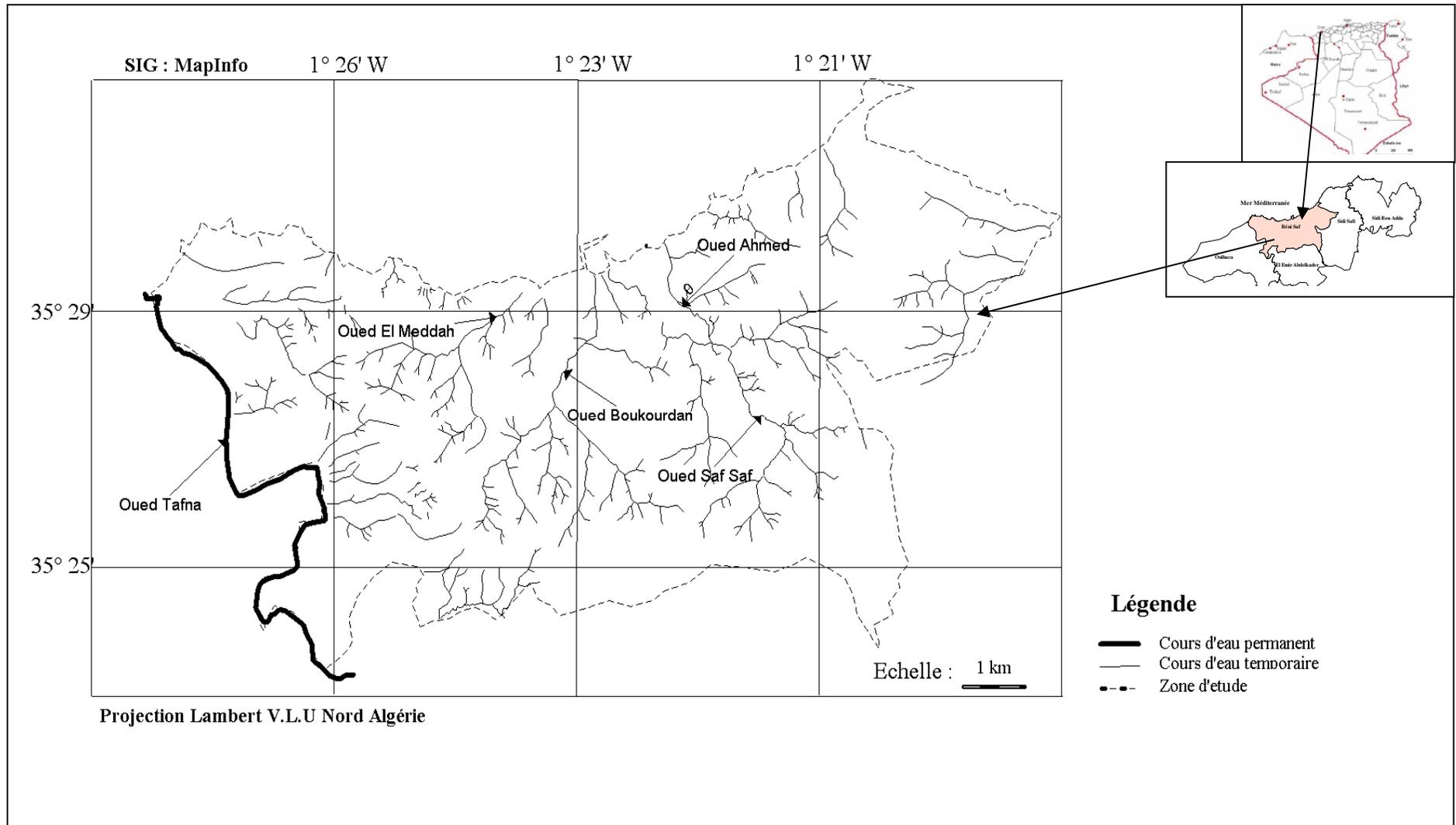


Figure 2 : Carte du réseau hydrographique

1.3 - Pentes

La région de Béni Saf présente un milieu très hétérogène qui apparemment s'identifie comme suit :

Le massif de Béni Saf à substratum volcanique et schisteux où se dressent des replats formés de sols iso humiques peu profonds. La topographie est marquée par une pente qui varie entre 3 à 25% (figure 3).

La basse Tafna dans l'Ouest de la commune est formée des sols alluvionnaires. La topographie est généralement de faible pente (3%).

L'Est de la commune est marqué par de légères ondulations, formé de sols calcaires moyens profonds avec une pente de 3 à 12%.

Tableau 1 : Classes des pentes

Classes des pentes	Superficies en Ha	Taux
0 - 3%	327,10	5,30
3 - 6%	927,90	15,05
6 - 12,5%	2141,00	34,74
12,5 - 25%	2270,00	36,85
> 25%	469,70	7,62

1.4 - Altitudes

La situation géographique spécifique de la zone d'étude (littoral), nous amène à remarquer plusieurs classes d'altitudes, de Zéro mètre au bord de la mer, jusqu'à 409 mètre (Djebel Skhouna) au Sud, qui représente le point le plus élevé de la région (figure 4).

Tableau 2 : Répartition altimétrique

Altitude en (m)	Superficie en (ha)	Taux
0 – 50	458,20	7,44
50 – 100	948,50	15,39
100 – 150	1 422,00	23,07
150 – 200	1 800,00	29,21
200 – 250	993,60	16,12
250 – 300	364,80	5,92
300 – 350	127,00	2,06
350 – 400	36,00	0,58
400 – 409	0,60	0,01
Total	6 162,00	100%

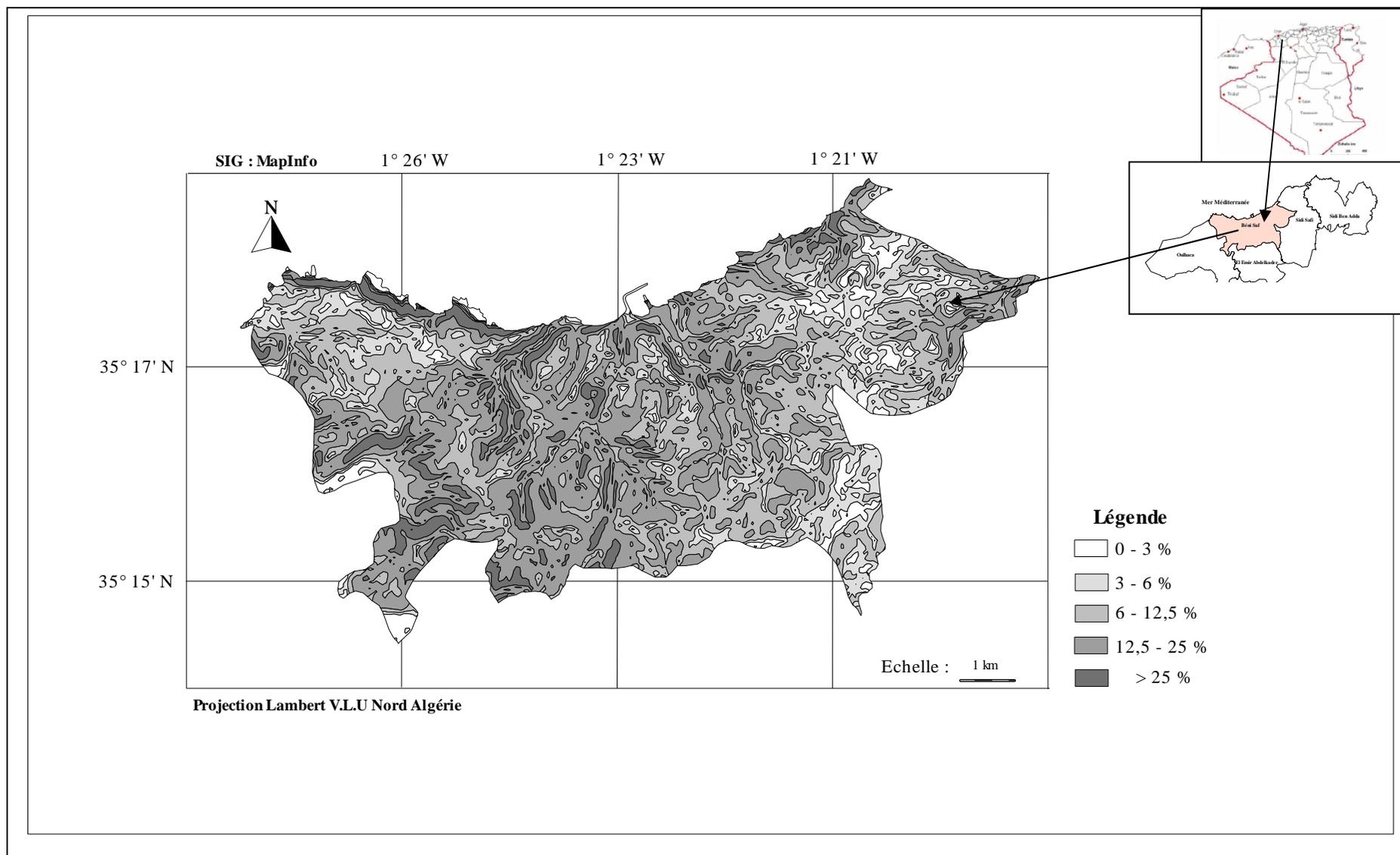


Figure 3 : Carte des classes de pentes

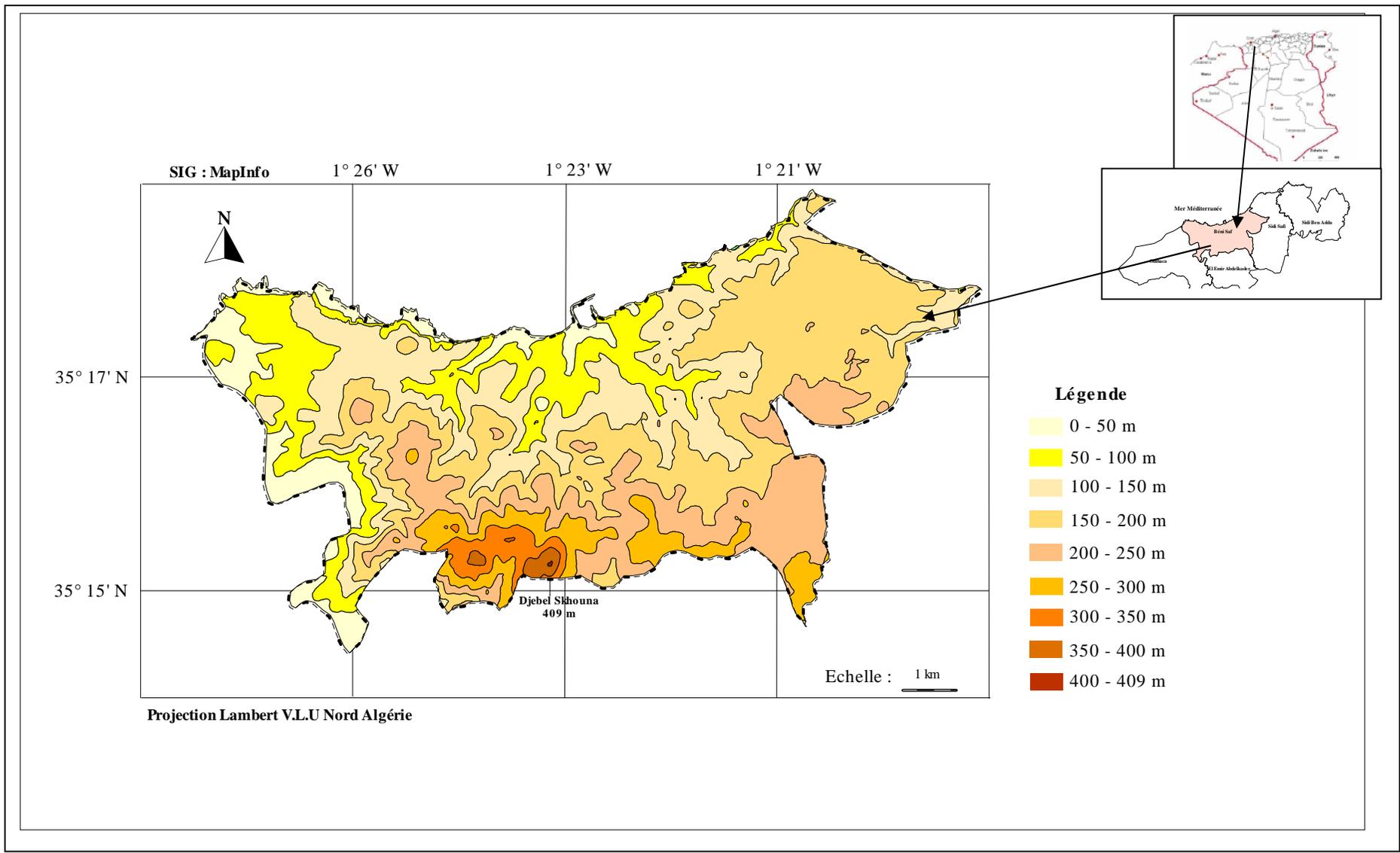


Figure 4 : Carte hypsométrique

1.5 - Exposition

L'exposition joue un rôle important dans la répartition des végétaux. Les versants tournés vers le Nord (en face de la mer) sont en général plus humide et moyennement ensoleillés, tandis que les versants dirigés vers le Sud sont plus ou moins secs (figure 5).

Tableau 3 : Répartition de la superficie par rapport aux expositions

Exposition	Superficies en Ha	Taux
Nord	3 025	49,09
Sud	3 137	50,91
Total	6 162	100%

1.6 - Géologie

Pour la région de Béni Saf, le substratum géologique (figure 6) est constitué par des schistes primaires et des calcaires jurassiques au niveau de la chaîne de Skhouna qui se trouve au Sud de l'agglomération de Béni Saf.

Par ailleurs, la vallée de la Tafna constitue la zone agricole la plus fertile de la région en raison de la présence de roches volcaniques (Basaltes) qui permettent la constitution d'un excellent sol poreux, qui a le pouvoir d'emmagasiner une grande quantité d'eau (A.N.A.T, 1994).

1.7 - Classification des terres en fonction des potentialités

Les informations sur la classification des terres ont été inspirées à partir de la carte des potentialités des terres (figure 7), réalisée par (A.N.A.T, 1994), après avoir été reproduite et développée par le SIG.

1.7.1 - Terres agricoles à haute potentialité

Dans la région de Béni saf, nous avons les sols de la basse vallée de la Tafna. Ils sont formés de sols peu évolués d'apport alluvial, de bonne profondeur Supérieure à 80 cm, de texture fine à moyenne, la topographie est plane. Ces terres représentent une superficie de 265,9 Ha, soit 4,3 % de la surface total de la commune et sont généralement occupées par les agrumes et les cultures Maraîchères (figure 7).

1.7.2 - Terres agricoles à bonne potentialité

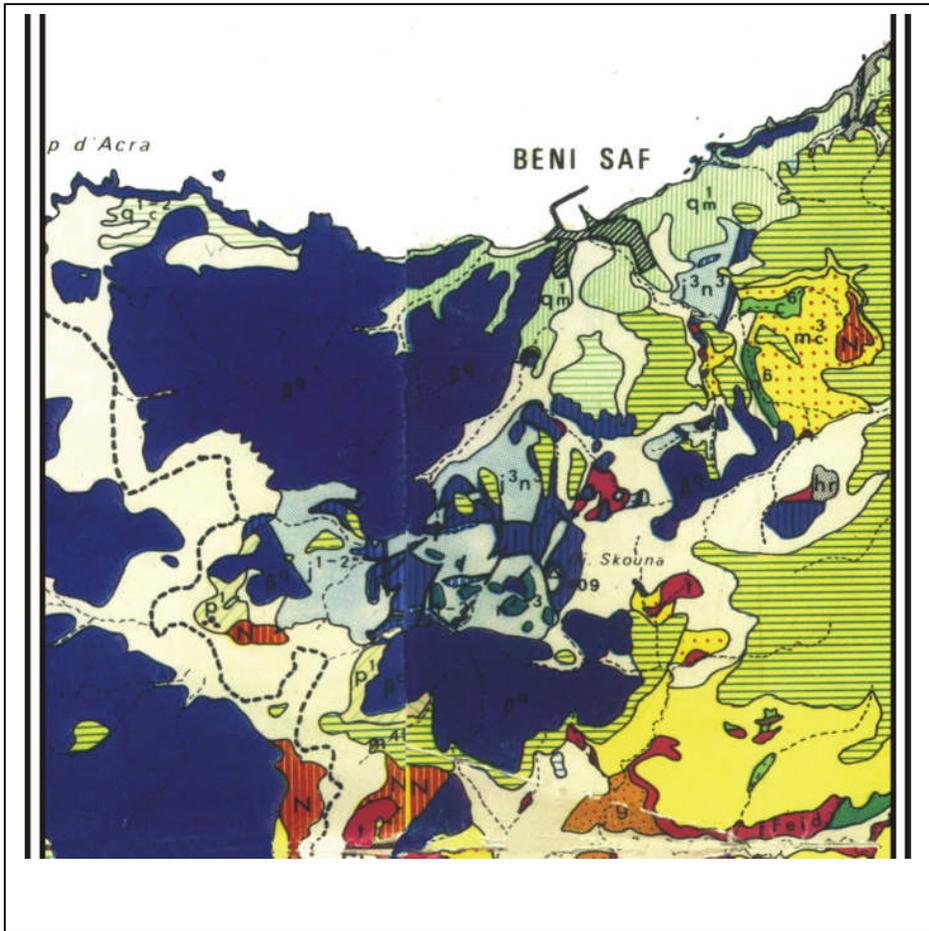
Ces sols sont localisés dans la partie Ouest de la commune de Béni Saf (El Bradj). Ces sols sont des formations Marno-gréseuses et volcaniques, de profondeur bonne à moyenne (60 à 80cm), avec une topographie inférieure à 3%. Ce type de terres représente 765,8 Ha, soit les 12,4% de la surface totale, il est occupé par la céréaliculture et les vergers.

1.7.3 - Terres agricoles à moyenne potentialité

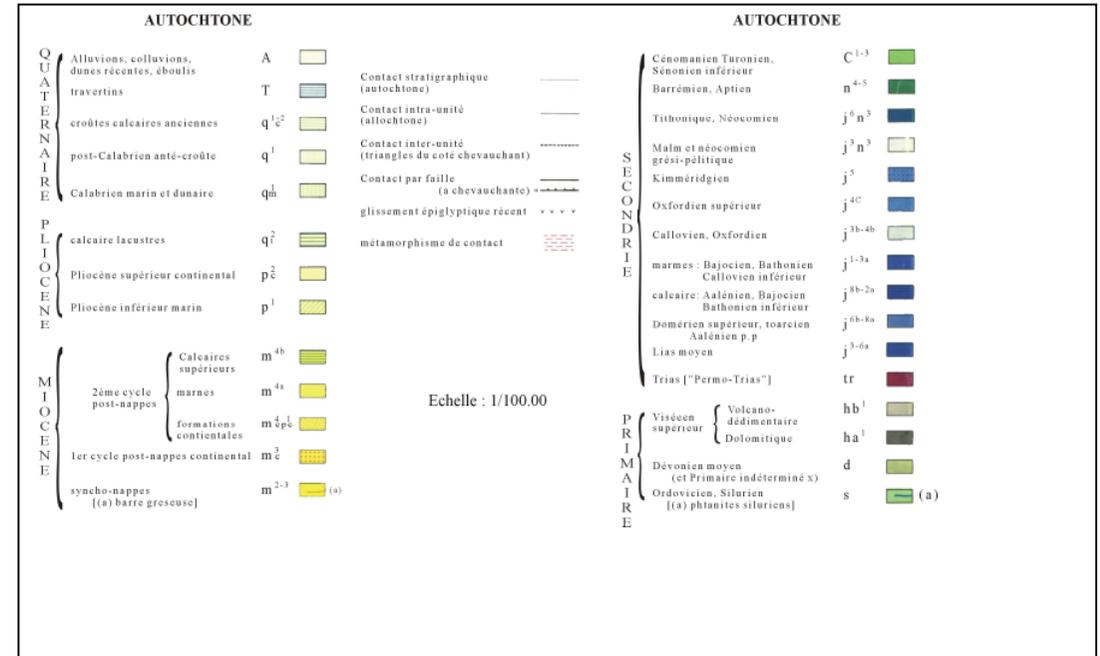
Ces sols sont réparties un peu partout à travers la commune, il s'agit des sols riches en fer (dioxyde de fer), peu profonds (30 à 50cm), avec une présence de croûte calcaire à faible profondeur (30cm) et une topographie marquée par de légères ondulations (pente varie entre 3 à 12%). Ces terres représentent 35%, soit 2155,1Ha et sont occupées par la céréaliculture.

1.7.4 - Terres à faible potentialité

Ici nous sommes en présence de terres occupées par les formations végétales (forêts, matorral, broussailles). Elles représentent les 40% des terres soit 2431 Ha, localisées sur le massif de Béni Saf, à pente prononcée (25%), ces sols squelettiques sont fortement érodés.



Légendes :



Source : Gardia, 1975 in Sari Ali (2004)

Figure 06 : Carte géologique de la zone de Béni-Saf

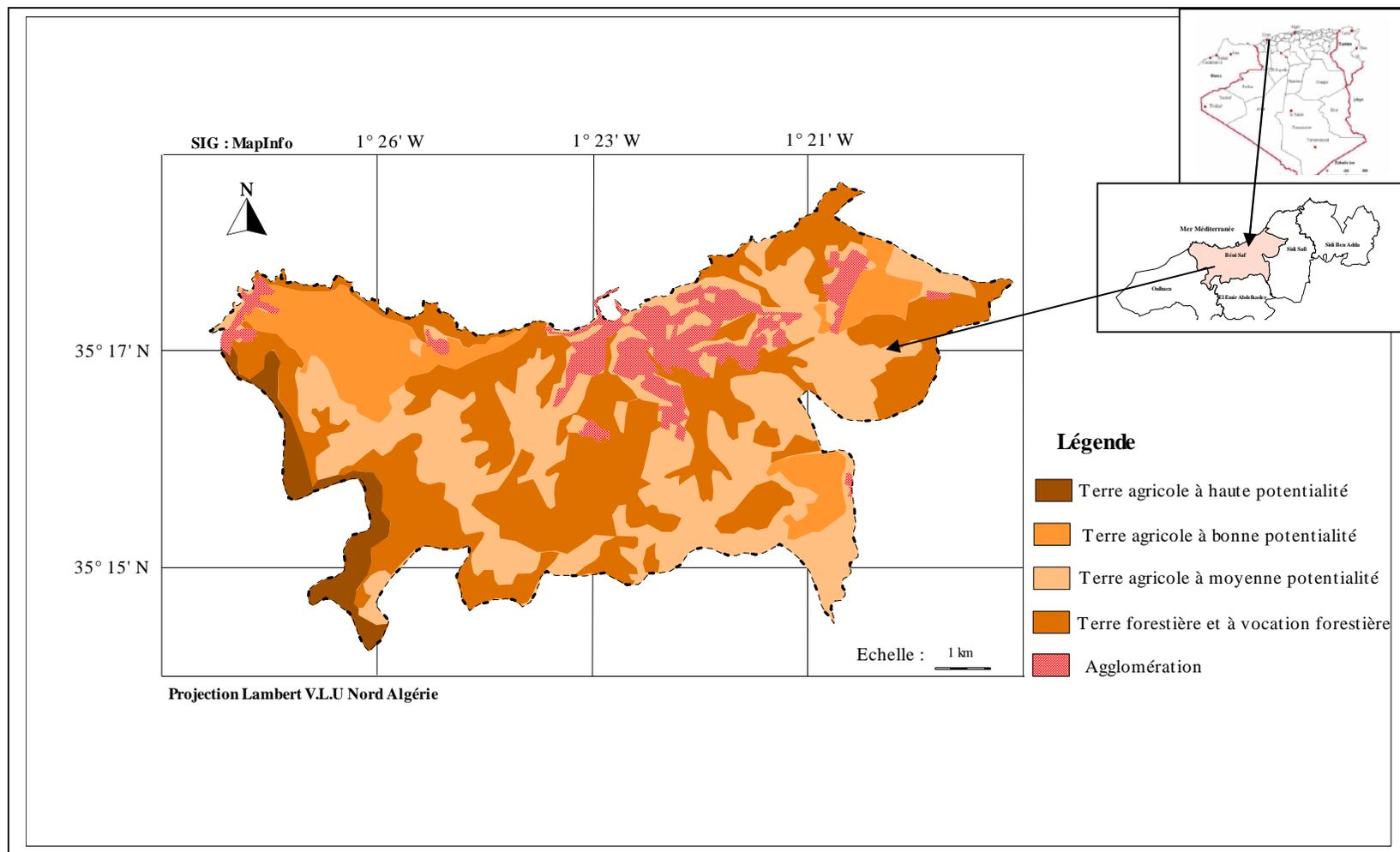


Figure 7 : Carte des potentialités des terres (A.N.A.T., 1994)

1.7.5 - Agglomérations

Dans notre zone d'étude les agglomérations de Béni Saf, Ghar El Baroud et Ouled Boudjemaâ forment un seul bloc urbain et occupent une superficie de 544,2 Ha.

1.8 - Le réseau routier

La commune de Béni Saf présente une infrastructure routière diversifiée (figure 8) bien répartie sur son territoire notamment : routes nationales, chemins de wilaya, chemins communaux et ruraux.

Il existe en outre deux routes nationales, qui relient la ville de Béni Saf avec d'autres agglomérations et villes. L'une à l'Ouest RN°22 qui communique avec la RN°35 au Sud de la commune, pour rejoindre les villes du Sud, Tlemcen et Maghnia et au Nord les villes de Ain Temouchent et d'Oran. Au Nord Est, la RN°96 relie Béni Saf avec la ville de Ain Temouchent, et traverse plusieurs agglomérations à l'Est. Le total de ce type de réseau dans la commune est estimé à 11Km (D.P.S.B, 2011).

Concernant les chemins de wilaya, il existe un seul chemin qui se trouve à l'Est du chef lieu de la commune et qui aboutit soit dans des agglomérations soit dans les routes nationales, il s'agit du CW10, qui représente 11,915 Km et qui assure entre autres la liaison entre la ville de Béni Saf et l'agglomération de Sidi Safi qui rejoint à la fin la RN°35 au Sud.

Les chemins vicinaux et ruraux, sont importants et bien répartis à travers la commune, qui relient la ville de Béni Saf et les routes nationales aux différentes agglomérations et les lieux limitrophes comme : Ghar el Baroud, la décharge de Skhouna au centre ville de Béni Saf et les plages de Rechgoun et Madrid puis l'agglomération d'El Bradj avec la RN°22. Ce type de réseaux représente au total 58 Km. Dans quelques endroits il est vétuste et nécessite des entretiens pour assurer leur durabilité (D.P.S.B, 2011).

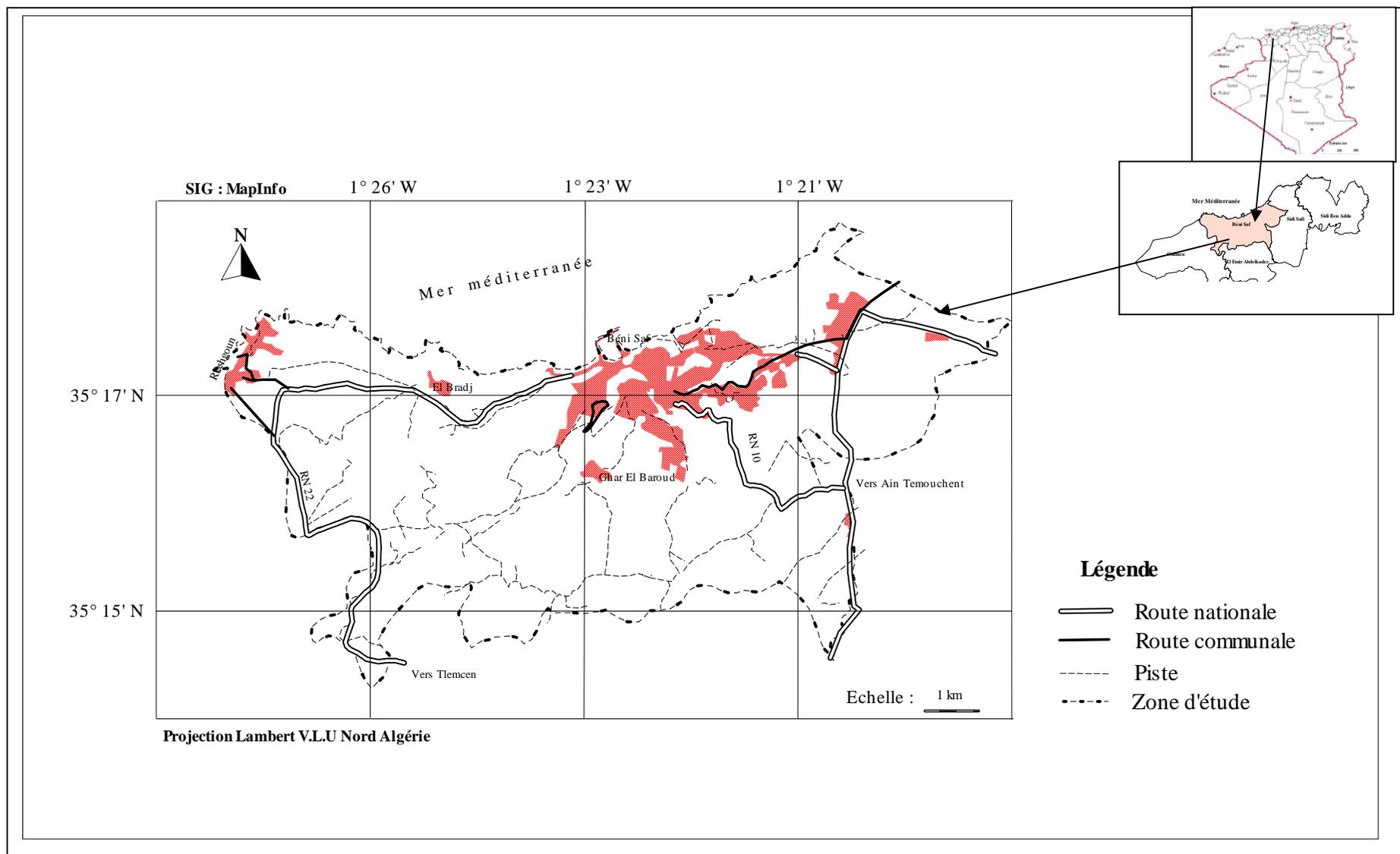


Figure 8 : Carte des infrastructures

Chapitre II

Approche bioclimatique

Chapitre II : Approche bioclimatique

1 – Introduction

Le climat se définit comme l'ensemble des phénomènes (pression, température, humidité, précipitations, ensoleillement, vent, etc.), qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère et de son évolution en un lieu donné (Sighomnou, 2004).

Selon Peguy (1980), la climatologie est bien une science de l'atmosphère, elle se situe aussi quant à son objet au niveau du sol, c'est-à-dire au niveau des processus morphologiques, hydrologiques qui font du climat l'un des facteurs premiers de toute réalité géographique. La climatologie se situe aussi au niveau de la végétation ou des organismes supérieurs, c'est bien souvent dans des perspectives biologiques que la climatologie devra placer ses spéculations.

Le climat de la zone d'étude Beni saf (Nord de Ain Temouchent) comme tout le climat de l'Ouest algérien relève du régime méditerranéen à deux saisons bien déterminées, celle des pluies en saison froide et celle de la sécheresse en saison chaude de l'année. Ainsi ce type de climat est caractérisé par l'irrégularité des précipitations durant le mois et l'année. Ceci influè sur la physionomie et la régénération des peuplements végétaux naturels et aussi les succès des repeuplements et les reboisements dans la région.

La caractéristique première de l'écosystème méditerranéen est climatique. Le climat méditerranéen est défini par un été sec et chaud et une période pluvieuse correspondant aux saisons relativement froides allant de l'automne au printemps (Aidoud, 2000).

D'une manière générale d'après Seltzer (1946), le climat du l'Ouest algérien ce qu'on appelle l'Oranie en particulier, la région de Béni Saf est influencée d'une part par la chaîne de montagne du Sud de l'Espagne qui vide le grand courant Nord Ouest, chargé d'humidité et d'autre part de l'atlas Marocain (Rif) qui éloigne les vents humides qui proviennent de l'Atlantique. Ceci limite les précipitations dans cette partie du pays, ce qui en fait une zone plus sèche sur une période presque de 8mois de l'année avec une végétation plus ou moins dense (matorral et broussailles).

La région, dispose de deux postes météorologiques avec un nombre d'années d'enregistrement assez long, comprenant des observations depuis les années 1914 jusqu'à 2007. Les périodes exploitées pour cette étude, concernent pratiquement une trentaine de séries de précipitations et températures mensuelles relatives aux postes répartis à l'intérieur comme à l'extérieur de la zone d'étude. Ces données nous ont permis de bien définir l'étage climatique où se développent nos peuplements végétaux, aussi de voir si le climat a bien changé au cours de ces derniers temps ? Et son effet sur la physionomie actuelle de la végétation.

Tableau 4 : Situation des postes météorologiques

Station météorologique	Longitude Ouest	Latitude Nord	Altitude (m)
Béni – Saf	01° 21'W	35° 18'N	68
Ain Témouchent			578

D'après Quézel (2000), le climat méditerranéen est de toute évidence un facteur important d'instabilité pour les formations végétales. Son action directe apparaît surtout par l'existence des conditions climatiques marginales. Une sécheresse estivale particulièrement importante peut aussi perturber les phénomènes de régénération en bioclimat aride et semi aride, alors que l'abaissement accidentel des températures minimales hivernales provoque des modifications notables dans la répartition de certaines espèces (Olivier ou Pin d'alep par exemple), mais c'est aussi indirectement que le climat méditerranéen réagit sur la végétation. Selon Di castri *et al.* (1991) le rythme des précipitations et les orages brutaux et cataclysmiques jouent ici un rôle majeur, en accélérant les processus d'érosion au niveau des sols (Quézel, 2000).

La définition climatique de la région méditerranéenne est fort simple pour l'écologiste, le phytogéographe ou le bioclimatologiste, c'est l'ensemble des zones qui se caractérisent par des pluies concentrées sur la saison fraîche à jours courts avec de longues sécheresses estivales (Emberger, 1955).

Le climat méditerranéen est un climat de transition entre la zone tempérée et la zone tropicale avec un été très chaud et très sec, tempéré seulement en bordure de la mer, l'hiver est très frais et plus humide. Ce climat est qualifié de xérothermique (Benabadji et Bouazza, 2000).

2 - Etudes des paramètres climatiques

Nous avons à étudier, les paramètres climatiques les plus importants comme les précipitations, les températures, l'hygrométrie, les vents ; afin de déterminer dans quelles mesures les peuplements végétaux peuvent se développer.

2.1 - Précipitations

L'origine des pluies en Algérie est plutôt orographique. En effet les paramètres climatiques varient en fonction de l'altitude, de l'orientation des chaînes de montagne et de l'exposition. La hauteur pluviométrique est donc déterminée par la direction des axes montagneux par rapport à la mer et aux vents humides. En Algérie, ce sont les versants nord, nord-ouest et leur sommet qui reçoivent les précipitations les plus fortes ; celles-ci diminuent vers le Sud au fur et à mesure que les vents humides s'épuisent. On constate également une diminution des précipitations d'Est en Ouest. En Oranie, la faible pluviométrie peut s'expliquer par la rétention causée par les massifs montagneux de la Péninsule Ibérique (Sierra Nevada) (Kadik, 1986).

Tableau 5 : Précipitations moyennes mensuelles et annuelles

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Précipitations annuelles moyennes(mm)
Béni Saf 1913-1938	49.00	40.00	37.00	30.00	24.00	9.00	1.00	2.00	15.00	39.00	57.00	68.00	371.00
Béni-Saf 1980-2004	51.05	55.57	39.77	35.70	25.68	8.12	2.70	1.66	15.05	25.91	57.94	40.36	359.51
Ain Temouchent 1950-2007	55.70	59.00	54.10	45.20	32.80	9.52	1.36	1.97	14.10	36.60	56.50	63.20	430.05

Source : O.N.M (office national de la météorologie, 2007)

D'après le tableau 5, on constate que les précipitations moyennes mensuelles et annuelles sont extrêmement variables et sont concentrées généralement en saisons froides.

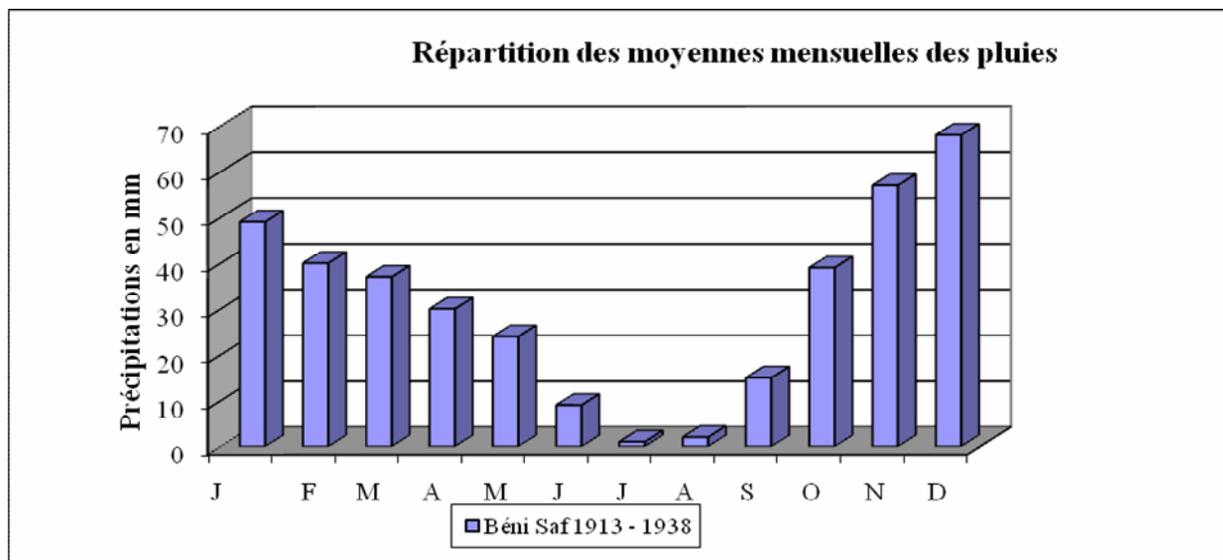


Figure 9 : Répartition des moyennes mensuelles des pluies station Béni Saf (1913-1938)

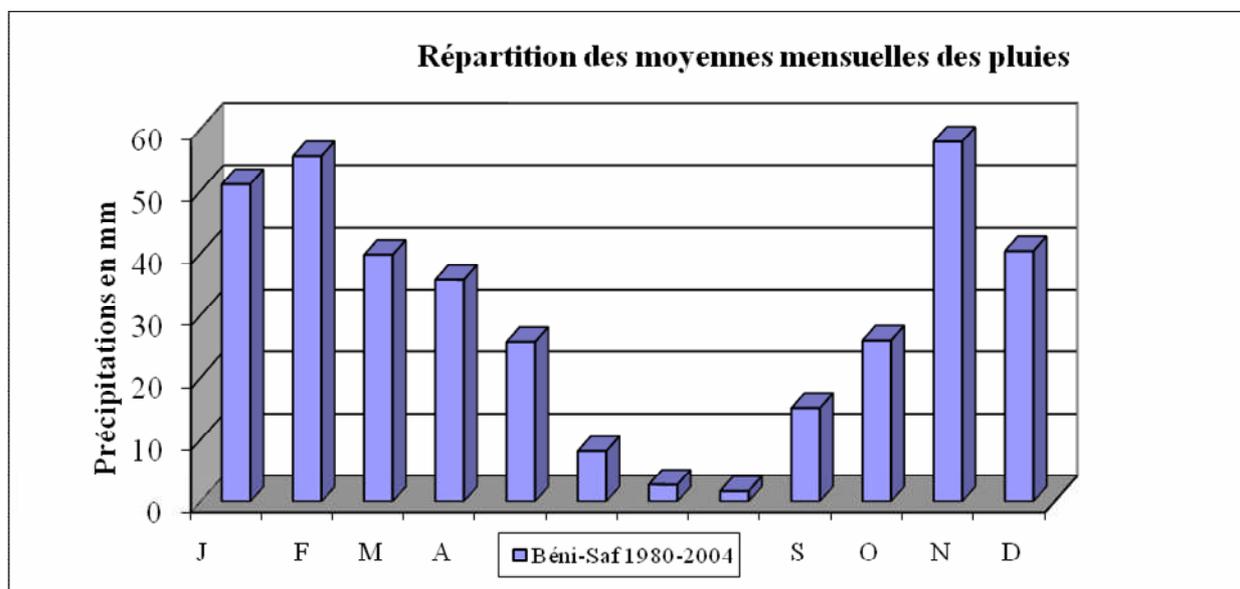


Figure 10 : Répartition des moyennes mensuelles des pluies station Béni Saf (1980-2004)

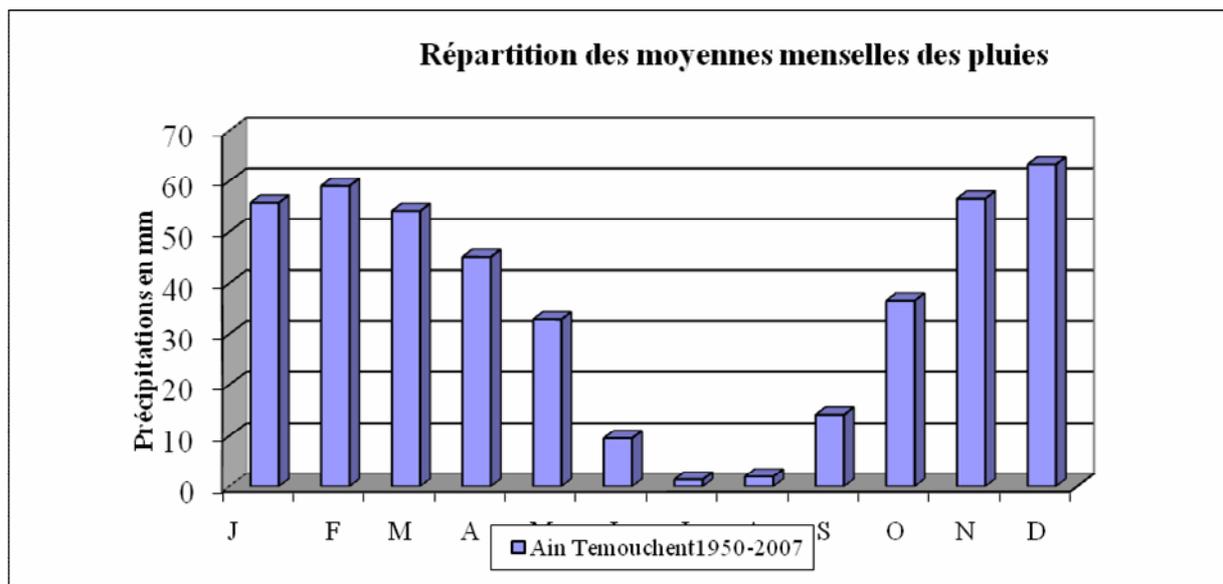


Figure 11: Répartition des moyennes mensuelles des pluies de la station Ain Temouchent (1950-2007)

L'importance écologique des précipitations, ne doit pas faire oublier celle des rosées et des brouillards littoraux qui sont susceptibles d'apporter des lames d'eau parfois équivalentes à celles obtenues par les pluies (Quézel, 2000).

2.1.1 – Variations saisonnières des précipitations (Régime saisonnier)

La notion du régime saisonnier est calculé à partir de la somme des précipitations par saison et faire un classement par ordre de pluviosité décroissante en désignant chaque saison par sa première lettre alphabétique comme suit :

P : Printemps ;

H : Hiver ;

E : Eté ;

A : Automne.

Selon Daget (1977), l'été est défini sous le climat méditerranéen comme la saison la plus chaude et la moins arrosée. Ce même auteur considère les mois de juin, juillet et Août comme les mois de l'été.

Tableau 6 : Comparaison du régime saisonnier des deux stations de Béni Saf et d'Ain Temouchent

Stations	Années	Répartition saisonnière des pluies				Type de régime
		H	P	E	A	
Beni saf	1913-1938	157,00	91,00	12,00	111,00	HAPE
	1980-2004	146.98	101.15	12.48	98.9	HPAE
Ain Temouchent	1950-2007	177.90	132.10	12.85	107.20	HPAE

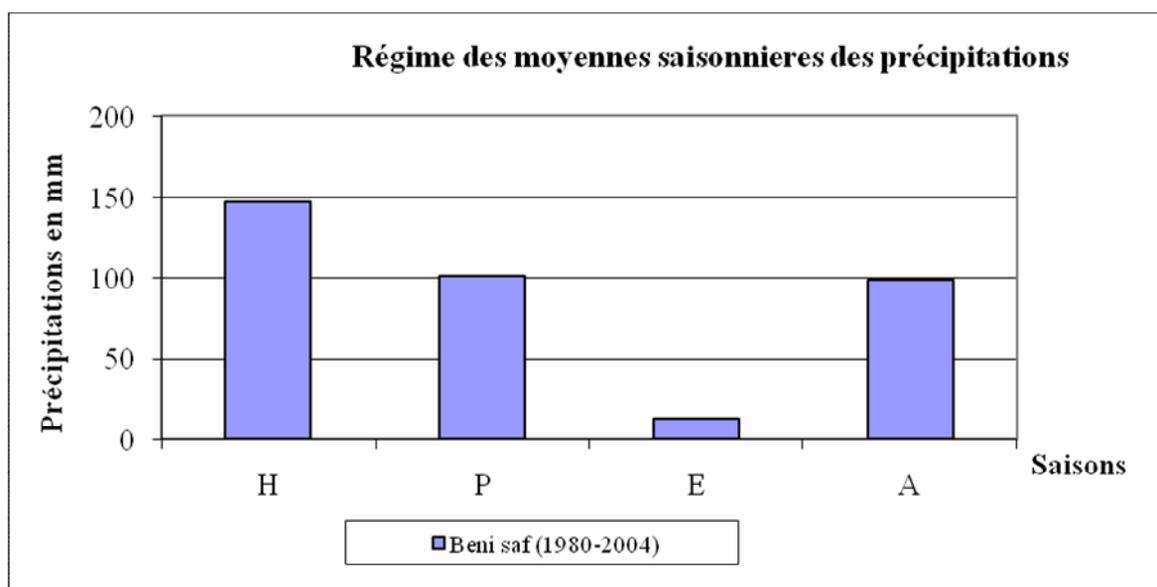


Figure 12 : Régimes des moyennes saisonnières des précipitations de la station Beni Saf

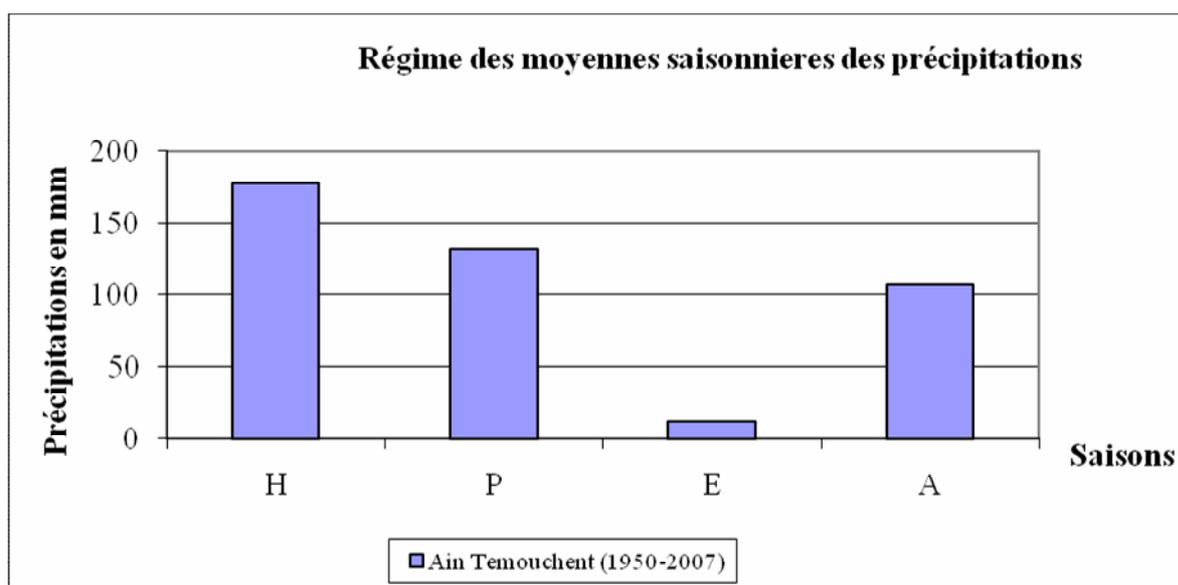


Figure 13 : Régimes des moyennes saisonnières des précipitations station Ain Temouchent

La zone d'étude est soumise à un régime saisonnier durant l'ancienne période (1913-1938), de type HAPE et HPAE dans la nouvelle période (1980-2004) pour la station météorologique de Beni Saf et HPAE pour la station de Ain Temouchent. On remarque une ressemblance dans les deux régimes, qui sont caractérisés par une abondance pluviale en hiver et une sécheresse estivale.

2.2 - Températures

Généralement les températures jouent un rôle écologique et physiologique très important.

Duchauffour (1983), a considéré que la température est le deuxième facteur important sur le climat. Elle est directement responsable de la répartition, de la croissance, de la reproduction des végétaux et de l'évolution des sols (pédogénèse).

Dans les études de végétations, les valeurs les plus utilisées sont : la moyenne des minima du mois le plus froid (m) et la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M), ainsi que l'amplitude thermique. Ces données climatiques sont déjà servies par Emberger (1955) vu leur importance sur la vie biologique et biogéographique des peuplements végétaux.

Les minima (m) et les maxima (M) représentent bien les limites thermiques moyennes entre lesquelles se déroule la vie végétale (Letreuch Belarouci, 1981).

2.2.1 - Températures moyennes mensuelles

Là aussi les deux périodes bien définies ont été comparées, dans le but d'évaluer de possibles changements de températures survenus.

Tableau 7 : Températures moyennes mensuelles (Béni saf)

Mois Années	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1913-1938	12,95	13,00	14,45	15,50	18,35	21,10	24,38	25,05	22,95	19,70	16,35	13,98
1980-2004	12,75	13,92	14,89	16,20	18,57	21,95	24,44	25,36	22,51	19,98	16,55	13,97

Source : O.N.M (office national de la météorologie, 2007)

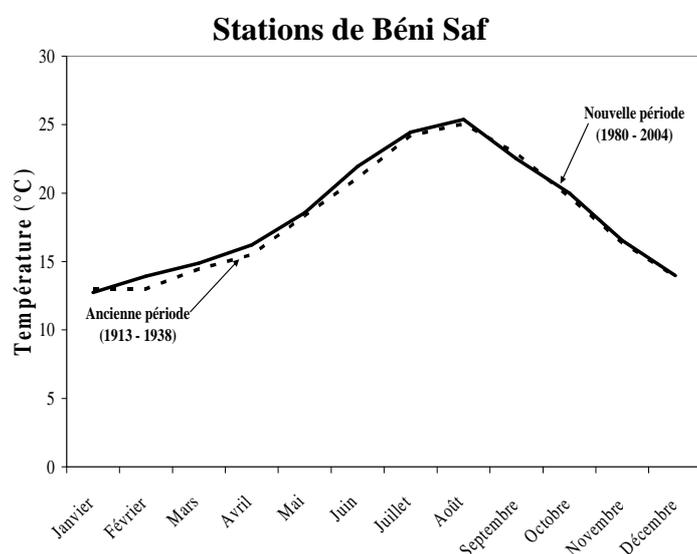


Figure 14 : Moyennes des températures mensuelles durant l'ancienne et la nouvelle période

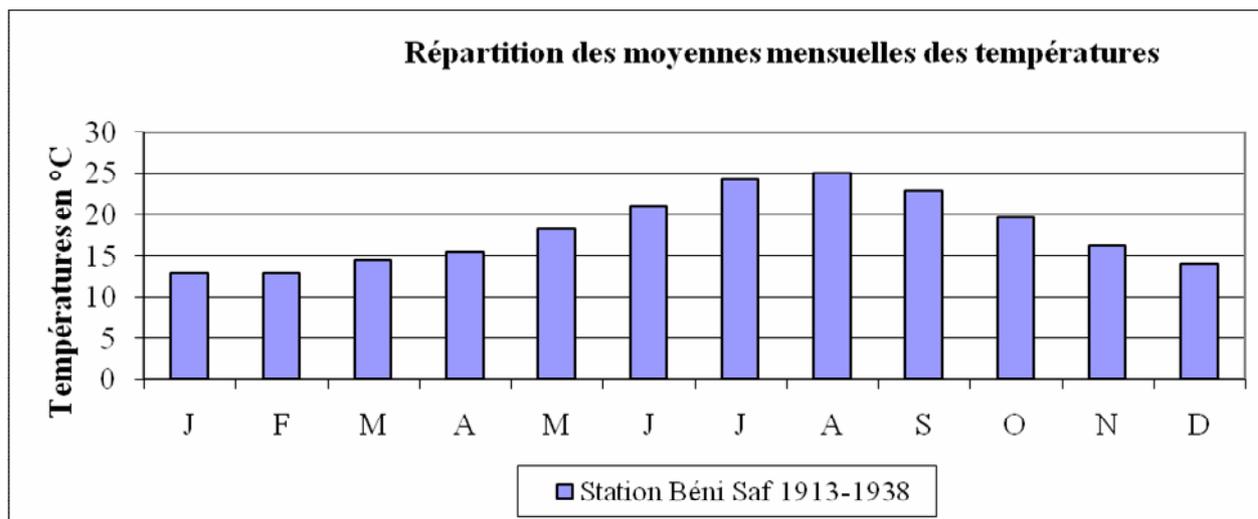


Figure 15 : Températures moyennes mensuelles station Béni saf (1913-1938)

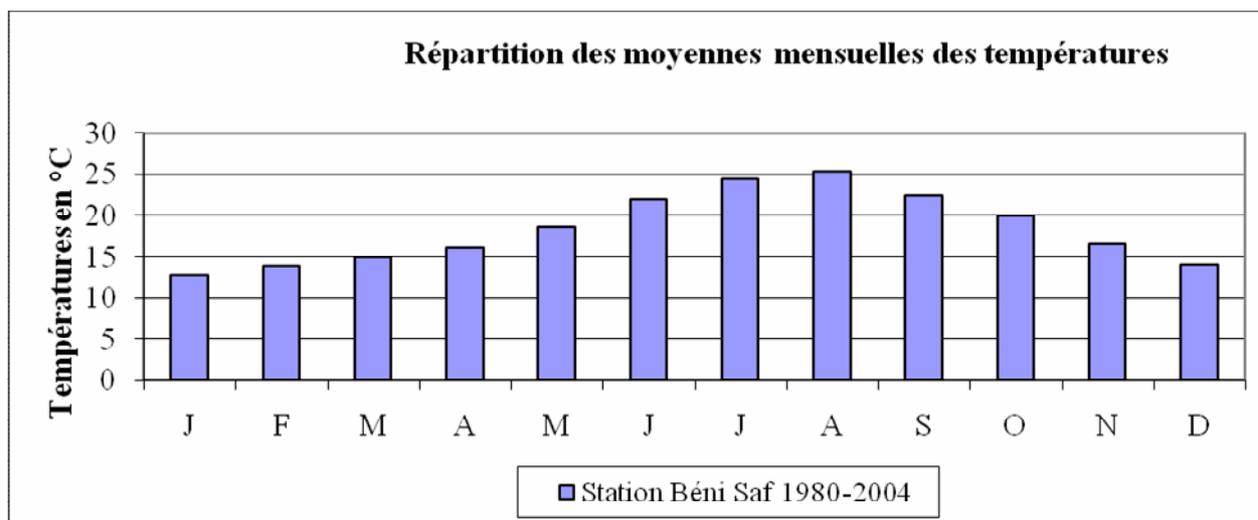


Figure 16 : Températures moyennes mensuelles station Béni saf (1980-2004)

Nous remarquons qu'il n'y a pas une grande différence ou bien un changement dans les deux températures moyennes mensuelles, au cours des deux périodes de références.

Tableau 8 : Températures moyennes mensuelles (Ain Temouchent)

Station Ain Temouchent	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T moy men 1950-2007	11.40	12.50	14.00	15.80	18.50	22.20	25.00	26.00	23.70	19.80	15.40	12.20

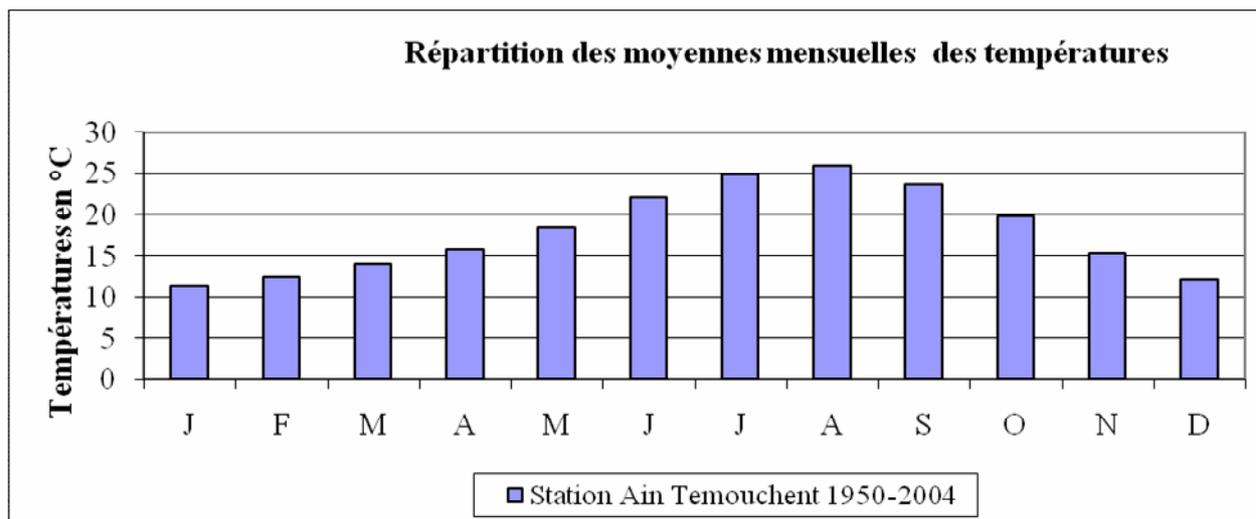


Figure 17 : Températures moyennes mensuelles station Ain Temouchent (1950-2007)

2.2.2 - Moyenne des maxima du mois le plus chaud (M)

En matière de températures extrêmes, le tableau 9 suivant met en exergue tantôt l'influence des entrées marines par les valeurs modérées sur la plaine du bassin tantôt les effets des continents sur la sévérité thermique dans la partie Sud tel qu'il est indiqué par les valeurs absolues instantanées. Cette différence de température entre le littoral et le continent est caractéristique aux régions côtières dont le haut relief qui constitue une barrière climatique des régions méridionales où le climat, semble marquer une forte amplitude thermique.

Tableau 9 : Etude comparative des températures de deux stations (°C)

Mois	Station Béni Saf							Station Ain Témouchent						
	Tna	Tnm	Tny	Moy	Tmy	Tmm	Tma	Tna	Tnm	Tny	Moy	Tmy	Tmm	Tma
Janv	1.0	5.7	9.1	13.0	16.8	20.3	24.2	-0.2	2.6	6.5	11.1	15.7	20.8	26.2
Fevr	1.3	5.2	8.7	13.0	17.3	21.5	26.0	0.2	2.7	6.9	11.7	16.4	22.9	28.8
Mars	2.8	7.0	10.0	14.5	18.9	22.7	27.0	1.2	3.8	8.3	13.5	18.7	25.1	31.4
Avri	6.2	8.3	11.2	15.5	19.8	25.0	24.6	4.0	5.7	10.0	15.5	20.9	29.0	35.4
Mai	8.7	10.7	13.9	18.4	22.8	26.4	29.7	6.6	8.4	12.6	18.4	24.1	32.2	38.0
Juin	11.0	13.8	17.1	21.1	25.1	30.3	42.1	10.0	11.9	15.5	21.6	27.7	35.6	44.8
Juil	15.0	16.7	20.2	24.2	28.2	22.7	38.7	13.2	14.1	18.1	25.0	31.9	40.7	47.4
Aout	13.0	17.4	20.8	25.1	29.3	33.1	37.0	11.8	14.6	19.0	25.8	32.5	38.2	39.8
Sept	9.3	15.3	18.5	22.9	27.3	30.4	34.4	10.8	13.1	17.0	23.1	29.2	36.6	41.2
Octo	7.0	11.9	15.2	19.7	24.2	28.6	33.0	7.6	9.9	14.4	19.9	25.4	32.5	36.8
Nov	7.0	8.7	12.2	16.4	20.5	25.5	28.8	4.0	6.0	10.2	14.8	19.3	25.3	28.2
Déce	2.0	6.1	9.5	13.9	18.3	22.1	24.0	-0.2	3.0	7.7	12.2	16.7	21.5	24.2
An	1.0	10.6	13.9	18.2	22.4	26.6	42.1	-0.2	8.0	12.2	17.7	23.2	30.1	47.4

Source : O.N.M (office national de la météorologie) in U.G.P.D, (2008)

Tna : minimum absolu observé
 Tnm : moyenne brute des minima extrêmes
 Tny : moyenne de tous les minima

Tma : Maximum absolu observé
 Tmm : moyenne brute des Maxima extrêmes
 Tmy : Moyenne de tous les Maxima

Ainsi, il est à remarquer que les mois les plus froids sont décembre et janvier de chaque année en suivant une allure graduelle décroissante, et les plus chauds, juillet et août tout en atteignant le pic de manière moins rapide. Cette distribution mensuelle des températures est d'autant valable pour les valeurs moyennes que pour les extrêmes à l'échelle annuelle, étant donné que le régime thermique sévit de manière uniforme sur l'intégralité des bassins versants.

La moyenne des maxima du mois le plus chaud (M) de la région de Béni Saf est de 29,3 °C (Station Béni Saf). Elle s'élève à 32,5 °C (Station Ain Temouchent). Ces températures coïncident avec une absence quasi totale de précipitations.

La différence des maxima est de l'ordre de 2 °C, donc nous avons une augmentation dans ce type de températures.

Aimé (1991), précise que la brise de mer joue un rôle particulièrement important durant l'été en faisant largement baisser les températures maximales et en réduisant ainsi les amplitudes thermiques.

2.2.3 - Moyenne des minima du mois le plus froid (m)

Cette température est enregistrée au mois de janvier, c'est le mois le plus rigoureux de l'année.

Dans la station de Béni saf, elle est de l'ordre de 8,7°C et dans la station de Ain Temouchent elle est de 6,5 °C. L'examen de ce type de température dans les deux périodes, nous montre qu'il y a une petite augmentation des minima en fonction du temps. Celles-ci ont une action directe sur le comportement et le développement des végétaux.

Les minima de la zone du littoral, sont plus élevés que celles de l'intérieur du pays. Dans certains endroits comme l'Atlas saharien, elles peuvent atteindre -1,8 °C (Seltzer 1946).

L'effet de la mer a une grande importance sur la valeur des minima, par ailleurs les rosées et les brouillards littoraux agissent et rendent le climat plus doux.

D'après Aimé (1991), l'importance de ces brouillards est responsable de l'augmentation des minima en période humide par la réduction du rayonnement nocturne.

2.2.4 - Amplitudes thermiques (M - m)

Amplitude thermique, est défini par la différence entre les températures moyennes du mois le plus chaud « M » et les températures moyennes du mois le plus froid « m ».

Les amplitudes thermiques pour ces deux parties climatiquement opposées se compensent en hiver comme en été, donnant ainsi grossièrement les mêmes valeurs moyennes à l'échelle annuelle, comme le montre le tableau 9 des deux stations, l'une, Béni-Saf située au nord près du littoral et l'autre Ain Témouchent en relief. Les températures moyennes interannuelles diffèrent légèrement entre le Nord et le Sud, donnant respectivement 18°C et 17°C.

Debrach (1953), propose une classification des climats fondée sur L'amplitude thermique (M-m), à savoir :

- Climat insulaire : $M-m < 15^{\circ}\text{C}$;
- Climat littoral : $15^{\circ}\text{C} < M-m < 25^{\circ}\text{C}$;
- Climat semi continental : $25^{\circ}\text{C} < M-m < 35^{\circ}\text{C}$;
- Climat continental : $35^{\circ}\text{C} < M-m$.

Tenant compte de cette classification, nous avons constaté que la zone d'étude se trouve dans un climat plutôt littoral.

2.3 - Hygrométrie

C'est un paramètre climatique important pour le développement ou bien la disparition de certaines espèces animales ou végétales.

Hygrométrie c'est la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air. Le degré hygrométrique ou humidité relative, représente le pourcentage de vapeur d'eau qui existe réellement dans l'air (humidité absolue) par rapport à la quantité maximale que pourrait contenir l'atmosphère dans les mêmes conditions de température et de pression (Anonyme, 1981).

D'après Kadik (1986), l'humidité atmosphérique décroît depuis le littoral jusqu'aux zones les plus continentales, ainsi elle est plus élevée pendant la saison des pluies. A défaut des données sur l'hygrométrie de la région de Béni Saf, nous avons pris en considération la valeur moyenne annuelle d'hygrométrie du littoral en Oranie, qui est comprise entre 69 à 75%. Ce taux reste nettement important il est relativement constant tout au long de l'année.

2.4 - Vents

La région de Béni Saf est balayée par des vents de toute direction et de différente vitesse, qui exercent une action très remarquable sur la physionomie de la végétation.

Les vents de l'Ouest, sont les plus dominants, ils soufflent avec une vitesse de 16 m/s, généralement, sont humides et provoquent les précipitations pendant les mois de septembre jusqu'au mois de mars.

Les vents du Nord Ouest, qui soufflent sur la zone ont d'une vitesse plus ou moins faible de 10 m/s. En hiver, ils sont froids et humides par suite de leur passage sur la mer. Ils apportent une lame d'eau appréciable durant cette saison. Ainsi, ils rafraîchissent la région pendant la période estivale.

Les vents du Sud Est sont rares et chauds, soufflent quelquefois en fin de l'été et le début de l'automne, avec une vitesse de 11 à 15 m/s. Ces vents sont très néfastes pour les plantations agricoles (vergés d'agrumes).

3 – Synthèse bioclimatique

3.1 - Indice de sécheresse estivale

Afin d'estimer avec précision l'intensité de la période sèche, Emberger en 1942 a représenté l'indice de sécheresse estivale par la formule suivante :

$I_s = P_E / M$ dans lequel P_E désigne la pluviométrie estivale en mm et M , la moyenne des maxima des mois les plus chauds en °C.

D'après Kadik (1986), l'intensité de la sécheresse estivale diminue avec l'éloignement des stations par rapport à la mer. Le même auteur remarque aussi son gradient croissant de l'Ouest vers l'Est.

La région de Béni Saf se caractérise par une pluviométrie estivale de l'ordre de 12 mm, dans l'ancienne période (1913-1938) et 12,48 mm durant la nouvelle période (1980-2004), pour la station de Béni Saf, et 12,85mm pour la station d'Ain Temouchent. A cet effet, nous pouvons calculer l'indice de sécheresse estivale pour les deux périodes et qui seront comme suit :

Tableau 10 : Indice de sécheresse des stations de référence (Is)

Station	Périodes	P (mm)	M °C	Is
Béni Saf	1913-1938	12,00	29,30	0,41
Béni Saf	1980-2004	12,48	31,35	0,39
A.Temouchent	1950-2004	12,85	32,50	0,39

A partir du tableau ci-dessus, nous pouvons déduire que la sécheresse estivale devienne de plus en plus accentuée, avec un manque de précipitations durant la saison estivale, qui peut y aller jusqu'à 5 à 6 mois, une caractéristique du littoral algérien en général.

3.2 - Indice xéothermique

Ce type d'indice établi par Bagnouls et Gaussen en 1953 pour évaluer le xéothermique qui représente le nombre de jours biologiquement secs au cours de la période sèche. Il est calculé en fonction du nombre de jours de pluie et du degré hygrométrique moyen mensuel, ainsi les jours de brouillard et de rosée sont pris en compte et assimilés chacun à des demi jours secs. Les valeurs de coefficient « **K** » traduisent la prise en compte de l'état hygrométrique moyen durant la journée.

$$\mathbf{K} = \frac{230 - \mathbf{H}}{200}$$

Où **H** est le degré hygrométrique moyen durant la journée.

- K= 1 pour H<40%
- K= 0,9 pour 40%<H<60%
- K= 0,8 pour 60%<H<80%
- K= 0,7 pour 80%<H<90%
- K= 0,6 pour 90%<H<100%

Cependant, pour chaque mois le nombre de jours biologiques secs est égal au nombre de jours du mois, moins le nombre de jours de pluie au cours du même mois, ainsi en ajoutant la moitié des jours de brouillard et de rosée. C'est ce nombre qui est multiplié par le coefficient de correction **K** pour avoir la valeur de l'indice mensuel. La sommation des indices mensuels de la période Sèche, permet d'obtenir l'indice annuel **X**.

En fonction de la valeur de **X** et le nombre de mois secs, on peut déduire suivant la classification de Gaussen le type climatique de la région.

Tableau 11 : Type climatique

Valeur de X	Nombre de mois secs	Types climatiques
Inf. à 40	1 à 2	Subméditerranéen
Entre 40 et 100	3 à 4	Méso méditerranéen
Entre 100 et 150	5 à 6	Thermo méditerranéen
Entre 150 et 200	7 à 8	Xérothermoméditerranéen
Entre 200 et 300	9 à 11	Subdésertique
Sup. à 300	12	Désertique

L'indice xérothermique annuel (**X**) de la période sèche de la zone d'étude est égal à 120 dans l'ancienne période et suivant la classification indiquée ci-dessus nous pouvons dire que la zone d'étude est soumise à un climat de type Thermo méditerranéen.

D'après Quézel (2000), l'étage thermo méditerranéen, s'étend en moyenne entre 0 et 500-600 m, sur les rivages septentrionaux du Maghreb ; plus au sud il peut s'élever à plus de 1000 m, notamment sur l'anti-Atlas ou l'Aurès. Il présente en Afrique du Nord, une très grande variété de paysages et des structures de végétations, malheureusement souvent fort malmenées par l'homme et ses troupeaux.

3.3 - Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen (1953)

Ce diagramme permet de déterminer la saison sèche par une représentation graphique, sur lequel sont reportés, en abscisse les mois de l'année, en ordonnée à droite les précipitations en mm et en ordonnée à gauche, les températures moyennes mensuelles en °C à une échelle double de celle de précipitations.

Bagnouls et Gaussen, considèrent qu'un mois est sec quand le total des précipitations (**P**) est égal ou inférieur au double de la température (**T**). Donc $P = 2T$

Quand la courbe des précipitations passe au dessous de celle de températures, la période s'étendant entre les abscisses des points d'intersection des deux courbes, elle correspond à la durée de la saison sèche, son intensité est traduite par la surface du graphe comprise entre les deux courbes durant cette période.

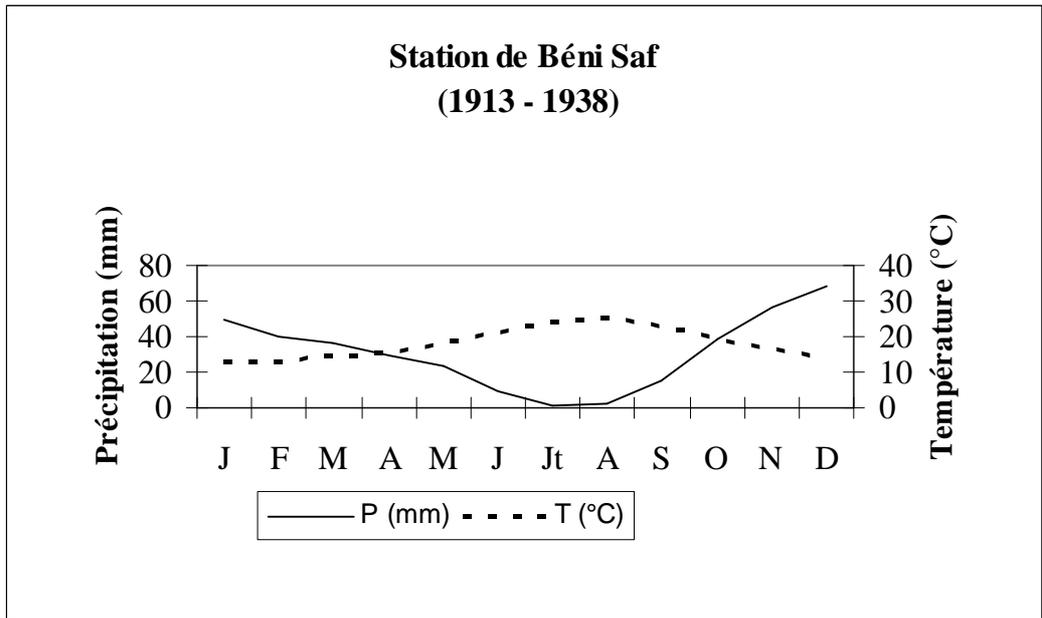


Figure 18 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

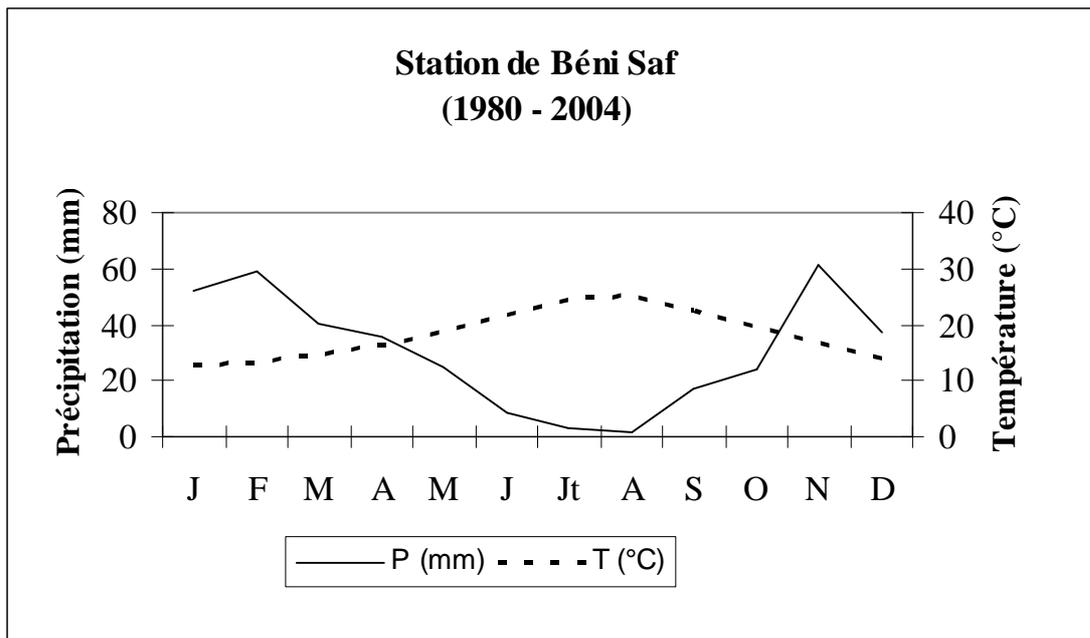


Figure 19 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

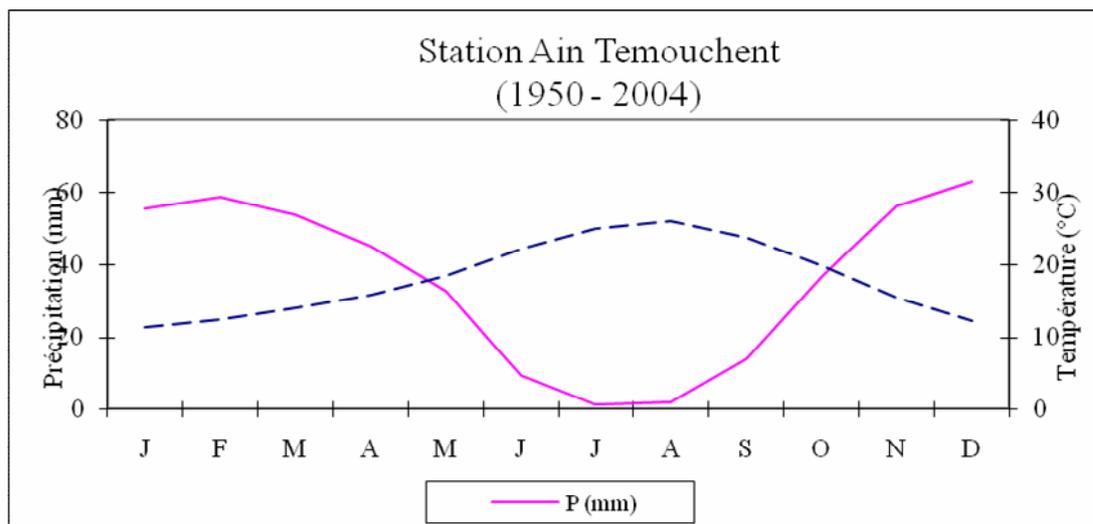


Figure 20 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

Le diagramme ombrothermique de la région de Béni Saf (Figure 19) est caractérisé par une saison sèche qui s'étend sur sept mois par an, du mois d'Avril jusqu'à Octobre.

Les précipitations coïncident avec la période des faibles températures et les mois de juillet et Août sont les plus secs et les plus chauds.

Le climat de la région est un climat de type méditerranéen, qui est caractérisé par la concentration des pluies durant la période froide de l'année ; il y a coïncidence de la saison sèche et de la saison chaude.

L'ensemble des caractéristiques climatiques ont un lien direct avec la répartition et le développement de la végétation qui sera traité dans les chapitres suivants.

3.4 - Quotient et climagramme pluviothermique d'Emberger

Emberger (1930 b) ; Abi-Saleh, Barbéro, Nahel et Quézel, (1976) ; Akman, Barbéro et Quézel (1979), ont considérées comme méditerranéennes, l'ensemble des forêts soumises au bioclimat méditerranéen, lui-même subdivisé en plusieurs ensembles bioclimatiques en fonction en particulier de la valeur des précipitations annuelles, voire du coefficient pluviothermique d'Emberger (1930 a, 1955) mais aussi de la durée de la sécheresse estivale. Selon Daget (1977), un phénomène régulier représente le stress climatique mais variable selon ces types bioclimatiques (aride, semi-aride, sub-humide, humide, perhumide) mais aussi en fonction des étages de végétation (Quézel, 1974, 1981).

Le bioclimat semi aride voire aride constitue essentiellement le thermo méditerranéen, c'est le domaine des conifères, pré-forêts et forêts pré-steppiques, à conifères essentiellement : *Tetraclinis*, *Pinus*, *Juniperus*. Les feuillus y sont représentés par les formations résiduelles à *Pistacia atlantica* et à *Acacia* (Quézel, 2000).

A partir des données des précipitations et des températures, Emberger (1952) a établi une relation dont la résultante servirait à situer le climat, ce qu'on appelle le quotient pluviothermique d'Emberger « Q₂ ». C'est le plus connu et le plus largement utilisé en région méditerranéenne.

La formule du quotient Q_2 s'exprime comme suit :

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

P = pluviométrie en mm ;

M = Moyenne des maximums du mois le plus chaud en Kelvin,

m = Moyenne des minimums du mois le plus froid en Kelvin.

Les températures sont exprimées en degrés absolus, $t^\circ K = t^\circ C + 273,2$ °C, pour éviter de trouver des valeurs de Q_2 identiques pour les températures de m égales mais de signe contraire.

Le quotient pluviothermique Q_2 de la zone d'étude est calculé sur les deux périodes, l'une ancienne de 1913-1938, le Q_2 est égale à 63 dont la valeur de m est de 9,1°C. Durant la nouvelle période le Q_2 est de 57,45 avec une température m de 10,06°C pour la station de Beni saf. Le Q_2 est de 56,51 avec une température m de 6,5 °C pour la station d'Ain Temouchent.

Après avoir calculé le Q_2 et en fonction des valeurs de m en degré Celcius, nous pouvons localiser notre station météorologique sur le climagramme d'Emberger et définir son étage et son sous étage bioclimatique.

A partir de certaines valeurs de Q_2 et m , la végétation change, elle peut évoluer en même temps que le climat se modifie (Alcaraz, 1969).

La station de Béni saf été située dans le bioclimat semi aride supérieur à hiver chaud, durant la période 1913-1938. Dans la nouvelle période de 1980-2004, elle a régressé et passe sous un bioclimat semi aride moyen à hiver chaud. La station de Ain Temouchent est située dans le bioclimat semi aride moyen à hiver tempéré. A cet effet nous remarquons qu'il y a une légère aridité du climat qui agit directement sur les peuplements végétaux.

En 1963 Emberger et Sauvage, subdivisent les bioclimats adoptés en variantes climatiques comme suit et donnent les risques de gelées correspondantes :

Tableau 12 : Répartition des risques de la gelée en fonction des « m »

m en °C	< 0°C	0°C à 3°C	3°C à 7°C	> 7°C
Gelées	Très fréquentes	Assez fréquentes	Occasionnelles	Nulles
Variante en hiver	Froid	Frais	Tempéré	Chaud

A ce propos, nous soulignons que la zone d'étude est située sur le littoral où les minima « m » dépassent les 7°C. On peut considérer qu'il y a une absence de la gelée.

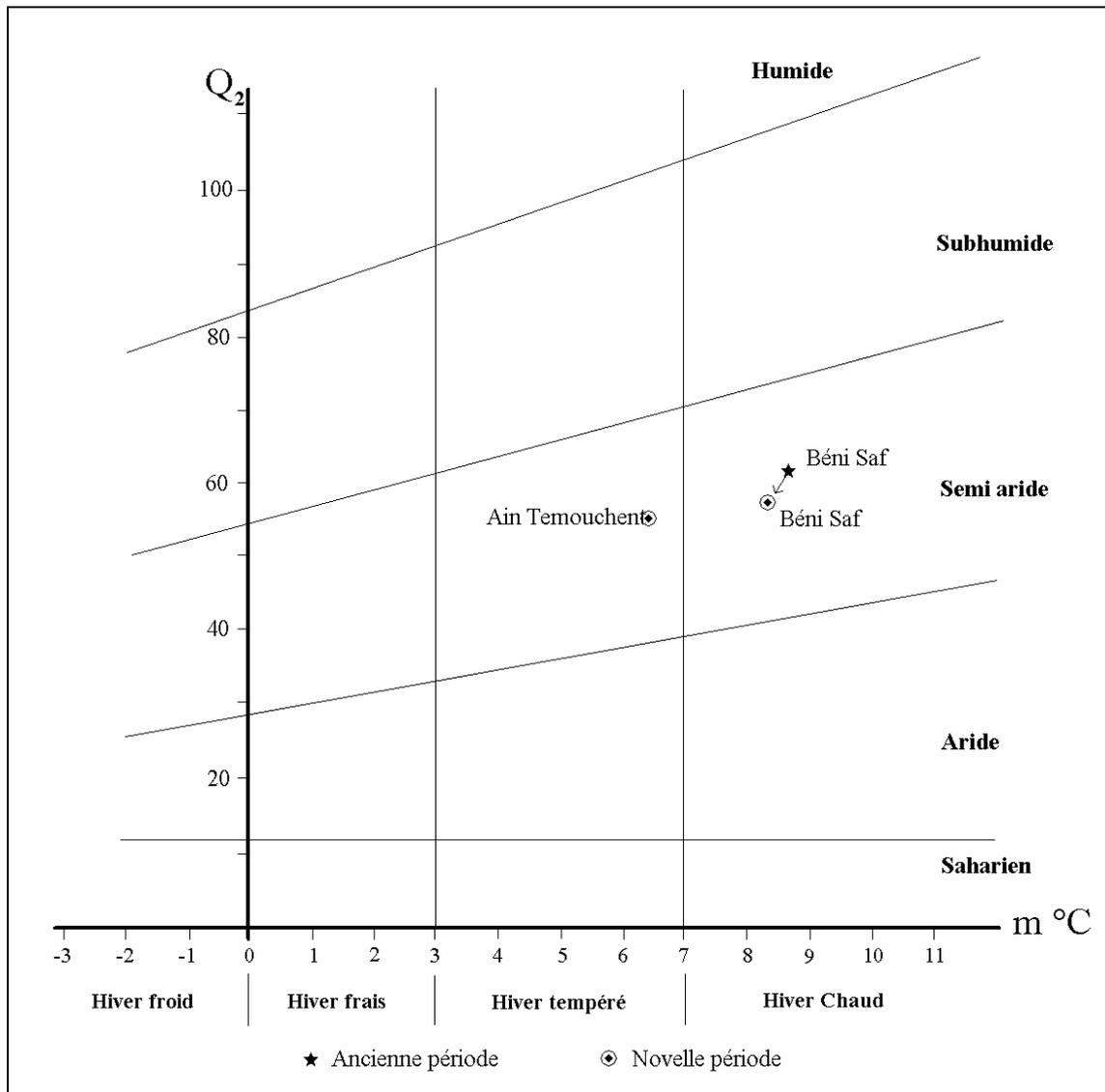


Figure 21 : Climagramme pluviothermique d'Emberger

3.5 - Indice d'aridité de De Martonne

Martonne en 1926 a utilisé son indice pour estimer l'intensité de sécheresse et qui est calculé par la formule suivante :

$$I = \frac{P}{T + 10}$$

P : Précipitations moyennes annuelles en mm ;

T : températures moyennes annuelles en °C.

On applique la formule de De Martonne pour calculer l'indice d'aridité (I) de la station de Beni saf, pour l'ancienne période, il est de 13,18 mm/°C et pour la nouvelle ,il est de 12,64 mm/°C. Concernant la station de Ain Temouchent, l'indice d'aridité est de 15,33 mm /°C. Suite aux résultats obtenus, nous pouvons dire que notre zone d'étude est située sous un climat de type semi aride à écoulement temporaire, milieu favorable pour le développement des formations herbacées annuelles et/ou vivaces, adaptées au stress hydrique qui est plus ou moins important.

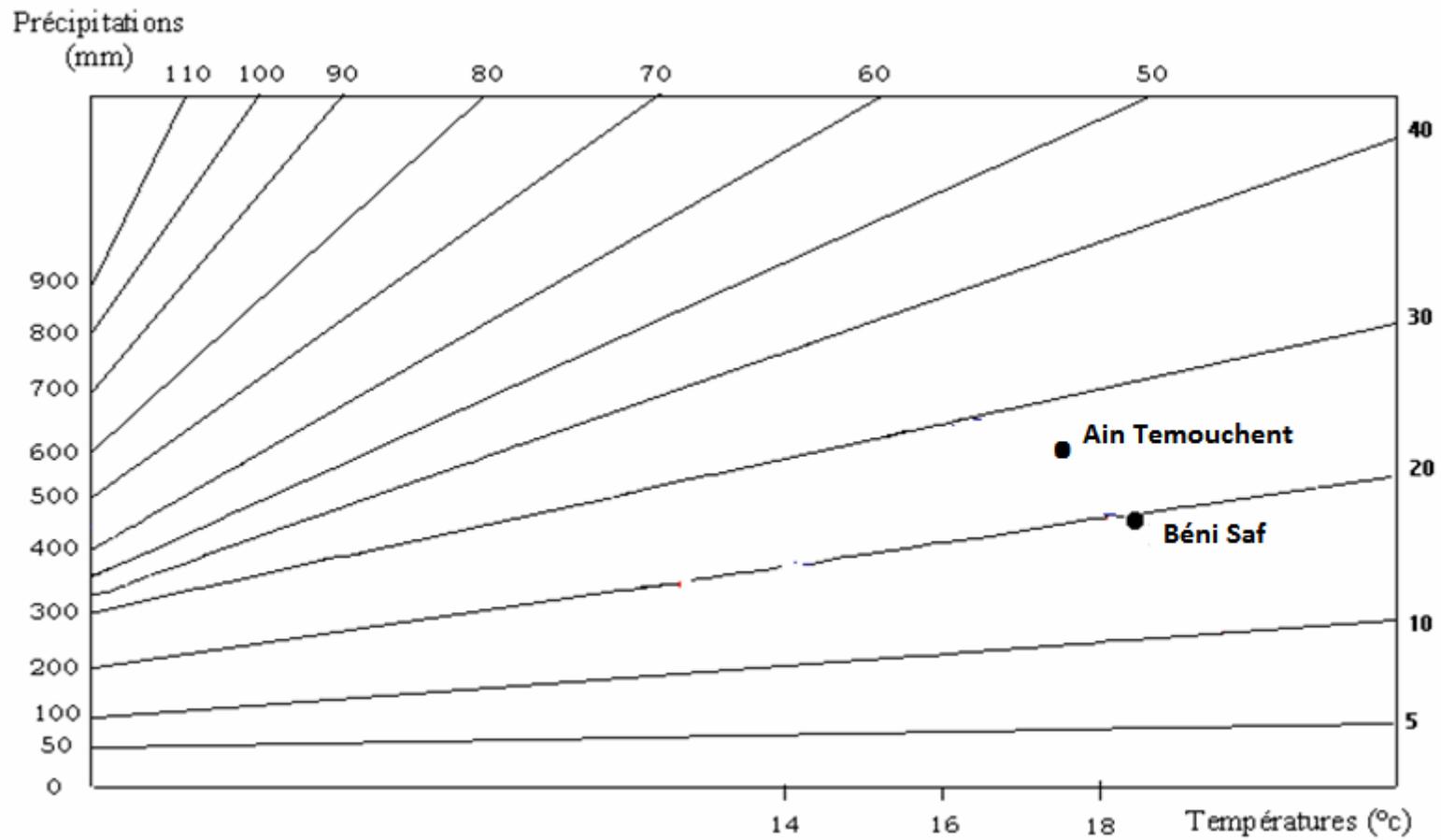


Figure 22 : Abaque pour le calcul d'indice d'aridité de De Martonne

3.6 Indice de Paterson C .V. P

Paterson (1956), note que le climat constitue le facteur principal dans la productivité forestière, tandis que le sol est un facteur secondaire. Les exigences de l'arbre aux facteurs climatiques sont très variées dans le temps et dans l'espace.

Les facteurs qui interviennent pour arriver à une productivité potentielle jusqu'à un certain âge, se résument comme suit :

la chaleur ;

l'humidité ;

la longueur de la période végétative ;

l'intensité des radiations solaires.

La combinaison de ces facteurs dans la formule suivante donne l'indice de C.V.P (C : climate ; V : végétation ; P : productivité).

$$I = \frac{T_v.P.G.E}{T_a.12.100}$$

Dans la quelle :

I : Indice climatique de la productivité ;

T_v : Température du mois le plus chaud ;

T_a : Ecart de température entre le mois le plus chaud et le plus froid ;

P : Précipitation annuelle en mm ;

G : Durée de la saison végétative en mois ;

E : Intensité solaire en pourcentage.

Pour le calcul de I, la seule difficulté réside dans la détermination de G (c'est la longueur en mois de la saison de végétation). Pour résoudre ce problème, Pardé et Bouchon (1988) préconisent, en zone méditerranéenne, pour qu'un mois soit considéré comme mois de végétation, il faut qu'il remplisse simultanément les deux conditions suivantes :

température moyenne mensuelle supérieure ou égal à 10°C ;

Précipitations moyennes mensuelles supérieures à 2 fois la température moyenne mensuelle.

Sur la base des valeurs relatives dans notre zone, l'indice C. V. P vaut I = 131,84 pour l'ancienne période et 146,96 pour la nouvelle période (Station Beni Saf).

En introduisant cette valeur dans le graphe de la figure N° correspondant de la relation indice C. V. P, productivité potentielle de la région, on obtient le résultat suivant :

Production potentielle de 1913-1938 = 3,8 m²/ha/an

Production potentielle de 1980-2004 = 4,0 m²/ha/an

On distingue une augmentation croissante de la production potentielle de la région, qui est dû généralement aux précipitations qui sont plus importantes dans le dernier temps au cours de la saison végétative.

3.7 - Bilan hydrique

L'enrichissement en eau de l'atmosphère dans la région de Béni Saf est dû, d'une part à l'évaporation directe à partir des plans d'eau (la mer) ou du sol, d'autre part à la transpiration des végétaux. Cette consommation globale est couramment désignée sous le terme d'évapotranspiration. Dans les conditions optimales, l'évapotranspiration tend vers une valeur limite connue sous le nom « évapotranspiration potentielle » ou ETP. La fonction des paramètres climatiques d'une région donnée, l'ETP donne des indications sur l'ampleur

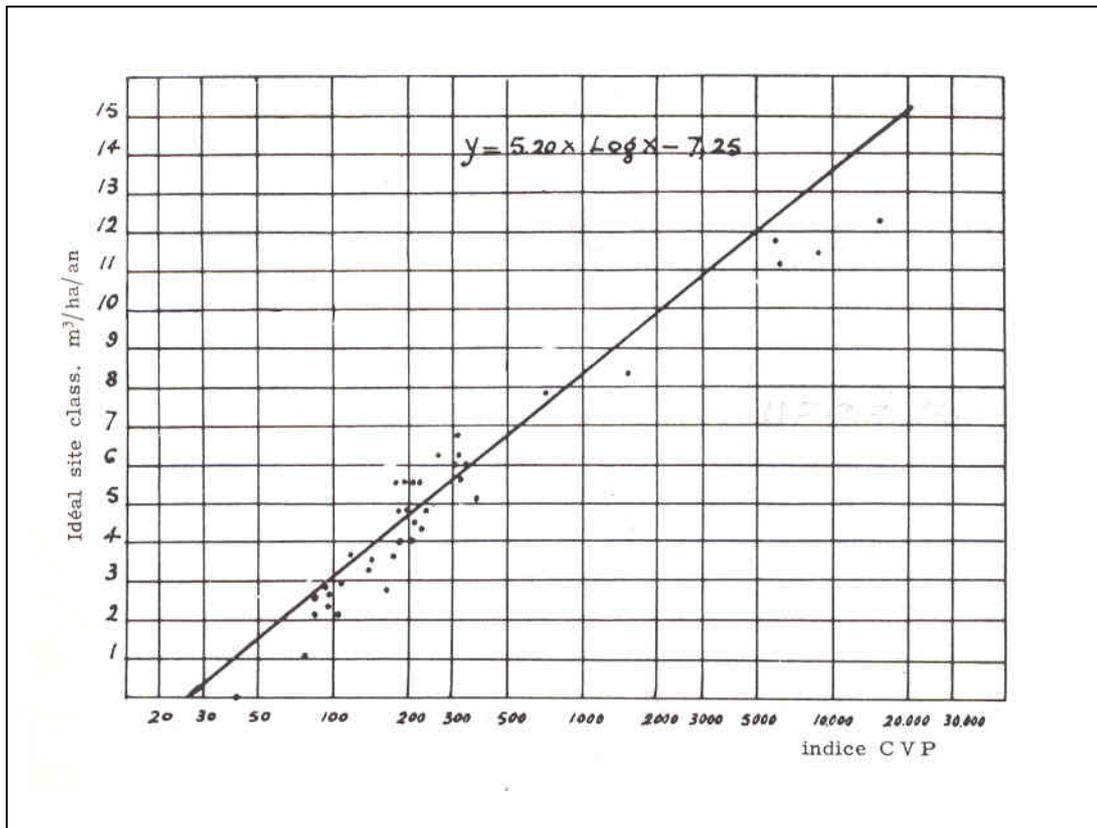
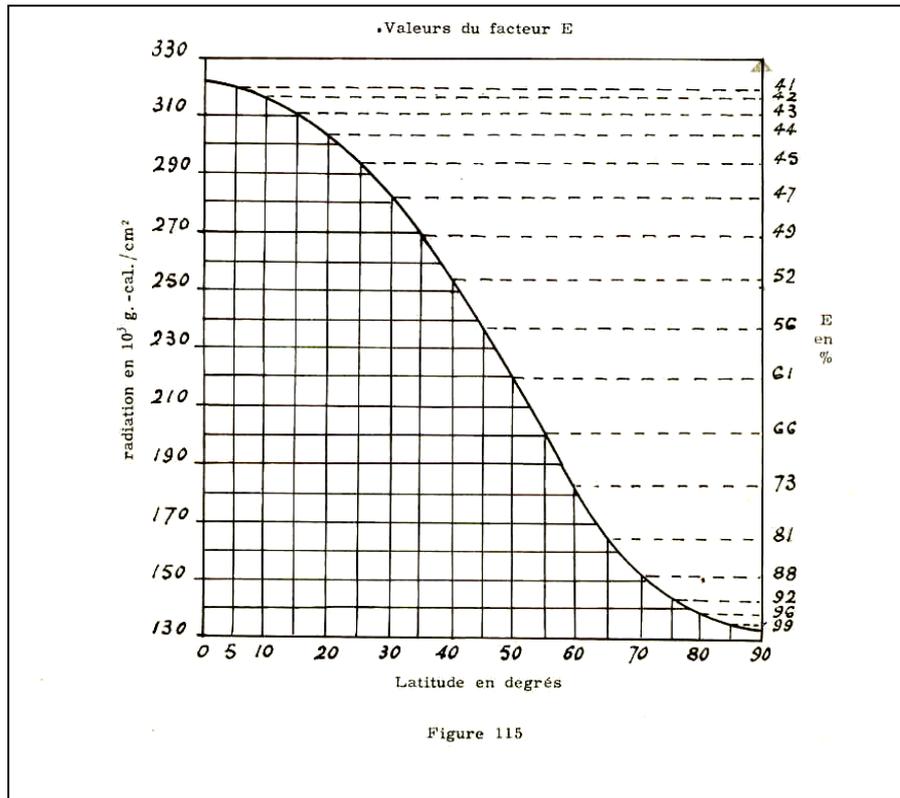


Figure 23 : Relation entre l'indice CVP et la productivité potentielle

effective du transfert d'eau vers l'atmosphère. Sa détermination est cependant complexe et les observations courantes portent le plus souvent sur l'évaporation. Des formules (Thornthwaite 1948, Turc 1961, etc.) ont cependant été mises au point pour permettre de déterminer l'ETP à partir d'autres éléments du climat.

L'évapotranspiration potentielle est partout très forte, en raison des températures élevées de l'été, du degré hygrométrique plutôt modéré de l'air et des vents souvent secs et chauds qui parcourent le pays (Letreuch .Belarouci, 1986).

Pour l'analyse du bilan hydrique de la région de Béni Saf, nous avons utilisé la méthode de Thornthwaite (1948), représentée par la formule empirique suivante, basée sur la corrélation entre la température moyenne de l'air et le taux de transpiration des plantes.

Ou :

$$\text{ETP} = 1,6 \times \text{LA} \left(\frac{10t}{I} \right)^a$$

ETP = évapotranspiration potentielle mensuelle (mm) ;

t = température moyenne mensuelle de l'air (°C);

a = 0,000 000 675 I³ - 0,000771 I³ + 0,01792 I + 0,49239

I = Indice de température annuel, calculé en faisant la somme des douzes valeurs d'un indice mensuel *i* calculé par la formule :

$$i = \left(\frac{t}{5} \right)^{1,514}$$

LA = facteur de correction pour la longueur du jour, le nombre de jours du mois et la latitude, il donne la durée moyenne possible de l'ensoleillement (unités de 30 jours égaux de 12 heures chacun).

Les résultats de mesures montrent une forte ETP durant l'été en raison de le la température qui est très élevée. Hors cette période les valeurs sont inférieures.

Le bilan hydrique annuel enregistré dans ce secteur, durant l'ancienne période atteint 907,2 mm, et 930,7mm pour la nouvelle période.

4 - Conclusion

La présente étude bioclimatique a permis de mettre en exergue la variabilité climatique et son action influente sur la végétation dans la région de Beni saf, zone bien connue pour sa diversité floristique, sa biogéographie et son régime climatique méditerranéen typique. Les analyses des données climatiques disponibles des dernières années ont permis d'identifier les manifestations de cette variabilité climatique, caractérisée par une hausse légère des températures annuelles de + 0,28°C en moyenne depuis le début des années 1913 (données de Seltzer 1946, jusqu' à l'année 2004) et une diminution légère des précipitations (- 3 %), par rapport à la période de référence 1913-1938. A cet effet nous pouvons dire que le climat même s'il a subi quelques légères régressions (Températures et Précipitations) dans cette région, il n'a pas toute fois connu de changement significatif du moins ce qui semble ressortir de cette étude bioclimatique.

Chapitre III

Sols de la région

Chapitre III : Sols de la région

1 - Introduction

La formation des sols ou bien la pédogenèse est sous la dépendance de différents facteurs naturels qui sont la géologie (roche mère), la topographie, le climat et la végétation, ainsi que des facteurs anthropiques (Binkley et Fisher, 2013). L'homme peut modifier l'évolution naturelle des sols, soit par action directe, telle que le défrichement et la mise en culture (formation d'un horizon humifère particulier), soit par action indirecte, plus progressive, s'exerçant par l'intermédiaire de la végétation : la végétation primitive (climax) est détruite, et remplacée par une végétation secondaire, qui modifie l'humus et la pédogenèse (Duchaufour, 2001).

Aubert et Boulaine (1967), ont placés la science du sol au sein des Sciences naturelles. Son objet d'étude est une entité naturelle, un corps naturel, qui se trouve à l'interface du monde minéral avec le monde biologique et l'atmosphère. Le sol est le produit de l'altération, du remaniement et de l'organisation des couches supérieures de la croûte terrestre sous l'action de la vie, de l'atmosphère et des échanges d'énergie qui s'y manifestent.

Pour étudier le sol, les pédologues ont su créer des modes appropriés d'observation sur le terrain et des formes adéquates de notation d'un bon nombre de caractères qui lui sont propres, telles les couleurs, les textures, les structures, etc. Ils ont su créer, de plus, des classifications (modélisation) pour distinguer les différents modes d'association de ces caractères notamment les horizons, les profils, etc. (Boulaine, 1982).

Les sols évoluent lentement sous l'effet de grands facteurs naturels tels que le climat, la topographie, les matériaux parentaux et la végétation. Cette évolution peut être accélérée ou modifiée par les activités humaines telles que les aménagements fonciers, les pratiques agricoles, les épandages, les retombés atmosphériques, les pollutions accidentelles, etc. qui perturbent l'équilibre de l'écosystème que constitue le sol (Jolivet *et al.*, 2006).

La végétation constitue un élément important du milieu physique ; d'ailleurs elle n'est que le reflet de la qualité du sol et bien sur du climat (Benabdelli, 1996).

Certains travaux effectués sur la protection du sol à partir du « Fatras » ont permis d'augmenter la biomasse aérienne de la végétation, citons à titre d'exemple les études menées par Hellal *et al.* (2007).

Le sol est l'élément principal de l'environnement qui règle la répartition de la végétation. Il se développe en fonction de la roche mère, la topographie et les caractéristiques du climat (Ozenda, 1954).

Selon Gaouar (1980), le type de végétation est le seul à déterminer le type de sol : humus, lessivage, podzolisation, mais cette action de la végétation est fortement freinée par la dynamique pédogénétique d'un sol et la nature du substrat qui lui donne naissance.

Les particularités bioclimatiques ont eu aussi des conséquences directes sur la pédogenèse des principaux complexes édaphiques méditerranéens avec par exemple des sols bruns forestiers typiques essentiellement dans les forêts d'équilibre du Nord de la méditerranée dans l'humide et le subhumide, des sols bruns fertilités dans les forêts

potentielles du Sud surtout en bioclimat subhumide et des sols rouges fertilitiques, dans le semi-aride et l'aride plus particulièrement (Quézel, 2000).

Dans ce chapitre sont traitées les informations d'ordre morphologiques et phyto-édaphiques. Plusieurs observations ont été effectuées sur les neuf profils creusés sur le terrain qui nous permettent une étude des relations milieu édaphique-végétation. A cet effet, nous avons constaté qu'il est nécessaire de procéder aux analyses physico-chimiques des sols de cette région, pour identifier les caractéristiques édaphiques, et voir leurs actions sur la répartition et la physiologie de la végétation.

Pour le pédo-phytosociologue le choix de l'emplacement du profil à réaliser est conditionné essentiellement d'une part par la composition floristique du groupement végétal que l'on se propose d'étudier du point de vue pédologique, et d'autre part par la nature du substratum sur lequel s'est formé le sol (Aubert, 1978).

2 - Méthodes utilisées sur le terrain

2.1 - Localisation des profils et caractéristiques de l'environnement

Au cours de la prospection effectuée dans la région de Béni Saf, différents sols ont été identifiés et classés après examen détaillé des horizons : couleur, épaisseur, les agrégats et les vides, l'abondance des racines, structure et texture, etc. Neuf profils ont été effectués au sein des peuplements homogènes que possible et suivant aussi la nature morphologique du sol sous cette végétation. Pour chaque profil du sol, les observations faites sur le terrain, ont été notées sur une fiche sur laquelle figure également une description du profil par horizon.

La description du profil sera effectuée comme suit :

- Installation du profil, localisation,
- Description de la végétation, ainsi que le recouvrement,
- Description de la pente du terrain, profondeur des horizons pédologiques,
- Description des faces des agrégats,
- Caractéristiques de la matière organique,
- Traces d'activités biologiques ou anthropiques,
- Traits pédologiques : cristaux, nodules, ciments,
- Description de l'enracinement,
- Description des porosités intra et inter agrégats (fentes, conduits de vers).
- Profondeur et variation des limites entre horizon. Importance de la transition entre deux horizons,
- Description de l'abondance et de la nature des éléments grossiers (Baize et Jabirot, 1995).

La description du sol est complétée par des prises de photographie pour chaque profil.

2.2 - Prélèvements d'échantillons

Les prélèvements ont consisté à prendre dans chaque horizon une quantité d'environ 1000g de terre brute, de la surface (y compris la litière) jusqu'à la roche mère, qui doit être soumise à des analyses physico-chimiques au laboratoire après tamisage, afin de classer les différents profils en fonction des variables édaphologiques les plus discriminantes. Ainsi, 15 observations complètes ont été retenues (03 niveaux : 5-10 cm, 15-20 cm et 25-30 cm, pour chaque profil) et des variables (Ref = fraction >2mm, argile, limon, sable, pH, Matière organique, conductivité, couleur, etc.

3 - Méthodes utilisées au laboratoire

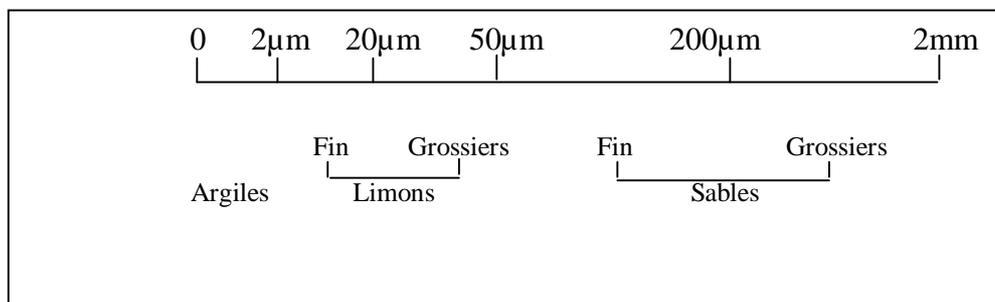
Les échantillons prélevés ont été étudiés par les voies chimiques et physiques classiques. Les analyses ont été réalisées aux laboratoires des sols L.T.P.O. (Laboratoire des travaux publics de l'Oranie) Abou Tachfine (Tlemcen) et I N R F (Institut national de recherches forestières) de Tlemcen.

Les méthodes utilisées au laboratoire peuvent être résumées de la manière suivante :

3.1 - Détermination du pourcentage des éléments grossiers et des éléments fins

Après séchage à l'air (8 à 10 jours), les échantillons ont été tamisés à l'aide des tamis de différentes catégories, inférieur de 2 μ m à 2mm. Notons que les mottes ont été désagrégées manuellement. La destruction des agrégats organo-minéraux, doit être faite sans dénaturation des particules élémentaires, argiles et limons, et qui sera souvent indispensable à la dispersion. (Queiroz Neto, 1996).

Les particules minérales ont été classées selon l'échelle internationale (Association internationale de la science du sol, 1930) de la façon suivante :



Les éléments grossiers, sont la partie minérale supérieure à 2 mm.

Détermination de la teneur en éléments grossiers ou « refus », principe consiste à éliminer la terre fine de l'échantillon de sol brut par un lavage à l'eau sur une maille de 2mm, La teneur pondérale de l'échantillon en éléments grossiers est alors calculée en faisant le rapport de la masse totale d'éléments grossiers sur la masse totale de terre brute, séchés à 105°C.

$$\%EG = \frac{\text{Masse totale d'éléments grossiers}}{\text{Masse totale de terre brute}} \times 100$$

3.2 - Détermination des pourcentages d'argiles, de limons et de sables

Les teneurs en argiles, limons fins et limons grossiers ont été déterminées en appliquant la méthode internationale (NF P 94- 057) faisant appel à l'utilisation de pipette de Robinson. Concernant les sables ont été séparées et fractionnées par tamisage.

3.3 - Détermination de la teneur en calcaire total

La présence du calcaire (CaCO_3) dans le sol, il est indiqué par le HCL. La réaction entre l'HCL est le calcaire résulte une effervescence et la libération d'un gaz CO_2 .

On rencontre le calcaire (CaCO_3) dans les différentes fractions granulométrique, par exemple : Argile, Limon, Sable. Le calcaire dans le sol provient essentiellement par les roches mères ou bien, il peut avoir une origine : les eaux de ruissellement, les eaux de nappe.

La valeur du calcaire total est déterminée par le calcimètre de Bernard. Cette méthode est basée sur la comparaison entre deux volumes : Celui du CO_2 dégagé en utilisant du CaCO_3 pur et celui du sol dans les mêmes conditions de température et de pression.

Après l'analyse, on peut classer les horizons suivant leurs teneurs en CaCO_3 , suivant la classification proposée par le GEPPA (Groupe d'Etude des problèmes de pédologie Appliquée) et utilisé par Baize (1990) :

- < 1 % Horizon non calcaire ;
- 1 à 5 % Horizon peu calcaire ;
- 5 à 25 % Horizon modérément calcaire ;
- 25 à 50 % Horizon fortement calcaire ;
- 50 à 80 % Horizon très fortement calcaire ;
- > 80 % Horizon excessivement calcaire.

3.4 - Détermination du pH

Le pH détermine l'acidité ou la basicité d'un milieu quelconque, définie par la concentration des ions (H^+) dans ce milieu. Il s'exprime selon une échelle de 0 à 14. Les valeurs faibles indiquent une acidité, les valeurs > 7 correspondent à un caractère basique (Baize, 1990).

Le pH est mesuré par un potentiomètre à électrode de verre avec un rapport sol/eau de 1/2,5. L'acidité réelle, exprime la possibilité du sol de libérer des ions H^+ libres dans le sol. C'est une méthode électrométrique qui utilise un pH-mètre préalablement étalonné à l'aide d'une solution tampon de pH connu.

En ce qui concerne les analyses du sol de nos horizons, nous avons pris en considération la classification du référentiel pédologique Français (1987), aussi utilisé par (Baize, 1990) :

- pH : inférieur à 3,5 hyper- acide ;
- pH : entre 3,5 et 5,0 très acide ;
- pH : entre 5,0 et 6,5 acide ;
- pH : entre 6,5 et 7,5 neutre ;
- pH : entre 7,5 et 8,5 basique ;
- pH : supérieur à 8,7 très basique.

3.5 - Détermination de l'humidité du sol

Elle correspond à la teneur en eau d'un échantillon de sol à un moment donné. Elle est exprimée en pourcentage par rapport à une quantité de terre séchée à 105 °C.

L'eau du sol a une importance considérable ; d'une part par ce qu'elle intervient dans la nutrition des plantes, à la fois directement et indirectement, en tant que véhicule les éléments nutritifs dissous ; d'autre part, c'est un des principaux facteurs de la pédogenèse, qui conditionne la plupart des processus de formation des sols (Duchaufour, 2001).

3.6 - Détermination de la matière organique

La matière organique joue un rôle essentiel dans la fertilité du sol. Elle agit essentiellement sur la mouillabilité du sol et diminue les risques d'éclatement lors de l'humectation (Le Bissonais *et al.*, 1993). La quantité globale de la matière organique est

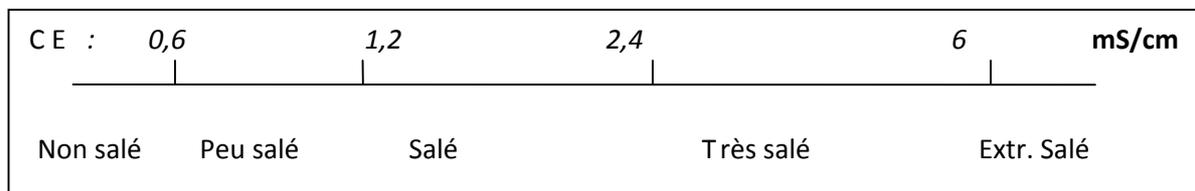
évaluée de manière approximative par le dosage du carbone organique (Méthode de Anne) suivant la relation : **M.O. % = % C x1,72** (Aubert, 1978).

Le pourcentage de la matière organique est variable d'un sol à l'autre, il dépend généralement au climat. Par exemple, il devient très important à cause de la faible décomposition de cette matière, qui est influencée par une diminution de la température et l'augmentation de l'humidité. Par contre le pourcentage diminue jusqu'à 2% (le cas de notre zone d'étude) à cause aux conditions climatiques qui sont favorables à la décomposition de la matière organique (humidité faible et température élevée).

3.7 - Détermination de la conductivité

Propriété qu'a un milieu de transmettre un courant électrique, la mesure de la conductivité est obtenue par simple lecture sur le conductimètre d'une solution terre/eau suivante le rapport : 1/5.

Echelle de salure en fonction de la conductivité de l'extrait aqueux au 1/5 : relation de Richards in Aubert (1978)



3.8 - Détermination de la couleur

La couleur d'un sol est déterminée par référence à un code international de couleur : le code Munsell (Munsell Soil Color Chart). La couleur change en fonction de l'humidité du sol : il faut donc la mesurer aux états sec et humide.

4 - Résultats analytiques et discussion

Les résultats obtenus sont regroupés au sein des tableaux ci-dessous suivis d'une description morphologique et synthétique.

STATION 1

CARACTERISTIQUES STATIONNELLES : (Tableau 13)

Lieu: Nedjaria

Altitude: 380 m

Exposition : Nord

Géomorphologie : Piémont

Pente : 10 %

Erosion : Absente

Végétation : *Pinus halepensis*, *Lavandula dentata*, *Ampelodesma mauritanicum*.

	Profil N° 1		
	0-30	30-50	50-80
Profondeur des horizons (cm)	0-30	30-50	50-80
Couleur selon MUNSELL	7.5 YR 4/4	10 R ¾	5 YR 4/6
HUMIDITE (%)	2.90	4.25	6.76
GRANULOMETRIE (%)			
Sable grossier	39.80	8.10	11.14
Sable fin	26.45	8.47	7.41
Limon grossier	6.27	3.93	3.20
Limon fin	16.09	18.72	17.14
Argile	11.39	60.78	61.11
CLASSE TEXTURALE	Limon sableuse	Argile lourde	Argile lourde
MATIERE ORGANIQUE			
C.O (%)	1.19	0.93	0.75
M.O (%)	2.05	1.60	1.30
RESERVES MINERALES			
CaCO ₃ (%)	0.36	0.29	0.21
SOLUTION DU SOL			
Ph	7.91	7.56	7.45
Conductivité mS/cm (salinité)	0.13	0.22	0.30

Caractéristiques édaphiques :

0-30 cm : Horizon brun 7.5YR 4/4, d'une texture limon-sableuse et structure grumeleuse, caractérisé par une activité biologique très active, abondance des racines bien répartie à tendance oblique. La transition nette, cailloux très abondants entre 15 et 20% de 0.5 à 4 cm anguleux (grés). Présence beaucoup de pores et fissures, effervescence assez faible à l'acide, matière organique incorporée mais en quantité moyenne.

30-50cm : Rouge brun 10R 3/4, texture argile lourde, teneur en argile très élevée (60,78%), structure à tendance polyédrique moyenne, racines abondantes réparties régulièrement sur l'horizon, transition progressive présence d'éléments grossiers peu important constitués de grés calcaire, effervescence assez faible en présence du HCl. Porosités sont moins important, matière organique présente un taux assez faible (1,60 %).

50-80 cm : Rougeâtre 5YR 4/6, texture aussi argile lourde assez compacte absence de porosité, structure polyédrique grossière, plus cohérente, faible effervescence, racine peu nombreuses, présence de nodules calcaire et de pseudomycelium.

> **80cm** : Roche mère grés calcaire.

Type de sol : sol brun calcaire.

Commentaire

Sol Brun calcaire, sous un reboisement de *Pinus halepensis* bien venant. Pauvre en matière organique, riche en sable en surface et plus argileux en profondeur. Décarbonaté en surface et en profondeur. Sol bien aéré en surface, dépôt récent et considérable des éléments grossiers en horizon supérieur. Ce type de sol très favorable pour le développement régulier des peuplements forestiers.

STATION 1

CARACTERISTIQUES STATIONNELLES : (Tableau 14)

Lieu: Nédjaria

Altitude : 256 m

Exposition : Sud Est

Géomorphologie : colline

Pente : 15 %

Erosion : Absente

Végétation : *Pinus halepensis*, *chamaerops humilis*, *Calycotome spinosa*, *Daphné gnidium*

	Profil N° 2		
	0-35	35- 45	45- 80
Profondeur des horizons (cm)	0-35	35- 45	45- 80
Couleur selon MUNSELL	Hue 5YR 3/3	Hue 2,5YR 3/3	7,5YR 5/6
HUMIDITE (%)	6,25	6,10	6,22
GRANULOMETRIE (%)			
Sable grossier	8,17	5,93	11,36
Sable fin	14,94	5,58	8,49
Limon grossier	28,89	43,49	58,06
Limon fin	31	8,5	1,09
Argile	17	36,50	21
CLASSE TEXTURALE	Limoneux	Limon argileux	Limoneux
MATIERE ORGANIQUE			
C.O (%)	1,30	1,39	0,97
M.O (%)	2,24	2,40	1,68
RESERVES MINERALES			
CaCO ₃ (%)	12,80	3,94	44,06
SOLUTION DU SOL			
pH	8,37	8,22	8,43
Conductivité mS/cm (salinité)	0,13	0,24	0,32

Caractéristiques édaphiques :

0-35cm : cet horizon est peu épais, de couleur brun rougeâtre 5YR 3/3, structure polyédrique à grumeleuse, la matière organique de taux moyenne est faiblement constituée. Présence de pores, enracinement dense et très fine, activité biologique moyenne, effervescence assez faible à HCl, transition nette, teneur en carbone organique moyenne (1,30%).

35-45cm : Brun rougeâtre 2.5YR 3/3, structure polyédrique, texture limon argileuse enracinement faible, délimitation des horizons assez nette, effervescence faible, matière organique moyenne (2,40%), présence de trace d'oxydoréduction. Présence des pores peu abondantes.

45-80cm : Brun jaunâtre 7,5YR 5/6, texture aussi limoneuse, structure polyédrique grossière, plus cohérente, forte effervescence, racine peu nombreuses, présence de nodules calcaire.

> **80cm :** Roche mère calcaire.

Type de sol : sol brun calcaire.

Commentaires

Sol riche en limon, la teneur en matière organique diminue en profondeur. Les horizons sont bien différenciés, riches en fer. Les peuplements de *Pinus halepensis* évoluent favorablement.

STATION 2

CARACTERISTIQUES STATIONNELLES : (Tableau 15)

Lieu: Dj Skhouna

Altitude: 330 m

Exposition : Est

Géomorphologie : Piémont

Pente : 20 %

Erosion : absente

Végétation : *Pinus halepensis*, *Acacia cyanophylla*, *Lavandula dentata*

	Profil N° 1	
	0-25	25-55
Profondeur des horizons (cm)	0-25	25-55
Couleur selon MUNSELL	10YR 3/2	7.4YR 4/3
HUMIDITE (%)	6.86	6.14
GRANULOMETRIE (%)		
Sable grossier	8.45	18.77
Sable fin	11.44	12.68
Limon grossier	8.57	13.81
Limon fin	32.58	25.83
Argile	38.96	28.91
CLASSE TEXTURALE	Argile limoneuse	Limon sablo argileuse
MATIERE ORGANIQUE		
C.O (%)	2.03	0.87
M.O (%)	3.50	1.50
RESERVES MINIRALES		
CaCO ₃ (%)	0.42	0.59
SOLUTION DU SOL		
pH	7.14	7.36
Conductivité mS/cm (salinité)	0.12	0.22

Caractéristiques édaphiques :

0-25cm : La couleur est brun noirci 10YR 3/2, structure polyédrique à grumeleuse, faiblement constituée, poreux, enracinement dense et très fine, bonne activité biologique, présence de cailloux (10%), effervescence faible, transition nette, forte teneur en carbone organique (2.03%).

25-55cm : Rouge 7.5YR 4/3, structure irrégulière peu organisée, texture limon sablo argileuse enracinement faible, effervescence faible, matière organique faible (1,50%), présence de trace de rouille. Présence des pores peu abondantes.

> **55cm :** Roche mère marnes schisteuses

Type de sol : sol d'apport : sol colluvial brunifié.

Commentaires

Sol riche en éléments fins, taux du sable grossier reste assez bas. La teneur en matière organique diminue en profondeur. Les horizons sont bien différenciés, riches en fer. Les peuplements végétaux évoluent favorablement.

STATION 3

CARACTERISTIQUES STATIONNELLES : (Tableau 16)

Lieu: Rechgoune

Altitude: 65 m

Exposition : Sud

Géomorphologie : Versant

Pente : 25 %

Erosion : moyenne

Végétation : *Pistacia lentiscus*, *Olea europea*, *Tetraclinis articulata*, *Calycotome spinosa*

Profondeur des horizons (cm)	Profil N° 1	
	0-10	10-60
Couleur selon MUNSELL	5 YR 3/3	7.5YR 6/2
HUMIDITE (%)	6.05	4.72
GRANULOMETRIE (%)		
Sable grossier	29,58	41,35
Sable fin	15,28	22,87
Limon grossier	27,64	19,78
Limon fin	16	4,5
Argile	11,5	11,5
CLASSE TEXTURALE	Limoneux	Limon sableux
MATIERE ORGANIQUE		
C.O (%)	0,37	0,14
M.O (%)	0,64	0,24
RESERVES MINERALES		
CaCO ₃ (%)	4,32	40,09
SOLUTION DU SOL		
pH	8,36	8,7
Conductivité mS/cm (salinité)	0.22	0.29

Caractéristiques édaphiques :

0-10 cm : Cet horizon moins épais, de couleur superficielle est brune rougeâtre foncé 5 YR 3/3, la texture est limoneuse, structure grumeleuse, présence beaucoup de pores, avec une activité biologique très importante, ainsi l'abondance des racines. Matière organique incorporée mais en quantité très faible, effervescence faible à HCl.

10-60 cm : Horizon de couleur beige 7.5 YR 6/2, texture limon sableuse. La structure est polyédrique, présence des fissures, activité biologique assez faible, densité racinaires moyenne, présence de grosses racines. Transition progressive, cailloux peu abondants (5%). C'est un horizon très peu humifère (0,24 %) et forte effervescence à HCl.

>60 cm : Roche mère marnes schisteuses

Type de sol : sol brun calcaire

Commentaire :

C'est un sol sous un matorral bien venant du *Pinus halepensis* en mélange avec l'*Olea europea*, *Pistacia lentiscus*, *Calycotome spinosa* et quelque pied de *Tetraclinis articulata*. Ce type de sol est équilibré. La matière organique se dégrade rapidement et s'incorpore facilement à la matière minérale, il y a l'abondance des grosses racines en profondeur et les fines racines en horizon superficiel. Sol bien aéré, présence beaucoup de fissures et pores. Sol riche en calcaire (40%) surtout en profondeur.

STATION 3

CARACTERISTIQUES STATIONNELLES : (Tableau 17)

Lieu: Rechgoune

Altitude: 20 m

Exposition : Sud Ouest

Géomorphologie : piémont

Pente : 25 %

Erosion : moyenne

Végétation : *Pistachia lentiscus*, *Lavandula dentata*, *Chamaerops humilis*, *Asparagus albidus*

Profondeur des horizons (cm)	Profil N° 2	
	0-25	25-80
Couleur selon MUNSELL	Hue7,5YR 4/2	Hue7,5YR 7/2
HUMIDITE (%)	2.90	4.25
GRANULOMETRIE (%)		
Sable grossier	6,27	9,77
Sable fin	20,93	10,88
Limon grossier	62,49	71,55
Limon fin	0,31	0,8
Argile	10	7
CLASSE TEXTURALE	Limoneux	Limoneux
MATIERE ORGANIQUE		
C.O (%)	2,51	0,88
M.O (%)	4,33	1.52
RESERVES MINERALES		
CaCO ₃ (%)	27,16	61,39
SOLUTION DU SOL		
pH	8,37	8,6
Conductivité mS/cm (salinité)	0.13	0.22

Caractéristiques édaphiques :

0-25 cm : Horizon humifère, brun foncé 7.5YR 4/2, d'une texture limoneuse et structure polyédrique moyenne, activité biologique moyenne, abondance des racines bien répartie à tendance oblique. La transition nette, cailloux abondants environ 20% de 0.5 à 2 cm anguleux (grés). Présence beaucoup de pores et fissures, effervescence moyennement forte à l'acide, matière organique incorporée mais en quantité de 4,33%.

25-80cm : Beige 7,5YR 7/2, texture limoneuse, teneur en limon très élevée (72%), structure à tendance polyédrique moyenne, racines abondantes réparties régulièrement sur l'horizon, transition progressive présence de cailloux peu important (5%) constitués de grés calcaire, effervescence assez forte en présence du Hcl. Porosités sont moins important, matière organique présente un taux assez faible (1,52 %).

> 80cm : Roche mère grés calcaire.

Type de sol : sol d'apport : sol colluvial brunifié.

Commentaire

Sol colluvial brunifié, sous un matorral dense, très riches en cailloux et en pierres, une capacité de rétention de l'eau importante. Riche en matière organique en surface, riche en limon grossier. Très carbonaté en profondeur. Sol bien aéré, très favorable pour le développement régulier des peuplements forestiers.

STATION 3

CARACTERISTIQUES STATIONNELLES : (Tableau 18)

Lieu : Rechgoune

Altitude : 21 m

Exposition : Est

Géomorphologie : Versant

Pente : 25 %

Erosion : Linéaire

Végétation : *Pinus halepensis*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Pistacia lentiscus*, *Chamaerops humilis*.

Profondeur des horizons (cm)	Profil N° 3	
	0-30	30-60
Couleur selon MUNSELL	7.5Y 3/2	7.5YR 7/3
HUMIDITE (%)	5.99	6.10
GRANULOMETRIE (%)		
Sable grossier	36,09	49,07
Sable fin	24,32	29,01
Limon grossier	29,59	17,4
Limon fin	4	0,02
Argile	6	4,5
CLASSE TEXTURALE	Limon sableux	Sablo-limoneux
MATIERE ORGANIQUE		
C.O (%)	2,42	0,18
M.O (%)	4,17	0,32
RESERVES MINERALES		
CaCO ₃ (%)	30,89	52,78
SOLUTION DU SOL		
pH	8,45	8,50
Conductivité mS/cm (salinité)	0.7	0.86

Caractéristiques édaphiques :

0-30 cm : Horizon de couleur brun foncé 7.5 Y 3/2, texture limon sableuse, structure à tendance polyédrique à grumeleuse, présence de cailloux et du gravier calcaire, enracinement assez dense, bonne activité biologique. Transition irrégulière effervescence en présence du HCl est assez forte, riche en humus.

30-60 cm: Beige 7.5 YR 7/3, d'une texture sablo-limoneuse, structure est de type polyédrique à grumeleuse avec la présence de cailloux et du gravier, les pores sont moins abondants, enracinement dense, bonne activité biologique, limite des horizons assez nette. Matière organique incorporée mais en quantité faible, effervescence forte.

Roche mère : Marnes schisteuses consolidé.

Type de sol : sol colluvial brunifié.

Commentaire

Sol profond, la matière organique assez importante en surface et bien incorporée. La végétation importante. La structure du sol reste identique sur tout le profil.

STATION 4

CARACTERISTIQUES STATIONNELLES : (Tableau 19)

Lieu: Oued Ahmed

Altitude: 115 m

Exposition : Nord

Géomorphologie : Versant

Pente : 15 %

Erosion : moyenne

Végétation : *Pinus halepensis*, *Pistacia lentiscus*, *Ampelodesma mauritanicum*,
Ceratonia siliqua.

	Profil N° 1	
Profondeur des horizons (cm)	2-25	25-50
Couleur selon MUNSELL	7.5 YR 3/4	7.5YR 4/4
HUMIDITE (%)	6.05	4.72
GRANULOMETRIE (%)		
Sable grossier	23.92	15.14
Sable fin	13.82	13.52
Limon grossier	10.84	9.40
Limon fin	28.63	31.46
Argile	22.79	30.48
CLASSE TEXTURALE	Limon sablo argileux	Limon sablo argileux
MATIERE ORGANIQUE		
C.O (%)	2.18	1.30
M.O (%)	3.75	2.25
RESERVES MINERALES		
CaCO ₃ (%)	29.16	40.15
SOLUTION DU SOL		
pH	7.80	7.76
Conductivité mS/cm (salinité)	0.22	0.29

Caractéristiques édaphiques :

2-25 cm : La couleur de cet horizon superficiel est brun 7.5 YR 3/4, la texture est limon sablo argileux, structure anguleuse, présence beaucoup de pores, avec une activité biologique très importante (fourmilles et vers), ainsi l'abondance des racines. Matière organique incorporée mais en quantité considérable (3,75 %), effervescence assez forte à Hcl. Cailloux et graviers sont très abondant de nature calcaire. la transition est progressive. Horizon riche en calcaire.

25-50 cm : Horizon de couleur presque identique au premier ; Brun 7.5 YR 4/4, texture limon sablo-argileux. La structure est polyédrique grossier, présence des fissures, activité biologique assez faible, densité racinaires moyenne. Transition progressive, cailloux peu abondants (4%). C'est un horizon moyennement humifère (2,25 %) et fort effervescence.

>50 cm : Roche mère marneuse – calcaire.

Type de sol : sol colluvial brunifié.

Commentaire :

C'est un sol sous un peuplement bien venant du *Pinus halepensis* en mélange avec le *Ceratonia siliqua* (caroubier) qui est assez dégradé. La matière organique se dégrade rapidement et s'incorpore facilement à la matière minérale. Au point de vue textural, le sol est limon sablo- argileux sur tout le profil. Sol bien aéré, présence beaucoup de fissures et pores. Le recouvrement est élevé et la densité des sous bois permettant un enrichissement conséquent en matière organique. Sol riche en calcaire (40,15 %) surtout en profondeur.

STATION 5

CARACTERISTIQUES STATIONNELLES : (Tableau 20)

Lieu: Oued Meddah

Altitude: 200 m

Exposition : Nord

Géomorphologie : Versant

Pente : 25 %

Erosion : Linéaire

Végétation : *Pinus halepensis*, *Calycotome vilosa*, *Lavandula dentata*, *Chamaerops humilis*

	Profil N° 1	
Profondeur des horizons (cm)	0-25	25-34
Couleur selon MUNSELL	10YR 2/1	10YR 2/1
HUMIDITE (%)	6.50	6.10
GRANULOMETRIE (%)		
Sable grossier	8.45	19.43
Sable fin	10.44	14.62
Limon grossier	9.57	14.81
Limon fin	33.58	26.83
Argile	37.96	24.31
CLASSE TEXTURALE	Argile limoneuse	Limon sablo argileuse
MATIERE ORGANIQUE		
C.O (%)	2.04	0.88
M.O (%)	3.52	1.53
RESERVES MINERALES		
CaCO ₃ (%)	0.41	0.55
SOLUTION DU SOL		
pH	7.12	7.34
Conductivité ms/cm (salinité)	0.13	0.24

Caractéristiques édaphiques :

0-25cm : Brun assez noir 10YR 2/1, litière peu épaisse, structure polyédrique moyenne et texture argile limoneuse, enracinement dense et fine sur l'ensemble de l'horizon, bonne activité biologique poreux. Riche en matière organique (3,52 %) en surface, limite des horizons nette, présence de graviers (10%). Effervescence faible.

25-34cm : Présente la même couleur que le précédent, brun noir 10YR 2/1, structure polyédrique compact, texture limon sablo argileuse, présence de grosses racines. Les éléments grossiers sont présents (5%) à caractère anguleux. Effervescence faible.

Roche mère : Calcaire dur.

Type de sol : Sol colluvial brunifié.

Commentaire

Sol riche en éléments fins en surface, les arbres ont tendance à mieux explorer cette partie par leur système racinaire fin et les grosses racines qui occupent les fissures au niveau du calcaire en profondeur. Ce type de sol présente des caractères édaphiques favorables à l'installation et au développement des pineraies à *Pinus halepensis*.

STATION 5

CARACTERISTIQUES STATIONNELLES : (Tableau 21)

Lieu : Oued Meddah Altitude : 130 m
 Exposition : Nord Est Géomorphologie : Versant
 Pente : 15 % Erosion : Linéaire
 Végétation : *Pinus halepensis*, *Calycotome vilosa*, *Chamaerops humilis*

Profondeur des horizons (cm)	Profil N° 2	
	0-10	10-15
Couleur selon MUNSELL	2.5Y 3/1	7.5YR 2.5/2
HUMIDITE (%)	5.99	6.10
GRANULOMETRIE (%)		
Sable grossier	19.52	20.77
Sable fin	20.33	16.28
Limon grossier	11.41	13.81
Limon fin	31.15	25.83
Argile	17.59	23.31
CLASSE TEXTURALE	Limon sableuse	Limon sable argileux
MATIERE ORGANIQUE		
C.O (%)	3.5	1.47
M.O (%)	6.02	2.53
RESERVES MINERALES		
CaCO ₃ (%)	0.24	0.23
SOLUTION DU SOL		
pH	7.57	7.34
Conductivité mS/cm (salinité)	0.7	0.86

Caractéristiques édaphiques :

0-10 cm : Horizon de couleur brun rougeâtre 2.5 Y 3/1, texture limon sableuse, structure à tendance grumeleuse, présence des graviers calcaire, enracinement assez dense, bonne activité biologique. Transition irrégulière effervescence en présence du HCl est faible, très riche en humus.

10-15 cm: Brun 7.5 YR 2,5/2, d'une texture limon sablo argileux, structure est de type grumeleuse avec la présence de cailloux et des graviers, les pores sont moins abondants, enracinement dense, bonne activité biologique, limite des horizons assez nette. Matière organique incorporée mais en quantité moyenne, effervescence assez faible.

>15 cm : Marnes schisteuses consolidé (Roche mère).

Type de sol : sol colluvial brunifié.

Commentaire

Sol peu profond à texture Limon sableuse, la matière organique assez importante bien incorporée. La végétation assez dégradée. La structure du sol reste identique sur tout le profil. Ce sol évolue donc très lentement. Sol peu salé (0.86mS/cm) en profondeur. La matière organique diminue de haut en bas dans le profil. La végétation est bien venante.

5 - Conclusion

Après l'analyse des principaux types de sols de la zone d'étude, il a été retenu que la quasi-totalité de ces sols sont :

-Sols peu évolués d'apport : sols colluviaux brunifiés sur roche mère généralement marne schisteuse ou calcaire. Ces sols de couleur foncée liée à la présence d'une végétation dense et très développée. L'humification est très accélérée qui fait que l'humus est bien incorporé à la fraction minérale. Les sols constitués de matériaux transportés et déposés au piémont (matériaux de dépôt), très riches en éléments grossiers (cailloux et graviers), bien aérés. Généralement, ils ont une texture limoneuse et structure instable. Ce type de sols est très répandu dans la zone d'étude et occupe une grande partie. Il est à l'origine de matériaux déposés par les travaux de terrasses effectués au cours des années 1940 jusqu'aux années 1970 pour les reboisements. A cet effet, nous pouvons dire aussi que ce sont des sols d'apport d'origine anthropique (anthrosols). D'après Duchaufour, (2001), les sols colluviaux sont d'excellents sols de culture, particulièrement fertiles. Ils sont aérés, profonds, et bénéficient de fortes réserves hydriques, utilisables en période sèche.

-Sols bruns calcaires sur roche mère marne schisteuses ou grès calcaire, ils ont un horizon superficiel généralement de couleur brune et devient clair jusqu'à l'horizon inférieur, très bien aérés en surface par la présence des éléments grossiers et porosités. Le taux de CaCO_3 est important (jusqu'à 40%) dans l'horizon d'accumulation. Ces sols présentent une texture à dominance limoneuse en surface, argileuse en profondeur et une structure polyédrique, ils se caractérisent par une pauvreté en matière organique. Ce type de sols se trouve sous une végétation de type matorral.

Chapitre IV

Milieu humain

Chapitre IV : Milieu humain

1 – Population

La population de la commune est estimée à environ 43.802 habitants et une densité moyenne de 715 hab. /Km². La grande partie de la population, environ 80% se concentre dans la ville de Beni Saf. La population active est estimée à 22.734, vit essentiellement de l'agriculture, l'industrie, l'administration et la pêche. Concernant le taux de chômage est de l'ordre de 4,01 % (D.P.S.B, 2011).

2 - Activité

L'économie de la commune repose principalement sur le secteur primaire, la production agricole est basée généralement sur la céréaliculture, les cultures maraîchères et l'arboriculture. La pêche, est une activité qui caractérise la région vu son emplacement sur le littoral, une main d'œuvre importante est active dans ce secteur, qui absorbe une grande partie des chômeurs de la région.

2.1 - Industrie

L'industrie est présente dans la commune, qui fait employe une bonne partie de la population. Parmi les unités industrielles qui se trouvent dans la région nous avons :

- **SCIBS** : Cimenterie Beni Saf, qui est située à l'Est de l'agglomération de Beni Saf, sa capacité de production est de 1000 000 tonnes/an. La production actuelle est de l'ordre de 1.159.385 tonnes /an, avec un effectif de 553 individus (D.P.S.B, 2011).

2.2 - Activité minière

L'existence de la ville de Béni Saf est liée au temps de la découverte et l'exploitation du minerai de fer en 1850 à Ghar El Baroud et Dar Errih (proximité de Sidi Boucif).

Aussi, cette activité fait appel à la création et la construction du port en 1880 pour exportation du minerai de fer.

Actuellement, ces mines participent avec pointe dans le développement socio-économique de la région.

La région de Béni Saf est caractérisée par la richesse de son sous sol en substances utiles, à savoir les différents gisements du calcaire à agrégats localisés à Djebel Skhouna, avec une réserve estimée à 10 million de m³, utilisée pour la fabrication du ciment. Ainsi, l'argile à brique sur la rive droite de la Tafna, qui est mal exploité, sa réserve est à l'ordre de 1 million m³.

L'argile à ciment, localisé au sud de Ghar El Baroud. Ce gisement n'a pas été exploité à ce jour. Le Basalte, largement répandu au nord de la commune de Beni Saf. Il peut être utilisé dans l'industrie de la matière réfractaire, antiacide, tuf, etc. (D.P.S.B, 1994).

- **FERPHOS** : C'est unité qui exploite le Pouzzolane (matière qui entre dans la fabrication du ciment) et le fer. La capacité de production de cette unité est de 360 000 tonnes/an, réellement, elle produit une quantité de 312.986 tonnes/an de pouzzolane. Le nombre des employés est 107 individus (D.P.S.B, 2011).

2.3 - Pêche

A côté de l'agriculture, la pêche participe dans le développement de l'économie de la commune de Béni Saf et ceci par les recettes tirées de la production halieutique. A cet effet, la région dispose d'un port de pêche au niveau de la ville, avec une production moyenne de 5000 tonnes/an (D.P.S.B, 2011). Les produits de la pêche sont écoulés vers les centres urbains de la région : Tlemcen, Sidi Bel Abbés, Maghnia, Ain Temouchent, Béchar, etc.

2.4 - Elevage

La commune de Béni Saf se caractérise par son potentiel Ovin et Bovin en particulier, (Total ovins est 2950 têtes et total bovins est de 209 têtes), généralement c'est élevage extensif (services agricoles de Béni Saf, 2012).

3 - Occupation générale des terres

La superficie totale de la zone d'étude s'étend sur une superficie de 61,62 Km², selon différents critères : l'utilisation des terres et l'occupation de sol. Les informations sur les superficies sont inspirées et synthétisées à partir de notre recherche cartographique à travers l'utilisation de SIG.

3.1 – Espace agricole

Cet espace est dominé par la surface agricole utile (S.A.U) qui occupe 2631,3 ha, soit 42,7 % de la surface totale. En effet le potentiel S.A.U. irrigué représente une superficie de 211.4 ha soit 8,03 % de la S.A.U. totale, dont la majorité de ces terres sont localisées dans la vallée de la Tafna, ou une activité agricole intensive est pratiquée, basée sur la culture des agrumes, le maraîchage et la céréaliculture.

Tableau 22 : Occupation de l'espace agricole (2011)

Désignations	Superficie (ha)	Taux
Vigne	5,2	0,08%
Céréaliculture	2310,5	37,50%
Cultures maraîchères	165,3	2,68%
Agrumes	46,1	0,75%
Plantations rustiques	104,2	1,69%
Total	2631,3	42,70%

Les grandes cultures, ce qu'ont appelé les cultures extensives, comportent surtout les céréales et occupent une superficie de 2310,5 ha, soit 87,81 % de la S.A.U totale, pratiquées sur les plaines intérieures de l'Ouest et l'Est de la commune. Ces cultures sont souvent associées à des élevages ovins et bovins.

Les rendements enregistrés à travers la commune sont faibles, ils sont de l'ordre de 10 Qx/ha pour le blé dur et 6 Qx/ha pour l'avoine.

Les terres irriguées sont axées essentiellement sur les agrumes et les cultures maraîchères et sont réparties sur la rive Est de la Tafna et sur les champs d'El Abradj dans le Nord Ouest de la commune de Béni Saf, où règne un climat favorable (absence de la gelée).

Les agrumes sont localisés dans la vallée de la Tafna, occupent une superficie de 46,1 ha. D'autres espèces rustiques sont cultivées dans la région dans le cadre des programmes de développement de l'agriculture des montagnes, il s'agit des plantations de l'olivier et du figuier, sur une superficie de 104,2 ha. Ces vergers se trouvent dans un état de dégradation très avancée, à cause du manque des travaux d'entretiens.

Les cultures maraîchères en irriguée et en sec occupent une surface de 165,3 ha, soit 6,28 % de la SAU. Elles s'étendent sur des sols d'origine volcanique et argilo-marneux à l'Ouest de la commune de Beni Saf.

Le potentiel viticole, est très faible, il occupe que 0,2 % de la SAU, soit 5,2 ha. Les anciens vergers comme le témoignent les infrastructures existantes (caves), ont cédé la place à la céréaliculture.

3.2 – Espace forestier

Les formations forestières occupent une superficie de 2843,8 ha, formées de forêts de Pin d'alep sur le massif montagneux de Béni Saf (versant nord de Djebel Skhouna), la zone de Ghar El Baroud et le pourtour de l'agglomération de Béni Saf. Les peuplements d'Eucalyptus occupent les bas fonds et les Oueds, notamment l'Oued Saf Saf et Oued El Middah. Les forêts de la commune de Béni Saf, s'étendent sur une superficie de 990,5 ha, ce sont essentiellement des plantations artificielles, installées sur un réseau de banquettes pour prévenir d'une part l'ensablement du port et protéger la ville de Beni saf contre les inondations et l'érosion qu'a connu la région en 1942 et qui a causé de grands dégâts à l'époque.

Actuellement, ces plantations constituent une armature forestière qui contribue à stabiliser les talus du relief accidenté et instable de la ville de Béni Saf.

Le matorral et la broussaille, représente les 1853,3 ha, ils occupent généralement, toute la côte de la région de Béni Saf et Gaadet El Ghouzlane. Une grande partie de ces formations végétales sont dégradées et sont réparties à travers toute la commune, dans l'Ouest, l'Est et le Sud, elles sont formées essentiellement d'une végétation basse à base de Doum et de Lentisque. Ces dernières occupent le reste de la superficie des terres forestières.

Tableau 23 : Occupation de l'espace forestier (2011)

Désignations	Superficie (ha)	Taux
Forêts	990,5	16,07%
Matorral	315,3	5,12%
Broussaille	1538	24,96%
Total	2843,8	46,15%

3.2.1 - Travaux d'aménagement des forêts

Les premiers travaux d'aménagement qu'a connu la région, sont les travaux de reboisement sur les banquettes, qui ont été menés après les inondations de 1942 qui ont sévis la ville et le port de Béni Saf.

Les services forestiers ont réalisés après 1942 d'énormes travaux afin de pallier aux dangers que peuvent causer les catastrophes climatiques. D'autres actions de reboisements récentes ont été cependant réalisés en 1984 et 1985 sur une superficie de 1140 ha et un

volume de 2000 m³ de correction torrentielle, été concrétisé sur plusieurs années (1976-2000) dans le but de maintenir quelque talus en danger.

Tableau 24 : Travaux forestiers réalisés dans la commune de Béni Saf (1976-2000)

N°	Travaux	Volume
1	Reboisements	1140 ha
2	Fixation de berges	200 ha
3	Corrections torrentielles	2000 m ³
4	Assainissements	100 ha
5	Traitement chimique (chenilles)	300 ha
6	Traitement mécanique (chenilles)	50 ha
7	Ouverture de piste	08 km
8	Construction de poste de vigie	01 unité
9	Construction de brigade forestière	01 unité

Source : Circonscription des forêts de Béni Saf (2006)

L'inscription du programme d'emploi rurale et d'autres programmes régionaux et nationaux, inscrits au début de l'année 2000, ont donné un petit souffle au patrimoine forestier à savoir les travaux de restauration des terrains, les plantations rustiques à base d'oliviers réalisés sur les sols à forte pente, les aménagements et ouvertures des pistes, les corrections torrentielles, etc.

Tableau 25 : Travaux forestiers réalisés dans la commune de Béni Saf (2000-2012)

N°	Travaux	Volumes
1	Aménagement de pistes	42,5 km
2	Ouvertures de pistes	15 km
3	Corrections torrentielles	3640 m ³
4	Fixations de berges	25 ha
5	Reboisements	252,5 ha
6	Travaux sylvicoles	215 ha
7	Tranchée par feux	30 ha
8	Plantations fruitières rustiques	135 ha
9	Echenillage	140 ha
10	Bande forestière	11,9 ha
11	Plantation viticole	16 ha

Source : Circonscription des forêts de Béni Saf (2012)

Ces travaux indiqués dans le tableau ci-dessus demeurent toutefois insuffisantes pour une telle superficie de 2843,8 ha à vocation forestière soit 46,15%, qui attend des grands travaux d'entretiens, d'aménagements et de protections.

DEUXIEME PARTIE

COUVERT VEGETAL

Chapitre I

Description des communautés végétales

Chapitre I : Description des communautés végétales

1 - Introduction

Les formations végétales au Nord algérien sont influencées par plusieurs phénomènes, climatiques, édaphiques et anthropozoïques, qui ne cessent de façonner leur physionomie. Rappelons que cette flore se développe sous un climat typiquement méditerranéen, caractérisé par une pluie concentrée sur la saison froide, une sécheresse estivale qui persiste sur plusieurs mois (jusqu'à 7 ou 8 mois durant lesquelles sévit le risque des incendies). Le substrat généralement est très hétérogène, le plus souvent ce sont les sols marneux ou calcaires qui occupent la région, et une action anthropozoïque incessante qui dégrade et perturbe le milieu naturel, par le pacage, les incendies volontaires et involontaires, les coupes illicites, etc.

Aussi, Lavorel (1999), souligne que dans des écosystèmes méditerranéens, le rétablissement rapide du feu, la perturbation de sol et le pâturage ont été attribués à deux causes complémentaires. Premièrement, les perturbations modifient souvent les abondances relatives plutôt que la composition d'espèces, et le rétablissement implique seulement le retour aux abondances initiales. Deuxièmement, les histoires de la vie des formes de vie dominantes dans les communautés méditerranéennes incluent les stratégies efficaces de régénération qui tiennent compte du rétablissement des graines ou des bourgeons dormants.

La végétation constitue un compartiment biologique essentiel, et ce à plusieurs titres:

1. Les végétaux, producteurs primaires à la base des Chaînes trophiques, constituent un maillon essentiel de l'écosystème. Associés aux conditions stationnelles locales, ils structurent les habitats dont dépendent les biocénoses associées ;

2. En intégrant de multiples facteurs stationnels et en réagissant finement aux conditions du milieu et à leurs variations, les espèces et les communautés végétales constituent d'excellents descripteurs biologiques du fonctionnement des hydro systèmes : ils complètent ainsi parfaitement les descripteurs du milieu physique (Dupieux, 2004).

La végétation est le résultat de l'intégration des facteurs floristiques, climatiques, géologiques, géographiques (Loisel, 1978).

De nombreux travaux et études phytoécologiques ont été effectués au Maghreb et particulièrement en Algérie, notamment : Barry et Faurel (1968) ; Stewart (1969) ; Barry *et al.* (1974) ; Djebaili (1978) ; Aidoud *et al.* (1980) ; Alcaraz (1989) ; Quézel *et al.* (1994) ; Bouazza (1995) ; Benabadji (1995) ; Le Houérou (1995) ; Quézel (2000).

Parmi les travaux récents sur la végétation de l'ouest algérien et de la région de Tlemcen, nous avons ceux de Bénabadji (1991, 1995) et Bouazza (1991, 1995) ; Hasnaoui (1998) ; Guezlaoui (2001) ; Benabadji et Bouazza (2002) ; Bestaoui (2001) ; Benabadji *et al.* (2004-b) ; Bouazza *et al.* (2004) ; Hellal *et al.* (2004) ; Bemmoussat (2004) ; Sari (2004) ; Aboura (2006) ; Seladji (2006) ; Merzouk (2010) ; Ghezlaoui (2011) ; Aboura (2011) ; Meziane (2012) ; Sari (2012) ; Regagba (2012). Toutes ces recherches sont axées sur l'analyse de la végétation arborée ou non, appuyées sur une syntaxonomie des matorrals de la région.

D'après, Quézel *et al.* (1980), d'un point de vue purement biogéographique, la flore méditerranéenne actuelle correspond à divers ensembles hétérogènes liés à la paléo histoire de la région.

2 - Aperçu historique sur la flore Méditerranéenne

Plusieurs études ont été consacrées pour identifier l'origine de la flore méditerranéenne. La majorité de ces recherches ont été effectuées dans la partie septentrionale du bassin méditerranéen, par plusieurs auteurs, comme Saporta, (1863,1888,1889, etc.), Pons (1964), Suc (1978, 1984), Quézel (1978), Médus et Pons (1980), Denizot et Sauvage (1980), Roiron (1979, 1992). La plupart de ces chercheurs confirment dans leurs travaux basés sur des macros restes et des pollens, que la majorité de la végétation qui colonise cette partie de la région méditerranéenne existait bien auparavant de la période Néogène d'après (Médus et Pons, 1980), elle est d'origine méridionale. Ce sont des taxa de souches réputés xérophiles, comme, les divers familles : Buxaceae, Celastraceae, Mimosaceae, Oleaceae, Rhamnaceae, Smilacaceae, etc. Quézel (2000).

Les éléments autochtones sont présents comme le *Pinus* spp, *Cupressus* spp, *Quercus* cf, *ilex*, *Quercus coccifera*, *Quercus* cf. *faginea*, *Quercus* cf. *cerris*, *Cedrus*, *Tetraclinis*, *Paliurus*, *Ceratonia*, *Arbutus*, *Cistus*, etc.) sont au moins épisodiquement nombreux voire dominants dans certaines flores ; leurs importance s'accroît au Pliocène (Medus et Pons, 1980). Les éléments méso thermes (liés à un climat tempéré) d'origine septentrionale sont présents par les Juglandaceae, Ulmaceae, Platanaceae, Hamamelidaceae, etc. Les éléments micro thermes (liés à un climat froid) sont rarement absents, mais sont globalement mieux représentés au Pliocène par *Picea*, *Tsuga*, *Betula*, *Fagus*, *Abies* spp, etc. (Quézel, 2000).

En Afrique du Nord et spécialement, dans les pays du Maghreb, les informations sur l'origine de la flore dans cette partie du monde restent insuffisantes, à part quelques recherches qui sont édités par des chercheurs qui ont travaillé dans la région. D'après la synthèse des résultats de Koeniguer (1985) qui a utilisé du bois fossile comme référence. Jusqu'à l'Oligocène, la flore est essentiellement tropicale voire équatoriale et laisse supposer la coexistence de paysages forestiers et de savanes. A partir du Néogène les processus d'aridification deviennent évidents. Les espèces de savane sèche dominant (cf. *Anogeissus*, cf. *Acacia*, cf. *Albizzea*, cf. *Bombax*, etc. Deschamps, (1983) alors que dans les zones les plus continentales un climat subdésertique s'installe *Retama*, *Tamarix* (Tomas, 1979). En situation littorale et sublittorale, mangrove et laurislive à lauraceae sont toutefois encore présentes.

Les travaux d'Arambourg *et al.* (1953) en Tunisie septentrionale confirment la présence de la flore pliocène supérieure, ou *Quercus ilex*, *Quercus suber*, *Olea*, coexistent avec *Juglans*, *Fagus* et *Ulmus*, ou encore *Sapindus*, *Pittosporum*, *Cassia*. Pour le Maghreb Méditerranéen littoral et le Sud de la péninsule ibérique, Suc *et al.* (1999) in Quézel (2000), ont travaillé sur la végétation néogène qui est manipulée par des conditions écologiques plus sévères par rapport à la rive Nord de la Méditerranée, avec une prédominance des pelouses à Poaceae, Brassicaceae, Asteraceae, voire plus localement des steppes à *Artemisia-Ephedra*, la forêt caducifoliée méso thermophile restant cantonnée sur les reliefs, et la végétation sclérophylle méditerranéenne ne joue qu'un rôle limité. Du point de vue climatique, ces résultats permettent de retenir qu' en Afrique du Nord littorale des températures moyennes annuelles de 23°C et des précipitations annuelles de l'ordre de 400 à 450 mm, contre 16,5°C et 1250 à 1300 mm sur le littoral franco-italien. En Afrique du Nord continentale, les recherches de Koeniguer (1974) sur les rares macros restes qui se rattachent au Pléistocène, appartiennent à peu près exclusivement à des taxa xérophiles : *Tamarix*, *Acacia*, *Olea*. D'après Quézel (2000), les herbacés largement dominantes dans la flore méditerranéenne actuelle, restent très difficiles à identifier précisément au niveau spécifique voire générique. Les tentatives de reconstitution des structures de végétation demeurent pour cela souvent

déliçates à interpréter. Il convient aussi de tenir compte des transports des diaspores à distance par le vent ou par l'eau.

Aussi, Quézel (2000), parle de nombreux auteurs comme : Palamarev, (1967); Givulescu (1962); Szafer (1961); Van den Zwann et Gudjonsson (1986); Thunel *et al.* (1990), qui ont montré que la région méditerranéenne actuelle et en particulier au Maghreb, mais également en Europe, ont existé des épisodes à climat sec très généralement liés à des phases de refroidissement, et ce depuis au moins l'Oligocène. Ces oscillations climatiques sont devenues plus intenses dès la fin du Pliocène et qui ont affecté l'ensemble du Quaternaire. Ces phases de refroidissements ou bien ces glaciations ont déterminés l'élimination quasi définitive des éléments macro-mésothermes et mésothermes, les plus sensibles au froid, en ménageant toutefois quelques refuges, notamment les îles comme les Canaries. Quézel et Barbero (1993), ont parlé sur les extinctions de ces taxa macro-mésothermes par la sécheresse plutôt que du froid. Aussi, ils ont souligné que les limites méridionales de la région méditerranéenne au Maghreb, se sont modifiées précisément à la faveur de ces oscillations climatiques ; c'est ainsi que durant le Würm, la majeure partie du Sahara, dont la désertification progressive est antérieure au Pliocène, a bénéficié d'un climat relativement humide qui a permis l'extension de la flore et de la végétation méditerranéenne jusque sur les montagnes centro-sahariennes, ou divers vestiges ont subsisté jusqu'à nos jours, en particulier dans la zone de l'olivier de Laperrine au Hoggar et au Tassili N'Ajjers.

Aussi, Dajoz (1977), parle sur la fin du paléolithique il y a environ 10000 ans le paysage saharien était caractérisé par l'existence des arbres comme le *Cedrus*, *Celtis*, *Acacia*, *Ziziphus*, *Nerium oleander*, *Olea*, *Quercus suber*, ce qui reflètent l'existence des conditions favorables plus ou moins humides qui permettaient leur développement.

D'après ces hypothèses nombreuses sur l'origine et l'historique de la flore méditerranéenne, on suggère que cette région du littoral du Nord africain, était la base des dépôts floristiques, ou la provenance des diaspores de plusieurs origines : du Nord qui représente la partie septentrionale de l'Europe et le Sud qui est la région équatoriale. Ceci se fait durant un temps bien précis et sous des conditions climatiques bien déterminées, favorables à l'installation de certaines espèces et dans le cas échéant, à l'élimination des autres.

Médail et Quézel (1998), parlent de quelques 25 000 espèces dans la région méditerranéenne, qui représente une des régions du globe les plus riches et à taux d'endémisme élevé, environ 50%.

La richesse en endémiques de la flore méditerranéenne est bien évidemment la conséquence directe de l'ancienneté de sa mise en place, mais aussi des facteurs écologiques qui s'y sont succédés depuis plusieurs millions d'années. Les critères évolutifs intrinsèques sont bien sur également à prendre en compte (Quézel, 2000).

3 - Echantillonnage et choix des stations

La grande hétérogénéité du couvert végétal dans la région de Béni Saf nous ont fait rejeter l'inventaire systématique, malgré son efficacité, pour être remplacé par l'inventaire aléatoire stratifié. Ceci consiste à asseoir des stations de relevés floristiques, par cheminement sur le terrain, là où le peuplement est homogène.

D'après Chicov (1991), afin de diminuer la variabilité du paramètre à estimer dans la population, et de réduire la grandeur de l'erreur d'échantillonnage dans le cas des forêts, il est souvent intéressant de diviser la population (forêt à inventorier) en sous unités plus homogènes appelées strates, ou peuplement homogène, indépendamment les uns des autres. Les placettes de sondage (stations dans notre cas) sont installées aléatoirement dans chaque strate. C'est pourquoi la méthode porte le nom « aléatoire stratifié ».

Selon Pardé et Bouchon (1988), l'avantage de l'échantillonnage stratifié tient compte au mieux de la variabilité des peuplements. Aussi le même échantillonnage a été utilisé par Frontier (1983) dans l'inventaire de la végétation, réalisé par la méthode de Braun Blanquet (1951).

Une strate représente l'ensemble homogène de peuplement, c'est-à-dire des peuplements dont la variance est faible pour les éléments physiologiques qu'on se propose d'y distinguer, et qui peuvent être en corrélation avec les grandeurs à connaître telles que le volume, l'accroissement, etc. (M.E.R.Q, 1989 b).

Plusieurs enquêtes ont été programmées sur le terrain, dans le but de mieux connaître les formations végétales existantes et pour identifier les principales zones homogènes dans la région. A l'intérieur de chaque zone, nous avons choisie une station qui représente des conditions écologiques moyennes, dans laquelle nous pouvons effectuer des relevés floristiques, comprenant les différentes informations sur les caractéristiques du milieu notamment la localisation du site, l'exposition, la pente, la présence des effets de l'érosion, le taux de recouvrement, etc. Ces données nous ont permis de caractériser cinq stations dans la région.

4 - Surface de relevé

La surface du relevé devra être égale à l'aire minimale, qui pourra être déterminée sur place ou être évaluée arbitrairement, suivant le nombre des espèces existantes dans le milieu étudié. Cette surface devient importante dans des zones à végétation pauvre.

Chaque relevé a été effectué dans une surface floristiquement homogène suivant la méthode d'aire minimale (Gounot, 1969).

Selon Guinochet (1973), Il est important que la surface des relevés soit suffisante pour comprendre la quasi-totalité des espèces présentes sur la surface considérée, de végétation floristiquement homogène.

Gehu (1987), a décrit la taille et la forme du relevé. Ils découlent de ces exigences d'homogénéité, il est admis maintenant qu'en région méditerranéenne, la surface du relevé varie de 100 à 300 m² en forêt, et 50 à 100m² dans les matorrals et quelques mètres carrés dans les pelouses.

Kadik (1987), a utilisé des surfaces de relevé en général de l'ordre de 100m² et d'un seul tenant qui à la pratique s'est avérée suffisante pour l'aire minimale du groupement végétal.

Dans la région de Béni Saf, la surface de 100m² paraît suffisamment représentative de l'aire minimale des formations végétales.

5 - Relevés floristiques

Dans notre étude sur la végétation, nous avons effectué 50 relevés floristiques à travers toute la région de Béni Saf, sur des placettes de suivi semi permanentes disposées au sein des différentes unités de végétation, qui devront être représentatives de la variabilité du milieu. Le nombre de relevés est réduit, par ce que notre but de trouver les espèces végétales indicatrices (anthropozoogènes) et ne pas de faire la liste de la flore de la région qui existe déjà dans les travaux de recherches effectués auparavant.

Pour que les relevés puissent être utilisés dans le cadre d'une étude écologique, il a été nécessaire de distinguer au moins trois strates appelées arborescente, arbustive et herbacée.

Des visites régulières durant la saison de végétation (de février à octobre, afin de recenser les espèces de post-hivernales à automnales), au cours desquelles l'ensemble du site a été prospecté plusieurs fois afin d'établir une liste d'espèces la plus complète possible.

La mise en oeuvre de la placette de relevé floristique sur le terrain, est menée au moyen d'une corde tendue entre deux pieux servant à border la placette, d'une surface circulaire de 100m², dans laquelle les relevés seront effectués. Le nombre de relevés devra être suffisant pour que l'échantillonnage des placettes soit représentatif de leur végétation. En général, nous avons réalisé un nombre de cinquante relevés dans toute la région, nous pensons qu'il est suffisant, pour l'identification de la végétation existante dans la région.

Les placettes de relevé seront localisées sur des surfaces, présentant une couverture végétale homogène du point de vue de la structure et de la composition floristique, et qui pourra faire l'objet d'un ou de plusieurs relevés selon la méthode des coefficients d'abondance-dominance de Braun-Blanquet (Méthode dite, Zuricho-Montpellierienne), qui consiste à affecter chaque espèce, de deux valeurs, la première correspondant à l'échelle d'abondance dominance, la deuxième à la sociabilité.

Ces placettes seront matérialisées sur le terrain au moyen d'un repère semi-permanent (tige en bois enfoncée dans le sol) et cartographiées précisément sur une carte topographique, pour faciliter leur localisation.

6 - Estimation du recouvrement

A chaque relevé, le recouvrement de chaque espèce végétale et celui de chaque strate (ou de l'ensemble de la végétation en cas de végétation monostratifiée) sera estimé visuellement par l'opérateur. Ce recouvrement constitue la proportion de surface de terrain recouverte par la projection verticale de l'ombre des végétaux, exprimé en pourcentage. Ce recouvrement est exprimé à l'aide de coefficients d'abondance-dominance selon Braun-Blanquet (1951) à l'échelle suivante :

Coeff.	Recouvrement
"+"	recouvrement faible (< 5%), espèce disséminée
"1"	recouvrement faible (< 5%), espèce encore abondante
"2"	recouvrement compris entre 5% et 25%
"3"	recouvrement compris entre 25% et 50%
"4"	recouvrement compris entre 50% et 75%
"5"	recouvrement compris entre 75% et 100%

Le recouvrement, est une estimation moyenne qui est définie théoriquement comme : le pourcentage de la surface du sol qui serait recouverte si l'on projetait verticalement sur le sol des individus de l'espèce (Gounot, 1969).

Les données seront synthétisées dans un tableau qui donnera en colonnes les relevés floristiques et en ligne les espèces classées par strate et par ordre alphabétique avec les cases contenant le coefficient d'abondance-dominance de chaque espèce. Ensuite en fonction de ces données qui pourront éventuellement faire sortir des tableaux ordonnés, permettant de mettre en évidence des groupements végétaux selon des gradients écologiques discriminants. Ces tableaux donneront des informations sur le recouvrement de chaque espèce.

7 - Fréquence

Notion statistique, utilisée dans l'analyse de la végétation. Elle exprime le pourcentage (%) du nombre de relevés où l'espèce végétale est inventoriée, par rapport au nombre total de relevés floristiques. La fréquence est calculée à partir de la formule suivante :

$$F \% = (100.n)/N$$

Dont, **n** : c'est le nombre de relevés où l'espèce existe et **N** : c'est le nombre total de relevés.

Durietz (1920) a proposé cinq classes d'identification de la fréquence des espèces végétales :

- Classe I : espèce très rare $0 < F < 20\%$,
- Classe II : espèce rare $20 < F < 40\%$,
- Classe III : espèce fréquente $40 < F < 60\%$,
- Classe IV : espèce abondante $60 < F < 80\%$,
- Classe V : espèce très constante $80 < F < 100\%$.

8 - Transects phytoécologiques

Dans chaque zone homogène, nous avons choisi une station principale dans laquelle s'effectuera le relevé floristique. Par la suite, on choisira plusieurs placettes de relevés suivant des transects phytoécologiques à l'intérieur de la même zone, pour faire d'autres relevés, et voire s'il y a une espèce qui n'a pas été recensé.

L'organisation de la végétation le long de ce gradient pourra avantageusement être décrite au moyen d'un ou de plusieurs transects phytoécologiques. Le principe des transects de végétation consiste à parcourir un itinéraire suivant un gradient identifié (changement de la végétation), et à décrire la végétation le long de cet itinéraire, en repérant les passages d'une forme de végétation à une autre et en caractérisant chaque communauté végétale au moyen d'un relevé floristique, selon la méthode des coefficients d'abondance-dominance de Braun-Blanquet décrite précédemment. Chaque point de relevé sera repéré sur le terrain à l'aide d'un repère fixe, pour d'éventuelles visites.

9 - Date et fréquence des relevés

La composition et la structure floristique des groupements végétaux évoluent au cours d'une même saison de végétation : certaines espèces très précoces apparaissent dès la fin de l'hiver puis disparaissent pour laisser place à d'autres espèces.

A cet effet, Il en découle qu'il sera parfois nécessaire de réaliser plusieurs relevés floristiques au cours d'une même saison de végétation pour rendre compte de ces successions étagées dans le temps. Dans la plupart des cas néanmoins, un relevé annuel suffira dont il faudra déterminer la date qui devra demeurer constante au cours du suivi. La fréquence du suivi dépendra de la dynamique de la végétation : plus celle-ci sera vigoureuse et plus les suivis devront être rapprochés. Des relevés à un rythme annuel à bisannuel suffiront dans la plupart des cas, il est néanmoins conseillé de commencer à un rythme relativement soutenu (annuel) puis, si les résultats du suivi démontrent que les variations interannuelles sont faibles, d'espacer ces relevés (jusqu'à un rythme quinquennal) (Dupieux, 2004).

10 - Données supplémentaires à recueillir

Additionnellement, pour chaque relevé, il est très utile d'enregistrer les informations suivantes : la localisation (commune, lieu-dit ou autre type de localisation facile à identifier), numéro du relevé, physionomie de la végétation, texture dominante du substrat, surface du relevé, pourcentage de recouvrement global (éventuellement par strate), hauteur de la strate dominante, hauteur moyenne de la végétation, état sanitaire de la végétation ligneuse.

11- Conclusion

La région de Béni Saf, est caractérisée par une grande hétérogénéité du couvert végétal, qui nécessite un inventaire plus fouillé. Ceci consiste à multiplier certainement le nombre des stations de relevés floristiques, par cheminement sur le terrain, là où le peuplement est homogène. Le recouvrement est exprimé à l'aide de coefficients d'abondance-dominance selon la méthode des coefficients d'abondance-dominance de Braun-Blanquet (Méthode dite, Zuricho-Montpelliéne). A notre avis il nous semble avoir atteint un nombre d'espèces inventoriées relativement élevé grâce à ces méthodes. Il serait intéressant de prospecter d'autres stations où l'on est amené à intercepter d'autres espèces (caractéristiques, indicatrices ou compagnes), cela sera bien entendu sera développé dans le chapitre qui suit.

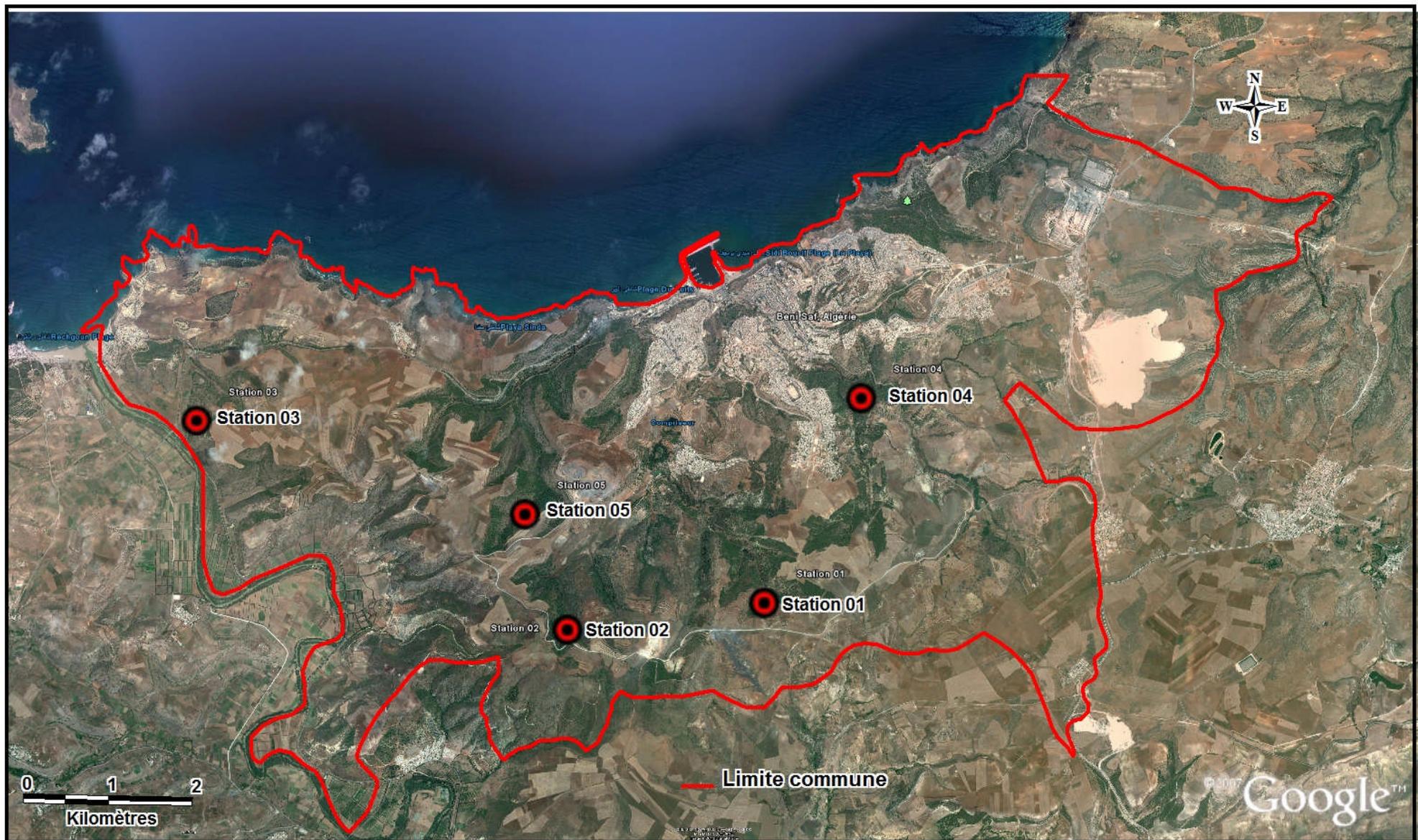


Figure 24 : Représentation des stations d'expérimentations

Chapitre II

Analyse floristique

Chapitre II : Analyse floristique

1 - Introduction

Selon Quézel (1952,1967,1973) ; Ritter-Studnicka (1956), la diversification de la flore circumméditerranéenne trouve son origine au niveau de la nature des substrats et en particulier au niveau de la roche mère. En effet l'abondance de zones où dominent les affleurements dolomitiques halo gypseux, ou plus rarement en Afrique du Nord ultrabasiques, a permis l'apparition d'une riche flore liée à ces roches. Aussi, Hsu (1977), évoque une série de facteurs qui a largement contribué à l'apparition d'une flore riche et très diversifiée, ce sont les facteurs paléo historiques et paléogéographiques. Quézel (2000), écrit sur l'hétérogénéité des flores de cette région, qui au cours des âges, se sont développées dans une des régions du monde où l'histoire géologique a été la plus complexe.

2 - Composition floristique par famille

La région de Béni Saf, est peuplée par 40 familles. Ce sont les Astéracées et les Poacées qui dominent la flore, avec un taux de 14% pour la première famille, et 12 % pour la deuxième. Les Lamiacées, les Papilionacées, représentent chacune 7%, les Liliacées 6%, Apiacées 5%. Le reste des familles, est composé des Cistacées, des Brassicacées, d'Euphorbiacées, des Plantaginacées, des Renonculacées, qui représentent un taux de 3% pour chacune. Les Chénopodiacées, les Cupressacées, les Cynarées, les Fabacées, les Malvacées, les Myrtacées, les Oxalidacées, les Boraginacées, les Résédacées, les Rosacées, représentent environ 2% chacune. Les familles suivantes sont présentes, mais avec un très faible taux, environ 1%, on peut citer, les Alsinoidées, les Araliacées, les Mimosées, les Oléacées, les Arecacées, etc.

Tableau 26 : Composition floristique par famille

Familles	Nombre d'espèce	Taux	Familles	Nombre d'espèce	Taux
Astéracées	16	14.44%	Boraginacées	2	1.80%
Poacées	13	11.71%	Alsinoidées	1	0.90%
Lamiacées	8	7.21%	Araliacées	1	0.90%
Papilionacées	7	6.31%	Papavéracées	1	0.90%
Liliacées	7	6.31%	Caprifoliacées	1	0.90%
Apiacées	6	5.41%	Cératophyllacées	1	0.90%
Cistacées	3	2.70%	Convolvulacées	1	0.90%
Brassicacées	3	2.70%	Géraniacées	1	0.90%
Euphorbiacées	3	2.70%	Mimosées	1	0.90%
Plantaginacées	3	2.70%	Oléacées	1	0.90%
Renonculacées	3	2.70%	Arecacées	1	0.90%
Chénopodiacées	2	1.80%	Pinacées	1	0.90%
Cupressacées	2	1.80%	Primulacées	1	0.90%
Cynarées	2	1.80%	Rhamnacées	1	0.90%
Fabacées	2	1.80%	Rutacées	1	0.90%
Malvacées	2	1.80%	Solanacées	1	0.90%
Myrtacées	2	1.80%	Thérébinthacées	1	0.90%
Oxalidacées	2	1.80%	Thymelaeacées	1	0.90%
Resédacées	2	1.80%	Urticacées	1	0.90%
Rosacées	2	1.80%	Valérianacées	1	0.90%

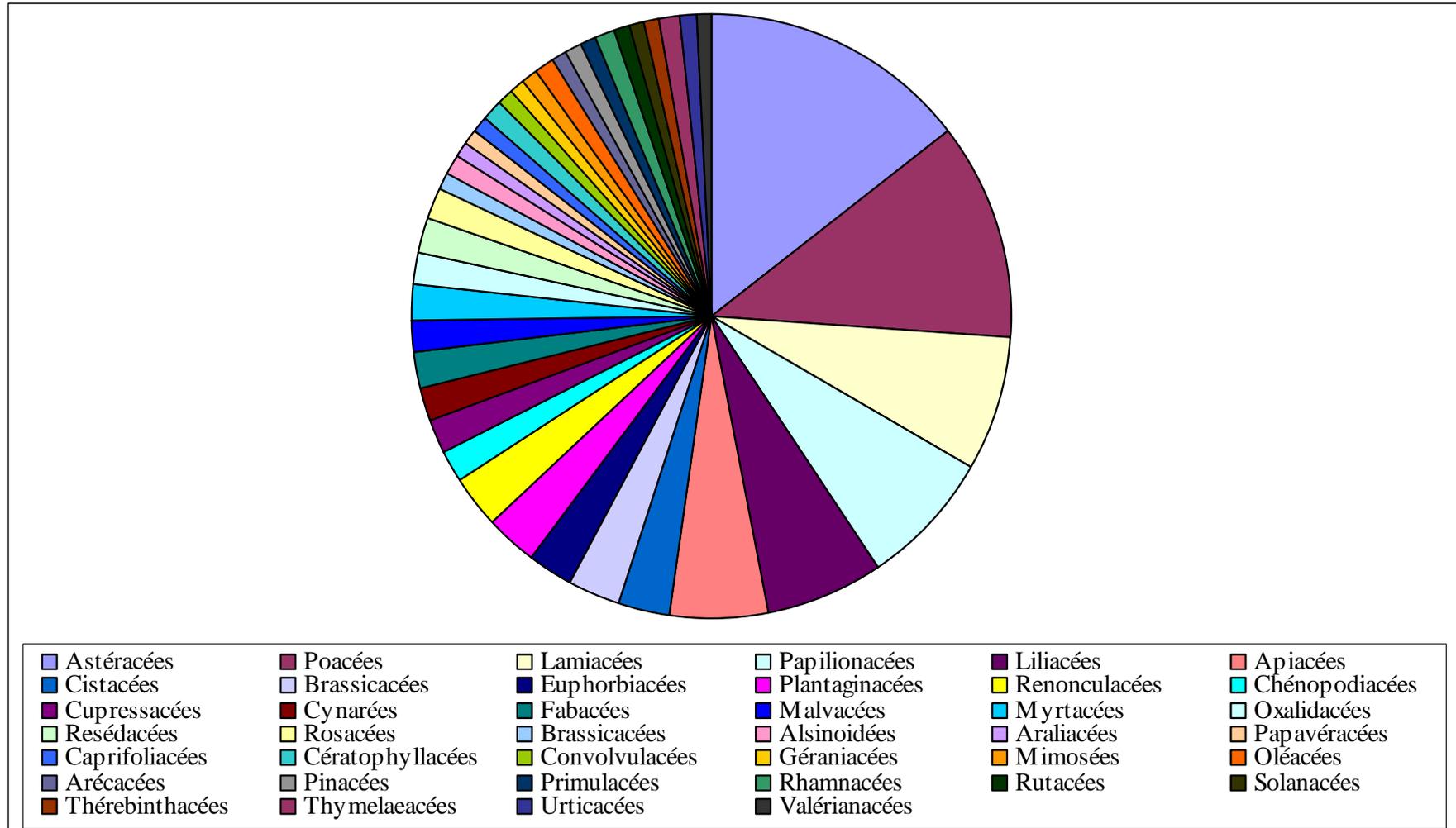


Figure 25 : Composition floristique par famille

Tableau 27 : Répartition des familles par station

Familles	Station 1		Station 2		Station 3		Station 4		Station 5	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Alsinoidées					1	2%			1	3%
Apiacées	1	3%	4	7%	1	2%	1	2%	2	5%
Araliacées							1	2%		
Areacées	1	3%	1	2%	1	2%	1	2%	1	3%
Astéracées	7	20%	12	21%	8	18%	10	17%	8	20%
Boraginacées					1	2%	2	3%	1	3%
Brassicacées	3	9%	3	5%	3	7%	4	7%	1	3%
Caprifoliacées							1	2%		
Cératophyllacées							1	2%		
Chénopodiacées							1	2%		
Cistacées	3	9%					1	2%		
Convolvulacées							1	2%		
Cupressacées					2	4%				
Cynarées			2	3%						
Euphorbiacées			1	2%	2	4%	2	3%		
Fabacées					1	2%	1	2%		
Géraniacées			1	2%			1	2%	1	3%
Lamiacées	2	6%	1	2%	2	4%	5	8%	4	10%
Liliacées	3	9%	4	7%	5	11%	4	7%	3	8%
Malvacées					2	4%	2	3%	1	3%
Mimosacées			1	2%						
Myrtacées							1	2%	1	3%
Oléacées			1	2%			1	2%		
Oxalidacées			2	3%			2	3%		
Papavéracées	1	3%	1	2%	1	2%			1	3%
Papilionacées	1	3%	2	3%	3	7%	2	3%	3	8%
Pinacées	1	3%	1	2%	1	2%	1	2%	1	3%
Plantaginacées			1	2%	2	4%	2	3%	2	5%
Poacées	6	17%	12	21%	3	7%	3	5%	3	8%
Primulacées	1	3%							1	3%
Renonculacées	1	3%	2	3%	3	7%	1	2%	2	5%
Resédacées	2	6%	2	3%	2	4%	2	3%	1	3%
Rhamnacées	1									
Rosacées							2	3%		
Rutacées							1	2%		
Solanacées					1	2%	1	2%	1	3%
Térébinthacées	1	3%	1	2%			1	2%	1	3%
Thymelécées	1	3%								
Urticacées							1	2%		
Valérianacées			1	2%			1	2%		
Total	35	100%	56	100%	45	100%	61	100%	40	100%

3 - Type biologique

Les « formes biologiques » d'après Delpech *et al.* (1985) constituent un élément de référence intervenant dans la définition des formations végétales. Depuis le premier système de classification, purement descriptif, basé sur l'observation de la capacité d'une plante à fleurir et fructifier une ou plusieurs années successives, la plupart des auteurs ont tenté d'intégrer les variables écologiques dans les systèmes de classification proposés Grisebach (1872) ; Warming (1908) ; Ozenda (1977).

Raunkiaer (1904, 1905, 1907, 1934) a établi une classification des végétaux en type biologique, suivant les formes d'adaptation avec les conditions de milieu naturel. Cette classification est basée essentiellement, sur la stratégie d'adaptation de la plante à la saison défavorable (dans la région méditerranéenne, la période critique est la saison estivale), et la position des bourgeons hibernants par rapport à la surface du sol.

La zone de Béni Saf, comme toute la région méditerranéenne se caractérise par une biodiversité très importante en matière de flore, nous avons recensé 111 espèces, dont la grande partie est constituée notamment des thérophytes, qui représentent les 42 % de toute la végétation existante. Stebbins (1952) ; Stebbins et Major (1965), ces auteurs ont signalé la richesse de la région méditerranéenne et au Maghreb plus particulièrement en thérophytes, espèces à cycle court, qui sont les plus adaptées à l'aridité du climat et en particulier au stress hydrique estival, ce sont parmi les conditions climatiques qui caractérisent le climat méditerranéen.

Tableau 28 : Type biologique

Type biologique	Nombre d'espèces	Taux
Thérophytes	46	42%
Chaméphytes	29	26%
Phanérophytes	16	14%
Hémicryptophytes	11	10%
Géophytes	9	8%

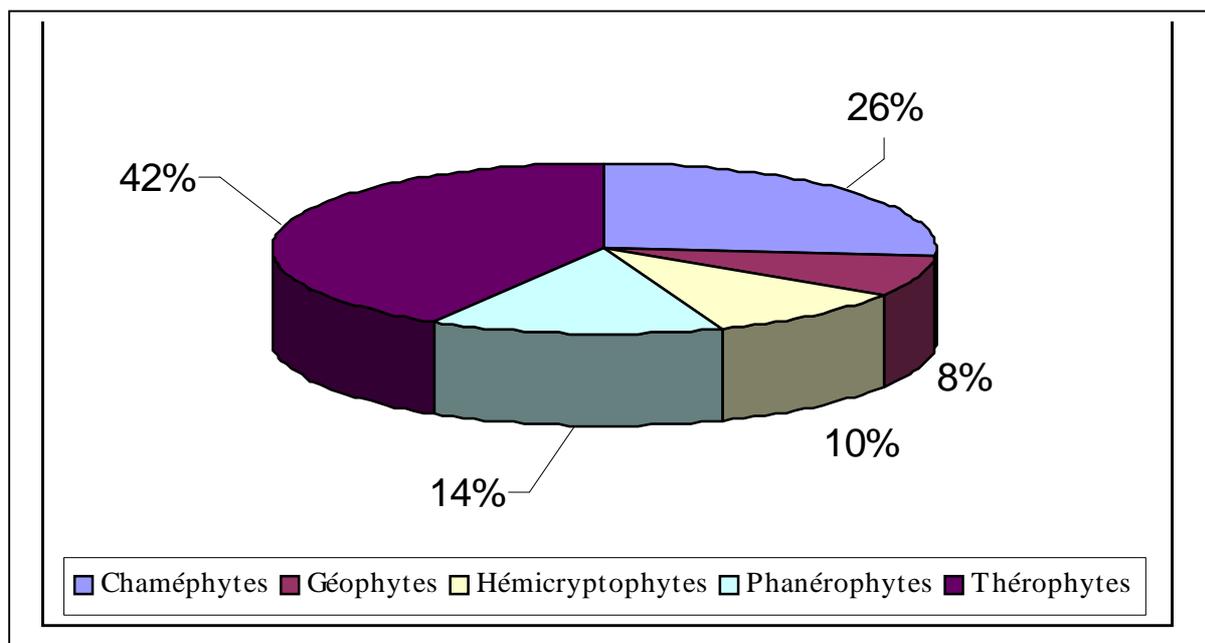


Figure 26 : Type biologique

Aussi, Sauvage (1961) ; Gaussen (1963) ; Negre (1966) ; Daget (1980) ; Barbero *et al.* (1990) ; Quézel (2000) ; Benabadji *et al.* (2009), trouvent que cette thérophytisation comme étant une forme de résistance à la sécheresse, ainsi qu'aux fortes températures des milieux arides. Aussi est un stade de dégradation ultime de la végétation. Floret *et al.* (1992), expliquent que les modifications de la composition floristique notamment, l'abondance des thérophytes sont liées à l'accroissement de la luminosité au niveau des strates basses.

Loisel *et al.* (1993) établissent une formule appelée indice de perturbation, qui permet de quantifier la thérophytisation des milieux naturels.

$$IP = \frac{\text{Nombre de Chaméphytes} + \text{Nombre de Thérophytes}}{\text{Nombre total des espèces}}$$

L'indice de perturbation **IP** de la zone d'étude Béni Saf est de l'ordre de 68 %, on le trouve important. Ceci montre une perturbation et un déséquilibre des peuplements végétaux, provoqué par la forte pression anthropozoogène.

Ainsi, El Hamrouni (1992), après une étude de la végétation « forestière et pré forestière » en Tunisie, a trouvé un taux de thérophytisation de 70 %. Le même auteur conclue que cet indice est fort.

Les autres types biologiques sont à base des Chaméphytes, représentent 26% de la flore existante dans la région de Béni Saf et les Phanérophytes sont à l'ordre de 14%. Ces deux types biologiques sont constitués d'espèces à longue espérance de vie. Les Hémicryptophytes représentent 10% et les géophytes sont dans l'ordre de 8%.

4 - Type morphologique

Pour l'ensemble de la flore de la région de Béni Saf, est constituée principalement d'herbacées annuelles, qui représentent un taux de 44% avec un nombre de 49 espèces. Ce

type de végétaux à cycle court supporte bien les stress hydriques et thermiques estivaux. Les herbacées vivaces sont au nombre de 38 espèces, soit 34% du capital floristique. Les ligneux vivaces constituent les formations arborées et arbustives, avec un taux de 22%.

Tableau 29 : Types morphologiques

Types morphologiques	Taxons	Taux
Herbacées annuelles	49	44%
Herbacées vivaces	38	34%
Ligneux vivaces	24	22%

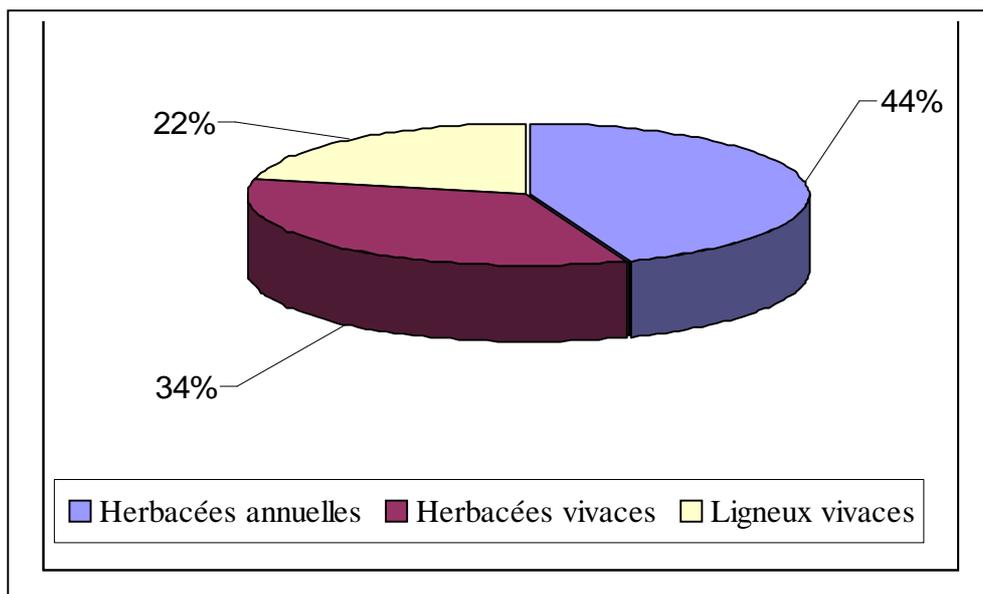


Figure 27 : Type morphologique

5 - Type biogéographique

Cette analyse biogéographique, nous permet de classer la flore de la zone de Béni Saf suivant les origines. Zohary (1971), était le premier auteur qui a attiré l'attention des phytogéographes sur l'hétérogénéité des origines de la flore actuellement caractéristique de la région bioclimatique méditerranéenne. A cet effet, nous avons identifié les types biogéographiques des espèces inventoriées, à partir de la flore de Quézel et Santa, (1962-1963) et la flore de la France, Bonnier *et al.* (1990), Flore de l'Afrique du Nord. Maire (1952-1987).

Les éléments strictement méditerranéens représentent une part très importante de la flore de la région de Béni Saf 41%. D'après Quézel (2000), ces taxa ont été moins influencées par les glaciations quaternaires, leur mise en place est très généralement Mio-Pliocène. Dans notre zone on peut citer quelques espèces les plus répandues : *Acacia cyanophylla*, *Asparagus acutifolius*, *Cistus albidus*, *Cistus monspeliensis*, *Pistacia lentiscus*, *Lavandula stoechas*, *Ceratonia siliqua*, *Pinus halepensis*, *Olea europea*, *Rosmarinus officinalis*, *Daphne gnidium*, *Lavandula multifida*, etc. Pour les taxa de répartition Ouest méditerranéens ils représentent 11%, ce sont généralement les espèces comme : *Ampelodesma mauritanicum*, *Calycotome spinosa*, *Calycotome villosa*, *Chamaerops humilis*,

Lavandula dentata, etc. Les éléments de souche Circumméditerranéenne, Cosmopolite et Européen Méditerranéen, sont présentés chacune par un taux de 5%. Les éléments Macaronésien-Méditerranéens représentent 4%. Le taux d'endémisme dans la région de Béni Saf est faible, environ 5%, dont nous pouvons citer : *Chrysanthemum grandiflorum*, *Selinopsis montana* (Endémique spécifique, 2%), *Thymus algeriensis*, *Helianthemum helianthemoides* (Endémique Nord Africain, 2%), *Solenanthus lanatus* (Endémique algéro-marocain, 1%).

Le reste des éléments sont très variés (Eurasiatique, Ibero-Mauritanienne, Paléo tempéré, Saharo-sindo-Méditerranéen, etc.), et représentent avec un faible taux, entre 1 et 3%.

Tableau 30 : Types biogéographiques

Type biogéographique	Nombre d'espèces	Taux
Méd	46	41%
W.Méd	12	11%
Circum-Méd	6	5%
Cosmop	5	5%
Eur-Méd	5	5%
Macar-Méd	4	4%
Euras	3	3%
Ibéro-Maur	3	3%
Méd-Irano-Tour	3	3%
Paléo-Temp	3	3%
Canar-Méd	2	2%
End	2	2%
End N.A	2	2%
Méd-Atl	2	2%
Paléo-Sub-Trop	2	2%
Circum-bor	1	1%
End Alg-Mar	1	1%
Esp-des Canaries à l'Egypte-Asie occ	1	1%
Ibéro-Mauri-Malt	1	1%
Méd l'Egypte-Asie occ Ethiopie-Inde	1	1%
Méd-As	1	1%
Mérid-A.N	1	1%
S.Méd-Sah	1	1%
Sah-Sin-Méd	1	1%
Sub-Cosmp	1	1%
Sub-Méd	1	1%
Total	111	100 %

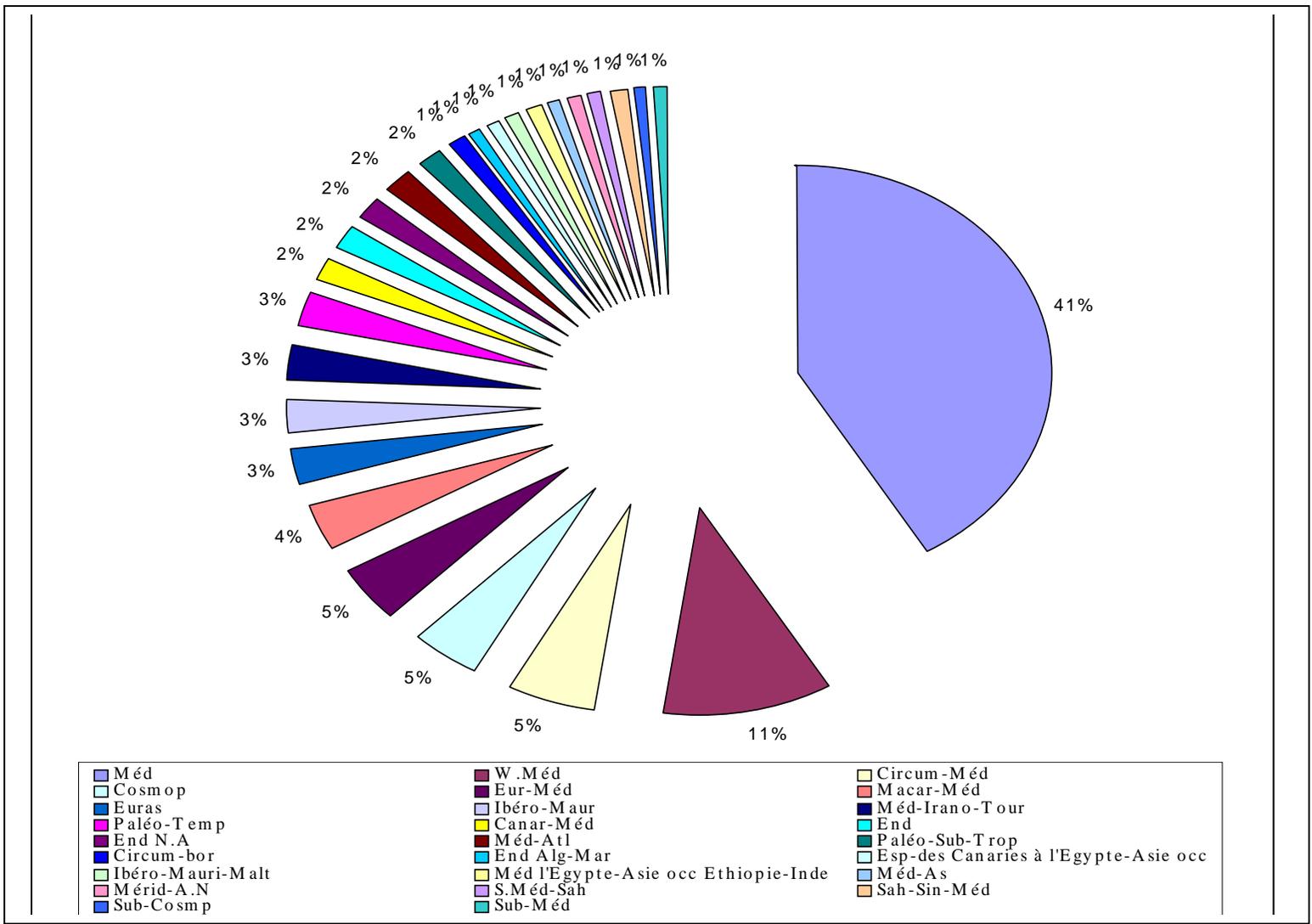


Figure 28 : Type biogéographique

6 - Composition floristique et les stades de dégradation des peuplements végétaux

Dans la région de Béni Saf, la majorité des peuplements ligneux, sont des formations forestières artificielles issues généralement de reboisements effectués en 1945, et les années 1960, 1970 et 1980, pour lutter contre les inondations et les affaissements de terrains. Les espèces les plus utilisées dans ces reboisements sont le Pin d'alep et les Eucalyptus (espèces exotiques), qui ont pris la place d'une végétation très dégradée, constituée de matorrals arborés (pineraies) plus ou moins denses, à base d'espèces thermophiles, rabougris, sous une tranche pluviométrique qui varie entre 350 et 400 mm, très tolérante au point de vue édaphique (abondance des sols calcaires). La composition floristique est très remarquable par les espèces suivantes: *Pinus halepensis*, *Ceratonia siliqua*, *Olea europea* ssp *oleastre*, *Pistacia lentiscus*, *Tetraclinis articulata*, *Asparagus acutifolius*, *Calycotome spinosa*, *Phillyrea angustifolia*, *Ampelodesma mauritanicum*, *Chamaerops humilis*, etc. La strate herbacée est dominée par *Cistus albidus*, *Cistus monspeliensis*, *Rosmarinus officinalis*, *Lavandula dentata*, *Lavandula stoechas*, *Medicago arborea*, *Withania frutescens*, *Helianthemum helianthemoides*, *Lonicera implexa*, etc.

La grande partie des reboisements a été réalisée dans la région, qui a subi une dégradation intense et générale par les différentes causes anthropozoïques (activités humaines, surpâturage, incendies et manque de travaux d'entretien), et naturelles (instabilité climatique, diverses maladies cryptogamiques), qui ont réduit les surfaces reboisées et la végétation naturelle.

Devant cette situation, s'impose la constitution de formations arborées, à base de Pin d'alep et les Eucalyptus qui sont introduits dans la région dans le but de stabiliser les terrains, maintenir les berges des oueds et pour varier les reboisements.

Les *Eucalyptus camaldulensis* occupent les Oueds et les Bas fonds sur des superficies plus ou moins petites. La strate arbustive est dense largement dominée par *Olea europea* ssp *Oleastre*, *Pistacia lentiscus*, *Asparagus acutifolius*, *Calycotome spinosa*, etc. dont la physionomie de type matorral arbustif, se développe dans des conditions très favorables. La strate inférieure essentiellement thérophytique, riche en espèces annuelles, de stratégie « R », favorisées par un cycle biologique court, à savoir les familles les plus présentes sont les composées et les Poacées. D'après Daget (1980) ; Barbéro *et al.* (1990), la thérophytie est une forme de résistance à la sécheresse ainsi qu'aux fortes températures des milieux arides. Quézel *et al.* (1992), confirmé par Bouazza *et al.* (2001), précisent que l'installation des espèces : *Ampelodesma mauritanicum*, *Calycotome vilosa* subsp. *Intermedia* et *Chamaerops humilis* subsp. *Argentea*, leur présence renseigne déjà sur la manifestation d'une certaine dégradation, qui par ailleurs, est encore révélée par la présence d'espèces telles que : *Urginea maritima*, *Asphodelus microcarpus*, *Ferula communis*.

A cet effet, nous avons remarqué la présence de ces taxa au niveau de nos peuplements végétaux. Ceci signifie une dégradation qui entraîne la régression des formations pré forestières, et favorise l'installation des matorrals à base de *Calycotome spinosa*, *Chamaerops humilis*, *Rosmarinus officinalis*, *Cistus albidus*, *Cistus monspeliensis*, *Lavandula multifida*, *Lavandula stoechas*, *Asparagus acutifolius*...etc. sur les sols calcaires.

Le matorral, représente une dégradation avancée d'une formation pré forestière, il occupe généralement toute la franche du littoral de la région de Béni Saf, il est constitué de

quelques pieds éparpillés de *Pinus halepensis*, *Ceratonia siliqua*, *Olea europea*, *Pistacia lentiscus*, avec un état physiologique dégradé « la hauteur ne dépasse pas 3m ». Cette strate est accompagnée d'une végétation dense qui occupe la strate arbustive, elle est à base de *Calycotome spinosa*, *Calycotome vilosa*, *Chamaerops humilis*, *Ampelodesma mauritanicum*, *Asparagus acutifolius*, *Rosmarinus officinalis*, *Cistus albidus*, *Cistus monspeliensis*, *Lavandula multifida*, *Lavandula stoechas*, *Withania frutescens*. Ces espèces colonisent le milieu, et remplacent les ligneux, qui sont devenues trop fragiles. Au niveau de la strate herbacée, nous remarquons aussi la présence des espèces qui indiquent la dégradation du couvert végétal, à savoir : *Urginea maritima*, *Asphodelus microcarpus*, *Ferula communis*.

En générale ces formations pré forestières de Béni Saf, connaissent un processus de matorralisation, qui aboutit à la formation d'une végétation basse et épineux, dominée surtout par les Thérophytes.

7 - Conclusion

Les peuplements de *Pinus halepensis* dans la région de Béni Saf, constituent des formations transitoires évoluant normalement vers les structures de type matorral à Oleo-lentisque. Cette végétation reste encore sous la pression anthropozoïque, qui provoque la dégradation et la régression avancée du milieu naturel.

Olea europea et *Ceratonia siliqua*, *Pistacia lentisque*, se trouvent à l'état spontané dans la station N°4, en mélange avec le *Pinus halepensis*, et forme le plus souvent de groupements de type pré-forestiers avec, *Asparagus spp*, *Calycotome spp*, *Lavandula dentata*, *Withania frutescens*, etc. Ainsi la présence de l'*Ampelodesma mauritanicum* et *Chamaerops humilis*, soulignent le plus souvent des stades de dégradation, d'après Quézel (2000).

On conclusion, nous pouvons dire que nos peuplements végétaux, sont en voie de dégradation et en régression avancée, qui peut y aller jusqu'à la disparition définitive et irréversible du couvert végétal, si les actions anthropozoïques continuent d'exercer les effets néfastes sur le milieu naturel.

Chapitre III

Traitement Biostatistique

Chapitre III : Traitement Biostatistique

1 – Introduction

L'étude floristique par l'AFC, porte également sur l'analyse des groupements végétaux dans la région de Béni Saf. Cependant le traitement statistique est un outil qui peut nous aider à déterminer quelques facteurs écologiques et anthropiques qui régissent la composition floristique de ces peuplements végétaux, caractérisés par une grande diversité floristique.

Ce type d'analyse (statistique), qui a montré sa pertinence en phytosociologie et en écologie végétale, permet d'étudier les relations éventuelles qui s'établissent entre des variables discontinues et non quantitatives (Cornier, 2002),

L'analyse factorielle des correspondances est utilisée depuis longtemps en phytosociologie et en phytoécologie décrite par de nombreux auteurs : Guinochet (1952) ; Charles et Chevassut (1957) ; Dagnelie (1960, 1965) ; Cordier (1965) ; Benzecri (1973) ; Perrichaud et Bonin (1973) ; Celles (1975) ; Briane *et al.* (1977) ; Bonin et Roux (1978) ; Pouget (1980) ; Bastin *et al.* (1980) ; Legendre (1984) ; Djebaili (1984) ; Dahmani (1984) ; Chessel et Bournaud (1987) ; Kent et Ballard (1988) ; Orloci (1988) et Loisel *et al.* (1990).

Aussi cette méthode a été utilisée dans les travaux phytoécologiques de : Hadjadj, 1988 ; El-Hamrouni (1992) ; Benabadji (1995) ; Bouazza (1995) ; Kaid Slimane (2000).

Selon Cordier (1965), cette méthode s'applique au cas où deux ou plusieurs ensembles se trouvent en relation, quel que soit leur nature.

Selon Guinochet (1973), l'A.F.C se trouve être de loin la mieux adaptée aux problèmes phytosociologiques, elle regroupe des sous-ensembles dont les éléments se ressemblent.

L'analyse factorielle des correspondances offre également d'autres grandes possibilités; en effet elle permet de traiter conjointement les variables floristiques et les variables écologiques (Djebaili, 1984).

Pour mettre en exergue les facteurs écologiques et anthropiques, nous développerons successivement : la méthodologie, les résultats et interprétations avec les cartes factorielles des espèces végétales et leurs familles.

2 - Méthodologie

2.1 - Codage

En vue du traitement informatique des données floristiques, un code à quatre lettres et un chiffre, est attribué à chacun des taxons qui ont été relevés dans la région de Béni Saf. La première lettre indique le genre, les trois autres lettres qui suivent, nous indiquent les premières lettres de l'espèce. Le chiffre présente l'ordre des taxons dans le tableau en annexe N° 01. Exemple: *Acacia cyanophylla*, est codé comme suit : A-cya 1.

2.2 - Le traitement numérique

Nous avons utilisé la méthode de la technique appliquée, celle de l'analyse factorielle des correspondances (AFC), assistée par le logiciel « Minitab 14 » Ce type de traitement,

dont les fondements mathématiques sont exposés dans la thèse de Cordier (1965) et les ouvrages comme ceux de Benzekri (1973); Fenelon (1981), etc. est maintenant classiquement utilisé, depuis de nombreuses années (Roux, 1967 ; Lacoste et Roux, 1972).

Comme le souligne Lacoste (1972), l'un des intérêts fondamentaux de cette méthode est la représentation simultanée, dans un même espace et de manière symétrique, des relevés et des espèces, de telle sorte que chaque espèce se localise au sein du groupe de relevés auquel elle est la plus étroitement liée. Le traitement a été réalisé au Laboratoire écologie d'Université de Tlemcen. Nous avons procédé ainsi à l'analyse de l'ensemble des relevés (50) en fonction de la totalité des espèces (111).

Dans ces traitements, seul le caractère « présence-absence » des espèces a été considéré, dans la mesure où l'objectif visé était la discrimination et la caractérisation des espèces inventoriées dans la zone d'étude.

Toutefois, sur les tableaux phytosociologiques, la présence des espèces est mentionnée selon le coefficient d'abondance-dominance correspondant, d'après « l'échelle mixte » classique Braun-Blanquet.

Pour l'ensemble de ces traitements, les symboles du coefficient d'abondance-dominance ne peuvent pas être directement exploités. Le « + » n'étant pas une valeur, il a été remplacé par le nombre « 0.5 ».

Tableau 31 : Codification du coefficient d'abondance-dominance

Coefficients d'abondance-dominance	Absence	+	1	2	3	4	5
Coefficients utilisés	0	0.5	1	2	3	4	5

L'A.F.C permet grâce à des représentations graphiques, de construire des nuages de points représentant les espèces dans un espace à dimensions (nombre de relevés) et réciproquement. Le logiciel calcule la distance statistique entre les relevés en fonction des fréquences des espèces recensées.

Le nuage « points lignes » ou de « points colonnes » s'étire le long d'une direction privilégiée qui correspond à l'axe factoriel de l'analyse. Chaque axe factoriel est caractérisé par une valeur propre qui traduit l'inertie du nuage de point le long de l'axe. Le taux d'inertie représente le pourcentage de l'axe dans l'inertie totale du nuage. La valeur propre et le taux d'inertie sont d'autant plus élevés que le nuage de points est bien structuré le long d'un axe factoriel (Escofier et Pages, 1990).

Benzekri (1973-a) précise qu'il n'y a pas lieu de remettre en doute la validité d'un premier axe ayant plus de 50% de taux d'inertie.

Les coordonnées des points (espèces) sont données pour chacune des axes factoriels, après projection des nuages de points obtenus (tableau 31).

En pratique, la représentation graphique ne s'effectue que sur les premiers axes factoriels les plus explicatifs de la structure du nuage de points. Nous nous sommes limités aux nuages des points lignes, correspondants aux espèces végétales (carte des espèces).

Du coté négatif de l'axe 1, se présente le *Pinus halepensis*, accompagné avec une formation basse composée de : *Lavandula dentata*, *Sinapis arvensis*, *Ampelodesma mauritanicum*. Indiquant toujours l'instabilité du milieu c'est un matorral de Pin d'alep (stade de dégradation).

L'incendie et le pâturage constituent les deux fléaux principaux qui bouleversent la stabilité des écosystèmes forestiers. Ces formations végétales tendent 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.

Au centre du plan factoriel, nous avons la formation d'un bull n°1 localisé composé du reste de l'ensemble des espèces qui ne semblent réagir à aucun paramètre écologique.

Notons que la carte factorielle (Axe 1- 2) (figure 29) est presque identique à la carte factorielle (Axe 1-3) (figure 31) interprétée précédemment.

3.1.2 - Carte factorielle (Axe 2 – 3) (figure 30) :

Interprétations de l'axe 2 : Valeur propre : 5,485
Taux d'inertie : 11 %

Tableau 34 : Taxons à fortes contributions pour l'axe 2 de l'A.F.C.

Coté positif de l'axe 2	Coté négatif de l'axe 2
1^{er} groupe	<i>Pinus halepensis</i>
<i>Chamaerops humilis</i>	<i>Cistus albidus</i>
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	<i>Ampelodesma mauritanicum</i>
<i>Asphodelus microcarpus</i>	<i>Lavandula dentata</i>
<i>Withania frutescens</i>	<i>Aegilops ventricosa</i>
<i>Calycotome spinosa</i>	
<i>Asparagus albus</i>	
<i>Ulex boivini</i>	
2eme groupe	
<i>Ferula communis</i>	
<i>Daucus carota</i>	
<i>Carthamus caeruleus</i>	
<i>Plantago lagopus</i>	
<i>Trifolium angustifolium</i>	
<i>Silybum marianum</i>	
<i>Pallenis spinosa</i>	

Le coté positif de l'axe 2, nous avons remarqué deux groupements d'espèces : Le 1^{er} groupe est constitué de *Chamaerops humilis*, *Chrysanthemum coronarium*, *Asphodelus microcarpus*, *Withania frutescens*, *Calycotome spinosa*, *Asparagus albus*, *Ulex boivini*. Ceci signifié une dégradation du milieu.

Les espèces caractéristiques de la dégradation de la pinède : sont *Ampelodesma mauritanicum* (poir) Dur, *Chamaerops humilis* ssp *argntea*, leur présence nous renseigne déjà sur la manifestation d'un certain déséquilibre de la futaie qui par ailleurs, est encore marquée par la présence d'espèce telles que : *Urginea maritima* L, *Asphodelus microcarpus* Salz, *Ferula communis* L. Leutreuch Belarouci *et al.* (2002).

Quézel *et al.* (1992), précise que l'installation des espèces : *Ampelodesma mauritanicum*, *Calycotome villosa* subsp. *Intermedia* et *Chamaerops humilis* subsp. *Argentea*, leur présence renseigne déjà sur la manifestation d'une certaine dégradation, qui par ailleurs, est encore révélée par la présence d'espèces telles que : *Urginea maritima*, *Asphodelus aestivus*, *Ferula communis*.

Le 2^{ème} groupe est composé de *Ferula communis*, *Daucus carota*, *Carthamus caeruleus*, *Plantago lagopus*, *Trifolium angustifolium*, *Silybum marianum*, *Pallenis spinosa*. C'est un milieu dégradé occupé par des espèces xériques qui résistent mieux aux conditions écologiques qui sont devenus de plus en plus sévères.

Ces végétaux se développent dans une ambiance bioclimatique semi aride. Leur présence témoignent une certaine dégradation, marquée par la présence d'espèces telles que : *Urginea maritima*, *Asphodelus aestivus*, *Ferula communis*.

Bouazza *et al.* (2001), confirment que la présence de ces trois espèces déjà indiquées précédemment, nous indique la dégradation ultime des formations ligneuses vers un matorral dégradé.

Du côté Négatif, Nous avons les espèces suivantes : *Pinus halepensis*, *Cistus albidus*, *Ampelodesma mauritanicum*, *Lavandula dentata*, *Aegilops ventricosa*. C'est un matorral en voie de dégradation.

Nous avons aussi la formation d'une bulle B au centre des deux axes (2 et 3) lequel est constitué aussi du reste des espèces qui ne représentent aucune corrélation avec les paramètres écologiques.

Tableau 35 : Contributions des espèces pour les trois axes de l'A.F.C.

Genre/espèce	Code	AXE1	AXE2	AXE3
<i>Acacia cyanophylla</i>	A-cya 1	0.45382	-0.46455	0.39117
<i>Aegilops truncialis</i>	A-tru 2	0.02382	-0.26934	-0.23519
<i>Aegilops ventricosa</i>	A-ven 3	-0.10788	-0.62239	0.06489
<i>Agropyron repens</i>	A-rep 4	-0.00886	0.10994	0.04547
<i>Ampelodesma mauritanica</i>	A-mau 5	-0.39072	-1.32393	-2.48101
<i>Anagallis arvensis</i>	A-arv 6	0.31103	0.0861	-0.35785
<i>Anthemis maritima</i>	A-mar 7	0.4374	0.232	-0.22925
<i>Arenaria emarginata</i>	A-ema 8	0.36874	0.29701	-0.15162
<i>Artemesia herba-alba</i>	A-her 9	-0.12547	1.14564	0.37507
<i>Asparagus acutifolius</i>	A-acu 10	0.28727	0.38956	-0.04663
<i>Asparagus albus</i>	A-alb 11	-0.56726	1.36737	0.94943
<i>Asparagus stipularis</i>	A-sti 12	0.18636	0.20433	-0.38176
<i>Asphodelus microcarpus</i>	A-mic 13	-2.89788	2.31542	2.16988
<i>Asteriscus maritimus</i>	A-mar 14	0.21845	0.28475	-0.21197
<i>Atractylis cancellata</i>	A-can 15	-0.09372	0.15887	-0.33819
<i>Atriplex halimus</i>	A -hal 16	0.47117	0.1984	-0.25443
<i>Avena alba</i>	A-alb 17	0.44713	0.07903	-0.17135
<i>Avena sterilis</i>	A-ste 18	0.40039	0.07756	-0.05919
<i>Bellis annua</i>	B-ann 19	0.20229	0.31564	-0.09384

<i>Bellis sylvestris</i>	B-syl 20	0.41538	0.13842	-0.35735
<i>Brachypodium distachyum</i>	B-dis 21	0.43585	-0.07193	0.11873
<i>Bromus rubens</i>	B-rub 22	0.15828	-0.02407	-0.48656
<i>Bupleurum lancifolium</i>	B-lan 23	0.38244	0.40023	-0.0768
<i>Calendula arvensis</i>	c-arv 24	0.22399	-0.00777	-0.20059
<i>Calycotum spinosa</i>	C-spi 25	-2.05936	1.8951	1.14407
<i>Calycotum vilosa</i>	C-vil 26	0.40396	0.19332	-0.21799
<i>Carthamus caeruleus</i>	C-cae 27	0.35318	-2.61485	2.4216
<i>Centaurea pullata</i>	C-pul 28	0.42311	-1.11134	1.0009
<i>Ceratonia siliqua</i>	C-sil 29	0.25623	0.69129	0.16528
<i>Chamaerops humilis</i>	C-hum 30	-3.73776	3.95036	4.60317
<i>Chenopodium album</i>	C-alb 31	0.39942	0.23747	-0.30316
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	C-cor 32	-0.04278	0.59187	0.83827
<i>Chrysanthemum grandiflorum</i>	C-gra 33	-0.25032	0.27159	0.18232
<i>Cistus albidus</i>	C-alb 34	-0.24998	-1.02746	-2.30305
<i>Cistus monspeliensis</i>	C-mon 35	-0.06158	-0.57878	-1.51773
<i>Convolvulus altheoides</i>	C-alt 36	0.39942	0.23747	-0.30316
<i>Crateagus oxyacantha</i>	C-oxy 37	0.39942	0.23747	-0.30316
<i>Cupressus horizontalis</i>	C-hor 38	0.27209	0.4731	0.08064
<i>Cytisus triflorus</i>	C-tri 39	0.4048	0.23742	-0.23117
<i>Dactylis glomerata</i>	D-glo 40	0.44623	0.10199	-0.02866
<i>Daphne gnidium</i>	D-gni 41	0.39064	0.07743	-0.41326
<i>Daucus carota</i>	D-car 42	0.35597	-2.83057	2.66443
<i>Echinops spinosus</i>	E-spi 43	0.23411	0.33892	0.00473
<i>Echium vulgare</i>	E-vul 44	0.13903	0.21342	-0.42552
<i>Erodium moschatum</i>	E-mos 45	0.24088	0.0567	-0.30829
<i>Eryngium triscuspidatum</i>	E-tri 46	0.25946	0.25672	0.02963
<i>Eucalyptus camaldiensis</i>	E-cam 47	0.38269	0.29212	-0.39854
<i>Eucalyptus gomfocefala</i>	E-gom 48	0.24259	0.49057	0.05502
<i>Euphorbia biumbelleta</i>	E-biu 49	0.30966	0.21913	-0.25032
<i>Euphorbia falcata</i>	E-fal 50	0.35198	0.15472	-0.34025
<i>Euphorbia segetalis</i>	E-seg 51	0.24834	0.1357	-0.19815
<i>Fedia cornucopiae</i>	F-cor 52	0.4039	0.13001	-0.16506
<i>Ferula communis</i>	F-com 53	0.26736	-2.64891	2.53602
<i>Galactites tomentosa</i>	G-tem 54	0.39128	0.20528	-0.25641
<i>Hedera helix</i>	H-hel 55	0.42154	0.21404	-0.26713
<i>Helianthemum helianthemoides</i>	H-hel 56	0.31814	0.33267	-0.13613
<i>Hordeum maritimum</i>	H-mar 57	0.18493	-0.06561	-0.25813
<i>Inula viscosa</i>	I-vis 58	0.4374	0.232	-0.22925
<i>Lavandula dentata</i>	L-den 59	-4.0796	-1.90376	-2.98715
<i>Lavandula multifida</i>	L-mul 60	0.02856	0.76887	0.21693
<i>Lavandula stoechas</i>	L-sto 61	0.42951	0.12971	-0.36223
<i>Lepturus cylindricus</i>	L-cyl 62	0.43253	0.19179	-0.27471
<i>Lobularia maritima</i>	L-mar 63	0.19312	0.20618	-0.17883
<i>Lonicera implexa</i>	L-imp 64	0.34417	0.14906	-0.36737
<i>Malva aegyptiaca</i>	M-aeg 65	0.3391	0.21482	-0.3073
<i>Malva sylvestris</i>	M-syl 66	-0.2246	0.30526	-0.44663
<i>Marrubium vulgare</i>	M-vul 67	0.33567	0.40741	-0.17231

<i>Medicago arbuticularis</i>	M-arb 68	0.42921	0.2745	-0.19062
<i>Medicago arborea</i>	M-arb 69	0.33095	0.4429	-0.07549
<i>Muscari neglectum</i>	M-neg 70	0.10312	0.12806	-0.19087
<i>Olea europea</i>	O-eur 71	-0.48355	0.67223	-0.58918
<i>Oxalis cernua</i>	O-cer 72	0.41325	0.15157	-0.18393
<i>Oxalis corniculata</i>	O-cor 73	0.41074	0.28117	-0.2193
<i>Pallenis spinosa</i>	P-spi 74	0.11494	-2.87169	2.5417
<i>Papaver rhoeas</i>	P-rho 75	-0.15818	-0.08724	-0.26326
<i>Phalaris bulbosa</i>	P-bul 76	0.44623	0.10199	-0.02866
<i>Pinus halepensis</i>	P-hal 77	-6.90122	-3.04985	-1.96102
<i>Pistacia lentiscus</i>	P-len 78	-0.62697	-0.04148	-1.20626
<i>Plantago albicans</i>	P-alb 79	0.17049	0.09675	-0.4854
<i>Plantago lagopus</i>	P-lag 80	0.33649	-2.81283	2.55966
<i>Plantago ovata</i>	P-ova 81	0.21078	0.33528	-0.19961
<i>Raphanus raphanistum</i>	R-rap 82	0.33877	0.10743	-0.2355
<i>Renonculus arvensis</i>	R-arv 83	0.17536	0.05007	-0.30958
<i>Renonculus paludosus</i>	R-pal 84	0.34327	0.28538	-0.1157
<i>Renonculus repens</i>	R-rep 85	0.29391	0.08912	-0.24234
<i>Reseda alba</i>	R-alb 86	0.01224	0.08717	-0.47137
<i>Reseda lutea</i>	R-lut 87	-0.45393	-0.06321	-0.93147
<i>Rosa sempervirens</i>	R-sem 88	0.4115	0.18782	-0.31219
<i>Rosmarinus officinalis</i>	R-off 89	0.35637	0.2571	-0.24194
<i>Ruta chalepensis</i>	R-cha 90	0.36188	0.23574	-0.24579
<i>Salvia verbenaca</i>	S-ver 91	0.44905	0.22183	-0.29046
<i>Scolymus hispanicus</i>	S-his 92	-0.28287	0.27497	0.17507
<i>Selinopsis montana</i>	S-mon 93	0.35701	0.28229	-0.18092
<i>Silybum marianum</i>	S-mar 94	0.22596	-2.25076	1.79107
<i>Sinapis arvensis</i>	S-arv 95	-1.93651	-1.53612	-0.12741
<i>Smilax aspera</i>	S-asp 96	0.36188	0.20346	-0.3249
<i>Solenanthes lanatus</i>	S-lan 97	0.39807	0.1781	-0.37353
<i>Spartium junceum</i>	S-jun 98	0.32713	0.28667	-0.12159
<i>Taraxacum microcephalum</i>	T-mic 99	0.17455	-0.00971	-0.53549
<i>Tetraclinis articulata</i>	T-Art 100	0.18191	0.31542	-0.18884
<i>Teucrium frutecans</i>	T-fru 101	-0.01543	-0.01932	-0.36234
<i>Thapsia garganica</i>	T-gar 102	0.45923	-0.27738	0.22353
<i>Thymus algeriensis</i>	T-alg 103	0.32187	0.14365	-0.25785
<i>Trifolium angustifolium</i>	T-ang 104	0.35814	-2.60473	2.43962
<i>Trifolium nigrescens</i>	T-neg 105	0.40362	0.2656	-0.20408
<i>Ulex boivini</i>	U-boi 106	0.09589	0.54508	0.12108
<i>Urginea maritima</i>	U-mar 107	0.1957	-0.47672	0.631
<i>Urtica membranacea</i>	U-men 108	0.44905	0.22183	-0.29046
<i>Vulpia myuros</i>	V-myu 109	0.39663	-0.1611	0.14071
<i>Withania frutescens</i>	W-fru 110	-1.95393	2.32502	1.69473
<i>Ziziphus lotus</i>	Z-lot 111	0.4309	0.13791	-0.33385

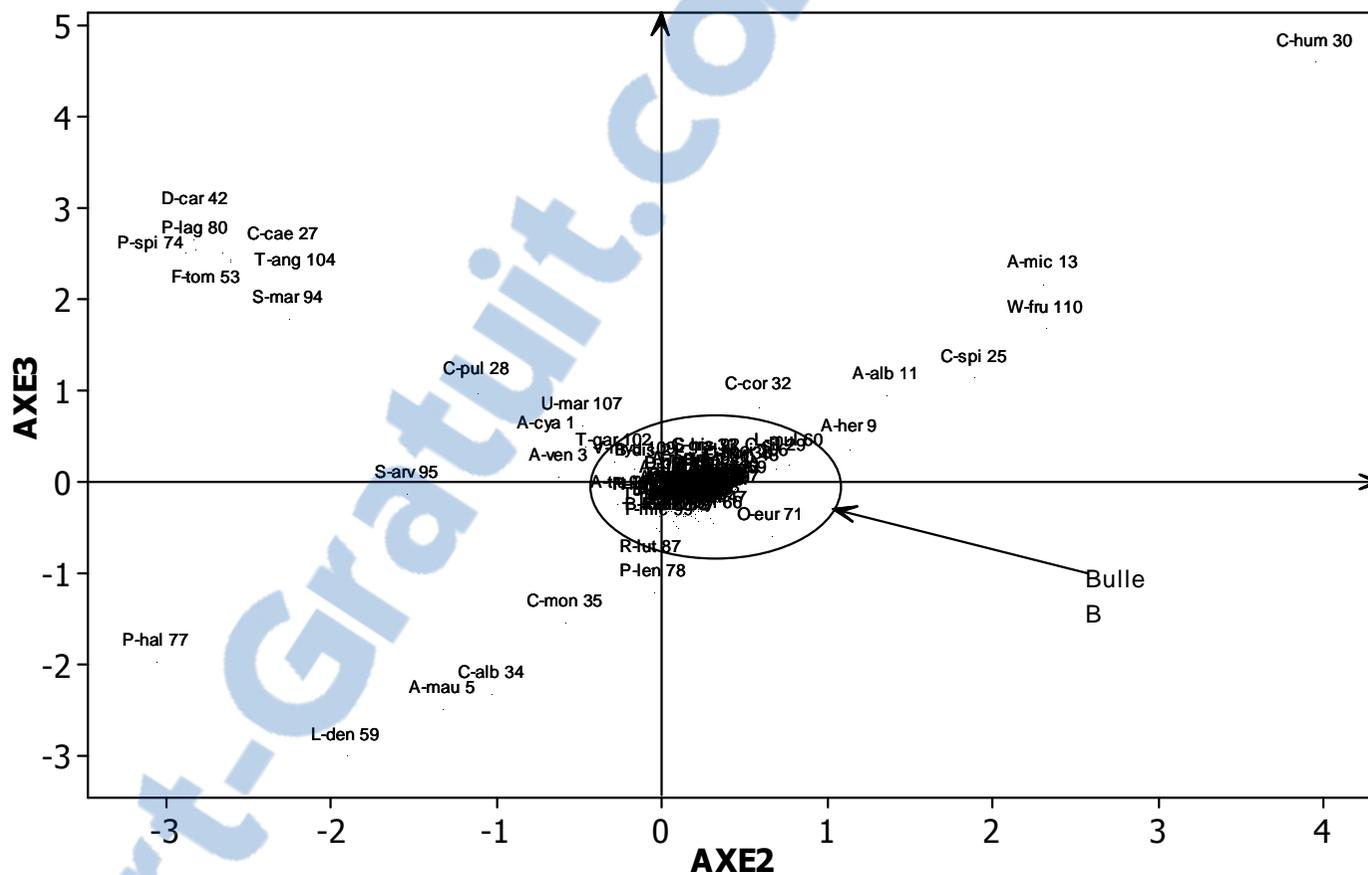


Figure 30 : Plan factoriel des espèces (axe 3 – axe 2)

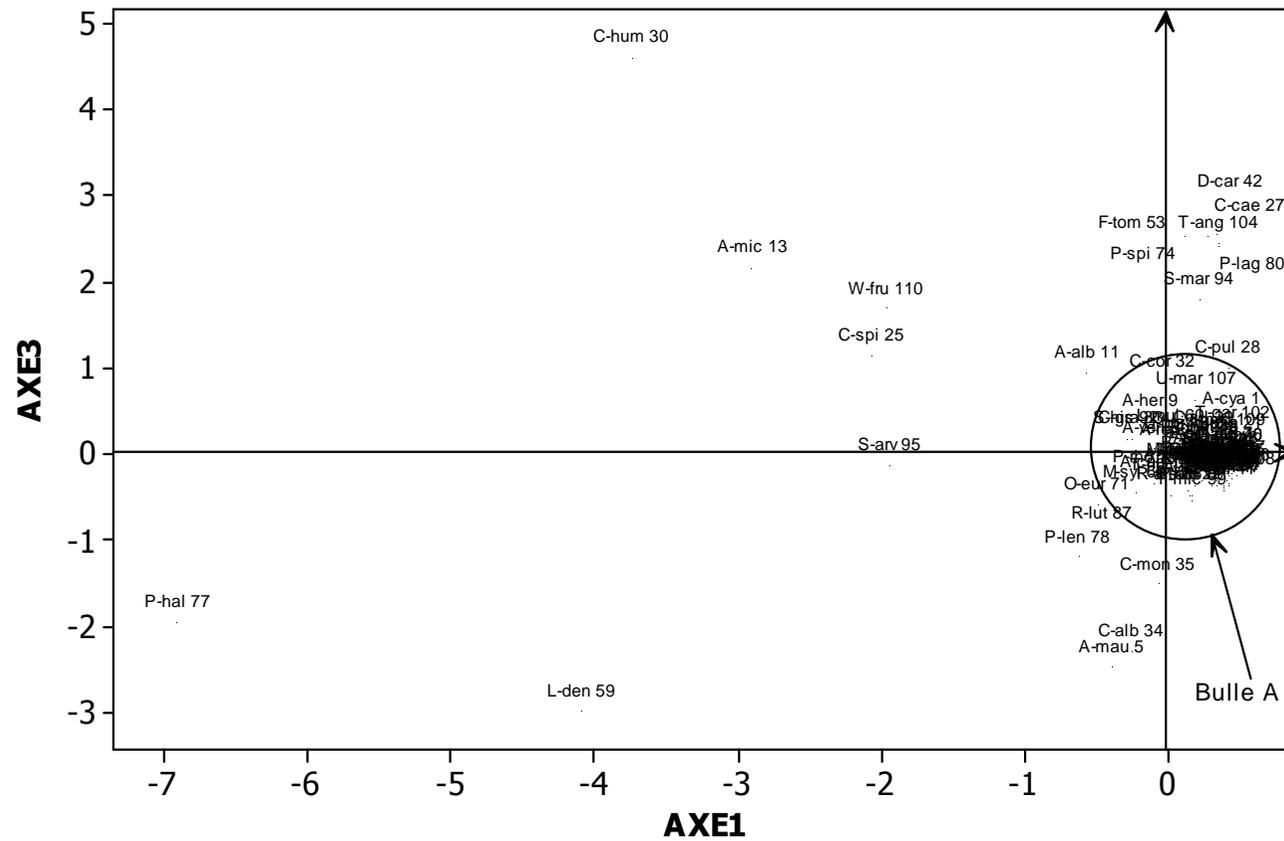


Figure 31 : Plan factoriel des espèces (axe 1 – axe 3)

4 - Conclusion

L'analyse factorielle des correspondances, réalisée sur les espèces inventoriées dans la région de Béni Saf, permet de mettre en évidence les gradients écologiques et confirmer que les facteurs bioclimatiques et anthropozoïques expliquent la grande part de l'information apportée par les différents axes. La position de *Pinus halepensis* est un peu particulière au niveau des différents plans factoriels. Sa position spatiale, nous explique en quelque sorte, que cette espèce résineuse, introduite dans la zone d'étude par les opérations de reboisements, est mal intégrée dans certaines stations à cause d'une forte pression anthropozoïque, d'une agressivité climatique et édaphique, défavorables au développement régulier de cette espèce et se retrouvent dans une situation fragile, face aux maladies et au dépérissement.

En effet, ces conditions conduisent ces peuplements à des formations buissonnantes (matorral) à bases d'espèces plus résistantes, colonisant le milieu, et remplacent les ligneux, qui sont devenues trop fragiles. Parmi ces espèces nous citons le *Chamaerops humilis*, *Ampelodesma mauritanicum*, *Calycotome spinosa*, *Chrysanthemum coronarium*, *Asphodelus microcarpus*, *Urginea maritima*, *Ferula communis*. *Calycotome spinosa*, *Asparagus albus*, ...ect, justifiant aussi la dégradation du milieu naturel. Devant cette situation critique, la protection et la valorisation sont le moyen ultime pour redynamiser la structure de ces peuplements, qui sont menacés.

Concernant, L'*Eucalyptus camaldulensis* (introduite dans la zone d'étude, par les reboisements), après l'analyse factorielle ne semble représenter aucune corrélation avec les paramètres écologiques. Ceci explique son adaptation au milieu naturel, y compris les conditions climatiques qui sont plus ou moins sévères.

Chapitre IV

Déforestation et ses causes

Chapitre IV : Déforestation et ses causes

1 - Introduction

Le milieu forestier se distingue des autres écosystèmes par sa structure dense et variée, son étendue et sa dynamique fortement imprégnée des conditions climatiques et stationnelles. La forêt joue un rôle certain sur les équilibres biologiques dans la mesure où elle constitue, sous nos latitudes, un état stable de l'évolution naturelle. Malgré cette apparence immuable et durable, la forêt est un espace en perpétuelle évolution, théâtre d'une étroite association entre les espèces végétales et animales (Christian, 1997).

La dégradation des formations végétales a des origines complexes et étroitement liées entre elles. Dans la région de Béni Saf, ce phénomène est très remarquable, on observe à la fois, et de façon liée, plusieurs causes de déforestation qui entrent en jeu, à savoir :

- La conversion des surfaces forestières au profit d'autres destinations et en particulier de pâturage et de grandes cultures.

- La pression démographique qui est de plus en plus importante, fait appel à une extension foncière sur la forêt et les terrains agricoles. Elle est essentiellement liée aux migrations de populations, conduisant à la réduction des espaces forestiers, et perturbant l'écologie des écosystèmes.

- La diminution de la fertilité des sols est l'une des principales conséquences physiques de la déforestation. Nous assistons à un délaissement des terrains agricoles par les agriculteurs de la région, par faute de leurs fertilités épuisés depuis longtemps (absences des amendements en engrais). Ces derniers cherchent toujours des nouveaux terrains à exploiter au profit des espaces forestiers par le défrichement.

2 - Etat des formations végétales

Le capital forestier de la commune de Béni Saf s'étend sur une superficie de 2 843,8 ha de terres forestières et à vocation forestière, soit 46,15 % de la superficie totale de la commune. On peut distinguer trois types de formations végétales :

- La ceinture verte qui entoure l'agglomération de Béni Saf et Ghar El Baroud, ce sont des peuplements du Pin d'alep et d'Eucalyptus plantés sur un réseau de banquettes, dans le but de réduire l'effet des inondations sur la ville et prévenir l'ensablement du port.

Ces forêts sont constituées de vieux peuplements plantés après les inondations de 1942 souvent scolytés (*Pinus halepensis*), ainsi la présence d'un grand pourcentage d'arbres morts ; tarés et malades, ect.

- Les jeunes peuplements qui sont issues des travaux de reboisements durant les années 70 et 80, dans le massif montagneux de Béni Saf (Dj. Skhoua), Gadet El Gouzlane, ect., après la réalisation des banquettes. Généralement c'est le pin d'alep qui occupe les lieux. Par manque d'entretiens et les travaux sylvicoles, l'état de ces peuplements est devenu précaire en présence d'arbres morts et malades. Les bas fonds comme, l'Oued Ben Medah, l'Oued Boukoudane, l'Oued Saf Saf, sont occupés par les Eucalyptus.

Les reboisements en Algérie, restent des plantations fragiles et soumises tant aux aléas climatiques qu'aux actions anthropiques. D'une façon générale, ils se caractérisent par une

absence quasi-totale de suivi et d'une carence manifeste de détermination, de modèles de sylviculture adéquate, en fonction des conditions écologiques des divers territoires où ils sont installés. Depuis la récolte de la semence jusqu'à la plantation, des carences tant techniques qu'écologiques sont observées, ce qui rend encore plus aléatoire le taux de réussite. L'absence de tout suivi après plantation a rendu les reboisements encore non seulement fragiles mais de production très faible (Letreuch-Belarouci, 2001).

- Le Maquis et la Broussailles occupent une grande partie de la commune. Sur le littoral ces formations végétales sont denses, constituées de *Pinus halepensis*, *Calycotome*, *Pistacia lentiscus*, *Asparagus*, etc. Dans le Sud Ouest et Le Nord Est de la commune, on observe le Maquis dégradés et la Broussaille, formés de *Chamaerops humilis*, *Calycotome*, *Pistacia lentiscus*, etc.

3 - Action anthropique

L'Algérie du Nord est soumise à des fortes pressions en hommes et en bétail qui ont engendré une sévère dégradation des sols et de la couverture végétale (Mazour et Morsli, 2004).

L'activité humaine dans la région de Béni Saf, est liée généralement à l'extension des agglomérations et les espaces agricoles, au détriment des espaces forestiers. Ainsi, le surpâturage et le défrichement, favorisant la dégradation du couvert végétal et accentue le phénomène de l'érosion.

Les facteurs anthropiques jouent un rôle actuel majeur dans l'organisation des structures de végétation. En effet, un accroissement extrêmement rapide des populations, surtout rurales, a déterminé une transformation radicale de l'utilisation du milieu par l'homme et ses troupeaux. Déforestation, dématerralisation, coupes anarchiques, mises en cultures incontrôlées, surpâturage excessif généralisé, ont profondément perturbé les équilibres écologiques qui existaient encore il y a une vingtaine d'années (Barbéro *et al.*, 1990). Les surfaces forestières régressent en moyenne de 1 à 3% de leur superficie chaque année suivant les situations, et l'élevage pour nourrir les troupeaux y est permanent.

L'intense dégradation due à l'occupation humaine de la quasi-totalité des forêts depuis le Néolithique a entraîné une érosion importante des sols forestiers méditerranéens perturbant leurs cycles géochimiques et accentuant ainsi les fortes contraintes stationnelles auxquelles sont soumises les principales essences méditerranéennes, que ce soit pour leur maintien ou leur dissémination. Ces perturbations de fréquences et d'intensités variables, dues à l'action de l'homme et du troupeau mais aussi à des phénomènes naturels irréguliers (modifications climatiques, chablis, feux sauvages, ravageurs) sont des facteurs historiques essentiels de l'état des structures et architectures forestières (Tomasselli, 1981 in Quézel, 2000).

3.1 - Activité pastorale

Le pâturage en forêts algériennes est ancien, il élimine en effet par broutage la strate herbacée et les jeunes régénérations, et réduit la diversité floristique. Par ailleurs, les effets du piétinement sur le sol, provoquent une dégradation et un tassement des horizons superficiels.

Bouazza *et al.* (1998), précisent que l'action intense du troupeau sur le parcours modifie considérablement la composition floristique. Les animaux choisissent les espèces et par conséquent imposent à la biomasse consommable offerte une action sélective importante. Il s'agit là de l'aspect de l'appétence des espèces qui représente le degré de préférence qu'accorde le bétail aux différentes espèces. Aussi, le pâturage modifie la composition floristique des groupements végétaux sans exception.

Les ovins et les caprins participent avec un degré plus fort dans la dégradation de la végétation, que les bovins. Les animaux choisissent les espèces et par conséquent imposent à la biomasse consommable offerte une action sélective importante (Benabdelli, 1983).

Dans cette dernière décennie, la région de Béni Saf a connu l'installation de plusieurs familles de semi nomades avec leurs troupeaux d'ovins et bovins, après avoir occupé la majorité des fermes et les terres agricoles, en pratiquant l'élevage extensif.

Cette population est devenue sédentaire, le pâturage est exercé durant toute l'année, en période estivale les troupeaux occupent les terres agricoles après récolte des produits agricoles, et durant le reste de l'année, ils broutent dans les milieux forestiers. Devant cette situation le fléau de surpâturage est devenu de plus en plus dramatique, en parallèle aux résultats qui ont été recueillis dernièrement notamment : un déséquilibre dans la composition floristique, une régression du tapis végétal, une destruction des horizons superficiels et une érosion du sol, une absence de la régénération naturelle de la végétation ligneuse, occupation des milieux naturels par les thérophytes (40%), etc.

Dans la zone d'étude on assiste à un accroissement souvent exponentiel des têtes de bétail, qui a conduit en quelques décennies à une régression dramatique et souvent irréversible du couvert végétal. Ce surpâturage quasi permanent a conduit à des forêts envahies par les espèces thérophytes.

Depuis la plus haute antiquité, la forêt méditerranéenne assure une production fourragère appréciable utilisée par les troupeaux. La pâture en forêt est traditionnelle et s'exerce souvent sous forme de transhumance. Cette activité pastorale a suscité de vives polémiques. En effet, à la fin du siècle dernier, elle était suffisamment importante pour dégrader les forêts encore en place. Le pâturage en forêt élimine en effet par broutage les jeunes régénérations, les branches basses et les rejets et même, en année de disette, tout le feuillage et les branches des arbres, coupés par les bergers pour assurer la survie du troupeau. Par ailleurs, les effets du piétinement sur le sol sont notables : tassement, écrasement des végétaux, un appauvrissement du couvert végétal, aussi il réduit la diversité floristique et empêche les régénérations.

Les objectifs de la gestion forestière et de l'élevage se complètent : protection de la forêt, contre le surpâturage et les incendies, conservation du patrimoine et de la biodiversité, ainsi une production animale qui participe au développement économique de la commune. Ce système présente bien des avantages, notamment celui de structurer le territoire avec des

aménagements à double usage, en associant des surfaces spécialisées pour les parcours, améliorés par des plantations fourragères, afin d'offrir aux animaux une offre pastorale variée, disponible notamment aux périodes de fort besoin alimentaire, et une mise en défens stricte des peuplements végétaux, pour se reconstituer et se maintenir. Concernant l'élevage bovin intensifié pour la production laitière, on propose la création des exploitations agricoles, dont la grande partie de leur surface sera réservée aux cultures fourragères et aux aliments pour le bétail.

Cette extension rapide des cultures au détriment des surfaces pastorales a diminué d'autant les zones traditionnelles de pâturage. Les troupeaux, dont l'effectif est resté toujours important, se trouvent progressivement refoulés sur des surfaces de plus en plus restreintes provoquant ainsi le surpâturage qui entraîne la réduction du couvert végétal des espèces vivaces et de leur phytomasse qui ouvre ainsi la porte aux processus de la dégradation (Floret et Pontanier, 1982).

Les sédentarisation des populations a, par ailleurs, conduit à la disparition ou à l'éclatement de beaucoup de grands troupeaux et leur remplacement par des petites unités qui pâturent presque toute l'année au voisinage immédiat des zones habitées, provoquent ainsi un surpâturage localisé et une dégradation accélérée du milieu naturel dans un rayon d'une dizaine de kilomètres (Floret et Pontanier, 1982).

4 - Incendies

Les peuplements végétaux de la région de Béni Saf, sont très sensibles au feu. Ceci est lié directement aux différents facteurs qui conditionnent leurs vulnérabilités. La géographie, le climat, la composition floristique et l'action anthropique.

Selon Delabraze et Valette (1974) ; Le Houerou (1980) ; Taton et Barbero (1990), les incendies constituent une perturbation majeure des paysages méditerranéens. Ils sont liés aux pressions anthropiques intenses, mais aussi au caractère, xérophytique, et pyrophytique de la végétation.

Trabaud (1991), souligne que les incendies débutent en général dans les strates inférieures suivies par les graminées et les buissons de proche en proche. L'âge de l'écosystème reste aussi un paramètre favorisant le feu.

Ferouani (2001), ajoute que le feu peut être accéléré par des nombreuses géophytes et la plus part ce sont des Labiées, des Ombellifères, des Euphorbiacées, des Papilionacées et des Cistacées dont l'extension par gain est favorisée par le passage répété des incendies.

Ainsi, la dominance des thérophytes dans les milieux naturels, constitue une masse combustible importante en été et facilite la prolifération des feux.

Dans la région de Béni Saf, les incendies sont moins fréquents, à cause d'absence du tourisme forestier durant la saison estivale. La majorité de la population de la région préfère

les plages pour la détente et le repos. Nous avons uniquement quelques incendies répétés et déclenchés dans les peuplements approximatifs de la décharge communale de Skhouna, après incinération des déchets ménagers dans la région.

Tableau 36 : Bilan des incendies

Année	Nombre de foyers d'incendies	Superficies des incendies en Ha				
		Forêts	Reboisements	Matorral	Broussailles	Total
1991	15	-	7,000	4,500	5,000	16,500
1992	12	2,000	4,000	10,500	10,000	26,500
1993	07	35,500	2,000	2,000	7,500	47,000
1994	13	838,500	2,000	60,000	20,000	920,500
1995	06	-	1,000	31,500	6,000	38,500
1996	04	30,000	1,500	1,500	1,000	34,000
1997	06	2,000	8,000	12,000	2,000	24,000
1998	06	8,300	-	4,000	-	12,300
1999	07	0,150	-	0,070	1,015	1,235
2000	08	0,110	-	1,250	1,015	2,375
2001	09	8,610	-	0,031	-	8,641
2002	06	1,190	-	-	0,034	1,224
2003	-	-	-	-	-	-
2004	02	-	-	-	0,050	0,050
2005	05	0,050	-	19,000	0,060	19,110
Total	106	926,410	25,5	146,351	53,674	1151,935

Source : circonscription des forêts de Beni Saf

(2005)

Les feux et les défrichements ont laissé une forte empreinte sur la physionomie du milieu naturel de la région de Béni Saf, notamment dans le Sud et l'Est de la commune. Une grande superficie de forêts et des broussailles ont été transformées en parcours et des champs de céréalicultures.

5 - Pollution et l'environnement

La commune de Béni Saf se caractérise par des indices de pollution à différents niveaux notamment :

- Au niveau de la mer les eaux sont polluées par les rejets des eaux usées domestiques de la ville de Béni Saf. Les points de rejet sont localisés à la plage de Sidi Boucif à la plage du puits et au port.
- Au niveau de l'atmosphère, la cimenterie est l'origine de la pollution de l'air, résultant du dégagement de la poussière et les gazes.
- Au niveau de l'environnement, il y a les décharges des ordures ménagères non contrôlés et qui sont un peu partout dans les espaces vert et les forêts de la périphérie de la ville. Elles peuvent aussi contaminer les nappes phréatiques superficielles.

Ainsi, la pollution touche les eaux de l'Oued Tafna, par les rejets urbains des agglomérations de l'Emir Abdelkader et Benghanem.

L'environnement urbain de Béni Saf, dispose d'un espace vert forestier à l'intérieur de l'agglomération et d'une ceinture forestière qui entoure toute la ville, dans le but de la protéger contre les inondations et les glissements de terrains. Malheureusement, cet espace a connu des dégradations et une régression très remarquable, à cause de l'extension urbaine.

5.1 - Dispositif de protection et préservation de l'environnement

Après avoir identifié les sources de la pollution qui détruit l'environnement et le milieu naturel dans la région de Béni Saf, il est le temps d'établir un programme sérieux et efficace pour barrer la propagation de ce fléau, basé sur les différents axes et qui seront comme suit :

- Prendre en charge les eaux usées des agglomérations, par la création des stations épurations ;
- Equiper les cheminées de la cimenterie par des filtres à poussières et à gazes ;
- Création des décharges contrôlées et amélioration des circuits de ramassage des déchets ménagers ;
- Préserver les espaces verts à l'intérieur des agglomérations et les espaces boisés contre l'urbanisation et les coupes illicites.

6 - Erosion

L'érosion, le ruissellement et l'infiltration sont essentiellement dus à l'agressivité des pluies, à la nature des terrains, au taux et à la nature du couvert végétal. L'agressivité des pluies se traduit par l'énergie des gouttes et du ruissellement qui modifient la structure du sol et ses états de surface et en conséquence la porosité des horizons superficielles donc de la capacité d'infiltration des sols (Mazour et Roose, 2001).

Le phénomène de l'érosion connaît actuellement une grave amplification dans la région de Béni Saf, à cause d'une importante sécheresse récente et répétée, les précipitations irrégulières et souvent violentes favorisent l'érosion, l'importance des pentes dans les nombreux secteurs de collines et de montagnes aggravent le phénomène ; les températures élevées accélèrent la minéralisation de la matière organique. Le couvert végétal est souvent réduit à cause de la dureté du climat et des actions anthropiques, avec une surexploitation des ressources naturelles de la région, aussi elles ont entraîné une dégradation plus ou moins poussée (pertes de matière organique, déstructuration, érosion hydrique ou éolienne, pollutions, etc.) qui peut aboutir, dans les cas extrêmes au quasi disparition des couches meubles du sol.

Halitim (1988), souligne, que le sol est l'élément de l'environnement dont la destruction est souvent irréversible et qui entraîne les conséquences les plus graves à court et à long terme.

Selon Fournier (1967), l'érosion par l'eau constitue un grave processus de dégradation du sol, même s'il ne s'agit que d'une érosion en nappe. Elle attaque principalement l'horizon supérieur, en général le plus riche non seulement en matière organique, mais aussi en éléments qui servent d'aliments pour les plantes et pour les cultures.

D'après Roose *et al.* (1993), ces phénomènes acquièrent une dimension d'autant plus désastreuse qu'ils se produisent en zone méditerranéenne, à climats semi-aride à subhumide. Ils s'intensifient en fonction de la pente de terrain, la nature et la structure du sol, l'imperméabilité de sol, l'intensité des pluies et l'importance du tapis végétal.



Photo 1: Extension d'une carrière au Nord Dj. Skhouna après un défrichage de la végétation (Juin 2004)



Photo 2: Extension d'une carrière au Nord Dj. Skhouna après un défrichage de la végétation (Mai 2013)



Photo 3 : Installation d'abreuvoir (Sidi Mehdi Mai 2012)



Photo 4 : Pâturage extensif (Sidi Mehdi – Mai 2012)

6.1 - Historique des stratégies de conservation des sols

Durant la période coloniale, les forestiers de cette époque ont appliqué, dans le cadre de leurs systèmes D. R. S. (Défense et restauration des sols), des méthodes de conservation des sols plus ou moins élaborées, et plus ou moins efficaces, qui entre dans le cadre de la politique de conservation des sols.

6.1.1 - Méthodes et Techniques de protection des sols

Plusieurs méthodes et techniques ont été envisagées pour protéger les sols contre l'érosion hydrique dans cette région et pour arrêter en particulier la dégradation du couvert végétal et favoriser sa restauration. Diverses solutions sont envisageables en fonction de la nature du couvert et de la cause de la dégradation il s'agit :

a - Restauration des terrains de montagne

Le principe de la D R S a été établi en 1942 par l'administration pour restaurer, en montagne, des sols dégradés par le surpâturage, la surexploitation du bois ou la mise en culture de sols trop fragiles. L'objectif principal était la protection contre les inondations catastrophiques de l'agglomération de Béni Saf. La défense et restauration des sols (D.R.S.) a été développée en Algérie, puis autour du bassin méditerranéen vers les années 1940-1960, pour faire face à de graves problèmes de sédimentation dans les retenues artificielles et de dégradation des routes et des terres. Il s'agissait avant tout de remettre en état de produire des terres dégradées par le surpâturage et le défrichement, et de restaurer leur potentiel d'infiltration. Souvent des terrassements considérables étaient entrepris, avec d'énormes moyens mécaniques et une main d'œuvre locale abondante : ils consistaient à couvrir les pentes de banquettes parallèles aux courbes de niveau, chaque banquette étant constituée d'une bande de culture, d'un fossé d'infiltration, et d'un bourrelet de terre, souvent planté d'arbres. La préoccupation première des forestiers créateurs de la DRS était de régénérer l'agriculture, dans le cadre de la « Rénovation rurale » (Roose et *al.*, 1998).

b - Végétalisation

Elles utilisent la végétation pour protéger le sol contre l'érosion, ce qu'on appelle les reboisements et les plantations fruitières rustiques. Cette technique développe la structure des sols et par conséquent améliore sa fertilité. A cet effet, de nombreux travaux de reboisements (*Pinus halepensis*, *Eucalyptus*) et de plantations (*Amygdalus communis*, *Olea europea sativa* et *Ficus carica*) ont été effectués dans la région de Béni Saf sur un réseau de banquettes, dans le but de protection des sols contre l'érosion.

Dans les régions méditerranéennes semi-arides, les sols sous forêts bien entretenues sont considérés comme non sensibles à l'érosion hydrique Clauzon et Vaudour (1969); Martin (1975); Delhoume (1981) car la litière et les végétations basses favorisent l'infiltration (Roose, 1994).

7 - Conclusion

Les principales raisons de ces échecs sont multiples : les méthodes de conservation choisies étaient non adaptées au sol et au type de climat. Les ouvrages les reboisements et les plantations de conservation sont abandonnés après leur mise en place, et se dégradent faute d'entretien. En plus les raisons sociales et économiques qui ont souvent une influence directe sur les milieux naturels et l'environnement.

Chapitre V

Peuplements ligneux, Dendrométrie

Chapitre V : Peuplements ligneux, Dendrométrie

1 - Introduction

L'étude dendrométrique des peuplements forestiers devient de plus en plus indispensable à tout aménagement forestier. Cette étude permet en effet à l'aménagiste de choisir les traitements sylvicoles les plus appropriés en fonction de l'état de ces peuplements.

Notre étude est basée en premier lieu, sur le Choix des surfaces homogènes occupées par les essences ligneuses de *Pinus halepensis*, qui représente les 98% de la superficie reboisée et d'*Eucalyptus camaldulensis* qui occupe le reste (2%). Rappelons que ces peuplements sont issus des reboisements de différentes périodes. Ainsi la matérialisation de placettes d'échantillonnage dans des peuplements, en englobant des stades de développement assez larges en tenant compte de l'âge et des conditions de productivité. Cela consiste à mesurer les diamètres, hauteurs totales, les hauteurs dominantes, les âges, nombre de tige, volume sur pied, à caractériser les facteurs topographiques, édaphiques et floristiques (espèces végétales indicatrices) sur les placettes. Notre problématique a intégré l'ensemble des mesures nécessaires pour cette approche éco dendrométrique. Les variables récoltées sur le terrain ont été utilisées pour le calcul des différents caractères dendrométriques de ces peuplements.

Les facteurs de l'environnement (facteurs écologiques) conditionnent directement la production ligneuse, tandis que les espèces végétales jouent le rôle d'indices (Becker, 1973). La tendance actuelle consiste à associer des caractéristiques dendrométriques et d'environnement dans l'étude de la productivité Rondeux (1977) ; Bouchon *et al.* (1991) ; Houllier *et al.* (1991) in Leutreuch-Belarouci (1998).

L'association des indices dendrométriques et des variables du milieu a guidé les recherches les plus récentes : Garbay, Leroy, Tacon et Levy (1970) ; Rondeux (1977) ; M'hirit (1982) ; Miglioretti (1983) ; Abbas (1983) ; Abbas (1986) ; Leutreuch-Belarouci (1998).

Afin d'établir des relations entre les paramètres dendrométriques et écologiques qui permettent de voir l'effet des uns sur les autres, et analyser le fonctionnement du mécanisme des écosystèmes forestiers, notre objectif dans cette méthode peut donner lieu à de nombreuses applications en aménagement : inventaire des peuplements, travaux sylvicoles et choix de mode de traitement, protection, production (récolte du bois des vieux peuplements).

En matière d'aménagement forestier la productivité des peuplements joue un rôle capital et décisif. Sa détermination est étroitement liée au choix judicieux des essences, à la justification de leur localisation et à l'appréciation de leur production ligneuse estimée. La notion de production étendue est en effet un élément indispensable de l'appréciation du développement des peuplements. Ces caractéristiques nous amènent à souligner la liaison profonde existant entre la notion de "station" et la notion de productivité ou de capacité de production d'un peuplement (Franz et Forester, 1979).

Pour un aménagiste forestier, la station s'identifie à une étendue de forêt homogène, tant du point de vue écologique que de l'état du peuplement sur cette forêt homogène. Il peut pratiquer la même sylviculture et peut espérer obtenir la même production (Rondeux 1977). Il faut bien distinguer entre la notion de productivité potentielle (naturelle ou optimale possible) et celle de la productivité actuelle (artificielle). La première concerne une production optimale conditionnée par les propriétés intrinsèques des stations dans le cadre de peuplements non perturbés, homogènes, et à densité normale. La seconde a trait à la production réelle constatée dans une station en fonction de ses composantes actuelles (sol, type de peuplement, nature des traitements, accidents subits, etc.) (Rondeux, 1977).

Enfin la détermination de la productivité forestière d'une station nécessite la détermination de la production totale des peuplements à un moment donné, mais cette procédure ne donne pas toujours la productivité potentielle ou encore la fertilité du site. La détermination ou l'estimation de celle-ci nécessite effectivement la présence de peuplements normaux et de stations uniformes sur le plan écologique. Il faut donc que les relations sol climat peuplement restent constantes dans le temps, ce qui est assez rare en région méditerranéenne (Abbas, 1986).

2 - Dispositifs d'étude de la production

2.1 - Echantillonnage

Sur le plan d'échantillonnage, nous n'avons pas trouvé des difficultés, à cause de la mono-spécificité des peuplements forestiers dans la région de Béni saf, qui sont composés soit de *Pinus halepensis* soit d'*Eucalyptus camaldulensis*. Ainsi, ils sont pratiquement artificiels et homogènes (issus des reboisements de différents âges). Ces formations forestières, occupent généralement, les collines, les dépressions et les flancs de montagnes de la région. Il y a lieu de signaler aussi, une régénération naturelle de différents âges à l'intérieur des peuplements âgés de *Pinus halepensis*.

Nous avons retenu l'échantillonnage stratifié, qui consiste à asseoir des placettes de sondages, par cheminement sur le terrain, là où le peuplement est homogène (Densité et stade de développement).

En général, une strate ne comprend que des peuplements d'un même type, d'une même classe d'âge et d'une même classe de fertilité (M.E.R.Q, 1989 a).

D'après Chicov (1991), afin de diminuer la variabilité du paramètre à estimer dans la population, et de réduire la grandeur de l'erreur d'échantillonnage dans le cas de forêts, il est souvent intéressant de diviser la population (forêt inventoriée) en sous-unités plus homogènes appelées « strates » ou peuplements homogènes, indépendants les uns des autres.

Selon Pardé et Bouchon (1988), l'avantage de l'échantillonnage stratifié tient compte au mieux de la variabilité des peuplements.

A cet effet, dans chaque peuplement forestier, les placettes ont été disposées dans des zones structurellement homogènes de manière à éviter certaines interférences.

Dans chaque placette, ont été mesurées les variables suivantes : hauteur, diamètre, âge, coefficient de forme, la surface terrière, volume, auxquels ont été ajoutées les caractéristiques stationnelles : l'altitude, la pente, l'exposition, la topographie, la profondeur du sol. Notre but se propose aussi de rechercher des relations entre les principales mesures dendrométriques et certains facteurs stationnels, aussi l'intégration de l'ensemble de ces facteurs dendrométriques, climatiques, et de la végétation, permet d'approcher les indications se rapportant à la production par station (M'herit, 1982). Notre souci principal est celui de rechercher et d'arriver à cerner les différents facteurs les plus pertinents, susceptibles d'influer sur la physionomie et le développement des peuplements végétaux dans les stations.

2.3 - Choix de matériels de mesures

Dans nos placettes, nous avons largement utilisé le relascope de Bitterlich, qui était notre principal outil de cubage des arbres individuels sur pied, mais qui nous a servi aussi à évaluer le cubage de peuplements sur pied. Au cours de ces cubages, nous avons mesuré la hauteur, le coefficient de forme, la surface terrière, la pente, etc. Par contre, les diamètres de référence ont été mesurés avec le compas forestier. Nous avons pu aussi mesurer l'exposition à l'aide d'une boussole, l'altitude avec un altimètre, déjà étalonné au bord de la mer. Ces mesures seront utilisés pour déterminer les relations entre volume de tige total sur pied et les facteurs écologiques locaux du peuplement : sol, climat, végétation, etc.

Dans chaque placette, l'étude dendrométrique a été engagée à l'intérieur d'un cercle mis en place à l'aide de la mire de Pardé et du Dendromètre Blumme Leiss, ou bien avec une corde, suivant la densité plus ou moins importante de la végétation. Le centre de la placette a été matérialisé soit par un piquet soit par un arbre.

2.4 - Localisation et situation des placettes d'échantillonnages

Nos recherches sur l'aménagement forestier et la production des forêts de *Pinus halepensis* et d'*Eucalyptus camaldulensis* ont porté sur un territoire plus ou moins hétérogène constitue la limite naturelle de notre terrain d'étude boisé. Les formations forestières les plus importantes sont ceux de Djebel Skhouna et le Canton de Segla, où ont été installées des placettes d'études. Par contre le reste du *Pinus halepensis* devient plus sporadique et ne constitue plus de véritables forêts. Les arbres malades commencent à dépérir ; nous avons constaté le mauvais état général de ces forêts lors de nos sondages à la tarière. Ces peuplements sont devenus médiocres au manque et à l'absence des travaux sylvicoles et d'entretien.

Concernant les peuplements d'*Eucalyptus camaldulensis* se présentent plutôt bien et occupent les dépressions et les Oueds de la région. Nous remarquons principalement deux types de traitements : la futaie d'Eucalyptus est localisée au niveau de la zone de Ghar El Baroud, le taillis qui occupe les Oueds, comme Oued Benchellal, Oued ahmed, ect.

2.5 - Dimension et forme des placettes d'échantillonnages

Rappelons, que le choix de la répartition de nos placettes a été basé sur l'échantillonnage stratifié, qui tient compte des critères écologiques (séries de végétation, sols, expositions, etc.).

Les placettes sont circulaires et établies sur des surfaces de 250 m², étendues quelquefois à 400 m², suivant la disposition des arbres dans les lignes des reboisements dans les stations.

Par exemple dans le cas de reboisement de *Pinus halepensis* du versant N.E. de Djebel Skhouna, l'équidistance entre deux lignes d'arbres atteints 18 m. Ceci nécessite une placette de dimension plus grande pour introduire tous les arbres qui ont le droit d'être inventoriés. Ces placettes sont de dimensions assez grandes.

Ces placettes, selon Dagnelie *et al.* (1977) ont pour avantage de minimiser les erreurs dues à la délimitation (arbres de bordures). On préconise généralement chez les résineux des placettes de 2 à 7,5 ares.

Notre choix entre autres s'est porté sur la forme circulaire, car elle présente de multiples avantages.

Selon Rondeux (1980) l'avantage de la placette circulaire est :

- Il est plus facile à délimiter,
- Elle a le plus court périmètre pour une même surface,
- Elle ne présente pas de directions privilégiées.

2.6 - Calculs de certaines variables dendrométriques et stationnelles

Chaque travail dendrométrique est basé sur des relevés pris sur le terrain. Après la délimitation de chaque placette d'échantillonnage, les informations suivantes sont relevées dans le but de déterminer la production des peuplements ligneux.

Dans nos calculs, les variables ont été évaluées de la manière suivante :

1- Le nombre de tiges par hectare est obtenu en divisant le nombre total d'arbres vivant sur la placette par la surface totale de la placette exprimée en hectares (Cailliz et Alder, 1980).

Nous allons prendre la formule comme suit : $N = n / 0,025 = \text{tiges / ha}$.

« n » correspond au nombre d'arbres par placette, dont la surface est de 250 m².

La densité est influencée par le mode de traitement sylvicole ainsi que la distance à la plantation (Alder, 1980).

2 - La surface terrière d'un arbre est la surface de la section transversale de cet arbre à la hauteur de 1,30 m (Pardé et Bouchon, 1988).

$$g = \pi \cdot d^2 / 4$$

3 - Le diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne (D_g), est calculé à la base de l'inventaire des diamètres des arbres de la placette. A cet effet nous avons procédé à la détermination de la tige moyenne de la placette, également appelée « arbre modèle » qui correspond à l'arbre de surface terrière moyenne « gm », qui est calculée à partir de la somme de toutes les surfaces terrières des arbres inventoriés dans la placette « G », divisées par le nombre « N » des arbres de la placette.

$$gm = G/N \quad \text{dont} \quad G = \pi/4 \sum d^2_i \Rightarrow G = \sum g_i \quad \text{dont} \quad d = \text{diamètre de l'arbre}$$

(Pardé et Bouchon, 1988).

Pour calculer la surface terrière à l'hectare, nous utilisons la formule suivante :

$$G = G_{\text{placette}} / 0,025 \text{ (m}^2/\text{ha)}, \text{ (cas d'une placette de 250m}^2\text{)}.$$

Donc de «gm », nous pouvons facilement déduire le diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne « l'arbre model ». Nous avons choisie l'arbre de surface terrière moyenne et non pour celui de diamètre moyen étant donné la plus grande insensibilité de la première mesure aux traitements sylvicoles « éclaircies.... » (Assmann, 1970).

$$Dg = \sqrt{\frac{4 \times gm}{\pi}}$$

4 - La hauteur dominante du peuplement (H.DOM) est évaluée comme la moyenne arithmétique des hauteurs totales des 100 arbres les plus gros, et les plus rigoureux à l'hectare. Dans ce cas bien précis de nos placettes d'échantillonnage de 250m² et de 400m² de superficie, ceci correspond aux trois ou aux quatre qui sont les plus grands arbres de la placette (suivant la superficie).

Aussi, la hauteur dominante est moins liée aux opérations culturales par exemple l'éclaircie. A ce titre, la hauteur dominante peut être utilisée comme critère de productivité, et comme indice de fertilité d'un peuplement (Hamilton, 1975).

5 - La hauteur moyenne du peuplement (H) est la moyenne des hauteurs de tous les arbres de la placette.

La hauteur d'un arbre est la longueur du segment de droite qui joint le pied de l'arbre à son bourgeon terminal (Pardé et Bouchon, 1988).

6 - Volume du peuplement (V) a été calculé pour chaque arbre, suivant le cubage des arbres isolés, et selon la méthode de Bitterlich, à partir du diamètre de chaque individu, à 1,30 m. Nous précisons que le volume (V) sera calculé en volume bois fort tige (découpe à 7cm de diamètre).

La connaissance de « fh », permet de cuber l'arbre après avoir mesuré son diamètre. fh, c'est la hauteur réduite par le coefficient de forme ou bien la hauteur de forme (Alder, 1980). Ce qui représente le nombre par lequel il suffit de multiplier la surface terrière pour avoir le volume.

$$V = G.(fh) \quad \text{dont} \quad V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \times fh = \frac{\pi \cdot d^3}{4} \times \frac{fh}{d}$$

$$fh = \frac{2}{3} \cdot h_1 \quad \text{dont } h_1 \text{ étant la hauteur du point de l'axe de la tige pour lequel le diamètre}$$

$$d' = d_{1,3} / 2 \quad \text{ou bien} \quad fh / d = 2/3 h_1 / d \quad (\text{Pardé et Bouchon, 1988}).$$

Soit V : le volume d'une tige,

h : la hauteur totale de cette tige,

f : le coefficient de forme correspondant,

G : la surface terrière à 1,30m,

d : le diamètre à la hauteur 1,30m de l'arbre.

En additionnant les volumes et en les divisant par la surface de la placette, on obtient le volume par hectare pour la placette :

$$V = \frac{V_{\text{placette}}}{0,025} \quad (\text{m}^3/\text{ha})$$

7 - Le coefficient de forme à 1,30m, est le rapport entre le volume de la tige (V) et le volume d'un cylindre (Vc) qui a pour hauteur celle de la tige et pour base la section à hauteur d'homme.

$$f_{1,30} = \frac{V}{V_c} = \frac{V}{g_{1,30} \cdot h}$$

On peut aussi déduire le coefficient de forme **f**, à partir de la mesure de **h₁**, suivant la méthode de Bitterlich définie précédemment :

$$fh = \frac{2}{3} \cdot h_1$$

8 - L'âge des arbres dominants a été déterminé par sondage à la tarière de Pressler à une hauteur de plus au moins 30cm. Il a été nécessaire d'ajouter 6 ans aux âges mesurés pour compenser les 30cm de souche (Bruce, 1960).

9 - Accroissement annuel moyen qui représente le quotient, par l'âge, de l'accroissement total en volume d'un arbre depuis leur naissance jusqu'à cet âge (Anonyme, 1989a).

L'accroissement annuel moyen nous permet de voir l'évolution du volume de l'arbre en fonction de son âge.

$$A \cdot A \cdot M = \frac{V_t}{\text{age}} \quad (\text{m}^3/\text{ha}/\text{an}) \quad (\text{Pardé et Bouchon, 1988}).$$

Pour les peuplements à structure équiennne. L'accroissement annuel moyen total en volume à un âge donné est en relation avec le volume total produit. Il peut ainsi servir de critère de station pour exprimer la productivité du peuplement (Philip, 1931 in Rondeux, 1977).

Après avoir noté les données dendrométriques sur la placette, nous avons procédé aux relevés des caractéristiques stationnelles telles que : la pente, l'altitude, l'exposition, recouvrement, profondeur du sol, etc.

Tableau 37: Données dendrométriques des placettes d'échantillonnage : cas de *Pinus halepensis*

N°	N / ha	d moy(cm)	G Moy(m ²)	G/ha m ² /ha	Age (ans)	Hdom (m)	Htot (m)	f	Vmoy (m ³)	Vtot (m ³ /ha)	AAM (m ³ /ha/an)
1	560	16,30	0,0208	11,648	30	7,30	5,00	0,44	0,046	25,760	0,859
2	680	15,20	0,0181	12,308	30	7,90	6,70	0,54	0,065	44,200	1,473
3	600	17,50	0,0240	14,400	30	7,70	5,90	0,54	0,076	45,600	1,520
4	720	16,90	0,0224	16,128	30	8,30	7,70	0,53	0,091	65,520	2,184
5	1320	14,20	0,0158	20,856	22	7,60	6,80	0,53	0,057	75,240	3,420
6	1400	13,90	0,0152	21,280	22	7,40	7,10	0,56	0,060	84,000	3,818
7	1280	15,40	0,0186	23,808	22	8,10	7,40	0,56	0,077	98,560	4,480
8	1200	15,10	0,0179	21,480	22	8,20	7,30	0,56	0,073	87,600	3,982
9	1240	14,50	0,0165	20,460	27	8,50	7,80	0,56	0,072	89,280	3,307
10	1320	14,60	0,0167	22,044	27	8,30	7,80	0,56	0,072	95,040	3,520
11	1360	13,90	0,0152	20,672	27	8,40	7,40	0,56	0,063	85,680	3,174
12	1360	14,70	0,0170	23,120	27	8,10	7,70	0,55	0,072	97,920	3,627
13	1480	11,70	0,0107	15,836	22	4,50	4,10	0,57	0,025	37,000	1,682
14	1280	12,10	0,0115	14,720	22	4,60	4,30	0,57	0,028	35,840	1,629
15	1480	12,30	0,0119	17,612	22	4,50	4,00	0,57	0,027	39,960	1,816
16	680	12,20	0,0117	7,956	22	5,20	4,80	0,64	0,036	24,480	1,113
17	800	13,60	0,0145	11,600	22	5,60	5,10	0,50	0,037	29,600	1,345
18	640	13,70	0,0147	9,408	22	5,90	5,30	0,51	0,040	25,600	1,164
19	760	12,80	0,0129	9,804	22	5,40	5,10	0,50	0,033	25,080	1,140
20	720	12,40	0,0121	8,712	22	5,50	5,20	0,50	0,031	22,320	1,015
21	720	13,80	0,0149	10,728	25	7,60	5,80	0,52	0,045	32,400	1,296
22	840	13,40	0,0141	11,844	25	7,90	6,20	0,53	0,046	38,640	1,545
23	760	13,60	0,0145	11,020	25	7,40	6,00	0,53	0,046	34,960	1,400
24	920	13,10	0,0135	12,420	25	7,80	6,50	0,51	0,045	41,400	1,656
25	640	14,50	0,0165	10,560	39	8,30	6,80	0,56	0,063	40,320	1,034
26	720	14,20	0,0158	11,376	39	8,40	6,50	0,56	0,058	41,760	1,071
27	800	13,80	0,0149	11,920	39	8,70	6,60	0,57	0,056	44,800	1,149
28	640	14,60	0,0167	10,688	39	8,20	6,50	0,56	0,061	39,040	1,001

N/ha : Nombre de tiges par hectare

d : Diamètre moyen de peuplement

G : Surface terrière moyenne

G/ha : Surface terrière par hectare

Age : Le coefficient de forme à 1,30m

Hdom : La hauteur dominante du peuplement

Htot : Hauteur totale

f : Le coefficient de forme à 1,30m

Vmoy : Volume moyen

Vtot : Volume total par hectare

AAM : Accroissement annuel moyen

Tableau 38 : Données dendrométriques des placettes d'échantillonnage : cas d'*Eucalyptus camaldulensis*

N°	N/ ha	d moy(cm)	G Moy(m ²)	G/ha m ² /ha	Age (ans)	Hdom (m)	Htot (m)	f	Vmoy (m ³)	Vtot (m ³ /ha)	AAM (m ³ /ha/an)
1	480	38,40	0,1158	55,584	50	17,80	16,70	0,49	0,948	455,040	9,100
2	360	35,20	0,0973	35,028	52	16,40	15,30	0,48	0,715	257,400	4,950
3	440	37,10	0,1080	47,520	50	17,70	16,50	0,49	0,873	384,120	7,682
4	1960	13,20	0,0137	26,852	10	8,70	7,30	0,50	0,050	98,000	9,800
5	1880	13,10	0,0135	25,380	10	8,60	7,50	0,50	0,051	95,880	9,588
6	2000	13,20	0,0137	27,400	10	8,50	7,60	0,51	0,053	106,000	10,600

N.B : Les placettes N° :4, 5, 6, ont été réalisé dans des taillis d'*Eucalyptus camaldulensis*. Les autres placettes ont été matérialisées dans des futaies.

3 - Classe de fertilité

Classe de fertilité, est l'une des classes parmi les quelles, peuvent être répartis les potentiels de production des forêts, basés, par exemple pour une essence donnée, sur le volume ou la hauteur (dominante, codominante ou moyen) du peuplement à un âge donné, ou sur la valeur maximale de l'accroissement annuelle moyen (M.E.R.Q, 1989 b).

Les facteurs de l'environnement (facteurs écologiques) conditionnent directement la production ligneuse, tandis que les espèces végétales jouent le rôle d'indices (Becker, 1973).

Pour la détermination des classes de fertilité, nous avons plusieurs classifications :

3.1 - Classification quantitative basée sur la relation hauteur dominante/âge

La hauteur atteinte par un peuplement homogène à un âge donné sur une station donnée est un bon indicateur de la productivité du peuplement sur ce type de station. C'est pourquoi la construction des courbes hauteur/âge, correspondant aux différentes classes de fertilité, constitue la première étape de l'élaboration d'un modèle d'accroissement et de production, la hauteur moyenne d'un peuplement étant généralement sensible, non seulement à l'âge et aussi à la fertilité, mais aussi à la densité. C'est pour cette raison qu'il est préférable de définir la hauteur d'un peuplement par sa hauteur dominante qui est, comme nous l'avons vu, presque totalement insensible aux variations de densité (Abbas, 1986).

Nous avons déterminé à posteriori la relation existante entre les hauteurs dominantes des arbres en peuplement et leur âge, de façon à offrir un critère quantitatif fiable de classification des classes de fertilité.

La relation hauteur dominante - âge constitue un élément fondamental de la prévision de l'accroissement des peuplements homogènes. On exprime ordinairement sous la forme d'un faisceau de courbes de fertilité (Alder, 1980), (Pardé et Bouchon, 1988).

Concernant l'âge des peuplements (issus de reboisements), généralement connu à partir des documents de gestion des services des forêts de Béni Saf. Ils peuvent être effectués aussi à l'aide des sondages à la tarière de Pressler. Les mesures de hauteurs sont prises directement sur les arbres dominants de placettes d'échantillonnages.

3.2 - Construction des faisceaux de courbes de fertilité

Après la récolte des données sur l'âge total moyen et la hauteur totale moyenne des arbres dominants, on les porte sur un graphe, l'âge des arbres en abscisses, les hauteurs dominantes en ordonnées, à l'échelle, afin d'obtenir un nuage de points. Par approximation graphique, nous avons englobé le maximum de points représentatifs de chacune des classes de fertilité ou de productivité.

Cette méthode est simple, mais elle présente certains inconvénients et notamment si les données sont en majorité prises dans des placettes temporaires et peu nombreuses.

L'âge de référence pouvant différer d'une essence à l'autre, 25 à 30 ans pour les essences à croissance très rapide, et 50 ans pour les autres (Pardé et Bouchon, 1988).

Pour notre cas nous avons choisie 28 ans comme âge de référence, par ce que la majorité de nos peuplements sont encore jeunes et en pleine croissance ne dépassant pas les 40 ans.

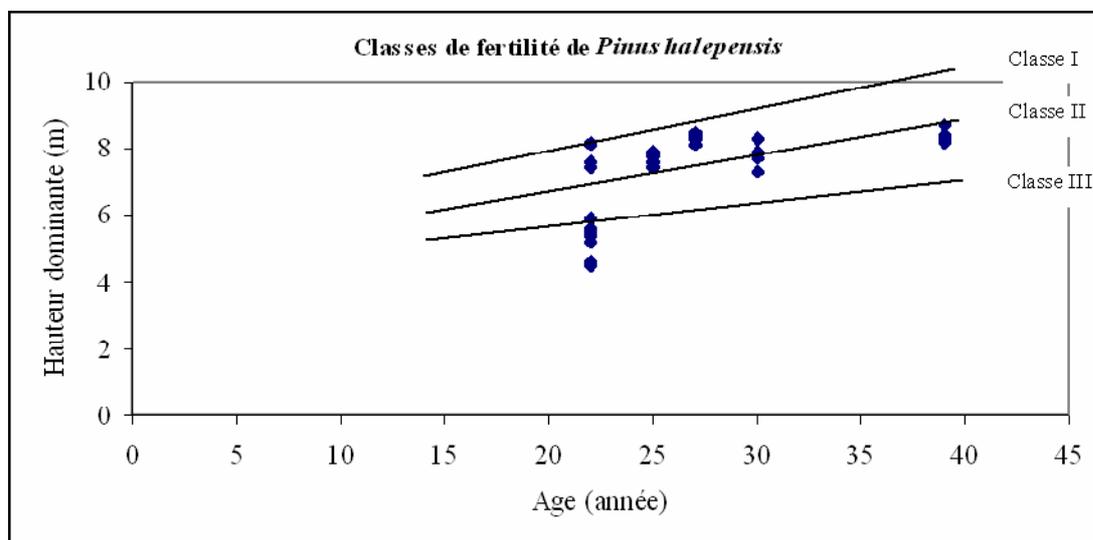


Figure 32 : Classes de fertilités de *Pinus halepensis*

Une analyse plus détaillée de ce graphique permet de fixer certaines limites de cette classification.

Pour un âge de 28 ans, les classes se répartissent de façon suivante :

Hauteur dominante : > 8,3 m pour la classe de fertilité I.

Hauteur dominante : comprise entre 7 m et 8,3 m pour la classe de fertilité II.

Hauteur < 7 m pour la classe de fertilité III.

Le tableau 39, nous présente la répartition des placettes de sondages selon les classes de fertilité.

Tableau 39 : Les classes de fertilité des peuplements du *Pinus halepensis*

I classe de fertilité(Stations N°1,3)			II classe de fertilité(StationsN°2,4)			III classe de fertilité (Station N° 5)		
N° de la placette	Age (ans)	H dom (m)	N° de la placette	Age (ans)	H dom (m)	N° de la placette	Age (ans)	H dom (m)
5	22	7,6	1	30	7,3	13	22	4,5
6	22	7,4	2	30	7,9	14	22	4,6
7	22	8,1	3	30	7,7	15	22	4,5
8	22	8,2	4	30	8,3	16	22	5,2
9	27	8,5	18	22	5,9	17	22	5,6
10	27	8,3	23	25	7,4	19	22	5,4
11	27	8,4	25	39	8,3	20	22	5,5
12	27	8,1	26	39	8,4	-	-	-
21	25	7,6	27	39	8,7	-	-	-
22	25	7,9	28	39	8,2	-	-	-

24	25	7,8	-	-	-	-	-	-
----	----	-----	---	---	---	---	---	---

En conclusion nous pouvons dire que la fertilité des stations est liée aux plusieurs facteurs essentiels, comme les conditions climatiques (pluviométrie, température maximale et minimale), et les conditions édaphiques (la profondeur et la texture du sol).

4 - Estimation des accroissements et de la production

L'accroissement peut se définir comme étant l'augmentation des dimensions (circonférence, rayon, diamètre, surface terrière, hauteur, volume, etc.) des arbres pris par surface individuellement ou en peuplements (M.E.R.Q, 1989 a).

L'étude de l'accroissement des peuplements nous a permis de mettre en évidence :

- Qualité de station (fertilité) ;
- Comportement du peuplement dans une période donnée ;
- Possibilité en bois ;
- Critères d'exploitabilité (détermination de l'âge et le diamètre optimum d'exploitabilité) ;
- Temps de passage.

Avec toutes ces données, il est possible d'établir un plan d'aménagement, dans lequel on peut intervenir dans l'évolution de la forêt par des opérations d'amélioration (soins culturaux).

Les méthodes d'estimation ou de prévision de l'accroissement et de la production des peuplements forestiers sont nombreux et elles permettent de réaliser des prévisions et des estimations.

L'avenir d'une forêt est directement influencé par les coupes. Si on prélève au-delà d'un certain seuil, on peut dépasser les capacités d'auto renouvellement des ressources de la parcelle. Au contraire, des prélèvements bien conduits favorisent les capacités d'accroissement de la forêt (Abbas, 1986).

5 – Relation entre la profondeur du sol et la hauteur dominante

D'après notre prospection et étude sur le terrain, nous avons constaté qu'il existe une relation entre la profondeur du sol et les variables dendrométriques, qui sera par la suite illustrée par le graphique suivant, liant la profondeur du sol et la hauteur dominante. Ainsi le *Pinus halepensis* se rencontre sur des sols très variés, suivant les stades d'évolution des peuplements et suivant la densité, l'ancienneté, la composition de la flore, les traitements supportés, la fréquence des incendies, l'action humaine, (Nahal, 1962a) ; (Combe et De Plaque, 1970).

Kadik (1986) remarque aussi que la profondeur du sol et la nature du substrat jouent aussi un très grand rôle dans le développement du *Pinus halepensis*.

Il convient, à présent, de fournir un aperçu sur les caractéristiques générales des sols dans nos placettes sur la base des 9 profils réalisés sur chacune d'elles qui ont permis d'évaluer la profondeur moyenne. En fonction des résultats obtenus et pour faciliter les comparaisons, l'ensemble des profils a pu être subdivisé en 5 classes sur la base de leur profondeur.

Classe I

Ces sols présentent une épaisseur élevée de 60 à 80 cm de profondeur et offrent de bons bilans hydriques en raison de leur qualité et contribuent à assurer de bonnes productions. Ce type de sols se rencontre dans la station N° 1 et 3.

Classe II

Cette classe regroupe les stations N°2, N°4. Ce type de sols se caractérise par une épaisseur moyenne comprise entre 35 et 55 cm. La production en bois relativement est appréciable.

Classe III

Il s'agit de sols variés dont la profondeur varie entre 15 et 30 cm : Il s'agit de sols d'épaisseur relativement faible et squelettiques. Il s'agit donc de milieux où les sols sont très pauvres et de très faible épaisseur. Ce type de sols existe au niveau de la station N°5.

On peut donc conclure que la profondeur du sol joue un rôle déterminant dans la production ligneuse du *Pinus halepensis*. Elle est meilleure dans les stations où la qualité des sols est nettement bonne et moins dégradée. La profondeur, la répartition de l'humus dans le profil et la texture qui doit être généralement grossière, garantissent souvent le bon développement du *Pinus halepensis*. N'oublions pas aussi, les facteurs climatiques et l'action anthropique, qui peuvent contribuer dans cette production.

Le tableau suivant donne un aperçu de ces corrélations majeures, profondeur/production, pour les différentes classes de sols qui ont été distinguées en fonction de leur épaisseur.

Dans la figure 33, la profondeur du profil et la production sont corrélées. Il n'y a pas de corrélation entre profondeur du sol et la présence du *Pinus halepensis*. Cette essence domine les sols peu épais, dégradés et généralement peu évolués où la concurrence d'espèces devient plus exigeante. Ces particularités traduisent la capacité et la possibilité du *Pinus halepensis* de vivre sur les sols les plus pauvres.

Tableau 40 : Profondeur moyenne du sol en fonction de la hauteur dominante

N° Stations	Profondeur moyenne du sol « cm »	Hauteur dominante moyenne « m »
01	80	8.30
02	55	7.70
03*	15	8.40
04	50	7.80
05	34	5.10

NB : La station N°03 est un cas exceptionnel par ce que les arbres qui se caractérisent par une grande hauteur, se trouvent généralement sur les bourrelets de banquettes (sol travaillé en profondeur), ce qui fait que leur alimentation en eau de pluies est importante par rapport aux arbres qui se trouvent entre les banquettes, qui sont chétifs par rapport aux autres.

En effet dans l'étude de la corrélation de la fonction hauteur dominante par rapport au profondeur du sol, nous n'avons pas pris en considération les valeurs de la station N° 3 (figure 33).

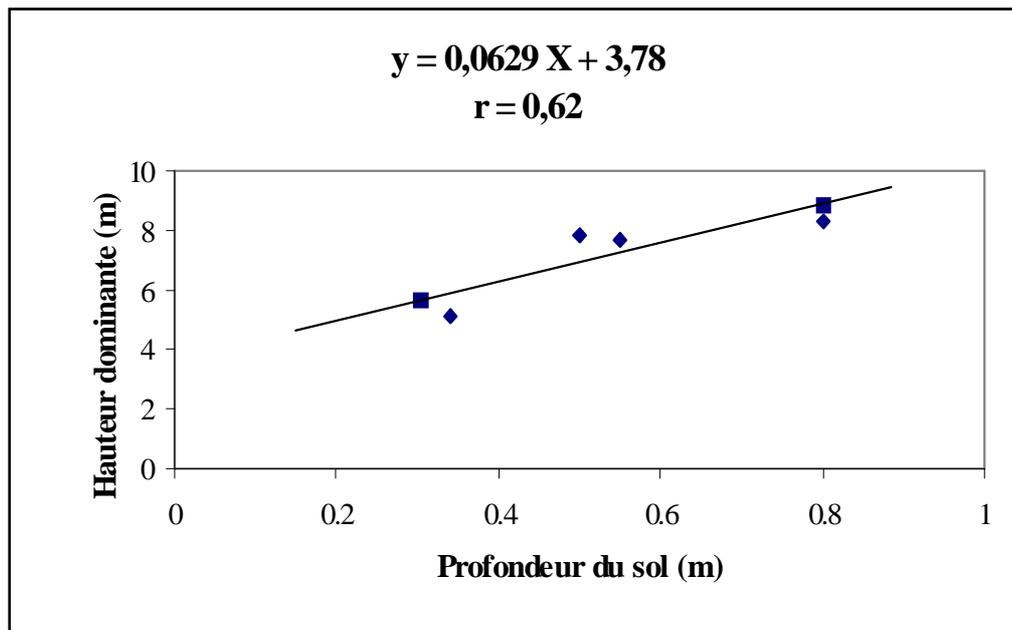


Figure 33 : Profondeur moyenne du sol en fonction de la hauteur dominante

6 - Propositions d'aménagement de l'espace forestier

Rappelons, que les formations forestières dans la région de Béni Saf occupent une superficie de 2843,8 ha, qui nécessitent plusieurs opérations d'entretiens et d'aménagements il s'agit :

-Dans les jeunes peuplements forestiers (cas du *Pinus halepensis*), sont encore en différents stades de développements, gaulis, bas perchis et haut perchis. Dans chaque phase, il y a lieu d'envisager des travaux sylvicoles propices, afin de favoriser la bonne éducation et le développement régulier de nos peuplements. En effet, il faudrait les démarrer au plus vite, en suivant la chronologie des travaux en fonction des stades présents :

Les éclaircies, afin de réduire la densité des peuplements des perchis ;

Les nettoiemnt, opération réalisée au stade gaulis,

Les élagages, dont la majorité de ces peuplements sont mal effectués. Les branches mortes restent toujours sur les troncs, ceci nécessite l'inscription des opérations d'élagages artificielles (avec l'intervention de l'homme).

Dépressage, opération qui va concerner les peuplements semis et fourré, dans notre cas ces pour la régénération naturelle issues après incendies, qui se trouve dans le versant Est de Djebel Skhouna et la zone au Sud de la carrière de Ferphos.

Dans premier temps, il serait judicieux d'éliminer tous les arbres morts, malades, tarés, ect.

La mise en défens doit être stricte, pour les peuplements en vois de régénération et à tout peuplement sous à une forte érosion.

Instaurer un réseau de pistes et routes forestières, afin de faciliter l'accessibilité à l'intérieur des peuplements pour la réalisation des travaux ultérieurs et la lutte contre les incendies.

- Dans les vieux peuplements (*Pinus halepensis*) représentent un faible pourcentage par rapport à la surface boisée. Ces peuplements nécessitent des travaux de repeuplement des vides, dans le cas où la régénération naturelle est mal démarrée. Ou bien, il faudra envisager des travaux légers d'ameublissement du sol, afin de favoriser la régénération naturelle de ces peuplements. Aussi on doit prévoir éventuellement des opérations de récolte des arbres âgés, dans les lieux où la régénération est installée.

- Dans les peuplements âgés d'*Eucalyptus camaldulensis*, on prévoit des rajeunissements par des travaux de coupes (recépages) et la récolte du bois.

Nous pouvons aussi proposer d'élargir les plantations de cette essence à travers les oueds et les bas fonds de la région, pour des raisons écologiques, économiques et sociales. Cette espèce est bien adaptée au milieu et crée une mosaïque de paysage très harmonieux avec les peuplements de *Pinus halepensis*. L'*Eucalyptus camaldulensis* est décrit par Letreuch-Belarouci (1995), c'est une essence à croissance rapide avec des rendements élevés, une exploitation plus aisée, plasticité à l'égard du climat, adaptation à des terrains pauvres.

- Pour les matorrals et la Broussaille, on propose uniquement la protection contre les différents agents de dégradation comme : les défrichements, le pacage et les incendies.

Nos associations forestières climatiques sont les plus surs garants de la conservation de notre environnement et de nos ressources en eau, en même temps que la protection de nos zones agricoles et nos territoires pastoraux ; Indiscutablement, ce sont les formations forestières qui s'intègrent le mieux aux aménagements agro-sylvo-pastoraux désirés (Letreuch-Belarouci, 1995),

7 - Conclusion

Après avoir synthétisé les données dendrométriques, nous avons estimés la production et la productivité des peuplements ligneux de la région de Béni Saf. Aussi nous avons confirmé, que ces deux caractères sont liés directement aux plusieurs facteurs écologiques à savoir : le climat, le sol, la topographie, etc., ainsi que le facteur anthropozoïque et les travaux sylvicoles.

L'analyse du tableau 37, permet de constater que le volume total sur pied du *Pinus halepensis* de certaines stations ont une fertilité meilleur (I classe). Il peut atteindre 95 à 98 m³/ha (cas des placettes N°07 et 10). C'est un volume qu'on trouve important et intéressant pour des peuplements en pleine croissance (perchis). D'autres stations où les conditions écologiques ne sont pas favorables, la production ligneuse est trop faible (cas de la placette N° 20, ne dépasse pas les 25 m³/ha). Cependant, les accroissements annuels moyens (productivité), varient d'une station à l'autre. Cette différence est due aussi en partie à la qualité de la station et la densité (nombre de tiges à l'hectare). Dans les bonnes stations de densité normale, le cas de la placette N° 7, l'accroissement annuel moyen est de 4,48 m³/ha/an.

Dans telles conditions, marquées par l'absence de travaux d'améliorations surtout en élagages et les éclaircies il va de soi que les hauteurs et diamètres des arbres dans la majorité des stations de la zone d'étude restent faibles.

Concernant, l'*Eucalyptus camaldulensis* (tableau 38), nous avons constaté que, le volume total sur pied est meilleure dans la majorité des stations (jusqu'à 455 m³/ha et un accroissement annuel moyen de 9,00 m³/ha/an). Ceci nous permet de signaler que cette essence est bien adaptée au milieu naturel et aux conditions bioclimatiques de la région.

TROISIEME PARTIE

ELEMENTS DE

CARTOGRAPHIE

Chapitre I

Systeme d'information géographique et analyse spatiale

Chapitre I : Système d'information géographique et analyse spatiale

1 - Introduction

Le phénomène de la dégradation des milieux naturels et l'environnement, présente la préoccupation majeure des scientifiques et des politiciens en Algérie. Le patrimoine végétal reste toujours le seul moyen d'action contre la désertification et l'érosion du sol. D'une manière générale, cette végétation a subi un fléau important de dégradation croissante, occasionné par plusieurs agents naturels comme l'agressivité du climat, les maladies cryptogamiques et l'action anthropique, comme : les incendies, le surpâturage, le défrichement, l'urbanisation, la pollution, etc.

A cet effet, et pour pouvoir évaluer l'état de dégradation que subissent les différentes formations végétales de la région de Béni Saf, une étude à base de données cartographiques liés à une analyse diachronique, est nécessaire pour l'évaluation et le suivi de leurs changements spatio-temporelles.

A travers ce chapitre, on traitera de l'application particulière de l'imagerie satellitaire dans le contexte actuel de la cartographie de la zone d'étude. Il s'agit avant tout d'évaluer les potentialités d'un tel outil, la démarche nécessaire à l'obtention de données de qualité et les utilisations possibles aux différents niveaux de la gestion et d'aménagement de territoire.

Cette étude effectuée, comportera les étapes ci-dessous :

- Description de l'image de base utilisée,
- Explication et détail des traitements effectués,
- Discussion sur les méthodes de classification et les résultats obtenus,
- Conclusion.

D'une manière générale, il est préférable de faire à une brève description des systèmes d'informations géographiques, afin d'éclaircir certaines notions de base. Ce chapitre n'a pas la prétention de couvrir toute la problématique, mais d'assurer une compréhension des termes de base employés dans ce travail.

2 - Définition du système d'information géographique (SIG)

Des définitions ont été décrites par plusieurs auteurs parmi lesquels : Tomlinson (1972) ; Burrough (1986) ; Cowen (1988) ; Didier (1990) ; Thériault (1992 ,1996) ; Caloz (1998). Généralement ces définitions comportent le même principe et sont élaborées de la même manière.

Nous avons choisi les définitions les plus récentes et les plus simples, celles de Thériault (1996), Le Système d'Information Géographique (SIG) est généralement conçu pour l'étude synthétique des milieux et des activités distribuées sur le territoire, tels qu'on les perçoit à l'échelle locale ou régionale. Les traitements de données se font en mode matriciel ou vectoriel.

Les SIG poursuivent des objectifs de recherche visant une meilleure connaissance et la prise en compte des processus naturels et anthropiques qui modifient la structure et l'utilisation du territoire.

Selon Caloz (1998) : « Le SIG est un ensemble d'équipements informatiques, de logiciels et de méthodologies pour la saisie, la validation, le stockage et l'exploitation de données, dont la plupart sont spatialement référencées, et destinées à la gestion et à l'aide à la décision ».

Un S.I.G. est une base de données géoréférencées gérée par un système, dont le but est de permettre une meilleure compréhension de l'espace en intégrant la dynamique des phénomènes analysés. Ainsi, peut-on dire que le système d'information géographique permet d'obtenir une représentation pertinente de l'espace considéré tant qu'il tient compte de ou des modifications survenues (Serradj, 2004).

3 - Domaine d'utilisation du SIG

Il y a de nombreux domaines d'applications qui peuvent être exécutés avec les mêmes logiciels et techniques. Un SIG est par conséquent multipartenaire et pluridisciplinaire.

Selon Thériault (1996), les SIG quant à eux sont conçus pour l'étude synthétique des activités humaines et des milieux naturels distribués sur l'ensemble du territoire. Ils poursuivent des objectifs visant une meilleure connaissance des processus naturels et anthropiques qui modifient la structure et l'utilisation du territoire. Les SIG utilisent une approche vectorielle ou matricielle ou encore une combinaison des deux modes selon les besoins et les contraintes de chaque application. Ils sont conçus pour aider les planificateurs, les scientifiques et les politiciens qui prennent des décisions stratégiques concernant l'aménagement du territoire, la gestion des ressources, les catastrophes naturelles, la planification et la construction des infrastructures, la détermination des besoins de transport, le développement économique, le géomarketing, les études épidémiologiques, etc.

Un SIG a également pour fonction de permettre de retracer l'historique et d'évaluer l'évolution de certains paramètres environnementaux, puisqu'il est à même d'assurer la conservation des données dans un même système. L'information de base est unique, elle est accessible et exploitable en tout temps ; les échanges d'information entre les différents partenaires (comme entre le Service des Forêts et du Paysage et le Service de l'Aménagement du Territoire) sont facilités.

L'utilisation des SIG dans un processus de gestion des milieux naturels semble pertinente, car un tel système permet à la fois de stocker un grand nombre de données et d'informations, issues des observations conduites in situ, et de traiter et d'interroger ces données à l'aide de fonctions d'analyse et de requêtes SQL. Dans ce sens, le SIG devient un outil d'aide à la décision et à la concertation.

Les SIG sont en mesure de gérer les composantes temporelles de données. Cet avantage est particulièrement intéressant pour les responsables de la protection du paysage, ceux de la foresterie ou pour les historiens du paysage chargés de la mise à jour constante d'inventaires sur les ressources du paysage. La forêt n'évolue pas aussi rapidement que d'autres phénomènes dans notre vie quotidienne, mais à travers des interventions, on montre avec un SIG les changements que peuvent subir une forêt au cours du temps (Kienast *et al.*, 1991).

Les SIRS exercent un rôle d'outil permettant de synthétiser les masses de données acquises avec des moyens techniques de plus en plus sophistiqués et d'en tirer l'information significative (Thériault, 1992).

A cet effet, les SIG ont pour Objet de gérer toutes les informations (cartographiques, données statistiques, ect.), nécessaires aux inventaires écologiques, projets des travaux sylvicoles, d'aménagement et de protection.

4 - Fonction d'un SIG

Un système d'information géographique (SIG) est capable de traiter de façon conjointe les informations géographiques (contours des unités de sols) et sémantiques (descriptive : classes de sols, occupation de sol, etc.) constituant la carte. Il délègue la saisie de l'information graphique à des périphériques spécialisés (saisie manuelle sur digitaliseur, semi-automatique sur scanner). Il permet l'acquisition des données sémantiques par interfaçage avec un système de gestion de la base de données (SGBD), qui est à son tour interfacé à un logiciel (Eastman, 1993).

L'informatique facilite en revanche l'accès aux informations et multiplie les possibilités d'analyse et de gestion (manipulation, sécurité, contrôle). La grande majorité des SGBD disponibles aujourd'hui sur le marché est de type relationnel. Ils ont succédé aux bases de données de type hiérarchique dont il subsiste quelques applications adéquates à cette technique. Le principal atout des systèmes relationnels réside dans leur simplicité d'utilisation et l'existence d'un langage de manipulation normalisé (Structured Query Language, SQL).

Les cartes numérisées ne sont plus un document papier, elles sont manipulées sur un écran ; la notion d'échelle devient moins importante, on peut désormais réaliser des habillages et des sorties personnalisées rapides avec aussi des croisements de cartes. (Masson, 1992 in Eastman, 1993).

Le système d'information géographique (SIG) offre en plus la possibilité de manipuler les informations graphiques et alphanumériques stockées dans une banque de données. Un système d'informations géographique peut être perçu comme un outil d'analyse, de structuration et de synthèse de données dans un contexte spatial (Chikh et Mederbel, 2001).

5 - Démarche de réalisation d'un SIG

La réalisation d'un SIG ou bien un SIRS nécessite la mise en oeuvre de plusieurs méthodes et techniques provenant de disciplines différentes telles que l'informatique, la géographie, la cartographie, les statistiques, la photogrammétrie, la géodésie, etc. Une approche analytique traditionnelle ne permet pas de prendre en compte cette complexité. Ces approches proposent la plupart du temps un découpage du projet en plusieurs phases allant du général au particulier (Thériault, 1996).

6 - Données spatiales

L'aménagement d'un territoire ne peut se faire sans connaissance approfondie de ses composantes. Notre étude est portée essentiellement sur l'analyse des paysages végétaux et urbains dans la région de Béni Saf, à l'aide des images satellitales et des documents cartographiques annexes transformés en documents image. Ces différents milieux présentent une grande hétérogénéité d'occupation du sol d'où les difficultés de leur caractérisation. Le dynamisme de ces milieux ajoute une difficulté supplémentaire, il nécessite un travail fastidieux dans le bureau et sur le terrain pour valider les informations.

6.1 - Cartes topographiques

Les cartes d'état-major de la région de Béni Saf au 1:25'000 et au 1:50'000 sont destinées à servir de fond principal pour les informations existantes dans la zone d'étude.

6.2 - Photos aériennes

Utilisation des photos aériennes, dans la production et la mise à jour des cartes reste plus ou moins coûteuse et lente par rapport à l'imagerie satellite, qui nous fournit par le biais du SIG des cartes à moindre coût et dans un délai plus court.

Les photos aériennes se caractérisent par une grande résolution spatiale, qui permet le suivi des changements morphologiques, des implantations et des activités humaines, tandis que les images satellitaires offrent les avantages d'une grande couverture et de la résolution spatiale. La fusion de ces deux types de données, par l'addition de leurs qualités permet de s'affranchir du problème de résolution temporelle que pose l'étude d'un milieu où la dynamique est faible (Le Duc, 2003).

A cet effet, nous avons établie deux cartes d'occupation du sol de la région de Béni Saf, l'une à base des photos aériennes de 1972 (l'outil le plus disponible dans cette époque) et l'autre à base de l'imagerie satellite Land Sat TM 2011 (Path/Row : 198/036. Aq. Date : 09 Sep 2011) Ce travail nous a permis de faire une étude diachronique de la dynamique de la végétation de la zone d'étude. Les deux méthodes, nécessitent des interprétations visuelles des objets prises sur les photos ou bien des images, par la suite des observations de terrain qui ont été effectuées pour validation et confirmation des données. L'analyse de ces données nous a essentiellement permis de reconstituer les évolutions qualitatives et quantitatives de cette zone entre 1972 et 2011.

Mis à part les conditions techniques, un point particulier de la mise au point mission photogrammétrique est le choix de la date du survol. L'heure du jour influence sur les couleurs, les tonalités et la texture, mais aussi sur la des ombres portées. Il en est de même pour la saison, mais elle conditionne en même temps l'état de la végétation.

Le choix de l'heure et de la saison doit donc se faire en rapport avec l'utilisation que font des images aériennes. Si l'on recherche, par exemple, une meilleure distinction des résineux et des feuillus, il est judicieux de planifier le vol suffisamment tôt dans la saison (au printemps).

6.3 - Images satellites

Les satellites sont des systèmes particuliers de télédétection dont l'utilisation peut se faire dans des domaines très variés:

- Observation des couches nuageuses ;
- Etude des phénomènes marins ;
- Observation des ressources terrestres, , etc.

L'analyse spatiale s'appuyait sur des méthodes et des traitements des données par des moyens informatisés. L'informatique est devenue de plus en plus abordable dans tous les domaines, qui facilite l'accessibilité à des bases de données numériques les plus complexes.

Les systèmes d'information géographique (SIG) sont considérés comme l'outil le plus utilisé dans les analyses spatiales. Ces derniers, sont améliorés également de la

révolution des technologies de l'information, fournissent le support logiciel et matériel pour effectuer des analyses spatiales complexes. Ils permettent maintenant d'effectuer en peu de temps des opérations qui auraient pris beaucoup de temps et ils ont même favorisé l'éclosion de nouvelles méthodes de représentation et d'investigation des phénomènes spatiaux.

Aussi, ces systèmes permettent l'acquisition d'informations numériques et multi spectrales à grande échelle (étendue d'une scène: 185x185 km). Ces informations sont d'une certaine richesse, dans la mesure où l'on n'est pas limité au spectre de la lumière visible, et qu'elles sont structurées par bandes spectrales. Par contre, il n'est pas possible d'obtenir une représentation continue du spectre électromagnétique.

6.3.1 - Caractéristiques des images Landsat-TM :

L'image étudiée provient du satellite Landsat TM et date de l'année 2011. Les caractéristiques de la scène sont les suivantes:

Très utilisées pour l'observation de la terre, nous qui ont permis d'obtenir de très bons résultats sur les milieux concernés.

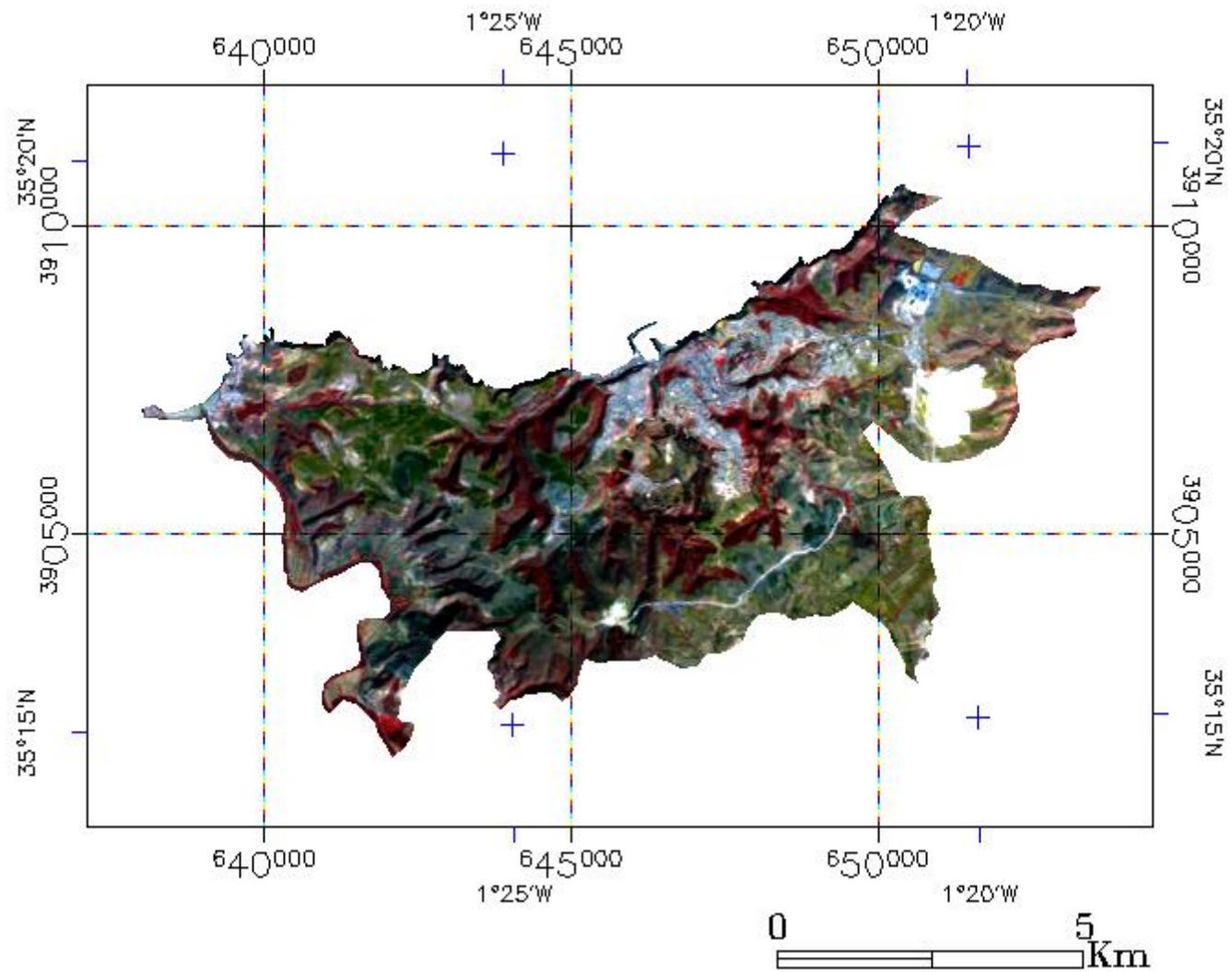
La qualité globale de l'image est bonne, puisque la vue est complètement découverte, sans résidus nuageux apparents. On n'observe à priori pas de divergences importantes des valeurs spectrales, qui peuvent être dues à des perturbations atmosphériques locales.

Ce type d'images sont caractérisées par une haute résolution spatiale (jusqu'à 30m/30m), et couvre une plus large portion du spectre électromagnétique. Le capteur TM enregistre des réflectances dans le visible TM1, TM2 et TM3 ; et dans deux bandes du moyen infrarouge TM5 et TM7, plus une bande dans le proche infrarouge TM4. L'utilisation de ces canaux est en fonction des objectifs visés. Nous avons choisi les bandes spectrales qui ont une forte corrélation, qui permettra la distinction entre les différentes formations végétales sur l'image.

D'après Durrieu (1994), les études réalisées à partir des images Landsat TM, ne retiennent généralement que les trois canaux qui s'avèrent être les meilleurs pour la discrimination des types de peuplements forestiers : un canal du proche infrarouge TM4, un canal du moyen infrarouge TM5 et un canal du visible TM1, TM2 ou TM3. Cependant, si toutes les bandes spectrales n'apportent pas la même qualité, ni la même quantité d'informations, il peut être intéressant de les prendre toutes en considération en les combinant afin de concentrer le maximum d'information sur un minimum de canaux.

Dans ce contexte, notre choix a été porté sur les canaux : TM4, TM3 et TM1. Ce choix est basé sur la corrélation spectrale significative entre ces canaux, permettant aussi une visualisation de l'image en compositions colorées (rouge, vert et bleu « RVB ») qui valorisent au mieux l'information pour l'interprétation du contenu thématique de l'image Landsat TM.

Composition colorie TM 4.3.1



6.3.2 - Traitement d'image

En ce qui concerne le milieu forestier, la présence de pentes et des ombres associées, modifient considérablement le signal originel de l'objet sur l'image satellitale et augmentent la difficulté de la caractérisation des espèces végétales d'un tel milieu.

En raison de la nature et des caractéristiques (format raster) des images satellitaires, pour améliorer la qualité radio métrique et géométrique des images satellitales, de nombreuses opérations sont possibles quant aux traitements des données. Si l'on désire en extraire des informations particulières sur l'occupation du sol par une analyse multi variée, il est nécessaire d'effectuer des corrections sur l'image de base. En fonction des conditions locales, ces corrections sont les suivantes:

- corrections radio métriques (effets atmosphériques, ombres, dérive des capteurs) ;
- transformations géométriques (rotondité de la terre, relief, effet panoramique).

Une fois ces corrections effectuées, intervienne la phase de classification de l'image qui permet de rattacher les valeurs radio métriques à des classes thématiques caractéristiques de l'occupation du sol. Ce processus de nature statistique fournit des résultats toujours dans une certaine marge d'erreur.

a - Topologie

La topologie décrit les liens de voisinage, d'adjacence, d'intersection, d'appartenance et l'inclusion qui relie les phénomènes du territoire (Thériault, 1996). Le concept de topologie a été développé surtout pour le mode vectoriel. Il est l'ensemble des relations perçues qui nous permettent de situer les objets les uns par rapport aux autres. La topologie définit alors les relations entre objets (Caloz, 1992).

D'après Missoumi *et al.* (2002), cette opération « création de la topologie » est un préalable indispensable à l'établissement de liens entre les données géométriques et les données descriptives associées. Elle constitue un bon moyen de vérification des erreurs et imprécision pouvant affecter les données.

Les définitions amènent à distinguer les deux modes de structuration des données à référence spatiale utilisées dans les SIG: le mode vectoriel et le mode matriciel. L'espace ou bien l'information géographique peut être décrit d'une manière formelle à l'aide de ces deux modes principaux. Ils correspondent à une précision de localisation et à un type de représentation différent et se distinguent souvent par une procédure d'acquisition: scannérisation pour le mode matriciel, et digitalisation pour le mode vectoriel, par exemple.

Le **mode matriciel** construit une image du territoire et stocke les données à référence spatiale sous la forme de tableaux ou de grilles numériques. On appelle également mode image ou raster, où le mode raster représente un cas particulier dont les cellules sont régulières (pixels).

Le **mode vectoriel** utilise les concepts de coordonnées cartésiennes et de vecteur pour représenter les objets de la banque de données graphiquement dans un format compatible avec le traitement informatique. L'identification des objets graphiques sont de type ponctuel, linéaire ou zonal (polygone) (Prélaz-Droux, 1995).

La qualité des résultats cartographiques, la précision de la localisation et la nature des traitements analytiques varient énormément d'un mode à l'autre.

Chacun de ces deux modes présente des avantages et des inconvénients, à cet effet, pour le traitement de notre image satellite nous avons choisie le mode matriciel, vu leur simplicité pour le traitement numérique et la rapidité dans la numérisation des données, analyse spatiale aisé.

Ces informations sont soumises à des variations temporelles liées aux conditions climatiques, biologiques et stationnelles. Celles caractérisant le sol sont relativement stables, alors que celles retraçant la structure de la végétation peuvent changer au cours du temps. Quant à la précision de ces informations, elle est plutôt liée à la pertinence des caractéristiques mentionnées, plus qu'à la qualité de la localisation géographique.

Les cartes d'état-major de la région de Béni Saf au 1:25'000 et au 1:50'000 sont destinées à servir de fond principal pour les informations existantes dans la zone d'étude.

b - Géoréférence

Un SIRS ou un SIG contient des données spatiales qui sont géoréférencées. La géoréférence sert à établir la position des phénomènes sur le territoire (Prélaz-Droux, 1995). Cette propriété commune à toutes les données spatiales est utilisée pour la localisation de celle-ci.

Les géoréférences numériques constituent le fondement du système vectoriel. On peut établir la position de tout point par un ensemble de coordonnées mesurées dans un espace à deux couples (X, Y). Toutes les positions intermédiaires sont accessibles par la suite. Les coordonnées servent à repérer des positions à la surface de la terre (Thériault, 1996). Pour repérer une carte topographique digitalisée, il suffit d'entrer deux couples de points de coordonnées connus sur la carte pour que les coordonnées de toute la carte soient déterminées.

Une carte géoréférencée nous évite d'entrer chaque fois des coordonnées à la main dans l'ordinateur. Une digitalisation à partir d'une carte géoréférencée connaît les coordonnées en tout point. Des attributs de coordonnées ne sont pas nécessaires.

Elle consiste à ramener une prise de vue spatiale à une norme de coordonnées cartographiques. Pour y parvenir, il y a lieu de choisir un ensemble de points de contrôle (point de calages) sur l'image et sur une carte topographique (la géoréférenciation). Les points à utiliser auront la particularité d'être sur des croisements très nets permettant une localisation au pixel près. Pour la présente étude l'ensemble des points sont pris de la carte topographique de la région de Béni Saf 1/50.000 (1957).

c - Numérisation et la transformation des fichiers

La numérisation est un système de conversion des informations analogiques dans un code numérique identifiable par un ordinateur. Elle peut s'appliquer directement sur les cartes et images.

La transformation des résultats d'interprétation en mode numérique permet d'opérer plusieurs exploitations : transferts d'échelle, calculs de superficie, analyse des relations (juxtaposition, voisinage, liaisons entre polygones lignes et points.).

Toute l'opération de numérisation et de correction des couvertures est faite avec le logiciel ENVI 3.5. Après vient la phase de création des tables des thèmes et d'attributs (Map Info) et de la topologie.

d - Traitements interactifs à l'écran

Ces traitements consistent à une opération de digitalisation (dessin) sur l'image satellite par le logiciel Map info, après avoir été scannée, l'affichage à l'écran d'une composition colorée, qui est un mélange additif des couleurs, permet de délimiter directement les unités homogènes reconnues et de constituer successivement les couvertures thématiques.

Dans le cadre de cette étude, l'ensemble de la région a été digitalisé en ce qui concerne le réseau hydrographique et le réseau routier à partir de la carte d'état-major de Béni Saf 1/50.000, feuille N° 208 (1957). Tous les phénomènes d'occupation du sol, comme les formations forestières, terrains agricoles et les autres lieux d'activités humaines ont été digitalisées sous formes de différentes couches géo référencées « tables » sur l'image satellite Landsat TM, après avoir été corrigée et callée sous le logiciel ENVI 3.5 et MapInfo 4.1 sans aucune perte de données. La légende est ensuite organisée en vue de la composition de la carte finale. Il s'agit pour cela de préciser l'ordre de superposition des couvertures et des thèmes. Il s'agit en effet de regrouper tous les thèmes recherchés dans un seul document, pour avoir une carte thématique.

6.3.3 - Modèle numérique de terrain (MNT)

Un modèle numérique de terrain (MNT), est une représentation numérique d'une surface continue (Phillips, 1996).

Le MNT est un ensemble de données décrivant la topographie de la surface terrestre et conçu pour répondre aux plus hautes exigences de précision. Il remplace l'ensemble de données altimétriques.

Vertical Mapper permet également la représentation en trois dimensions du terrain. Les résultats obtenus sont souvent très spectaculaires et peuvent être utilisés lors de démonstrations, au cours desquelles une vision 3D apporte de nombreux avantages et permet d'éviter de longues discussions. Pour la représentation 3D, différentes possibilités sont offertes par l'informatique. On peut par exemple simplement faire apparaître le MNT sans aucune information supplémentaire. Plus intéressante est la fonction de "drapage" d'information par-dessus un MNT. On peut ainsi agréger n'importe quelle table MapInfo géoréférencée dans le MNT et ensuite en faire une représentation en 3D.

Le MNT ne donne que les formes brutes de la surface terrestre, sans la hauteur de la végétation ni celle des constructions et ne contient donc aucune information supplémentaire sur l'utilisation du sol. Les lacs ne sont représentés que par l'altitude de leur surface. Dans la majorité des cas, on l'applique à l'élévation Géo bases (le plus souvent matricielles) : structure adaptée pour analyser des caractères structurels du terrain:

- pente,
- orientation de la pente,
- chenaux de drainage,
- limites des bassins versants, etc.

7 - Résultats statistiques

Le Système d'information géographique a permis de générer directement les données statistiques se rapportant aux différentes unités spatiales cartographiées. Dans les tables qui suivent, il est notamment exposé, en guise de résultats, la superficie couverte par chaque thème et sa valeur relative par rapport à la superficie totale de la carte.

A partir de ces résultats cartographiques et statistiques, il est possible de faire une analyse approfondie des faits d'évolution sur 40 ans de l'occupation et utilisation du sol dans cette région de l'Ouest algérien.

8 - Validation et correction

De nombreuses missions de vérification des produits primaires ont été effectuées sur le terrain d'étude pour vérifier les différents thèmes reconnus sur la carte déjà conçue au bureau.

Une fusion des deux cartes enrichit les informations sur le changement spatio-temporel dans l'occupation du sol de la zone d'étude (la dynamique des milieux végétaux et urbains).

Lorsque l'on analyse l'adéquation géométrique des deux cartes avec la superposition des couches (les deux cartes), des observations visuelles montrent des différences.

9 - Comparaison des systèmes de télédétection

Les imageries aériennes et satellitaires constituent deux sources d'informations spectrales de l'occupation du sol, dont la principale différence est l'échelle de représentation. Une distinction supplémentaire est à faire dans la mesure où il est plus juste de considérer les images aériennes comme des informations continues et les images satellites (Landsat) comme discrètes (Caloz, 1992).

10 - Rôle de la télédétection dans le suivi de la végétation

La télédétection spatiale, demeure l'outil le plus adapté pour évaluer à une échelle globale la dynamique d'évolution du couvert forestier (Honsch, 1991).

La télédétection est "la technique d'observation à distance par la mesure et le traitement du rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi par l'objet étudié dans le but d'en tirer des informations concernant sa nature, ses propriétés et son état" (Caloz, 1992).

La télédétection est un outil indispensable pour la connaissance de ces milieux particulièrement complexes. Pour notre propos, l'objet étudié se réfère à la surface terrestre, ou plus précisément à l'ensemble de ses composantes. La télédétection se résume ainsi à l'enregistrement et à l'analyse du rayonnement électromagnétique provenant de ces composantes.

L'objectif de notre travail vise à intégrer l'usage de la télédétection en vue de l'élaboration de bases d'informations spatiales homogènes utilisables dans des processus de modélisation et pour faciliter le passage des valeurs radio métriques à des thèmes.

Les études diachroniques de la dynamique de la végétation et les inventaires, d'une région donnée, nécessitent une surveillance spatiale continue dans le temps. L'acquisition d'une série temporelle d'images, couvrant une même région, permettant de constater les différents changements qui se passent au niveau du sol. L'analyse thématique de ces images, fait appel à des données et des techniques plus adaptées, pour déchiffrer leurs contenus, donc la télédétection spatiale apparaît comme un outil technique plus adapté aux études et suivi des phénomènes terrestres et spécialement la végétation.

11 - Base de données

La base de données est une collection de représentations de la réalité sous forme de données inter-reliées aussi cohérentes que possible, mémorisées avec une redondance calculée et structurée de manière à faciliter leur exploitation pour satisfaire une grande variété de demandes de renseignements exprimés par de nombreux utilisateurs ayant des exigences de réponses compatibles avec leurs conditions de travail (Tardieu in Caloz, 1992).

11.1 - Création de cartes thématiques

Le logiciel MapInfo permet la création assistée de cartes thématiques. Ainsi, on peut sélectionner une des tables du prototype et lui donner un aspect différencié à l'écran au moyen de couleurs définies selon des critères voulus.

En prenant par exemple la table des segments de cours d'eau, on différencie ces segments suivant leur état implanté dans Mapinfo. Ensuite, le logiciel de SIG donne automatiquement une légende en proposant un dégradé de couleurs que l'utilisateur peut modifier à souhait. Le résultat graphique est très parlant et permet d'illustrer des rapports ou des publications.

a - Carte d'occupation du sol (1972)

Les photographies aériennes, sont les seules sources disponibles pour la cartographie de l'occupation du sol à des dates reculées ; les photos aériennes utilisées pour la réalisation de la carte d'occupation du sol datent de 1972. C'est à l'analyse de la disponibilité de ces données de base, en fonction des objectifs de connaissance des changements de la surface du sol dans la région de Béni Saf, que la date 1972 a été retenue comme date de référence pour faire l'analyse diachronique de la dynamique de la végétation.

L'établissement de cette carte a été réalisé avec la méthode classique connue, qui consiste à l'assemblage de la série de photos aériennes, suivi par une opération de photo interprétation à l'œil nu (possibilité de vue stéréoscopique) et la délimitation des espaces naturels et d'activités humaines, afin de dégager les différents thèmes de l'occupation et utilisation du sol.

Les unités de légende des cartes d'occupation du sol de la zone d'étude ont été examinées de manière exhaustive, mais des ajustements ont été nécessaires pour coller au contexte des deux dates de représentation.

b - Carte d'occupation du sol (2011)

Elle a été réalisée par traitement numérique d'une image satellite Landsat TM prise en 2011, cette dernière été exploitée sous le SIG « MAP INFO 4.1 ». Les classifications et interprétations ont été validées par des sorties sur le terrain. Ceci nous a permis de distinguer 14 unités majeures d'objets.

La réalisation de cette carte est faite dans le but de présenter l'évolution de la couverture du sol sur la région de Béni Saf, et plus particulièrement l'évolution de la dégradation des peuplements végétaux, et recenser les changements intervenus sur la zone.

La carte d'occupation du sol comporte plusieurs classes dont on peut détailler les suivantes :

- Le type de végétation (foret, Maquis ou bien matorral, broussaille ou culture, ect.) ;
- Le détail (végétation clairsemée ou dense, surtout valable pour le type « matorral »

A partir de MNT, crée avec les courbes de niveau à 10m d'équidistance, il sera possible, après traitement, d'en extraire la carte des pentes et la carte des orientations (expositions).

Ceci permettra ensuite de calculer quantitativement les surfaces de chaque classe de pente et d'exposition et leurs pourcentages par rapport à la surface totale.

Le cadre de ce travail, le prototype s'est fait dans MapInfo. Le logiciel employé le plus couramment au sein du laboratoire du SIG de l'Université de Mascara.

Nous avons aussi procéder à un logiciel traitant à trois dimensions le vertical mapper pour Map info ce dernier a été employé afin d'effectuer quelques traitements sur ce MNT. La visualisation en trois dimensions peut être effectuée, celle-ci n'apporte pas grand-chose en elle-même, mais elle peut donner une idée de relief de la zone que l'on étudie.

C'est avec la méthode de regroupement des polygones qu'on a réussi à calculer, sous MapInfo, les superficies occupées par les unités cartographiques.

c - Carte des pentes

Une carte concernant les pentes a aussi été réalisée à partir du MNT. Il s'agit d'une information dérivée car il a fallu d'abord calculer les pentes, les regrouper dans des classes et transformer ces données ponctuelles en surfaces. Ces classes permettent de caractériser le relief dans son ensemble en relation avec les possibilités d'utilisation des espaces par l'homme et la nature.

A cet effet, nous avons effectué un classement des valeurs en 4 classes (0-3%, 3-12%, 12-25%, plus de 25%) auxquelles nous avons attribué un ton de gris. Les faibles pentes sont représentées en clairs alors que les fortes pentes sont représentées en foncé.

d - Carte du réseau routier

La digitalisation des routes (nationales, communales, les pistes forestières et agricoles), ont été effectuées à partir des photos aériennes (1972), pour leurs actualisations, elles ont été complétées à partir de l'image satellite (2011). Toutes les classes de routes ont été pris en considération, afin de voir leur répartition sur le territoire.

e - Carte du réseau hydrographique

Le réseau hydrographique, été digitalisé à partir de la carte topographique de Béni Saf : 1/50.000 (1957).

f - Classes d'altitudes

Nous avons effectué un classement des pixels en 12 classes avec un intervalle régulier de 10 m (max. 409 m; min. 0 m). Les basses altitudes sont représentées en tons clairs alors que les altitudes élevées en tons foncés.

12 – Conclusion

Evaluation de l'état de dégradation que subissent les différentes formations végétales de la zone d'étude, l'application de cette étude à base de données cartographiques liés à une analyse diachronique, est nécessaire pour l'évaluation et le suivi de leurs changements spatio-temporelles. Démarche nécessaire pour des utilisations possibles aux différents niveaux de la gestion et d'aménagement de territoire.

Chapitre II

Etude diachronique et dynamisme de La végétation

Chapitre II : Etude diachronique et dynamisme de la végétation

1- Introduction

Les formations végétales de la région de Béni Saf sont en plein mouvement, en effet les cartes ont un rôle important pour la connaissance et la maîtrise de l'occupation du sol, ce qui fait leur production et leur mise à jour est souhaitée. Les méthodes traditionnelles de production et de mise à jour des cartes à base de photographies aériennes sont consommatrices de temps et coûteuses. De nombreux projets ont démontré que l'imagerie satellite peut, à moindre coût et à des délais plus courts, apporter une composante cartographique essentielle au sein des SIG. A partir d'images satellites Landsat 5 TM 30m / 30m 2011, nous pouvons élaborer une carte d'occupation de sol de la région de Béni Saf à l'échelle 1:50000.

2- Etude diachronique de la végétation

La présente étude se propose d'approfondir la connaissance de la variabilité spatiale et temporelle de la végétation dans la région de Béni Saf, zone bien connue pour la diversité de sa flore, sa biogéographie et son régime climatique méditerranéen typique.

A cet effet, notre objectif est d'estimer l'évolution des communautés végétales dans cette zone littorale, grâce à une étude diachronique de l'état de l'occupation du sol et de la végétation portant sur deux périodes bien définies 1972 et 2011.

En région méditerranéenne, la sécheresse joue un rôle majeur dans la dynamique et la structuration de la végétation. Elle constitue un stress saisonnier, plutôt qu'une perturbation car elle intervient à intervalles réguliers (Quézel et Médail, 2003).

Les travaux de cartographie ont pour but de nous renseigner sur les potentialités d'un territoire, son utilisation et ses aptitudes. La carte thématique peut également servir à préciser et mesurer les activités humaines. Selon certains auteurs, la cartographie de la végétation permet à la fois de réaliser un inventaire réel (aspects physiologiques des formations végétales) et associer dans un même document une constatation et une interprétation des éléments cartographiés (Bouazza *et al.*, 2004).

L'acquisition d'une meilleure connaissance de ces milieux, exige un inventaire de l'occupation du sol, une mesure de leur évolution (diachronie) et procéder à des simulations et croisements de plans d'information dans un Système d'Information Géographique (Haddouche *et al.*, 2007). Cette démarche améliore l'information indispensable à la gestion et à l'aménagement de l'espace.

2.1 – Méthodologie

Nous avons choisi une méthodologie de réalisation d'un inventaire de l'occupation et utilisation du sol à partir des photos aériennes et d'images satellitaires, par unités spatiales administratives ou spécifiques (Agglomérations, communes, espace végétal...). Ainsi, des inventaires chronologiques sur un même espace nous permettront-ils d'apprécier les changements structurels et morphologiques afin de mettre en exergue le processus de la dynamique des paysages concernés.

Nous avons aussi procédé à une méthodologie d'atténuation des effets du relief liés aux pentes et aux ombres associées sur les images des milieux montagnards en utilisant le modèle numérique des altitudes. Les images obtenues conduisent à une caractérisation plus fine et une quantification plus précise des milieux étudiés. Cette technique nécessite aussi, comme la précédente, une superposition de documents cartographiques (carte des courbes de niveau numérisées) transformées en un document-image après interpolation pour combler les espaces entre les courbes de niveau.

2.2 - Comparaison et interprétation statistique

Au cours des Quarentes dernières années (figures 36, 37) les changements d'occupation et utilisation du sol peuvent être résumés comme suit :

Tableau 41: Comparaison statistique des changements de l'occupation du sol

Désignations	Année 1972		Année 2011		Ecart
	Superficie « ha »	Taux	Superficie « ha »	Taux	
Forêts	477,70	7,75%	990,50	16,07%	+ 8,32 %
Matorral	307,30	4,99%	315,30	5,12%	+ 0,13 %
Broussaille	2814,12	45,66%	1530,47	24,83%	- 20,83 %
Céréaliculture	2068,90	33,58%	2280,50	36,52%	+ 2,94 %
Cultures maraîchères	43,50	0,71%	165,30	2,68%	+ 1,97 %
Agrumes	46,30	0,75%	46,10	0,75%	-
Plantations rustiques	208,30	3,38%	104,20	1,69%	- 1,69 %
Vigne	-	-	5,20	0,08%	+ 0,08 %
Agglomérations	137,10	2,22%	544,20	8,83%	+ 6,61 %
Plage	15,11	0,25%	15,10	0,25%	-
Carrières	7,50	0,12%	133,30	2,16%	+ 2,04 %
Sol nu	36,17	0,59%	31,83	0,52%	+ 0,07 %
Total	6162,00	100,00%	6162,00	100,00%	-

L'étude des cartes et de l'histogramme (figure 35) révèle que les zones de forêts passent de 478 ha en 1972 à 990 ha en 2011.

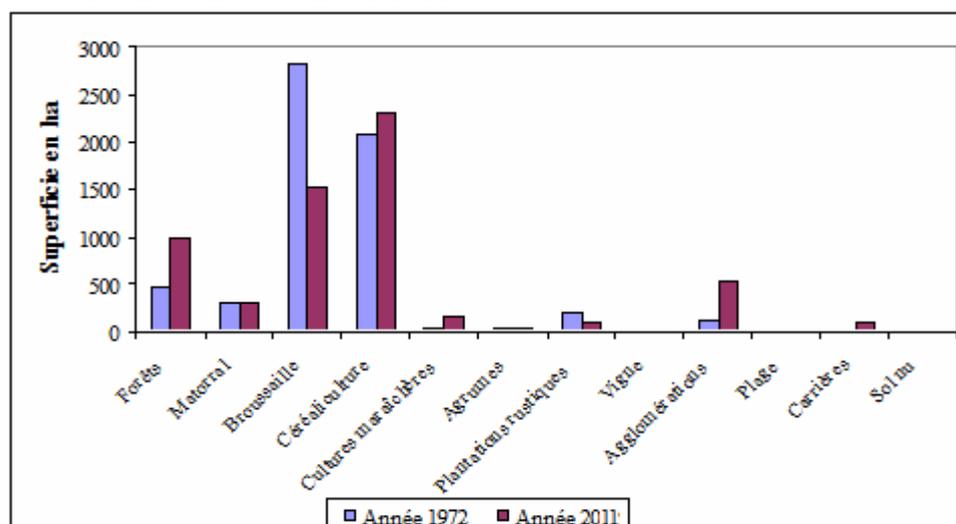


Figure 35 : Représentation diachronique de l'occupation du sol (1972 et 2011)

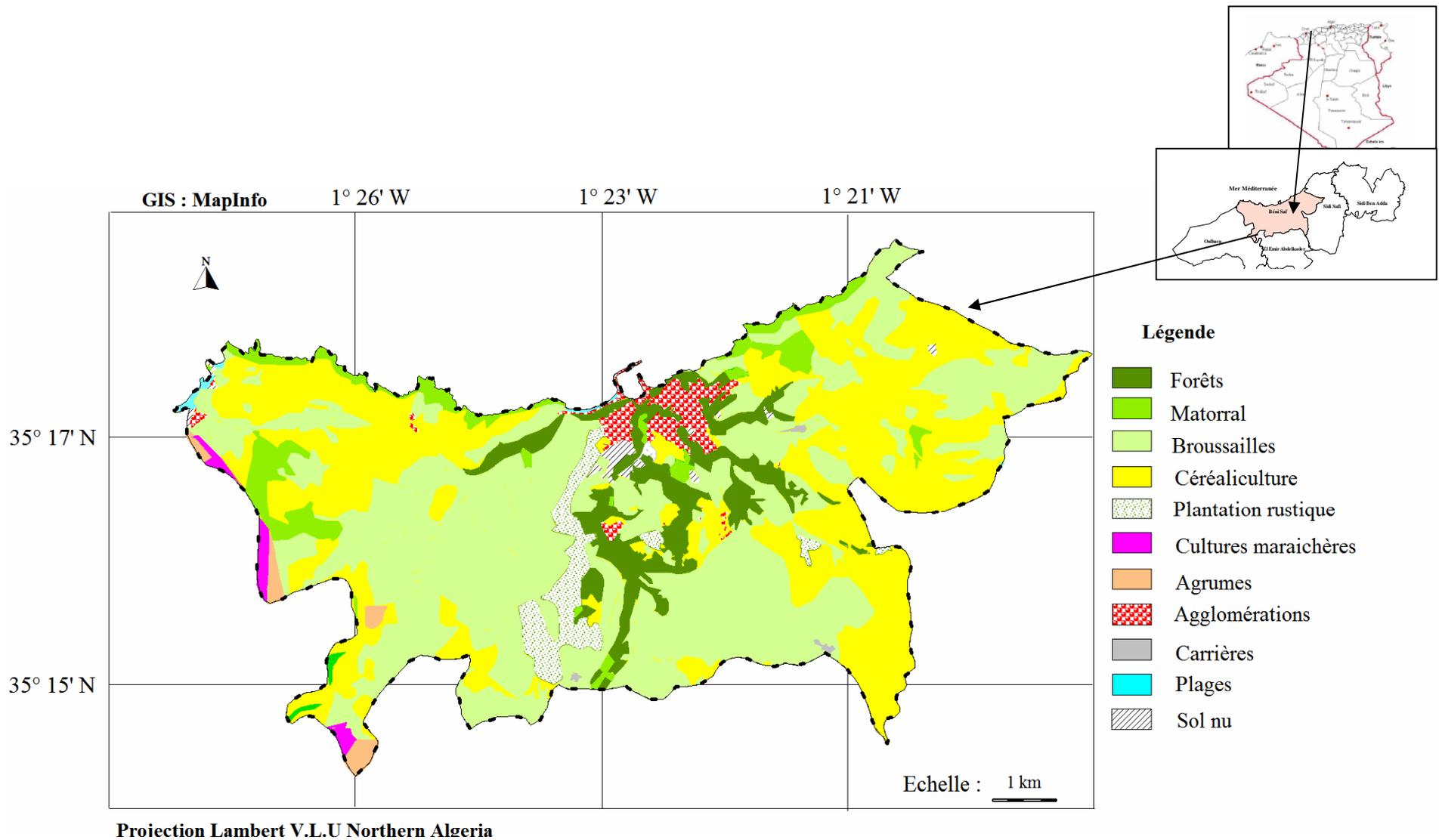


Figure 36 : Carte d'occupation du sol de la zone de Béni Saf (année 1972)

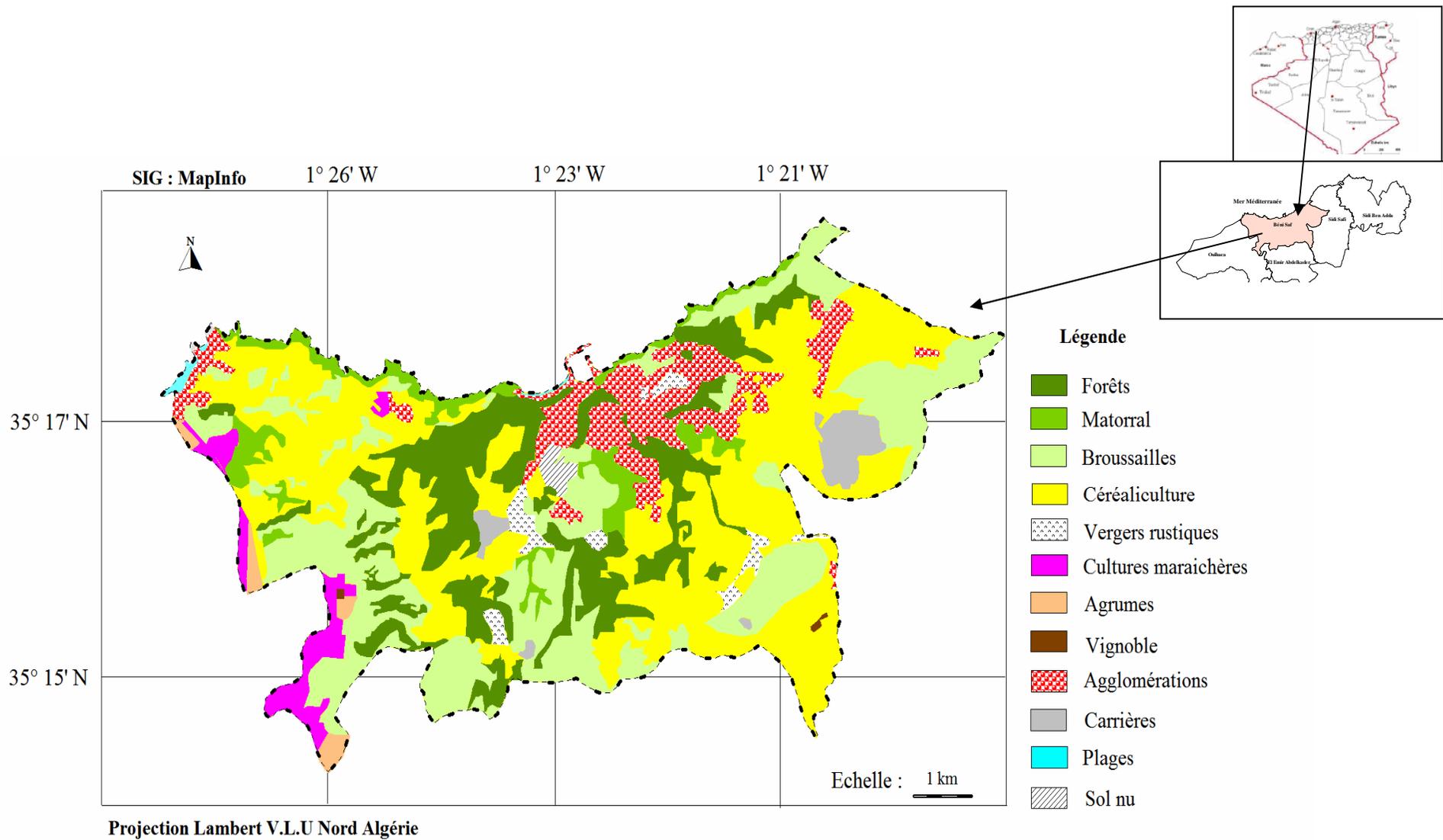


Figure 37: Carte d'occupation du sol de la zone de Béni Saf (année 2011)

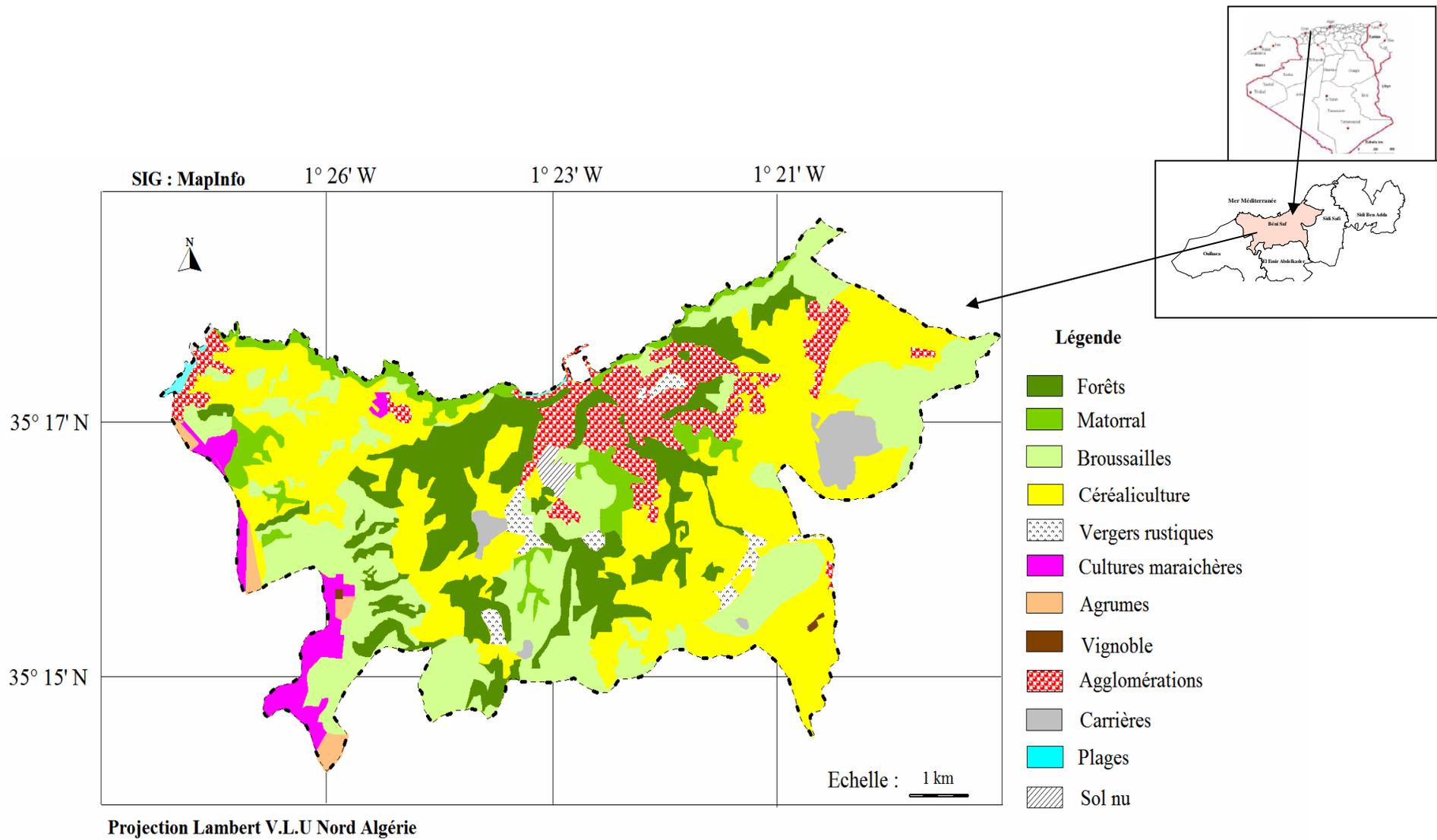


Figure 37: Carte d'occupation du sol de la zone de Béni Saf (année 2011)

Cette augmentation de superficie forestière est due principalement aux efforts déployés par les services des forêts dans le domaine de la protection des bassins versants par les différentes techniques de reboisements, dont le *Pinus halepensis* constitue la principale essence. Les variations climatiques et la pression anthropozoïque ont conduit ces peuplements à des formations buissonnantes (matorral) à bases d'espèces plus résistantes, colonisant le milieu. Parmi ces espèces figurent : *Chamaerops humilis*, *Ampelodesma mauritanicum*, *Calycotome spinosa*, *Chrysanthemum coronarium*, *Asphodelus microcarpus*, *Urginea maritima*, *Ferula communis*. *Calycotome spinosa*, *Asparagus albus*, etc.

La manifestation d'un certain déséquilibre et une dégradation de la végétation est marquée par la présence d'espèces telles que : *Ampelodesma mauritanicum* (poir) Dur, *Chamaerops humilis* Subsp. *argentea*, *Urginea maritima* L, *Asphodelus microcarpus* Salz, *Ferula communis* L. (Quézel *et al.*, 1992).

L'importance de la strate buissonnante est un signe de dégradation remarquable atteignant souvent le stade irréversible. L'indice de perturbation IP calculé pour la zone d'étude est très fort, il est de l'ordre de 68 %. Ceci montre une perturbation et un déséquilibre des peuplements végétaux, provoqué par la forte pression anthropozoogène (Loisel et Gomila, 1993). En outre, les incendies constituent une perturbation majeure des paysages méditerranéens. Ils sont liés aux pressions anthropiques intenses, mais aussi au caractère xérophytique et pyrophytique de la végétation (Delabrazé et Valette, 1974 ; Le Houerou, 1980 ; Taroni et Barbero, 1995).

La superficie du matorral est restée quasiment constante de 307 ha en 1972 à 315 ha en 2011. Ce type de végétation occupe généralement le littoral. *Olea europea* et *Ceratonia siliqua*, *Pistacia lentisque*, sont les espèces principales de cette unité. Elle se trouve à l'état spontané dans la zone d'étude, en mélange avec quelques pieds de *Pinus halepensis*, et forme le plus souvent des groupements de type pré-forestiers avec, *Asparagus* spp, *Calycotome* spp, *Lavandula dentata*, *Withania frutescens*, etc. Ainsi la présence d'*Ampelodesma mauritanicum* et *Chamaerops humilis*, traduit le plus souvent des stades de dégradation (Quézel, 2000). En général ces formations pré forestières, connaissent un processus de matorralisation, qui aboutit à la formation d'une végétation basse et épineuse, dominée surtout par les thérophytes avec un taux de 42%. Cette thérophytisation est une forme de résistance à la sécheresse et un stade de dégradation ultime de la végétation (Sauvage, 1961 ; Gaussen, 1963 ; Negre, 1966 ; Daget, 1980 ; Quézel, 2000 ; Benabadi et Bouazza, 2000). Les modifications de la composition floristique notamment, l'abondance des thérophytes sont liées à l'accroissement de la luminosité au niveau des strates basses (Floret *et al.*, 1992). L'occupation par la broussaille a subi des changements importants, où elle est passée de 2 814 ha en 1972 à 1 530 en 2011 (tableau 41 ; Figure 37) soit une régression qui avoisine les 20 %. Cela se justifie par l'extension des forêts par le biais des reboisements de l'urbanisme et des carrières. Ainsi les feux et les défrichements ont laissé une forte empreinte sur la physionomie de ce type de végétation, notamment dans le Sud et l'Est de la zone d'étude. Une grande superficie de la broussaille a été transformée en parcours ou en champs de céréaliculture.

La superficie des grandes cultures, généralement, les céréales sont passées de 2069 ha en 1972 à 2280 ha en 2011, soit une augmentation presque de 3 % au détriment de la broussaille. Les cultures maraîchères avec un espace favorable sur les rives de l'Oued Tafna et sur sa périphérie grâce à exploitation des ressources hydriques souterraines ont augmenté de presque 122 ha. Par contre la superficie occupée par les plantations rustiques telles que l'amandier, le figuier et l'olivier, enregistre une réduction qui est passée de 208 ha en 1972 à

seulement 104 ha en 2011. Cet abondant à notre avis est dû à la réduction des ressources hydriques au niveau de la zone.

La superficie des agrumes reste constante depuis 39 ans, ce type de culture se trouve aussi sur les rives de la Tafna.

Les vignes ont occupé une superficie importante avant 1972 dans les zones d'El Bradj et Gaadet El Ghozlene, comme le témoignent les infrastructures existantes (caves). Au cours des années soixante-dix, cette espèce a été substituée par la céréaliculture. Au début de l'année 2000, la culture de vigne reprenait dans la région par quelques viticulteurs particuliers, actuellement, elle s'étend sur quelques hectares (5 ha).

3 - Dynamique de l'espace urbain

Les images satellites jouent un rôle important dans l'urbanisation. Elles aident les planificateurs à avoir une vision globale de la situation actuelle et à envisager les développements futurs (Awad, 2003)

L'analyse diachronique des paysages urbains de la ville de Béni Saf et des agglomérations secondaires, a permis de constater la croissance importante des zones urbaines de la commune. Durant le début des années 1970, le chef-lieu de la commune de Beni saf occupe une superficie de 137,1 ha, aujourd'hui et au bout de trente-deux ans (39 ans) cette ville prend un espace plus important (544,2 ha), soit presque 75%, (y compris l'agglomération de Ghar El Baroud, par ce qu'elle est liée maintenant avec le tissu urbain de ville de Beni saf par extension). Cette occupation et ce développement immense de la superficie sont liés à plusieurs facteurs il s'agit :

Facteur démographique : La population de la commune de Béni Saf est devenue de plus en plus importante, 42 846 hab., avec un taux de croissance de 1,76%. La grande partie de la population, environ 80% se concentre dans la ville de Béni Saf, attirée par le fléau de l'exode rural.

Encouragement de l'auto construction des habitats ;

L'extension de la zone industrielle (la Cimenterie de Béni Saf et les autres sites d'activités industrielles) ;

Créations et constructions des équipements sociaux comme : les centres éducatifs et culturels, les centres de santé, etc. qui ont aussi participé dans l'extension du tissu urbain de la ville.

4 – réflexions sur l'aménagement du territoire et perspectives

A l'instar de notre recherche sur les peuplements végétaux de la région de Béni Saf, nous avons formulés une réflexion sur les aménagements et les perspectives d'avenir pour éventuellement rétablir l'équilibre écologique, physionomique et économique de ces écosystèmes naturels perturbés.

Une carte d'aménagement et perspective de la région de Béni Saf, figure 38 été établie grâce à de la superposition de trois cartes à savoir : la carte des potentialités des terres, la carte d'occupation du sol (1972) et la carte d'occupation du sol (2011) et l'historique de la zone d'étude.

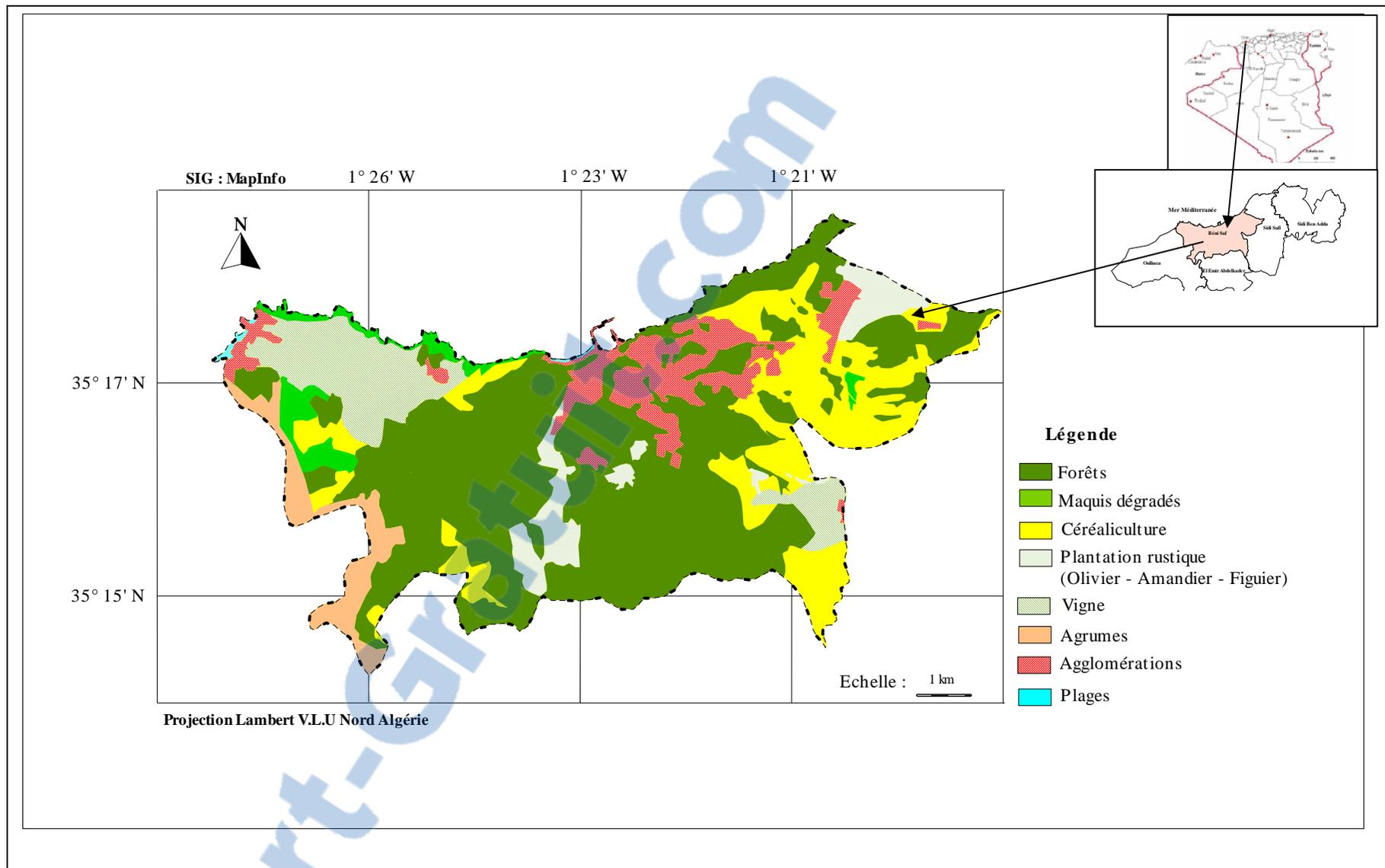


Figure 38 : Carte des Perspectives d'aménagements

Tableau 42 : Occupation du sol proposée dans l'avenir

Désignations	Superficie en Ha	Taux (%)
Forets	3156,00	51,21
Maquis	176,00	2,86
Vignes	600,00	9,74
Vergers	336,10	5,45
Agrumes	274,70	4,46
Céréales	1619,20	26,28
Total	6162,00	100

En effet, nous proposons les recommandations suivantes :

-l'espace forestiers doit être protégé et entretenu par les travaux sylvicoles. (Voir 2^{eme} partie, chapitre 5).

- Les superficies occupées par les broussailles doivent être reboisées manuellement, sans détruire cette végétation par les travaux de réseau de banquettes ou ceux des terrasses.

- Une superficie forestière qui peut y aller jusqu'à 3156 ha.

- Les matorrals doivent être protégés par une mise en défend stricte.

- L'extension et le développement de la vigne de table dans la zone de Labradj, Gaadette El Gozlène, Bled Lahmaida, sur une superficie de 600 ha, à la place de la céréaliculture.

- L'extension de la culture des Agrumes et culture maraichère (culture intercalaire), sur toutes les rives de l'Oued Tafna, sur une superficie de 274,70 ha.

- Développement des vergers rustiques comme l'Olivier, l'Amandier, le Figuier, dans les endroits à pente moyenne, sur une superficie globale de 336,10 ha.

5 - Conclusion

L'application du Système d'Information Géographique S.I.G, dans l'étude cartographique et diachronique sur l'espace naturel et urbain de la région de Béni Saf, nous conduit à connaître notre espace par thème (altitude, pentes, exposition et par type d'occupation du sol). Le S.I.G est un outil permettant une analyse spatiale qui s'appuyait sur des méthodes et des traitements des données par des moyens informatisés. En effet, à partir d'une image satellitale, Photos aériennes, un fond cartographique et d'un modèle numérique des altitudes, nous obtenons une base de données localisée composée de plusieurs plans d'information (image thématique, fond cartographique de l'espace forestier, agricole, urbain, cartes : altitudes, pentes, réseau routier et hydrographique.....) et sont spatialement référencées pour estimer l'évolution des milieux naturels et urbains dans l'espace et dans le temps. Cette base de données est destinée à la gestion et à aménagements de ces espaces.

L'étude diachronique de la dynamique et les inventaires de la végétation, de la région étudiée, nous a obligé de réaliser par le biais du S.I.G, deux cartes d'occupations des sols, de différente période, l'une de 1972 à partir des photos aériennes et l'autre de 2011 à partir d'image satellite Landsat TM. L'analyse de ces cartes, à travers le S.I.G (Mapinfo), couvrant

la même région, nous permet de constater les différents changements qui se passent au niveau du sol. Nous avons constaté que notre espace végétal naturel a subi une forte dégradation, perturbation et régression à cause des différentes activités humaines, à savoir : Le surpâturage, les défrichements, les incendies, les pollutions, l'urbanisation, la création des carrières et l'exploitation des mines dans les milieux naturels, les interventions et les travaux forestiers inadéquats et inefficaces, et le manque de la protection continue. En effet, la dégradation et les changements régressifs des peuplements végétaux dans cette région et dans l'ensemble de la zone méditerranéenne sont causés par l'homme, ce fait n'est d'ailleurs pas nouveau et il demeure la cause principale de la fragilisation des écosystèmes naturels.

CONCLUSION

GENERALE

CONCLUSION GENERALE

A l'issue de notre étude sur les peuplements végétaux de la région de Béni Saf, à la lumière de nos résultats obtenus nous avons pu les synthétiser sur plusieurs plans notamment Climatique, édaphique, floristique, cartographique, éco-dendrométrie et socio-économique. Ces différentes disciplines, nous ont permis d'établir un diagnostic de nos écosystèmes fragilisés et nous ont également approché les problématiques relatives au bouleversement et la dégradation de ces milieux naturels constatée.

A l'instar, des résultats météorologiques fournies par les deux stations se trouvant dans la région, nous avons déduis à partir de plusieurs méthodes et formules que cette région du littoral Nord Ouest de l'Algérie influencée par un climat Méditerranéen typique, caractérisée par la concentration des pluies sur la saison fraîche et une sécheresse assez longue durant la période estivale. Notre recherche climatique a été effectuée sur deux périodes bien distinctes : les données fournies par les services de météorologique de Béni Saf et de Ain Temouchent. Il a été constaté qu'il n'y a pas un grand changement de la situation climatique de la région au point de vue pluviométrique et au niveau des températures mensuelles et annuelles.

Par ailleurs l'inventaire floristique a été plus que nécessaire sur cette région, il a identifié une biodiversité très importante en matière de flore. Nous avons ainsi recensé 111 espèces, réparties sur 40 familles, dont la grande partie est constituée notamment par des Thérophytes, qui représentent les 42 % de toute la végétation existante. Sauvage (1961) ; Gaussen (1963) ; Negre (1966) ; Daget (1980) ; Barbero *et al.* (1990) ; Quézel (2000), trouvent que cette thérophytisation étant une forme de résistance à la sécheresse, ainsi qu'aux fortes températures des milieux arides et un stade de dégradation ultime de la végétation.

L'indice de perturbation **IP**, calculé par la formule de Loisel *et al.* (1993), exprime la quantification de la thérophytisation des milieux naturels. Dans la région de Béni Saf, celui-ci et de l'ordre de 68 %, on le trouve important. Ceci montre une perturbation et un déséquilibre dans les peuplements végétaux, provoqués par la forte pression anthropozoogène El Hamrouni (1992).

Les autres types biologiques sont à base des Chaméphytes, qui représentent 26% de la flore existante et les Phanérophytes sont à l'ordre de 14%. Les Hemicryptophytes viennent tout de suite après avec 10% et les géophytes avec 8%.

En outre, une analyse biogéographique a été établit, elle classe la flore de la zone de Béni Saf suivant les origines. Cette classification a été déjà appliquée pour la première fois par Zohary (1971). Nous avons identifié 41% d'éléments strictement méditerranéens qui représentent une part très importante de la flore de la région de Béni Saf. Les autres éléments de souche Circumméditerranéen, Cosmopolite et Européen Méditerranéen, sont présentes chacune par un taux de 5%. Les éléments Macaronésien-Méditerranéens représentent 4%. Le taux d'endémisme dans la région de Béni Saf est faible, environ 5%. Le reste des éléments : Endémique spécifique, Endémique algéro-marocain, Eurasiatique, Ibero-Mauritanienne, Paléo tempéré, Saharo-sindo-Méditerranéen, etc. sont représentées par un taux très faible qui varie entre 1 et 3%.

Pour le type morphologique, l'ensemble de la flore de la région de Béni Saf, est constitué principalement des herbacées annuelles, qui représentent un taux de 44% avec un nombre de 49 espèces, les herbacées vivaces sont au nombre de 38 espèces, soit 34% du capital floristique. Les ligneux vivaces constituent les formations arborées et arbustives, avec un taux de 22%.

Après avoir effectuée une analyse factorielle des correspondances de différents relevés floristiques qui établit les relations entre les différents groupements végétaux et les facteurs écologiques en particulier anthropozoïques. Nous avons entre autre remarqué aussi que les plans factoriels comportent un regroupement d'espèces indicatrices de la dégradation des milieux végétaux, comme : le *Chamaerops humilis*, *Asphodelus microcarpus*, *Withania frutescens*, *Calycotome spinosa*, *Asparagus albus*, *Urginea maritima*, *Asphodelus microcarpus*, *Ferula communis*. La prolifération de ces espèces, généralement épineuses dans ce milieu, indique sa dégradation par les agents anthropozoïques ; Ceci est confirmé par plusieurs auteurs comme : Quézel *et al.* (1992) ; Bouazza *et al.* (2001) ; Leutrech Belarouci *et al.*, (2002).

Au point de vue édaphique, après une analyse physico- chimique des horizons prélevés des 9 profils matérialisés au sein des peuplements végétaux. Nous avons identifié et classé les différents sols en fonction de la végétation. Cette étude nous permettra de voir la relation milieu édaphique-végétation.

Les principaux types de sols de la zone d'études et leurs caractéristiques, sont résumé comme suit :

-sols peu évolués d'apport : (Stations N° 03, 04, 05), sols colluviaux brunifié sur roche mère généralement marne schisteuse ou calcaire. Ces sols de couleur foncée liée à la présence d'une végétation dense et très développée. L'humification est très accélérée qui fait que l'humus est bien incorporé à la fraction minérale. Sols constitués de matériaux transportés et déposés au piémont (matériaux de dépôt). Très riches en éléments grossiers jusqu'à 20 % (cailloux et graviers), bien aérés. Généralement, ils ont une texture limoneuse et structure instable, décarbonaté en surface. Ce type de sols est très répandu dans la zone d'étude et occupe une grande partie. Il est à l'origine de matériaux déposés par les travaux de terrasses effectués au court des années 1940 jusqu'aux années 1970 pour les reboisements. A cet effet, nous pouvons dire aussi que ce sont des sols d'apport d'origine anthropique (anthrosols). D'après Duchaufour (2001), les sols colluviaux sont d'excellent sols de culture, particulièrement fertiles. Ils sont aérés, profonds, et bénéficient de fortes réserves hydriques, utilisables en période sèche. Dans la zone d'étude les peuplements végétaux qui se localisent sur ce type de sols trouvent un développement régulier. Au point de vu stabilité ce sont des sols fragiles instables (sols peu évolués) maintenue par une végétation naturelle et artificielle, la dégradation de cette couverture provoque une érosion très remarquable.

-Sols bruns calcaires : (station N° 02), formés sur des roches mères de type différent (marnes schisteuses, marnes calcaires, calcaire dur) : ces sols ont un horizon superficiel généralement de couleur brune et devienne claire jusqu'à l'horizon inférieur, très bien aérés en surface par la présence des éléments grossiers et porosités. Le taux de CaCO_3 est important (jusqu' à 40%) dans l'horizon d'accumulation, le pH est basique. Ces sols ont une texture à dominance limoneuse en surface, argileuse en profondeur et ont une structure polyédrique, ils sont pauvres en matière organique. Ce type de sols se trouve sous une végétation de type matorral.

L'estimation de la production et la productivité des peuplements ligneux, nous a amené à procéder à une étude des caractères dendrométriques en fonction des qualités stationnelles. Ces caractéristiques soulignent la liaison profonde existant entre la notion de "station" et la notion de productivité ou de capacité de production d'un peuplement (Franz et Forester, 1979).

A partir de placettes expérimentales préalablement choisies par un échantillonnage stratifié, ont été mesurées les variables suivantes : hauteur, diamètre, âge, coefficient de forme, la surface terrière, volume, etc., auxquelles ont été ajoutées les caractéristiques stationnelles : l'altitude, la pente, l'exposition, la topographie, la profondeur du sol. Notre but est de rechercher des relations entre les principales mesures dendrométriques et certains facteurs stationnels.

Après l'analyse des données dendrométriques, par les différentes formules et graphes. Nous avons constaté que le volume total sur pied des peuplements ligneux, dépend surtout de la densité (tiges/ ha) du peuplement, ainsi que de la qualité de la station. Le volume total sur pied du *Pinus halepensis* de certaines stations ou de leur fertilité est meilleur (I classe), il peut atteindre 95 à 98 m³/ha (cas de la placette N°10 et 7). C'est un volume qu'on trouve important et intéressant pour des peuplements en pleine croissance (perchis). D'autres stations où les conditions écologiques ne sont pas favorables, la production ligneuse est trop faible (cas de la placette N° 20, ne dépasse pas les 25 m³/ha). Cependant, les accroissements annuels moyens (productivité), varient d'une station à l'autre. Cette différence est due aussi en partie à la qualité de la station et la densité (nombre de tiges à l'hectare). Dans les bonnes stations et de densité normale, (station N° 7), l'accroissement annuel moyen atteint 4,48 m³/ha/an.

Pour les peuplements à structure équiennne, l'accroissement annuel moyen total en volume à un âge donné est en relation avec le volume total produit, il peut ainsi servir de critère de station pour exprimer la productivité du peuplement (Philips, 1931 in Rondeux, 1977).

De telles conditions, marquées par l'absence de travaux d'améliorations surtout en élagages et les éclaircies, il va de soit que les hauteurs et diamètres des arbres dans la majorité des stations de la zone d'étude restent faibles.

Concernant, l'*Eucalyptus camaldulensis* : Nous avons constaté que, le volume total sur pied est meilleur dans la majorité des stations (455 m³/ha et un accroissement annuel moyen de 9,00 m³/ha/an). Ceci qui nous permet de signaler que cette essence est bien adaptée au milieu naturel en particulier aux conditions bioclimatiques.

Aussi, la profondeur du sol joue un rôle déterminant dans la production ligneuse des peuplements, elle est meilleure dans les stations où la qualité des sols est nettement riche en éléments organiques et moins dégradée. Le *Pinus halepensis* peut voir son développement prospérer dans ce genre de substrat. N'oublions pas les facteurs climatiques et l'action humaine qui contribuent aussi dans cette production au niveau de ces écosystèmes. Kadik (1986), à ce propos remarque aussi que la profondeur du sol et la nature du substrat jouent aussi un très grand rôle dans le développement du *Pinus halepensis*.

Dans le cadre cartographique et à travers le S.I.G, nous avons estimé que les espaces occupés par les communautés végétales, l'agriculture, l'urbanisme, etc., au cours de deux périodes bien définies 1972 et 2011, celles-ci, ont connus des modifications significatives.

L'espace végétal naturel, comme la broussaille (végétation naturelle) de la zone d'étude, a bien régressé presque de 46%. Cette dernière a été consommée par l'extension des agglomérations, les terres agricoles et les forêts par les reboisements.

Concernant l'espace de forêt, il y a lieu de relever une augmentation de 48% dans la superficie, à cause des reboisements effectués au cours des années dernières.

La superficie des grandes cultures est passée de 2068,9 ha en 1972 à 2280,5 ha en 2011. Cette hausse de surface est de l'ordre de 10% souvent au détriment de la broussaille.

La superficie des plantations rustiques (olivier, figuier, amandier) a connu une régression, elle est passée de 208,3 ha à 104,2 ha. Ceci est dû au manque d'entretien comme la taille, la confection des cuvettes, le traitement contre les maladies pour chaque année.

Le phénomène de la dégradation a laissé une forte empreinte sur les milieux naturels et l'environnement dans la région de Béni Saf. En effet, La végétation a subi un fléau important de dégradation croissante, occasionnée par plusieurs agents naturels comme l'agressivité du climat (irrégularité des pluies), les maladies cryptogamiques, en plus l'action anthropique, qui regroupe en somme toutes les activités humaines notamment : les incendies, le surpâturage, le défrichage, l'urbanisation, la pollution, etc.

Que peut nous réserver l'avenir, que seront ces espaces naturels étudiés ? Tout-ils évoluer vers des stades régressifs ? Quel sera la part de l'espace forestier par rapport aux terres agricoles ? Une situation à suivre avec le maximum d'attention. Pour approcher ces différentes attentes nous proposons l'étude de l'évolution de ces milieux fortement anthropisés d'ailleurs souvent informatifs, par l'examen de la composition floristique clé de route dans ce genre d'étude. Selon notre humble avis nécessite un suivi dans le temps en prenant soins de signaler les taxons nouveaux qui apparaissent. Pourront-ils nous préciser leurs situations futures ?

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abbas H., (1983) : Les forêts de Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) dans le Sud-Est méditerranéen français. Recherches écologiques. Production sylvicole et aménagement. Thèse Doc-Ing. Biol. Amén. forest. Univ. Droit, Econ. Scie. Aix-Marseille 111. Faculté des Sciences et Techniques de St-Jérôme, 122 p.

Abbas H., (1986) : La productivité des forêts de Pin d'Alep dans le sud-est méditerranéen français. Analyses écodendrométriques. CIHEAM-86/1. Faculté de St. Jérôme - 13397 d'Aix-Marseille CEDEX 13. pp.48-54.

Abi-Saleh B., Barbéro M., Nahel I. et Quézel P., (1976) : Les séries forestières de végétation au Liban, essai d'interprétation schématique. Bull. Soc. Bot. Fr.123p.

Aboura R., (2006) : Comparaison phyto-écologique des Atriplexaies situées au Nord et au Sud de Tlemcen. Thèse Mag. Ecol. Vég. Dép. Bio. Fac. Sci. Univ. Tlemcen.171 p + annexes.

Aboura R., (2011) : Analyse des peuplements végétaux halophytes dans le chott El Gharbi (Oranie-Algérie). Thèse Doc. Ecol. Vég. Dép. Bio. Fac. Sci. Univ. Tlemcen. 156p.

Aidoud A., (2000) : Fonctionnement des écosystèmes méditerranéens. Conférences3. Lab. Écologie Végétale, Univ. Rennes 1.50p.

Aidoud A., Bouzenoune A., Medioni K. et Nedjeraoui D., (1980) : Carte pastorale de l'Algérie : Mechria. Serv. Cart. Ech. 1/200 000 Alger.

Aimé S., (1991) : Etude écologique de la transition entre les bioclimats sub-humide, semi-arides et arides dans l'étage thermo-méditerranéen du Tell Oranais (Algérie Nord occidentale). Thèse Doct. Es-Sci. Univ. Aix Marseille III. 185p + annexes.

Akman Y., Barbéro M. et Quézel P., (1978) : Contribution à l'étude de la végétation forestière d'Anatolie méditerranéenne. Phytoécologie 5(1) :1-79

Alcaraz C.,(1989) : Contribution à l'étude des groupements à *Quercus ilex* et *Quercus faginea* subsp. *Tlemcenensis* des Monts de Tlemcen (Algérie). Eco. Médi., XV(3/4) :15-32.

Alder D., (1980) : Estimation des volumes et accroissements des peuplements forestiers. Etude et prévision de la production. F.A.O. Vol. 2. 229p.

A.N.A.T, (1994) : Plan directeur d'aménagement et urbanisme. P.D.A.U. du groupement des communes Beni Saf, Sidi Safi, Emir Abdel Kader. A.N.A.T. Wilaya Ain Temouchent. 152 p.

Anonyme, (1981) : Larousse agricole. Lib. Larousse. Paris.1208 p.

Arambourg C., Arenes J. et Depape G., (1953) : Contribution à l'étude des flores fossiles d'Afrique du Nord. Arch. Mus. Hist. Nat, 2 :1-81.

Assmann E., (1970) : The principales of forest field study. Studies in the organic production structure. Increment and yield of forest stands. Pergamon Press M.Y. 506p.

Aubert G., (1978) : Méthodes d'analyse des sols. C.N.D.P. Marseille. 191 p.

Aubert G. et Boulaine J., (1967) : La pédologie. Presses Universitaires de France, coll."Que sais-je ?" n°352, 126 p.

Awad Z., (2003) : Exploitation combinée des images Spot multi temporelles et des photographies aériennes pour le suivi des évolutions en territoires occupés. Mém. Et. Sup. Spec. de télédétection. Univ. Toulouse III.

Bagnouls F. et Gaussen H. (1953) : Saison sèche et indice xérothermique. Doc. Carte port. Vég. Art. 8. Toulouse. 47p.

Baize D., (1990) : Guide des analyses courantes en pédologie. Choix - expression - présentation - interprétation. Serv. Etude des sols et de la carte péd. France. I.N.R.A. Paris.172 p.

Baize D. et Jabiol B., (1995) : Guide pour la description des sols. Collection techniques et pratiques, INRA, Paris, 375 p

Barbéro M., Bonin G., Loisel R. et Quézel P., (1990): Changes and disturbances of forest ecosystems caused by humain activities in the western part of the mediterranean basins. Vegetatio, 87:151-173.

Barbéro M., Loisel R. et Quézel P., (1990) : Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbation induite par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. Forêt Méd XII (3). pp : 194–216.

Barry J. et Faurel L.,(1968) : Carte de la végétation de l'Algerie. E.M.C.O. Marseille.

Barry J.P., Celles J. C. et Faurel L., (1974) : Carte internationale du tapis végétal. Ech. 1/1000 000 ; Alger.

Bastin Ch., Benzekri J.P., Bourgarit Ch. et Cazes P., (1980) : Pratiques de l'analyses des données, Tome 2 : Abré. Théo. Et. Mod. Ed. Dunod. 466p.

Becker M., (1973) : Eco phytosociologie et production ligneuse. Ann. Sci. Forest., 30 (3) :287-306.

Bemoussat F.Z. (2004) : Relations bioclimatiques et physiologiques des peuplements halophytes. Thèse Mag. Ecol. Vég. Dép. Bio. Fac. Sci. Univ. Abou Bakr Belkaïd Tlemcen. 149 p + annexes.

Benabadji N., (1995) : Etude phytoécologique de la steppe à *Artemisia herba-alba* Asso. et à *Salsola vermiculata* L. au Sud de Sebdou (Oranie- Algérie). Thèse Doct. Es. Sci. Univ. Tlemcen. 153p + 150p annexes.

Benabadji N., et Bouazza M., (2000) : Quelques modifications climatiques intervenues dans le Sud-Ouest de l'Oranie (Algérie Occidentale). Rev. En. Ren. Vol. 3. (2000). pp : 117-125.

Benabadji N., Aboura R. et Benchouk F.Z., (2009) : La régression des steppes méditerranéenne : le cas d'un faciès à *Lygeum spartum* L. d'Oranie. Rev. Ecol. Méd. Vol. 35 : 41-57.

Benabdelli K., (1983) : Mise au point d'une méthodologie d'appréciation de la pression anthropozoogène sur la végétation de la région de Telagh (Algérie). Thèse de spécialité Ecol. Fac. Sci. et Tech. St Jérôme. Marseille. 185p.

Benabdelli K., (1996) : Mise en évidence de l'importance des formations basses dans la sauvegarde des écosystèmes forestiers : cas des monts de Dhaya (Algérie occidentale). Ecol. Med., XXII (3/4). pp : 101-112.

Benzecri J.P., (1973) : Analyse des données. L'analyse des correspondances. Ed. Dunod. Paris. 619p.

Benzecri J.P., (1973-a) : L'analyse des données. Tome 1. La taxonomie. Ed. Dunod. Paris. 675p.

Bestaoui Kh., (2001) : Contribution à une étude syntaxonomique et écologique des matorrals de la région de Tlemcen. Th. Mag. Ecol. Vég. Dép. Bio. Fac. Sci. Univ. Tlemcen. 184p + annexes.

Binkley D., Fisher R. F., (2013) : Ecology and management of forest soils. Fourth edit. Colorado State Univ. USA. 361p.

Bonnier G., Douin R., et Poinso T., (1990) : La grande flore en couleurs. Ed. Belin. Paris. Belin « 3 ». pp : 214. Belin « 4 ». pp : 892.

Bonin G., Roux M., (1978) : Utilisation de l'analyse factorielle des correspondances dans l'étude phytoécologique de quelques pelouses de l'Apennin lucano-calabrais. Oecol. Plant., 13, (2) :121-138.

Bouazza M., (1995) : Etude phytoécologique de la steppe à *Stipa tenacissima* L. et *Lygeum spartum* L. au Sud de Sebdou (Oranie-Algérie). Thèse Doct. Es Sci. Univ. Tlemcen. 153p + annexes.

Bouazza M., Benabadji N., (1998) : Composition floristique et pression anthropozoïque du sud-Ouest de Tlemcen. Rev. Sc. Tech. N° 10. Univ. Constantine. Algerie. pp : 93-97

Bouazza M., Benabadji N., Loisel R., et Metge G., (2004) : Evolution de la végétation steppique dans le Sud-Ouest de l'Oranie (Algérie). Rev. Ecol. Med. Tome 30, Fasc. 2, pp : 219-231.

Boulaine J., (1982) : Remarques sur quelques notions élémentaires de la pédologie.1 :Pédon. Profil et sol. 2 : les horizons.3 : la variabilité latérale des sols. Cah. ORSTOM. Série Pédologie. Vol. XIX. N°1, pp. 29-41. Paris.

Braun-Blanquet J., (1952) : Phytosociologie appliquée. Comm. S.I.G.M.A, n° 116.

Briane J.P., Lazare J.J. et Salanon R., (1977) : Le traitement de très grands ensembles de données en analyses factorielles des correspondances, proposition d'une méthodologie appliquée à la phytosociologie. Doct. Int. Lab. Taxonomie végétale expérimentale et numérique. Paris XI. 38p + annexes.

Burrough P.A., (1986) : Principles of geographical information system for land resources assement, Clarendon. Clarendon Press, Oxford. 193p.

Cailliz F. et Alder D., (1980) : Estimation des volumes et accroissements des peuplements forestiers, avec référence particulière aux forêts tropicales. Etude FAO Forets. Rome, 99p.

Caloz R., (1992) : "Télé-détection satellitaire", cours système d'information géographique I et II, Institut d'aménagement des terre et des eaux, EPFL.

Caloz R., (1998) : Notes de cours, module 14 et 15 du 3^{ème} cycle en Ingénierie et Management de L'Environnement de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (fascicule).

Celles J. C., (1975) : Contribution à l'étude de la végétation des confins saharo-constantinois (Algérie). Thèse Doct. Univ. Nice. 364 p.

Charles G. et Chevassut G., (1957) : Sur la présence des peuplements de végétaux steppiques : *Lygeum spartum* L. et *Artemisia herba-alba* Asso. Dans la région de Hammam Righa (Tell Algérois). Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord. pp : 524-536.

Chessel D. et Bournaud M., (1987) : Progrès récents en analyse des données écologiques. IV Coll. AFIE : La gestion des systèmes écologiques. Bordeaux. pp : 65-76.

Chicov K., (1991) : Cours de dendrométrie, polycopies de 3^{ème} et 4^{ème} années. Inst. forest. Univ. Tlemcen, 102p.

Chikh M. et Mederbel K., (2001) : Typologie des systèmes d'information géographique. C.N.I.G. Commission S.I.G. Alger.35p.

Christian B., (1997) : Intégration d'informations multi-sources dans un SIRS de gestion forestière. Application à la forêt de Bassecourt. Ecol. Polytech. Inst. Géomatique. Dep. Génie rural. Lausanne.

Clauzon C. et Vaudour J., (1969) : Observations sur les effets de la pluie en Provence. Ann. Géographie.13 (4) :390-405.

Cordier B., (1965) : L'analyse factorielle des correspondances. Thèse Spéc. Univ. Rennes. 66p.

Cornier T., (2002) : La végétation alluviale de la Loire entre le Charolais et l'Anjou:essai de modélisation de l'hydrosystème. Thèse de Doc. Etat. Univ. François Rabelais, Tome 1: 227p.

Cowen D. J., (1988) : What are the differences ? Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 54 :1551–1554, 1988.

Daget Ph., (1977) : Le bioclimat méditerranéen: caractères généraux, modes de caractérisation. Végétatio, vol. 34, 1 : 1-20.

Daget Ph., (1980): Un élément actuel de la caractérisation du monde méditerranéen: le climat-nat. Monsp : H-S : 101-126.

Dagnelie P., (1960) : Contributions à l'étude des communautés végétales par l'analyse factorielle. Bull. Serv. Carte phytogéogr. Série B. pp : 93-195.

Dagnelie P., (1965) : L'étude des communautés végétales par l'analyse statistique des liaisons entre les espèces et les variables écologiques : principes fondamentaux, un exemple. Biometrics 21:345-361 & 890-907.

Dagnelie P., (1977) : Théorie et méthodes statistiques. Vol. 1 et 2. Fac. Gembloux.

Dahmani M., (1984) : Contribution à l'étude des groupements de chêne vert des monts de Tlemcen (Ouest Algérie). Approche phytosociologique et phytoécologique ; Thèse. Doc.3^e cycle. Univ. H. Boumediene, Alger, 238p.

Dajoz R., (1977) : Catastrophes biologiques naturelles. Encyclopédie de l'écologie. Ed. Larousse. Paris. Pp : 94-106.

Debrach J., (1953) : Notes sur les climats du Maroc occidental, Maroc méridional. pp : 32-34 ; 1122-1134.

Delabrazé P. et Valette J. C., (1974) : Etude de l'inflammabilité et combustibilité. Consultation FAO sur les incendies de forêts en méditerranée.

Delhoume J. P., (1981) : Etudes en milieu méditerranéen semi-aride: ruissellement et érosion en zone montagneuse de Tunisie centrale (Djebel Semmama). Campagnes 1975 à 1979. Tunis, Orstom/DRE,187 p.

Delpech R., Dume G. et Galmich E., (1985) : Typologie des stations forestières, vocabulaire. Inst. Dével. Fores., Minist. Agr., Direction des forêts. 243 p.

De Martonne E., (1926) : Une nouvelle fonction climatologique : L'indice d'aridité. La météo. 449- 459.

Denizot M. et Sauvage C., (1980) : Actes du coll.: Mise en place, évolution et caractérisation de la flore et de la végétation circumméditerranéennes. *Naturalia monspeliensis*, Montpellier: pp.237.

Deschamps R., (1983) : Preliminary result of the study of fossil wood from sahabi (Libya). Garyoumis Soc. Bull., 4 : 15- 18.

Di castri F., Hansen A. et Debussche M., (1991) : Biological invasions in Europe and The Mediterranean Basin. Kuwer Ac. Press, 463p.

Didier M., (1990) : Utilité et valeur de l'information géographique. Economica. Paris. 255p.

Djebaili S., (1978) : Recherches phyto-écologiques sur la végétation des hauts plaines steppiques de l'Atlas Saharien. Thèse Doct. Sci. Tech. Languedoc. Montpellier. 299p + annexes.

Djebaili S., (1984) : Steppe Algérienne, phytosociologie et écologie O.P.U. Alger. 127p.

D.P.T, (2004) : Annuaire statistique de la Wilaya de Ain Temouchent 2003. Direction de la planification du territoire de la Wilaya de Ain Temouchent. 250 p.

D.P.S.B, (2011) : Annuaire statistique de la wilaya de Ain Temouchent Année 2010. Direction de la programmation et suivi budgétaire. 132p.

Duchauffour Ph., (1983) : Pédologie. 2^e éd. rev. act. Et augm. Tome I. Pédogenèse et classification. Masson et Cie, Paris. 419p.

Duchauffour Ph., (2001) : Introduction à la science du sol. Sol, Végétation, environnement. 6 éd. De l'abrégé de pédologie. Dunod. 331p.

Dupieux N., (2004) : Protocole standardisé de description et de suivi des communautés végétales. Prog. Loire nature, mission scient. France. 15p.

Duplat P., et Perrotte G., (1981) : Inventaire et estimation de l'accroissement des peuplements forestiers. Ed. Office Nat. Forêts. Paris. 432p.

Durietz E.,(1920) : Zur methodologischen grundlauge der modern pflau genziologie. Upsala. 252p.

Durrieu S., (1994) : Utilisation de la télédétection satellitaire pour la mise a jour de la carte des types de peuplements de l'I.F.N : Application à une région forestière diversifiée de moyenne montagne. Thèse. Doc. E.N.G.R. Eaux et Forêts. 202p.

Eastman J. R., (1993) : Idrisi, version 4.0 et 4.1 Un SIG en mode image. Clark university. U.S.A. Traduction C. Collect, 1995. 277p.

El Hamrouni A., (1992) : Végétation forestière et prés forestière de la Tunisie : Typologie et élément pour la gestion ; Thèse. Doct. Es. Sc. Univ. Aix-Marseille. 220p.

Emberger L., (1930 a) : Sur une formule climatique applicable en géographie botanique. C.R.A. Sc., 1991. Pp 389-390.

Emberger L., (1930 b) : La végétation de la région Méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. Rev. Gé. Bot., 42. pp : 341-404.

Emberger L., (1952) : Sur le quotient pluviothermique. C. R. Acad. Sc., 234. pp : 2508-2510.

Emberger L., (1955) : Une classification biogéographique des climats. Recueil. Trav. Labo. Géol. Zool. Fac. Sci. Montpellier. 48p.

Escofier B. et Pages J., (1990) : Analyses factorielles simples et multiples. 2^{ème} édition. Ed. Dunod, Paris. 274p.

Fenelon J. P., (1981) : Qu'est ce que l'analyse de données ? Paris. Lefonen.

Ferouani F., (2001) : Contribution à une étude écologique et syntaxonomique du parc de Tlemcen (Versant Nord). Mémoire d'Ing. Univ. Tlemcen. 159p.

Floret C., Galan M. J., Le froc'h E., Orshan G. et Romane F., (1992) : Dynamics of holm oak (*Quercus ilex* L.) Copies after clear cutting in southen France. Vegetation. 99-100 in Romane F. et Terradas J., *Quercus ilex* L., ecosystem, function, dynamics and management kluwer Academy Publishers. Belgium pp:97-105.

Floret C. et Pontanier R., (1982) : L'aridité en Tunisie présaharienne. Climat, sol, végétation et aménagement. Mémoire de thèses. Travaux et documents de l'O.R.S.T.O.M. Paris. 544p.

Fournier A., (1967) : La recherche en érosion et conservation des sols sur le continent Africain. Sol Afr. 12(1), 5-53.

Franz F. et Forester H., (1979) : Tables de production de Pin d'Alep pour les Aures. Algerie, 114p

Frontier S., (1983) : Stratégie d'échantillonnage en écologie. Edit. Masson et Cie. Coll. d'Ecol. Press. Univ. De Laval. Québec.

Gaouar A., (1980) : Hypothèses et réflexions sur la dégradation des écosystèmes forestiers dans la région de Tlemcen (Algérie). Pub. For. médit. Tome II, n° 2. pp : 131-146.

Garbay J., Leroy Ph., Le Tacon F., et Levy G., (1970) : Réflexions sur une méthode d'études des relations entre facteurs écologiques et caractéristiques des peuplements. Ann. Sci. Forest., 1970-27(3).

Guardia P., (1975) : Géodynamique de la marge alpine du continent Africain d'après l'étude de l'Oranie Occidental.(Relation structurale et paléo géographique entre le rif extérieur, le tell et l'avant pays atlasique). Thèse Doc. D'Etat. Univ. Nice 289p.

Gaussen H., (1963) : Ecologie et phytogéographie. In Abbayes. Pp 952-972.

Gehu J. M., (1987) : Données sur la végétation littorale de la Crête (Grèce). Ecologia méditerranée, XIII (1-2). Pp : 93-105.

Ghezlaoui B. E. (2011) : Bio-morphologie et polymorphisme des appareils aériens de quelques espèces halophytes en Oranie, cas de l'*Athriplex halimus* L. et *Tamarix Galica*. Thèse Doc. Ecol. Vég. Dép. Bio. Fac. Sci. Univ. Tlemcen. 270p.

Gounot M., (1969) : Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Ed. Masson. Paris. 314p.

Grisebach A., (1872) : Die Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung. Leipzig.

Guinochet M., (1952) : Contribution à l'étude phytosociologique du Sud Tunisien. Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord. pp : 131-153.

Guinochet M., (1973) : Phytosociologie. 1 Vol. Masson. Paris. 227p.

Hadjadj Aouel S., (1988) : Analyse phytoécologique du thuya de Berbèrie en Oranie. Thèse Magistère. Univ. Es senia. Oran.142p.

Haddouche I., (1998) : cartographie pédopaysagique de synthèse par télédétection (Image Landsat TM). Cas de la région de Ghassoul (El Bayedh).Thèse Mag. INA, Alger, 143p.

Haddouche I., Mederbal K. et Saidi S., (2007) : Space analysis and the detection of the changes for the follow-Up of the components Sand- Vegetation in the Area of Mechrea, Algeria, Revue SFPT N°185 (2007-1), France. ISSN 1768-9791.

Halitim A., (1988): Sols des regions- arides Algérie. O.P.U. Alger. 384p.

Hasnaoui O., (1998) : Etude des groupements à *Chamaerops humilis* Subsp argentea, dans la région de Tlemcen. Thèse de Magistère. Fac. Sci. Univ. Tlemcen. 80p+Ann.

Hasnaoui O., (2008) : Contribution à l'étude de la chamaeropaie de la region de Tlemcen. Thèse Doctorat. Ecol. Vég. Dép. Bio. Fac. Sci. Univ. Tlemcen. Pp:20 - 70 + annexes.

Hellal B., Benseddik B., Ayad N., Benhassaini H., (2004): La régénération dans la steppe du sud Oranais en Algerie occidentale. Rev. Sécheresse. 15 : 173-9.

Hellal B., Ayad N., Maatoug M., Boularas M., (2007): Influence du « Fatras » sur la biomasse foliaire de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) de la steppe du sud Oranais (Algérie occidentale). Rev. Sécheresse. 18:65-71. Doi : 10.1684/Sec. 2007. 0066.

Hsu K., (1977): Tectonic evolution of the Mediterranean Basin. In: Naim A. et al. (Eds.) « The Ocean Bassin margin ». 4 A., New York: 29-75.

Jolivet C., Boulonne L. et Ratié C., (2006): Manuel du réseau de mesures de la qualité des sols. Unité Infosol. Inra Orléans, France,190 p.

Kadik B., (1987) : Contribution à l'étude du Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) en Algérie : Ecologie, dendrométrie, morphologie. O.P.U. Ben Aknoun (Alger). 313p.

Kaid Slimane L., (2000) : Etude de la relation sol végétation dans la région Nord des Monts de Tlemcen (Algérie). Thèse Mag. Fac. Sc. Biologie. Univ. Tlemcen.129p.

Kent M. et Ballard J. (1988) : Trends and problems in the application of classification and ordination methods in plant ecology. *Vegetation*. 78:109-124.

Kienast F., Frank C., Leu R., (1991) : Analyse raum-zeitlicher Daten mit einem Geographischen Informationssystem. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf, 199p.

Koeniguer J., (1974) : Les bois fossiles de Tamarix d'Acacia et de Retama du Plio-Quaternaire saharien. *C. R. Ac. Sc.*, 278 : 3069-3072.

Koeniguer J., (1985) : L'Afrique septentrionale. In : Biondi et al. : « Bois fossiles et végétation arborescentes des régions méditerranéennes durant le Tertiaire ». *Giorn. Botan. Ital.*

Lacoste A., (1972) : La végétation de l'étage subalpin supérieur de la Tinée (Alpes-Maritimes). *Phytocoenologia*. 3(1-3) : 83-345.

Lacoste A. et Roux M., (1972) : L'analyse multidimensionnelle en phytosociologie et en écologie. Application à l'étage subalpin des Alpes maritimes. *Analyses des données floristiques*. *Oecol. Plant.*, 7(2), 125-146.

Lavorel S., (1999) : Ecological diversity and resilience of méditerranéan végétation to disturbance : Pub.Blackwell publishing. *Diversity and distributions*, volume 5. Number 1, pp 3-13(11).

Le Bissonnais Y., Singer M.J., et Bradford J.M., (1993) : Assessment of soil erodability : the relation ship between soil properties, erosion processus and susceptibility to erosion. *Farm land erosion: In temp. plants Environment and hills*. pp: 87-96.

Le Houérou H.N., (1975) : Le cadre bioclimatique des recherches sur les herbacées méditerranéennes. *Geografili*. Florence XXI.

Le Houerou H.N., (1980) : L'impact de l'homme et de ses animaux sur la forêt méditerranéenne. II (1-2). pp : 155-174.

Le Houérou H.N., (1995) : Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. *Options méditerranéennes, Série B, N° 10, CIHEAM, Montpellier*, 396p.

Legendre (1984) : Legendre L. et Legendre P., (1984) : *Ecologie numérique* (2^{ème} édition). Ed. Masson. 335p.

Letreuch .Belarouci N., (1986) : *Sylviculture. Notes de cours*. I.N.A. Alger. 126p.

Letreuch Belarouci N., (1991) : les reboisements en Algerie et leur perspectives d'avenir. O.P.U. Alger. 414p.

Letreuch-Belarouci N., (1995 a): Réflexion autour du développement forestier : les zones à potentiel de production, les objectifs. O.P.U. Alger. 52p.

Letreuch-Belarouci N., (1995 b): Dendrométrie : Inventaire sur les parcelles non délimitées. O.P.U. Alger.23p.

Letreuch-Belarouci N., (1998) : Dendrométrie : Méthodes d'estimation de la productivité stationnelle. OPU.75p.

Letreuch-Belarouci N., (2001) : De la nécessité d'établir des stratégie de reboisement en Algérie sur la base de la biodiversité. Rev. Ecosystèmes. Lab. Eco-Devl. Esp. Univ. S. B. Abbes.

Liamas J., (1993) : Hydrogéologie générale Principes et applications, 2 édition éditeur gaëtan morin p 527.

Loisel R., Gamila H. et Rolando Ch., (1990) : Déterminisme écologique de la diversité des pelouses dans la plaine de la Crau (France méridionale). Volume jubilaire du Prof. Quezel. Ecol. Med. XVI, 1990, Marseille. Pp : 255-267.

Loisel R. et Gamila H., (1993) : Traduction des effets du débroussaillage sur les écosystèmes forestiers et pré forestiers par un indice de perturbation. Ann. Soc. Sci. Nat. Archéol. De Toulon du Var. Pp : 123-132.

Loisel R., (1978) : Phytosociologie et phytogéographie ; signification phytogéographique du sud-Est méditerranéen continental Français. N.S. Vol. II. Lille. Pp :302-314.

Mazour M. et Roose E., (2001) : Influence de la couverture végétale sur le ruissellement et l'érosion des sols sur parcelles d'érosion dans des bassins versants du Nord-Ouest de l'Algérie. Lab ; CES, Dept Foresterie, Fac. Des Sci. Uni. Tlemcen. Algérie.Pp.321.

Mazour M. et Morceli B., (2004) : L'impact combiné de la couverture végétale et de l'érosion sur l'infiltration et l'érodibilité du sol en parcelles expérimentales (type Wischmeier) dans les bassins versants du Nord-Ouest Algérien. Lab ; CES, Dept Foresterie, Fac. Des Sci. Univ. Tlemcen. Algérie. Pp. 249.

Maire R., (1952) : Flore de l'Afrique du Nord. Encyclopédie biologique. Vol I. Paris VI. 366p.

Martin C., (1975) : L'érosion des sols sur roches métamorphiques en milieu méditerranéen provençal. Rev. Géomorphologie Dynamique 24: 49-63.

Médail E. et Quézel P., (1998) : Hot- Spots analysis for conservation of plants biodiversity in the Mediterranean Basin, Ann. Missouri Bot. Garden, 84: 112-127.

M'hirit O., (1982) : Etude écologique et forestière des cédraies du Rif Marocain. Essai sur une approche multidimensionnelle de la phytoécologie et de la productivité du cèdre (*Cedrus atlantica* Man.). Thèse, S.C.I. Aix- Marseille, 2 Vol. 436p.

M.E.R.Q, (1989 a) : Manuel d'aménagement forestier Québec. Ministère de l'énergie et des ressources. Québec. Service des Forêts. 237p.

M.E.R.Q., (1989 b) : Normes d'inventaire forestier. Ministère de l'énergie et des ressources. Québec. 177p.

Merzouk A. (2010) : Contribution à l'étude phytoécologique et biomorphologique des peuplements végétaux halophyles de la région de l'Oranie (Algérie). Thèse Doc. Ecol. Vég. Dép. Bio. Fac. Sci. Univ. Tlemcen.261p.

Meziane H., (2010) : Contribution à l'étude des peuplements psammophytes de la région de Tlemcen. Thèse Doc. Ecol. Vég. Dép. Bio. Fac. Sci. Univ. Tlemcen.230 p.

Médus J. et Pons A., (1980) : Les prédécesseurs des végétaux méditerranéens actuels jusqu'au début Miocène. In : Denizot M. et Sauvage C. (Eds) « *Naturalia monspeliensis* : 11-20.

Miglioretti F., (1983) : Phytoécologie des peuplements à *Quercus ilex* et *Quercus pubescens* Willd en Gardiole de Rians (Var). Approche méthodologique pour évaluer la phytomasse des thaillis de chêne vert.

Missoumi A., Mederbal K. et Benabdelli K., (2002) : Apport des systèmes d'information géographiques dans la prévention et la lutte contre les incendies de forêts. Rev. Forêt méditerranéenne, tome XXIII, n° 1, juin . Pp : 11-22.

Nahal I., (1962a) : Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.): étude taxonomique, phytogéographie, écologique et sylvicole. Ann ; E.N.E.F., Nancy, 1964.

Negre R., (1966): Les Thérophytes. Mem. Soc. Bot. France.pp :92-108.

Ozenda P., (1954): Observation sur la végétation d'une région semi-aride : les hauts plateaux du sud algérien. Bull. Soc Hist. Nat. Afr. Nord, 45, 3-4. Pp : 189-223.

Ozenda P., (1977) : Flore du Sahara. Paris, C.N.R.S. 622 p.

Ozenda P., (1986) : La cartographie écologique et ses applications. Masson . Paris.160p.

Pardé J. et Bouchon J., (1988) : Dendrométrie. 2ème édition. Ecole National du Génie Rural, des Eaux et Forets, Nancy, France, 327p.

Paterson H., (1956) : The forest Area of the Word an dits potential Productivity- Univ. Goteborg. 216p.

Perrichaud L. et Bonin G., 1973 : L'analyse des correspondances appliquées aux groupements végétaux d'altitude du Gran Sasso d'Italie. Not. Fitosoc, 7. pp : 29-43.

Pons A., (1964) : Contribution palynologique à l'étude de la flore et de la végétation pliocènes de la région Rhodanienne. Ann. Soc. Nat. Bot. Paris.

Pouget M., (1980) : Les relations sol - végétation dans les steppes Sud Algéroises. Thèse Doct. Univ. Marseille III. 555p.

Prélaz-Droux R., (1995) : Système d'information et gestion du territoire: Approche systémique et procédure de réalisation, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne.

Queiroz Neto J. P., (1996) : Science du sol – Nature et défis. Docteur en Agronomie. Université de São Paulo. Brésil.

Quézel P., (1952) : Quelques aspects de la végétation sur dolomite. Rec. Trav. Lab. Bot. Gen. et Zool. Fac. Sc. Montpellier.

Quézel P. et Santa S., (1962-1963) : Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. 2 zones. Ed. C.N.R.S. Paris. 1170p.

Quézel P., (1967) : La végétation des hauts sommets du pinde et de l'Olympe de Thessalie. Vegetatio, 14, 1-4 : 127-228.

Quézel P.,(1973) : Contribution à l'étude phytosociologique du massif du Taurus. Phytocoenologia, I (2) :131-222

Quézel P., (1974) : les forêts du pourtour méditerranéen. Notes tech. M.A.B. 2, Unesco. Paris.

Quézel P., (1978): Analysis of the flora of Mediterranean and saharan Africa- Ann. Missouri Bot.Gard., 65-2.

Quezel P., Ganisans J. et Gruber M., (1980) : Biogéographie et mise en place des flores Méditerranéennes. Naturalia Monspeliensia. Pp : 41-51.

Quézel P., (1981) : Cours de bioclimatologie et des écosystèmes forestiers méditerranéens. D.E.A., Fac. Sc. Et Tech. St. Jérôme, Aix Marseille III.

Quézel P., Barbero M., Benabid A. et Rivas-Martinez S., (1992) : Contribution à l'étude des groupements forestiers et pré-forestiers du Maroc Oriental. Studia Botanica, 10/57-90, Salamanca.

Quézel P. et Barbero M., (1993) : Variation climatiques au Sahara et en Afrique sèche depuis le pliocène : enseignements de la flore et de la végétation actuelles. Bulletin d'Ecologie, 24,(2-3-4) :191-202.

Quézel P., Barbero M., Benabid A. et Rivas-Martinez S., (1994) : Le passage de la végétation méditerranéenne à la végétation saharienne sur le revers méridional du haut Atlas Oriental (Maroc). Phytocoenologia, 22,4 : 537-582.

Quézel P., (2000) : Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Ed. Ibis. Press. Paris. 117 p.

Quézel P. et Médail F., (2003) : Ecologie et Biogéographie des forêts du Bassin méditerranéen. Elsevier . Colloc. Envir. Paris. 571p.

Raunkiaer C., (1904) : Biological types with references to the adaptation of plants to survive the unfavorable seasons. In Raunkiaer, 1934.

Raunkiaer C., (1905) : Types biologiques pour la géographie botanique. Del. Kgl. danske. Vidensk. Selskab., 5. Pp : 347-437.

Raunkiaer C., (1907) : The life forms of plants and their bearing on geography. In Raunkiaer, 1934. Pp : 2 – 104.

Raunkiaer C., (1934): The life forms of plants and statistical plant. Geography. Clarendon press, Oxford. 632p.

Regagba Z. (2012) : Dynamique des populations végétales halophytes dans la région Sud-Est de Tlemcen. Aspects phytoécologiques et cartographiques. Thèse Doctorat. Ecol. Vég. Dép. Bio. Fac. Sci. Univ. Abou Bakr Belkaïd Tlemcen. 172 p.

Ritter-Studnicka H. (1956): Beitrag zur Ökologie der Serpentinflora in Bosnien. *Végétation*. In Quézel P., (2000).

Roiron P., (1979) : Recherches sur les flores Plio-Quaternaires méditerranéennes. Thèse de 3ème cycle, Univ. Sc. et Tech. Languedoc, Montpellier.

Roiron P., (1992) : Flores, végétations et climats du Néogène Méditerranéen : apports de macroflores du sud de la France et du Sud Est de l'Espagne. Thèse Doct. Es-Sc. Univ. Montpellier. pp 296.

Rondeux J., (1977) : Estimation de la productivité forestières : principes et méthodes. Faculté des Sci. Agrono. Chaire de sylviculture, Gembloux (Belgique). *Ann. de Gembloux*, 83 : p.5-17.

Rondeux J. (1980) : Dendrométrie. Polycopié. Fac. Sci. Agro. Gembloux.

Roose E., Arabi M., Brahamia K., Chebbani R., Mazour M. et Morsli B., (1993) : Erosion en nappe et ruissellement en montagne méditerranéenne algérienne. Réduction des risques érosifs et intensification sur la production agricole par la GCES: synthèse des campagnes 1984-1995 sur un réseau de 50 parcelles d'érosion. *Cahiers ORSTOM, série Pédologie*, 28(2) : 289-308.

Roose E., De Noni G., et Lamachère J. M., (1998) : L'érosion : 40 ans de recherches multidisciplinaires. *ORSTOM actualités*, n°56.

Roose E., (1994) : Introduction à la GCES, *Bull. Pédol. de la FAO*, n° 70, Rome. 420 p.

Roux G., (1967) : A propos de quelques méthodes de classification en phytosociologie. *Rev. Stat. Appl.*, 15 (2).

Saporta De G., (1889) : Deuxième adjonction à la flore fossile d'Aix-en-Provence. Masson (Ed.), Paris. 296p.

Saporta De G., (1863) : Etude sur la végétation du sud-est de la France à l'époque Tertiaire ; Ann. Sc. Nat., 4(19).

Sari Ali A., (2004) : Etude des relations sol-végétation de quelques halophytes dans la région Nord de Remchi. Thèse Mag. Ecol. Vég. Dép. Bio. Fac. Sci. Univ. Tlemcen. 187p + annexes.

Sari Ali A., (2012) : Contribution à l'étude des peuplements à *Arthrocnemum glaucum* (Del.) Ung. De l'Oranie (Algérie occidentale) Taxonomie et Bio-Ecologie. Thèse Doc. Ecol. Vég. Dép. Bio. Fac. Sci. Univ. Tlemcen. 245 p + annexes.

Sauvage Ch., (1961) : Recherches géobotaniques sur les subéraies marocaines. Tv. Inst. Sc. Chérifien, Rabat.

Seltzer P., (1946) : Le climat de l'Algérie. Inst. Météor. Et de Phys. Du globe. Univ. Alger. 219p.

Seladji A. H., (2006) : Aspects écofloristiques et propositions d'aménagements au niveau de la région de Honaine (Nord de Tlemcen – Oranie). Thèse de Mag. Dep. Forest. Univ. Tlemcen. 155p.

Serradj A., (2004) : Résumé des activités de recherches S.I.G. Lab. Image et ville. Strasbourg. 10 p.

Sighomnou D., (2004) : Analyse et redéfinition des régimes climatiques et hydrologiques du Cameroun : Perspectives, développement des ressources en eau. Dep. Sc. Terre. Lab. Sc. Geotech. Hydrotech. Univ. Yaounde. Fac. Sc. Doc. Etat és-Sc. Nat. Cameroun. 298p.

Stebbins G.L., (1952) : Aridity as a stimulus to plant Evolution ; Americ. Nat. 86.

Stebbins G.L. et Major J. (1965) : Endemism and Speciation in California Flora. Ecol.

Stewart Ph., (1969) : Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Quelques reflexion. Bull. Soc. Hist. Nat. De l'Afrique du Nord. Tome 59. Pp.16.

Suc J. P., (1978) : L'étude palynologique du Pliocène du Sud de France, Méthode d'approche et résultats. Ann. Mines Belgique.

Suc J. P., (1984) : Origin and evolution of the Mediterranean vegetation and climate in Europe. Nature, Vol.307.

Tatoni T. M. et Barbero M., (1995) : Approche écologique des incendies en forêts méditerranéennes. Ecol. Méd. XII (3/4). Pp : 78-99.

Thériault M., (1992) : Systèmes d'information géographique, entre le mythe et l'utopie. Dans les Actes des journées d'études SIG et Gestion des sols – potentialités et limites d'application, Inst. Amén. Terres et des Eaux (IATE) et Société Suisse de Pédologie SSP, EPFL, Lausanne.

Thériault M., (1996) : Systèmes d'information géographique, concepts fondamentaux", notes de cours n° 12, Université de Laval, Québec, 1996

Tomas H., (1979) : Le rôle de barrière écologique de la ceinture saharo arabe au Miocène. Bull. Mus. Nat. Hist.

Trabaud L., (1991) : Fire regimes and phytomasse growth dynamics in a *Quercus coccifera* garrigue, journal of vegetation science, 2, 307-314.

U.G.P.D, (2008) : Etude des ressources en eau superficielles. Etude hydrologique. Unité de gestion du projet de développement des monts des Trara de Sebaa Chioukh de la wilaya de Tlemcen. Hydro. Projet ouest. Oran. 73 p.

Warming, (1908) : Okologiens grundformer. Copenhague.

Zohary H., (1971) : The phytogeographical foundation of the middle East. In "Plant life of south- west Africa" Botanical Soc. Edinburgh.

ANNEXES

ANNEXES

Annexe N°02 :

Inventaire exhaustif des espèces rencontrées dans la zone d'étude

Famille	Taxons	Type biologique	Type morphologique	Type biogéographique
Alsinoïdées	<i>Arenaria emarginata</i>	Th	H.A	Ib-Maur.
Apiacées	<i>Bupleurum lancifolium</i>	Th	H.A	Méd.
Apiacées	<i>Daucus carota</i>	Th	H.A	Méd.
Apiacées	<i>Eryngium triscuspdatum</i>	He	H.V	W.Méd.
Apiacées	<i>Ferula communis</i>	Ch	H.V	Méd.
Apiacées	<i>Thapsia garganica</i>	Ch	H.V	Méd.
Apiacées	<i>Selinopsis montana</i>	Ge	H.V	End.
Araliacées	<i>Hedera helix</i>	Ph	L.V	Eur. Méd.
Arecacées	<i>Chamaerops humilis</i>	Ch	H.V	W.Méd.
Astéracées	<i>Artemisia herba-alba</i>	Ch	H.V	Esp-des Canaries à l'Egypte
Astéracées	<i>Asteriscus maritimus</i>	Ch	H.V	Mérid-A.N
Astéracées	<i>Atractylis cancellata</i>	Th	H.A	Méd.
Astéracées	<i>Bellis annua</i>	Th	H.A	Circumméd.
Astéracées	<i>Bellis sylvestris</i>	He	H.V	Circumméd.
Astéracées	<i>Calendula arvensis</i>	Th	H.A	Sub-Méd
Astéracées	<i>Chrysanthemum coronarium</i>	Ch	H.V	Méd.
Astéracées	<i>Chrysanthemum grandiflorum</i>	Th	H.A	End.
Astéracées	<i>Echinops spinosus</i>	Th	H.A	S.Méd-Sah
Astéracées	<i>Galactites tomentosa</i>	Th	H.A	Circumméd.
Astéracées	<i>Inula viscosa</i>	Th	H.A	Circumméd
Astéracées	<i>Scolymus hispanicus</i>	Th	H.A	Méd.
Astéracées	<i>Silybum marianum</i>	Th	H.A	Cosmop.
Astéracées	<i>Anthemis maritima</i>	He	H.V	W.Méd.
Astéracées	<i>Pallenis spinosa</i>	Ch	H.V	Eur. Méd.
Astéracées	<i>Taraxacum microcephalum</i>	Th	H.A	Méd.
Boraginacées	<i>Echium vulgare</i>	He	H.A	Méd.
Boraginacées	<i>Solenanthes lanatus</i>	He	H.V	End Alg-Mar.
Brassicacées	<i>Raphanus raphanostum</i>	Th	H.A	Méd.
Brassicacées	<i>Sinapis arvensis</i>	Th	H.A	Paléo-temp.
Brassicacées	<i>Labularia maritima</i>	Th	H.A	Méd.
Caprifoliacées	<i>Lonicera implexa</i>	Th	H.V	Méd.
Ceratophyllacées	<i>Ceratonia siliqua</i>	Ph	L.V	Méd.
Chénopodiacées	<i>Atriplex halimus</i>	Ch	L.V	Cosmop.
Chénopodiacées	<i>Chenopodium album</i>	Th	H.A	Cosmop.
Cistacées	<i>Cistus albidus</i>	Ch	L.V	Méd.
Cistacées	<i>Cistus monspeliensis</i>	Ch	L.V	Méd.

Cistacées	<i>Helianthemum helianthemoïdes</i>	Ch	H.V	End. N.A
Convolvulacées	<i>Convolvulus althaeoïdes</i>	Th	H.A	Macar.-Méd.
Cupressacées	<i>Cupressus horizontalis</i>	Ph	L.V	W.Méd.
Cupressacées	<i>Tetraclinis articulata</i>	Ph	L.V	Ibér. Mauris. Malte
Cynarées	<i>Carthamus caeruleus</i>	Th	H.A	Méd.
Cynarées	<i>Centaurea pullata</i>	Th	H.A	Méd.
Euphorbiacées	<i>Euphorbia biumballeta</i>	Th	H.A	W.Méd.
Euphorbiacées	<i>Euphorbia falcata</i>	Th	H.A	Méd. As.
Euphorbiacées	<i>Euphorbia segetalis</i>	Th	H.A	Méd.-Atl.
Fabacées	<i>Medicago arbicularis</i>	Th	H.A	Méd.
Fabacées	<i>Trifolium angustifolium</i>	Th	H.A	Méd.
Géraniacées	<i>Erodium moschatum</i>	Th	H.A	Méd.
Lamiacées	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Ch	H.V	Méd.
Lamiacées	<i>Lavandula dentata</i>	Ch	H.V	W.Méd.
Lamiacées	<i>Lavandula multifida</i>	Ch	H.V	Méd.
Lamiacées	<i>Lavandula stoechas</i>	Ch	H.V	Méd.
Lamiacées	<i>Marrubium vulgare</i>	He	H.A	Cosmop.
Lamiacées	<i>Salvia verbenaca</i>	He	H.A	Méd.-Atl.
Lamiacées	<i>Teucrium fruticans</i>	Ch	H.V	Méd.
Lamiacées	<i>Thymus algeriensis</i>	Ch	H.V	End. N.A
Liliacées	<i>Asparagus acutifolius</i>	Ge	H.V	Méd.
Liliacées	<i>Asparagus albus</i>	Ge	H.V	W.Méd.
Liliacées	<i>Asparagus stipularis</i>	Ge	H.V	Macar.-Méd.
Liliacées	<i>Asphodelus microcarpus</i>	Ge	H.V	Canar. Méd.
Liliacées	<i>Muscari neglectum</i>	Ge	H.V	Eur. Méd.
Liliacées	<i>Smilax aspera</i>	Ge	H.V	Macar.-Méd.
Liliacées	<i>Urginea maritima</i>	Ge	H.V	Canar. Méd.
Malvacées	<i>Malva aegyptiaca</i>	Th	H.A	Sah-Sin-Méd
Malvacées	<i>Malva sylvestris</i>	Th	H.A	Euras.
Mimosacées	<i>Acacia cyanophylla</i>	Ph	L.V	Méd.
Myrtacées	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Ph	L.V	Méd.
Myrtacées	<i>Eucalyptus gomphocephala</i>	Ph	L.V	Méd.
Oléacées	<i>Olea europea</i>	Ph	L.V	Méd.
Oxalidacées	<i>Oxalis cernua</i>	Th	H.A	Méd.
Oxalidacées	<i>Oxalis corniculata</i>	Ge	H.A	Cosmop.
Papavéracées	<i>Papaver rhoeas</i>	Th	H.A	Paléo-temp.
Papilionacées	<i>Calycotome spinosa</i>	Ch	L.V	W.Méd.
Papilionacées	<i>Cytisus triflorus</i>	Ch	L.V	W.Méd.
Papilionacées	<i>Ulex boivini</i>	Ch	H.V	Ibér. Mar.
Papilionacées	<i>Calycotome villosa</i>	Ch	L.V	W.Méd.
Papilionacées	<i>Medicago arborea</i>	Ch	L.V	Méd.
Papilionacées	<i>Spartium junceum</i>	Ch	H.V	Méd.
Papilionacées	<i>Trifolium nigresceus</i>	Th	H.A	Méd.
Pinacées	<i>Pinus halepensis</i>	Ph	L.V	Méd.
Plantaginacées	<i>Plantago albicans</i>	He	H.V	Méd.
Plantaginacées	<i>Plantago lagopus</i>	He	H.A	Méd.
Plantaginacées	<i>Plantago ovata</i>	Th	H.A	Méd.

Poacées	<i>Lepturus cylindricus</i>	Th	H.A	Méd.
Poacées	<i>Aegilops truncialis</i>	Th	H.A	Méd-Irano-Tour
Poacées	<i>Aegilops ventricosa</i>	Th	H.A	W.Méd.
Poacées	<i>Agropyron repens</i>	Th	H.A	Circumbor.
Poacées	<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	Ch	L.V	W.Méd.
Poacées	<i>Avena alba</i>	Th	H.A	Méd-Irano-Tour
Poacées	<i>Avena sterilis</i>	Th	H.A	Méd.
Poacées	<i>Brachypodium distachyum</i>	Th	H.A	Paléo-Sub-Trop
Poacées	<i>Bromus rubens</i>	Th	H.A	Paléo-Sub-Trop
Poacées	<i>Dactylis glomerata</i>	He	H.V	Paléo-temp.
Poacées	<i>Hordeum maritimum</i>	Th	H.A	Circumméd.
Poacées	<i>Phalaris bulbosa</i>	Th	H.A	Macar.-Méd.
Poacées	<i>Vulpia myuros</i>	Th	H.A	Méd-Irano-Tour
Primulacées	<i>Anagallis arvensis</i>	Th	H.A	Sub-Cosmp
Renonculacées	<i>Renonculus arvensis</i>	Th	H.A	Paléo-temp.
Renonculacées	<i>Renonculus paludosus</i>	Th	H.A	Méd.
Renonculacées	<i>Renonculus repens</i>	Th	H.A	Paléo-temp.
Resédacées	<i>Reseda luteola</i>	He	H.A	Euras.
Resédacées	<i>Reseda alba</i>	Th	H.A	Euras.
Rhamnacées	<i>Ziziphus lotus</i>	Ph	L.V	Méd l'Egypte-Asie occ Ethiopie-Inde
Rosacées	<i>Crateagus oxyacantha</i>	Ph	L.V	Eur. Méd.
Rosacées	<i>Rosa sempervirens</i>	Ph	L.V	Méd.
Rutacées	<i>Ruta chalepensis</i>	Ch	H.V	Méd.
Solanacées	<i>Withania frutescens</i>	Ch	L.V	Ibér. Mar.
Térébinthacées	<i>Pistacia lentiscus</i>	Ph	L.V	Méd.
Thymelécées	<i>Daphne gnidum</i>	Ch	H.V	Méd.
Urticacées	<i>Urtica membranacea</i>	Th	H.A	Circumméd.
Valérianacées	<i>Fedia cornicopiae</i>	Th	H.A	Méd.

Types biogéographiques:

Types biogéographiques	Signafication
Canar. Méd.	Canaro-Méditerranéen
Circumbor.	Circumboréal
Circumméd.	Circumméditerranéen
Cosmop.	Cosmopolite
End Alg-Mar.	Endémique Algéro-Marocain
End.	Endémique
End. N.A	Endémique Nord-Africain
W.Méd.	West Méditerranéen
Esp-des Canaries à l'Egypte	Espèce des Canaries à l'Egypte
Eur. Méd.	Euro-Méditerranéen
Euras.	Eurasiatique
Ibér. Mar.	Ibéro-Marocain
Ibér. Mauri. Malte	Ibéro-Maurétanien-Malte
Ib-Maur.	Ibéro-Maurétanien
Macar.-Méd.	Macaro-Méditerranéen
Méd.	Méditerranéen
Méd. As.	Méditerranéo-Asiatique
Méd.-Atl.	Méditerranéo-Atlantique
Méd-Irano-Tour	Méditerranéo-Irano-Touranien
Méd-Sah	Méditerranéo-Saharien
Paléo-Sub-Trop	Paléo-Sub-Tropical
Paléo-temp.	Paléo-tempéré
S.Méd-Sah	Sud-Méditerranéo-Saharien
Sah-Sin-Méd	Saharo-Sindo-Méditerranéen
Sub-Cosmp	Sub-Cosmopolite
Sub-Méd	Sub-Méditerranéen

Types biologiques:

Ph : Phanérophytes

Ch : Chamaephytes

He : Hémicryptophytes

Th : Thérophytes

Types morphologiques:

H.A : Herbacée annuelle

H.V : Herbacée vivace

L.V : Ligneuse vivace

Situation: Nedjaria**Substrat:** Brun calcaire**Taux de recouvrement:**60%**Litière:** moyenne**Altitude:**380 m**Exposition:** N W**Pente:**12%

Relevé n°	Familles	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Strate Arborée											
<i>Pinus halepensis</i>	Pinacées	3.2	3.1	2.1	1.1	3.1	2.2	2.3	3.2		1.1
<i>Pistacia lentiscus</i>	Térébinthacées	+				+	1.1				
Strate Arbustive											
<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	Poacées	+	3.2	3.3			+	3.3	2.2		
<i>Asparagus albus</i>	Liliacées									+	2.1
<i>Asparagus stipularis</i>	Liliacées	+	+							+	
<i>Calycotome spinosa</i>	Papilionacées							2.1	1.1	2.3	2.3
<i>Chamaerops humilis</i>	Arecacées	+	+	+	+					3.1	3.3
<i>Daphne gnidium</i>	Thymelaeacées								1.1		
<i>Ziziphus lotus</i>	Rhamnacées								+		
<i>Cistus albidus</i>	Cistacées	2.1	+	+		2.1	2.1	3.2			
<i>Cistus monspeliensis</i>	Cistacées	3.4	+		+	+	+	2.1			
<i>Lavandula dentata</i>	Lamiacées	2.2	3.2	2.2	1.1	3.2		2.1	3.2	1.1	+
<i>Lavandula stoechas</i>	Lamiacées					+					
Strate herbacée											
<i>Aegilops truncialis</i>	Poacées	+	+			+			+		
<i>Aegilops ventricosa</i>	Poacées	+	+					+		+	
<i>Agropyron repens</i>	Poacées			+	+						
<i>Anagallis arvensis</i>	Primulacées		+								
<i>Asphodelus microcarpus</i>	Liliacées	+			+					2.1	
<i>Asteriscus maritimus</i>	Astéracées					+				+	
<i>Atractylis cancellata</i>	Astéracées		+		+			+			
<i>Avena sterilis</i>	Poacées										+
<i>Bromus rubens</i>	Poacées				+						
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	Astéracées										1.1
<i>Ferula communis</i>	Apiacées									+	
<i>Galactites tomentosa</i>	Astéracées					+				+	
<i>Helianthemum helianthemoïdes</i>	Cistacées									+	
<i>Lobularia maritima</i>	Brassicacées		+								+
<i>Pallenis spinosa</i>	Astéracées				+						
<i>Papaver rhoeas</i>	Papavéracées						+				
<i>Raphanus raphanistum</i>	Brassicacées					+					
<i>Renonculus repens</i>	Renonculacées							+			
<i>Reseda alba</i>	Resédacées	+		+			+	+			
<i>Reseda lutea</i>	Résédacées	1.1	1.1	+	1.1						1.1
<i>Scolymus hispanicus</i>	Astéracées	+	+						1.1	1.1	1.1
<i>Sinapis arvensis</i>	Brassicacées	+	1.1					2.2	2.1	1.1	1.1
<i>Taraxacum microcephalum</i>	Astéracées				+						

Situation: Dj. Skhouna
Substrat : Colluvial brunifié
Taux de recouvrement:30%
Litière:riche
Altitude:330 m

Exposition: N W
Pente:20%

Relevé n°	Familles	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Strate Arborée											
<i>Acacia cyanophylla</i>	Mimosées							2.1	+	+	
<i>Olea europea</i>	Oléacées			+							
<i>Pinus halepensis</i>	Pinacées	1.1	1.1		2.4	1.1	1.1	1.1	2.3	1.1	2.2
<i>Pistacia lentiscus</i>	Térébinthacées	+									
Strate Arbustive											
<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	Poacées	+									
<i>Asparagus albus</i>	Liliacées				+						
<i>Chamaerops humilis</i>	Arecacées	+	+	3.1			+			+	+
<i>Calycotome spinosa</i>	Papilionacées			3.1		3.3					
<i>Lavandula dentata</i>	Lamiacées	3.2			2.1	2.1	2.1				
Strate herbacée											
<i>Aegilops truncialis</i>	Poacées	1.1		+		1.1		+			+
<i>Aegilops ventricosa</i>	Poacées	1.1	1.1			+	1.1		+	+	
<i>Agropyron repens</i>	Poacées		1.1	2.1	+			+			
<i>Asphodelus microcarpus</i>	Liliacées				+						
<i>Asteriscus maritimus</i>	Astéracées				+						
<i>Atractylis cancellata</i>	Astéracées		+		+	+					
<i>Avena alba</i>	Poacées					+		+			
<i>Avena sterilis</i>	Poacées	+				+	+				
<i>Bellis annua</i>	Astéracées			+							
<i>Bellis sylvestris</i>	Astéracées				+						
<i>Brachypodium distachyum</i>	Poacées	1.1	+	+			+				
<i>Bromus rubens</i>	Poacées		+	+	1.1	2.1					
<i>Calendula arvensis</i>	Astéracées		+		+					+	
<i>Carthamus caeruleus</i>	Cynarées	3.2	3.3				2.2	2.1	2.1	3.2	
<i>Centaurea pullata</i>	Cynarées	2.1	3.4				3.2				
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	Astéracées	1.1	1.1	+							
<i>Chrysanthemum grandiflorum</i>	Astéracées	+	+	1.1							
<i>Dactylis glomerata</i>	Poacées	+	+	+	1,1						
<i>Daucus carota</i>	Apiacées	2.1	3.3				3.2	3.1	2.1	3.2	
<i>Echinops spinosus</i>	Astéracées		+	+	+						
<i>Erodium moschatum</i>	Géraniacées	+				+					
<i>Eryngium triscuspidatum</i>	Apiacées		+	+							
<i>Euphorbia segetalis</i>	Euphorbiacées		+				+				
<i>Fedia cornucopiae</i>	Valérianiacées						+				
<i>Ferula communis</i>	Apiacées	3.2	2.1				3.3	2.3	2.3	3.4	+
<i>Hordeum maritimum</i>	Poacées	+	+	1,1	1,1	2,1					+
<i>Lobularia maritima</i>	Brassicacées						+				
<i>Muscari neglectum</i>	Liliacées										1.1
<i>Oxalis cernua</i>	Oxalidacées	+									

<i>Oxalis corniculata</i>	Oxalidacées					+						
<i>Pallenis spinosa</i>	Astéracées	3.2	3.2				3.1	2.1	3.2	2.1		
<i>Papaver rhoeas</i>	Papavéracées		1,1	1,1	+	+						
<i>Phalaris bulbosa</i>	Poacées	+	+	+								
<i>Plantago lagopus</i>	Plantaginacées	3.2	3.2				3.3	2.2	3.2	2.2		
<i>Raphanus raphanistum</i>	Brassicacées							+				
<i>Renonculus arvensis</i>	Renonculacées					+		+				
<i>Renonculus repens</i>	Renonculacées										+	
<i>Reseda alba</i>	Resédacées			+				+				
<i>Reseda lutea</i>	Résédacées			+	+							
<i>Scolymus hispanicus</i>	Astéracées						2,1	1,1	+			
<i>Silybum marianum</i>	Astéracées	2.1	2.2				2,2	2,2	2,1	1,1	2,1	
<i>Sinapis arvensis</i>	Brassicacées						+			2,1	2,1	2,2
<i>Taraxacum microcephalum</i>	Astéracées					+	+					
<i>Thapsia garganica</i>	Apiacées	1.1	2,1									
<i>Trifolium angustifolium</i>	Papilionacées	2.1	3.2				3.2	2.2	2.2	3.2		
<i>Urginea maritima</i>	Liliacées		3.1				2.3					
<i>Vulpia myuros</i>	Poacées	1.1	+	+				+				+

Situation: Rechgoune**Exposition:** N E**Substrat:** Colluvial brunifié**Pente:**15%**Taux de recouvrement:**60%**Litière:** Riche**Altitude:**130 m

Relevé n°	Familles	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Strate Arborée											
<i>Cupressus horizontalis</i>	Cupressacées						1.1	+			
<i>Pinus halepensis</i>	Pinacées	2.1	3.2	1.1	2.2	1.1	1.1	1.1	2.1	2.3	3.2
<i>Tetraclinis articulata</i>	Cupressacées		2.2	1.1							
Strate Arbustive											
<i>Asparagus acutifolius</i>	Liliacées								+		
<i>Asparagus albus</i>	Liliacées	1.1				2.1	1.1				
<i>Calycotome spinosa</i>	Papilionacées			+	+		1.1		+		
<i>Chamaerops humilis</i>	Arecacées	1.1	1.2	2.2		2.1	2.1	2.1	2.1	2.2	
<i>Lavandula dentata</i>	Lamiacées	1.1	2.1	1.1	3.2	+	1.1	+		1.1	+
<i>Lavandula multifida</i>	Lamiacées	2.2				+	+				
<i>Ulex boivini</i>	Papilionacées			1.1	+	+	+		+		
<i>Withania frutescens</i>	Solanacées	2.1	2.1	+	+	1.1	+	1.1	1.1		2.1
Strate herbacée											
<i>Aegilops ventricosa</i>	Poacées			+							
<i>Agropyron repens</i>	Poacées						+				
<i>Anthemis maritima</i>	Astéracées	+									
<i>Arenaria emarginata</i>	Alsinoïdées	+									
<i>Asphodelus microcarpus</i>	Liliacées	2.1	+	+	+	2.1	1.1	2.3	1.1	+	+
<i>Bellis annua</i>	Astéracées			+						+	
<i>Bellis sylvestris</i>	Astéracées					+					
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	Astéracées							+	+		
<i>Chrysanthemum grandiflorum</i>	Astéracées	1,1	+	+							
<i>Echinops spinosus</i>	Astéracées					+					
<i>Eryngium triscuspidatum</i>	Apiacées						+				
<i>Euphorbia biumbellata</i>	Euphorbiacées		+		+				+		
<i>Euphorbia falcata</i>	Euphorbiacées										+
<i>Inula viscosa</i>	Astéracées	+									
<i>Lepturus cylindricus</i>	Poacées		+								
<i>Lobularia maritima</i>	Brassicacées	+		+							
<i>Malva aegyptiaca</i>	Malvacées	+	+								
<i>Malva sylvestris</i>	Malvacées	1,1	1,1	+	1,1	+					
<i>Muscari neglectum</i>	Liliacées	2.1	2.2								
<i>Papaver rhoeas</i>	Papavéracées	+	+								
<i>Plantago albicans</i>	Plantaginacées		+		+						
<i>Plantago ovata</i>	Plantaginacées				+						
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Brassicacées	1.1									
<i>Renonculus arvensis</i>	Renonculacées				1,1		+				
<i>Renonculus paludocus</i>	Renonculacées					+				+	
<i>Renonculus repens</i>	Renonculacées		+								

<i>Reseda alba</i>	Resédacées		+								
<i>Reseda lutea</i>	Résédacées		+	+	+						
<i>Sinapis arvensis</i>	Brassicacées					+	+			1,1	+
<i>Solenanthus lanatus</i>	Boraginacées				+						
<i>Spartium junceum</i>	Papilionacées						+			+	
<i>Taraxacum microcephalum</i>	Astéracées										+
<i>Trifolium nigrescens</i>	Fabacées	1,1									
<i>Urginea maritima</i>	Liliacées	1.1	1.1		+			+			

Situation: Oued Ahmed
Substrat: Colluvial brunifié
Taux de recouvrement: 20%
Litière: moyenne
Altitude: 115 m

Exposition: S.E
Pente: 10%

Relevé n°	Familles	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Strate Arborée											
<i>Cerantonia siliqua</i>	Cératophyllacées				+	1.1	1.1				
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Myrtacées									2.1	
<i>Olea europea</i>	Oléacées	2.2	1.1	1.1	+	1.1	+	1.1	1.1	2.1	+
<i>Pinus halepensis</i>	Pinacées	1.1	2.2	1.1	+	1.1	+	2.1	1.1		2.1
<i>Pistacia lentiscus</i>	Térébinthacées	2.1	+	1.1			+	1.1	1.1	1.2	2.1
Strate Arbustive											
<i>Asparagus albus</i>	Liliacées						+			+	+
<i>Asparagus stipularis</i>	Liliacées		+	+					+		
<i>Calycotome spinosa</i>	Papilionacées	1.1	+	+	+	1.2	1.2				
<i>Chamaerops humilis</i>	Arecacées		1.1	1.1	1.1	2.1	2.1	1.1	1.1	1.1	+
<i>Lavandula dentata</i>	Lamiacées	2.1	1.1	1.1	+	1.1	+	1.1	1.2	2.1	+
<i>Lavandula multifida</i>	Lamiacées			+		+	+				+
<i>Medicago arborea</i>	Papilionacées			+		+	+				
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Lamiacées		+	+							
<i>Withania frutescens</i>	Solanacées		+		2.1	2.1	2.1			+	+
Strate herbacée											
<i>Aegilops truncialis</i>	Poacées		+			+					
<i>Aegilops ventricosa</i>	Poacées	+		+						+	
<i>Agropyron repens</i>	Poacées	+	+								+
<i>Artemisia herba-alba</i>	Astéracées		+	2.1	2.2	1.1					
<i>Asphodelus microcarpus</i>	Liliacées		2.1	1.1		+	+				2.2
<i>Asteriscus maritimus</i>	Astéracées						+				
<i>Atractylis cancellata</i>	Astéracées		+	+	+						
<i>Bellis annua</i>	Astéracées										+
<i>Bupleurum lancifolium</i>	Apiacées					+	+				
<i>Calendula arvensis</i>	Astéracées				+					+	
<i>Chenopodium album</i>	Chénopodiacées									+	+
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	Astéracées						+				
<i>Chrysanthemum grandiflorum</i>	Astéracées					+					
<i>convolvulus altheoïdes</i>	Convolvulacées									+	+
<i>Crateagus oxyacantha</i>	Rosacées									+	+
<i>Echium vulgare</i>	Boraginacées	+	+					+	1,1		
<i>Erodium moschatum</i>	Géraniacées			+				+			
<i>Euphorbia falcata</i>	Euphorbiacées								+		
<i>Euphorbia segetalis</i>	Euphorbiacées	+	+		+				+	+	
<i>Fedia cornucopiae</i>	Valérianacées		+								
<i>Hedera helix</i>	Araliacées										+
<i>Helianthemum helianthemoides</i>	Cistacées		+	+							
<i>Lobularia maritima</i>	Brassicacées	+	+								

<i>Lonicera implexa</i>	Caprifoliacées							+	+		
<i>Malva aegyptiaca</i>	Malvacées								+		
<i>Malva sylvestris</i>	Malvacées								+	1,1	1,1
<i>Marrubium vulgare</i>	Lamiacées									1,1	
<i>Medicago arbicularis</i>	Fabacées					+					
<i>Oxalis cernua</i>	Oxalidacées			+							
<i>Oxalis corniculata</i>	Oxalidacées				+						
<i>Pallenis spinosa</i>	Astéracées		+								
<i>Plantago albicans</i>	Plantaginacées									+	+
<i>Plantago ovata</i>	Plantaginacées										+
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Brassicacées										
<i>Raphanus raphanistum</i>	Brassicacées									+	
<i>Renonculus repens</i>	Renonculacées				+						
<i>Reseda alba</i>	Resédacées	+	+					+			
<i>Reseda lutea</i>	Résédacées	1,1	1,1	+							
<i>Rosa sempervirens</i>	Rosacées								+		
<i>Ruta chalepensis</i>	Rutacées					+		+			
<i>Salvia verbenaca</i>	Lamiacées									+	
<i>Scolymus hispanicus</i>	Astéracées					2,2	+	1,1			
<i>Sinapis arvensis</i>	Brassicacées		+	+				1,1	1,1	+	+
<i>Smilax aspera</i>	Liliacées								+		+
<i>Solenanthes lanatus</i>	Boraginacées									+	
<i>Taraxacum microcephalum</i>	Astéracées							+			
<i>Urtica membranacea</i>	Urticacées									+	

Situation: Oued Meddah
Substrat: colluvial brunifié
Taux de recouvrement: 20%
Litière: Riche

Exposition: N.E
Pente: 15%
Altitude: 180 m

Relevé n°	Familles	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Strate arborée											
<i>Eucalyptus gomphocephala</i>	Myrtacées	1.1					1.1				
<i>Pinus halepensis</i>	Pinacées	1.3	2.3	2.3	1.2	1.3	1.2	1.1	2.3	2.3	2.2
<i>Pistacia lentiscus</i>	Thérébinthacées			+							
Strate arbustive											
<i>Asparagus acutifolius</i>	Liliacées						+	+			
<i>Asparagus albus</i>	Liliacées	+						1.1	+		
<i>Calycotome spinosa</i>	Papilionacées	1.1	2.1	+	+	1.1	2.1				1.1
<i>Calycotome villosa</i>	Papilionacées			+							
<i>Chamaerops humilis</i>	Arecacées	+		+		+	1.1	1.1	1.1	+	
<i>Lavandula dentata</i>	Lamiacées	+	1.1			+		2.2			1.1
<i>Withania frutescens</i>	Solanacées	1.1				1.1		1.1	+	+	+
Strate herbacée											
<i>Aegilops truncialis</i>	Poacées								+		
<i>Aegilops ventricosa</i>	Poacées				+					+	+
<i>Anagallis arvensis</i>	Primulacées		+	+							
<i>Arenaria emarginata</i>	Alsinoïdées	+									
<i>Asphodelus microcarpus</i>	Liliacées	2.2	+	2.1	+	+	1.2	1.1	+	+	+
<i>Asteriscus maritimus</i>	Astéracées								+		
<i>Atractylis cancellata</i>	Astéracées						+	+	+		
<i>Bellis annua</i>	Astéracées									+	
<i>Calendula arvensis</i>	Astéracées									+	+
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	Astéracées						1,1	1,1			
<i>Chrysanthemum grandiflorum</i>	Astéracées							+	1,1	1,1	1,1
<i>Cytisus triflorus</i>	Papilionacées							+			
<i>Echinops spinosus</i>	Astéracées						+	+			
<i>Echium vulgare</i>	Boraginacées						+				
<i>Erodium moschatum</i>	Géraniacées				+						
<i>Eryngium triscuspidatum</i>	Apiacées								+	+	
<i>Malva sylvestris</i>	Malvacées									+	+
<i>Marrubium vulgare</i>	Lamiacées						1.1				
<i>Pallenis spinosa</i>	Astéracées			+							
<i>Papaver rhoeas</i>	Papavéracées								1,1	1,1	1,1
<i>Phalaris bulbosa</i>	Poacées										
<i>Plantago albicans</i>	Plantaginacées		+		+						
<i>Plantago ovata</i>	Plantaginacées					+	+				
<i>Renonculus arvensis</i>	Renonculacées			+							
<i>Renonculus repens</i>	Renonculacées										+
<i>Reseda alba</i>	Resédacées		+				+				
<i>Selinopsis montana</i>	Apiacées					+					
<i>Sinapis arvensis</i>	Brassicacées	1,1	2,2	+	+					2,1	1,1

<i>Teucrium fruticans</i>	Lamiacées		+	+	1.1				+	+	+
<i>Thymus algeriensis</i>	Lamiacées			+	+						

Résumé : L'objectif principal de ce travail, vise à une meilleure connaissance et la prise en compte des processus naturels et anthropiques qui modifient la structure et l'utilisation du territoire. En effet, les résultats obtenus à travers une étude floristique montrent que la région de Béni Saf est peuplée par 40 familles. Ce sont les composées et les poacées qui dominent la flore, avec un taux de 14% pour la première famille, et 12 % pour la deuxième. L'analyse factorielle des correspondances, réalisée sur les espèces inventoriées, permet de mettre en évidence les gradients écologiques et confirmer que les facteurs bioclimatiques et anthropozoïques expliquent la grande part de l'information apportée par les différents axes. La position de *Pinus halepensis* est un peu particulière au niveau des différents plans factoriels. Sa position spatiale, nous explique en quelque sorte, que cette espèce résineuse, introduite dans la zone d'étude par les opérations de reboisements, est mal intégrée dans certaines stations à cause d'une forte pression anthropozoïque, d'une agressivité climatique et édaphique, défavorables au développement régulier de cette espèce et se retrouvent dans une situation fragile, face aux maladies et au dépérissement. Ces conditions conduisent ces peuplements à des formations buissonnantes à base d'espèces plus résistantes, colonisant le milieu, et remplacent les ligneux, qui sont devenues trop fragiles. Parmi ces espèces citons : le *Chamaerops humilis*, *Asphodelus microcarpus*, *Withania frutescens*, *Calycotome spinosa*, *Asparagus albus*.

Sur le plan dynamique, et à travers un système d'information géographique (SIG), dans lequel deux périodes bien déterminées 1972 et 2011 ont été retenues, nous ont permis de fouiller la connaissance de la variabilité spatiale et temporelle de la végétation et l'expansion des zones urbaines dans cette région. Dans ce contexte, des cartes d'occupations de sol ont été réalisées. La première carte faite à partir des photos aériennes de l'année 1972, la deuxième est faite à la base d'image satellite (Landsat 5 TM) de la même région de l'année 2011. Les analyses des données cartographiques, synthétisées à travers cette recherche, ont identifié les manifestations et les réactions de ces écosystèmes, qui ont subi vraiment une dégradation et une perturbation causée essentiellement par l'activité anthropozoïque et climatique.

En effet, un plan d'aménagement spatio-temporel du territoire forestier et agricole de la zone d'étude a été proposé pour suggérer un développement du territoire dans l'avenir. Ce travail a été effectué à l'aide du SIG, à travers la superposition de la carte de potentialité des terres et les cartes d'occupations des sols, en association avec des observations de terrain et la consultation des archives forestiers et agricoles de la zone d'étude. Les résultats obtenus révèlent une progression dans l'espace de forêts avec un taux de 35%, et à une régression de l'espace occupé par la céréaliculture d'un taux de 11%, une extension des cultures de vignes de 10%, les agrumes et les plantations rustiques de 4% pour chacune. L'aménagement se propose d'atteindre l'équilibre harmonieux de l'utilisation de l'espace qui repose en partie sur l'aptitude des sols.

Mots clés : Cartographie – Action anthropique – Biodiversité végétale – Diachronie – Aménagement – Béni saf – Ain Temouchent (Oranie)

Abstract : The objective of this work is to determine the impact of the natural's processes and the anthropic that modify the structure and territory use. Following the example results obtained through a floristic study specify that area of Beni Saf, is populated by 40 families. The compositae and the poaceae dominate the flora, with a rate of 14% for the first family, and 12% for the second.

The correspondence analysis, realized on the species inventoried in the area of Beni Saf, makes it possible to highlight the ecological gradients and to confirm that the bioclimatic and anthropic factors explain the great part of the information brought by the various axes. The position of *Pinus halepensis* is a bit special on the level of the various factorial designs. Its space position, explains us to some extent, that this resinous species, introduced into the zone of study by the operations of afforestation, is badly integrated in some stations due to a high anthropic pressure, and a climatic and edaphic aggressiveness unfavorable with the regular development of this species which are found in a fragile situation, vis-a-vis to diseases and decay. Indeed, these conditions lead this vegetation to bushy formations consisting of more resistant species, colonizing the natural environment, and replace the ligneous family, which have become too fragile. These species include: *Chamaerops humilis*, *Asphodelus microcarpus*, *Withania frutescens*, *Asparagus albus*, etc., justifying also the degradation of the natural environment. In front of this critical situation, the protection and valorization are the ultimate means to revitalize the structure of this vegetation which are threatened.

For further analysis, the implementation of Geographic Information System GIS, in which to determined periods 1972 and 2011 had been taken in consideration to have a deep going on special and temporal variability of vegetation and expansionism of urban zones in this region. In this context, land occupations map had been realized. The first map made by focusing on photos taken in 1972, second introduce the actual vegetation made on basis of satellite image (Landsat 5 TM) of the same region in 2011. The analyses of climatic data, edaphic, floristic, and cartographic, synthesized throughout a research, had permitted the identification of manifestations and reaction of this ecosystems, that really had been damaged by a degradation and perturbation caused essentially by anthropozoic activity.

The develops a management plan spatio-temporal of forests and agricultural land in the region of Beni Saf. The pressure of the human activities has caused an imbalance in the land use. The methodology applied to superpose the map of potential land and the land use map, using the Geographical Information System (GIS), in partnership with the observation of the ground and consultation of forestry and agricultural history of the zone of study. The results obtained revealed a progression in forest space with a surface of 35%, a regression of the space occupied by cereals with a surface of 11% and an extension of vines up to 10%, the citrus 4% and rustic plantations with a surface of 4%. With this planning which rests primarily on the aptitude of the grounds, we can achieve a harmonious balance of the use of the space.

Key words: Cartography – Anthropic action – vegetal biodiversity – Diachronic – management – Beni Saf – Ain Temouchent (Oran).