

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**



**Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediène
(U.S.T.H.B)
Faculté Des Sciences Biologiques**

MEMOIRE

En Vue de l'Obtention du Diplôme de MAGISTER

En : Sciences Biologiques

Specialité : Ecologie et Environnement.

Par : BENSEGHIR Louaï

benseghirl@yahoo.fr

Sujet

**Impact de la sécheresse et de l'anthropisme
sur la biodiversité et le sol dans la station de
Tadmit
(Wilaya de Djelfa)**

Soutenu le 15 Mai 2008 Devant le jury composé de :

M^{me} RAHMANIA Fatma Maître de conférence (U.S.T.H.B) Présidente
M^{me} KADI-HANIFI Halima Professeur (U.S.T.H.B) Directeur de thèse
M^{me} KADIK Lila Maître de conférence (U.S.T.H.B) Examineur
M^{elle} BENHOUBOU Salima Maître de conférence (I.N.A) Examineur

Au nom de Dieu

Le Miséricordieux par essence et par excellence

« ... « 19 » et la terre Nous l'étendîmes. Nous y plaçâmes des masses d'ancrage et Nous y fîmes pousser toutes sortes de choses selon un équilibre bien défini « 20 » Nous y plaçâmes pour vous des ressources de subsistances ainsi que ces êtres dont vous n'assurez nullement la nourriture « 21 » il n'est rien dont Nous ne détentions pas les trésors et Nous ne le faisons descendre que dans une proportion déterminée « 22 » Nous y lâchâmes les vents comme facteurs de fécondation et Nous fîmes alors descendre du ciel une eau dont nous vous avons abreuvés et dont vous ne détendez pas les réserves « 23 » c'est Nous assurément qui donnons la vie et la mort et c'est Nous les héritiers... »

Sourate XV versets 19 à 23.

à mes chers parents

*à mes chères frères et ma chère sœur ;
à celles et ceux qui ont agrandis la famille :
mon beau frère, mes belles sœurs;
mes nièces et neveu Neila, Yarra-Noure,
Lyana, et le tout dernier venu Anis*

Remerciements

Mes premières pensées vont à tous ceux qui nous ont quitté à jamais et qui ont laissé une trace indélébile dans nos esprits et nous ont légué pour héritage le savoir, l'amour du travail bien accompli et l'envie de le transmettre ; à Monsieur DJEBAÏLI et à Monsieur MEDIOUNI pour qui je prie Dieu qu'il puisse leur accorder sa pleine miséricorde.

Voici venu le moment pour moi de témoigner au Professeur KADI-HANIFI Halima par ces quelques mots mon infinie gratitude pour toute l'énergie qu'elle a mise en œuvre et le précieux temps qu'elle m'a consacré tout au long de ce travail et cela malgré ses nombreuses responsabilités ; ainsi que pour les précieux conseils qui m'ont été prodigués à chaque fois que j'ai eu à solliciter ses connaissances, que cela soit sur le terrain pour m'initier au bon établissement d'un relevé pédologique et floristique ou au laboratoire ; et pour tout cela Professeur KADI-HANIFI je vous serai toujours reconnaissant.

Que le Professeur RAHMANIA Fatma trouve ici l'expression de nos vifs remerciements pour nous avoir fait l'honneur d'accepter de présider cet honorable jury.

Je présente mes remerciements à Madame KADIK Lila (Maître de conférence) qui nous a accompagné sur le terrain et pour qui nous sommes très honorés de l'avoir dans ce jury afin d'examiner ce travail ; je remercie par la même occasion Monsieur KADIK Bachir pour ses encouragements.

Je remercie aussi Mademoiselle BENHOUBOU Salima (Maître de conférence) d'avoir spontanément accepté de faire partie du jury et de nous faire profiter de son expérience pour améliorer ce travail.

Mes plus sincères remerciements et ma profonde admiration je l'adresse à Monsieur TAZAÏRT Kamel (chargé de cours) qui, à aucun moment ne s'est montré avare d'informations ou de documents personnels relatifs à la station d'étude ; des informations qui se sont avérées décisives pour mener à bien la partie diachronique de ce travail. Monsieur TAZAÏRT je vous remercie.

Quels mots choisir pour exprimer mon immense gratitude à Monsieur HIRCHE Aziz (chargé de cours) tant je lui suis redevable pour beaucoup de choses. Il a généreusement mis à notre disposition une image satellitaire, c'est avec lui que j'ai appris le nom de mes premières espèces steppiques en acceptant de m'accompagner dans la station d'étude et cela malgré ses nombreuses occupations, je lui dois mes connaissances en botanique et en floristique, il m'a appris la subtilité des statistiques, m'a transmis le virus cartographique, et c'est sous sa direction que j'ai fait mes premiers pas dans le domaine de l'enseignement et de la pédagogie. Monsieur HIRCHE ; comme vous me l'avez si souvent dit en me regardant avec des yeux ironiques, permettez moi à mon tour de vous retourner le compliment en vous disant :
Tu es un « grrrrrand T'homme » avec un grand « T » !!!

J'aurais tant aimé voir Mademoiselle SADKI Nacera faire partie de cet honorable jury, mais les circonstances en ont voulu autrement, je lui adresse mes vifs remerciements et le témoignage de mes profonds respects et un proche dénouement pour sa thèse de doctorat.

Je remercie Monsieur BOUGHANI Abdelmadjid pour ses précieux conseils et surtout pour sa patience durant ces deux derniers mois où mon esprit était beaucoup plus préoccupé par la

finalisation de ce travail que par la pédagogie et l'enseignement; qu'il trouve en ces quelques mots l'expression de ma vive reconnaissance.

Je tiens aussi à remercier Monsieur SALAMANI Mustapha l'amoureux de la pellicule pour ses orientations dans le domaine de la cartographie.

Je présente aussi mes remerciements à Monsieur BOUZENOUNE Amar qui m'a toujours reçu avec une chaleur dont il est le seul à avoir le secret, à chaque fois que je l'ai sollicité, surtout pour la reconnaissance des espèces.

Au Professeur DAHMANI Malika et le Professeur NEDJRAOUI Dalila pour leur orientation.

Je n'oublierai jamais les conseils et les orientations de ma chère tante TOURKI Fatiha, Maître de conférence à la faculté de psychologie, université d'Alger.

A Monsieur et Madame AMIROUCHE.

Je remercie les cadres de l'H.C.D.S de Djelfa : Monsieur KACIMI (ex D.A.G), Lakhdar BROURI, et Monsieur BOUKHARI pour leur accueil très chaleureux, digne des Ouled Neil et d'avoir mis à notre disposition un hébergement.

Je remercie tous ceux et celles du laboratoire d'écologie végétale qui de près ou de loin m'ont apporté leur aide sous quelques formes que ce soit :

Nassima YAHI, Fethia ABDOUNE, Djafar BOUDERBA, Lamia BENHABILES, Samia KHOUDIR, Nasser ADI, Akli IHADADDEN, Farida MERBAH, Asma SLIMANI, BRAKCHI, Kader ADAR, Farida ATROUNE, Lynda OMARI, Ratiba HOURIZI, fériale MEKIDECHE, Hassina ZENCHI, Fateh AMGHAR.

Je remercie tous ceux qui m'ont accompagné sur le terrain : Faycel KOUDRI (je n'oublierai jamais tes lentilles flambées), Omar TAHIRI, Kader ARKOUB, Saïd BELHADJE, Abdelah MEZOUARE. Il serait injuste de ma part d'oublier Hakim de la bibliothèque de la faculté que je remercie.

J'adresse une salve de remerciements à mes très chers amis mes compagnons d'aventure et cela depuis bientôt 10 ans ; à toi Nabil l'irremplaçable, l'incontournable à l'humour inoxydable et la bonne humeur inaltérable ; que Dieu te fasse connaître le bonheur avec ta chérie et te guide dans tes travaux de recherche. A toi Rachide "el habaïbes", sache que ça a toujours été un plaisir pour moi de partager avec toi mes modestes connaissances, beaucoup de moments de franches déconnades, sans oublier les quelques prises de becs qu'on a eu ensemble, que Dieu te protège t'octroie la paix de l'esprit et le courage nécessaire pour finaliser ta thèse.

A Saadedine, à Nounou, à Fares, Nabil Adel et Massi.

Avec l'espoir de n'avoir oublié personne.

SOMMAIRE

Introduction Générale	11
------------------------------------	----

Chapitre I : Généralités.

1. Bref aperçu historique sur la commune de Tadmit.....	13
2. Cadre Physique.....	13
2.1. Situation géographique de la commune de Tadmit.....	13
2.2. Situation géographique de la station d'étude.....	13
2.3. Situation phytogéographique (carte phytogéographique de QUEZEL et SANTA 1962-1963).....	13
2.4. La situation géologique (carte géologique feuille de Laghouat, 1/200 000, 1983, O.N.E.G).....	15
2.5. Géomorphologie (carte géomorphologique feuille d'Aflou, 1/200 000, 1983, I.N.C.)....	15
2.6. Hydrographie (Carte topographique, feuille de Tadmit, 1/50 000, 1980).....	15
2.7. Pédologie.....	15
2.8. Cadre climatique et bioclimatique.....	17
2.8.1. Période : Fin du XX éme siècle (1971-2006).....	17
2.8.1.1. Les stations météorologiques.....	17
2.8.1.2. Les précipitations.....	17
2.8.1.2.1. Les précipitations mensuelles et annuelles.....	17
2.8.1.2.2. Les régimes saisonniers.....	18
2.8.1.2.3. Tendence des précipitations annuelles.....	18
2.8.1.2.4. La continentalité pluviale (C).....	19
2.8.1.3. Les températures.....	20
2.8.1.3.1. Moyennes minimales des températures mensuelles et annuelles « m ».....	20
2.8.1.3.2. Moyennes maximales des températures mensuelles et annuelles « M ».....	20
2.8.1.3.3. Températures moyennes mensuelles et annuelles (M+ m) /2.....	20
2.8.1.3.4. Amplitude thermique (A).....	21
2.8.1.3.5. La continentalité thermique « K` ».....	21
2.8.1.4. Expression synthétique du climat.....	21
2.8.1.4.1. Quotient pluviothermique d'EMBERGER (1936).....	22
2.8.1.4.2. Diagrammes ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN (1953).....	23
2.8.1.4.3. Diagramme des continentalités.....	24
2.8.2. Période : début et milieu du XXéme siècle (1913-1938) ; (1925-1950).....	25
2.8.2.1. Les stations météorologiques.....	25
2.8.2.2. Les précipitations.....	25
2.8.2.2.1. Les précipitations mensuelles et annuelles.....	25
2.8.2.2.2. Les régimes saisonniers.....	26
2.8.2.2.3. La continentalité pluviale « C ».....	26
2.8.2.3. Les températures.....	27
2.8.2.3.1. Les moyennes minimales des températures mensuelles et annuelles « m ».....	27
2.8.2.3.2. Les moyennes maximales des températures mensuelles et annuelles « M ».....	27
2.8.2.3.3. Les températures moyennes mensuelles et annuelles (M+m)/2.....	28
2.8.2.3.4. Amplitude Thermique.....	28

2.8.2.3.5. La Continentalité Thermique « K' ».....	28
2.8.2.4. Expressions synthétiques du climat.....	28
2.8.2.4.1. Le Quotient Pluviothermique d'EMBERGER (1936).....	29
2.8.2.4.2. Diagrammes Ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN (1953).....	30
2.8.2.4.3. Le diagramme des continentalités.....	31
2.8.3. Tableau synthétique.....	32
3. L'action anthropique.....	33
3.1. La démographie.....	33
3.2. Le cheptel de la wilaya de Djelfa.....	34
3.3. L'accès à l'énergie.....	35
3.4. Répartition de l'emploi par secteurs d'activités.....	36
4. Conclusion.....	37

Chapitre II : Matériels et méthodes.

1. L'échantillonnage.....	41
1.1. Le relevé phytocéologique.....	41
1.2. Le relevé linéaire.....	41
1.3. Le facteur édaphique.....	42
1.3.1. Le relevé pédologique.....	42
1.3.2. Les analyses de sols.....	42
2. La carte d'occupation des sols.....	42
2.1. Définitions de base.....	43
2.1.1. La cartographie.....	43
2.1.2. Carte thématique.....	43
2.1.3. Carte de végétation.....	44
2.1.4. Les documents de base.....	44
2.1.4.1. Les cartes topographiques.....	44
2.1.4.2. La photographie aérienne.....	45
2.1.4.3. L'image satellitaire.....	46
2.1.4.3.1. Principe du satellite.....	46
2.1.4.3.2. La résolution d'un satellite.....	47
2.1.4.3.2.1. La résolution spatiale.....	47
2.1.4.3.2.2. La résolution spectrale.....	47
2.1.4.3.3. Les canaux.....	47
2.1.4.3.4. Le choix des canaux.....	48
2.2. La conception de la nouvelle carte.....	49
2.2.1. La photointerprétation.....	50
2.2.1.1. Caractéristiques de l'image satellite.....	50
2.2.1.2. Traitement de l'image satellite.....	50
2.2.1.2.1. La méthode numérique ou statistique.....	50
2.2.1.2.2. La méthode cartographique.....	50
3. l'étude diachronique.....	50
4. L'analyse des données.....	51
4.1. Le traitement numérique des données relatives à la végétation.....	51
4.1.1. L'analyse factorielle des correspondances (A.F.C).....	51

Chapitre III : Résultats et interprétations.

1 Résultats de la photointerprétation.....	53
--	----

1.1. La texture.....	53
1.2. Les critères environnementaux.....	54
1.3. Segments de droite et linéaments.....	55
1.4. La teinte.....	56
1.5. Carte des zones isophènes.....	57
2. Interprétation de la carte des zones isophènes.....	59
2.1. La teinte.....	59
2.1.1. Formations à <i>Stipa tenacissima</i> pures.....	59
2.1.2. Formations à <i>Stipa tenacissima</i> et <i>Atractylis serratuloïdes</i>	60
2.1.3. Formations à <i>Stipa tenacissima</i> et <i>Salsola vermiculata</i>	60
2.1.4. Formations à <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Atractylis serratuloïdes</i> , <i>Salsola vermiculata</i>	60
et <i>Stipa parviflora</i>	60
2.1.5. Formations à <i>Artemisia herba alba</i> pures.....	60
2.1.6. Formations à <i>Lygeum spartum</i> pures.....	60
2.2. Segments de lignes et linéaments.....	60
3. La carte d'occupation des sols.....	60
3.1. Notice.....	60
3.2. La représentation visuelle.....	60
3.3. La représentation numérique.....	61
3.4. Les formations végétales de la station de Tadmit (interprétation de la carte).....	61
4. Etude diachronique.....	63
4.2. Taux de variation et indice de similitudes de la richesse floristique.....	63
4.1.1. Taux de variation.....	63
4.1.2. Indice de similitude.....	65
4.2. Taux de variation et indice de similitudes par type biologique.....	66
4.2.1. Taux de variation.....	66
4.2.2. Indice de similitudes.....	67
4.3. Evolution des espèces pastorales.....	69
4.3.1. Taux de variations.....	69
4.3.2. Indice de similitude.....	70
4.4. Les éléments de la surface du sol.....	70
4.4.1. Le recouvrement de la végétation.....	70
4.4.2. Le sable.....	71
4.4.3. Pellicule de glaçage.....	71
4.4.4. Eléments grossiers.....	71
4.5. Evolution de la carte d'occupation des sols.....	71
4.5.1. Evolution des steppes à base de <i>Stipa tenacissima</i>	71
4.5.1.1. Les faciès à <i>Stipa tenacissima</i> purs.....	71
4.5.1.2. Faciès à <i>Stipa tenacissima</i> et <i>Rosmarinus tournefortii</i>	
4.5.1.3. Faciès à <i>Stipa tenacissima</i> et <i>Artemisia herba alba</i>	
4.5.1.4. Faciès à <i>Stipa tenacissima</i> et <i>Artemisia herba alba</i> mixtes.....	
4.5.1.5. Faciès à <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Anabasis oropediorum</i> et <i>Salsola tetragona</i>	
4.5.1.6. Faciès à <i>Stipa tenacissima</i> et <i>Launaea acanthoclada</i>	
4.5.2. Evolution des steppes à base d' <i>Artemisia herba alba</i>	74
4.5.2.1. Faciès à <i>Artemisia herba alba</i> purs.....	74
4.5.2.2. Faciès à <i>Artemisia herba alba</i> et <i>Stipa tenacissima</i>	
4.5.2.3. Faciès à <i>Artemisia herba alba</i> et <i>Stipa tenacissima</i> mixtes.....	
4.5.2.4. Faciès à <i>Artemisia herba alba</i> et <i>Lygeum spratum</i>	
4.5.2.5. Faciès à <i>Artemisia herba alba</i> , <i>Lygeum spartum</i> et <i>anabasis oropediorum</i>	

4.5.2.6. Faciès à <i>Artemisia herba alba</i> et <i>Anabasis oropedioides</i>	
4.5.2.7. Faciès à <i>Artemisia herba alba</i> et <i>Thymelaea microphylla</i>	
4.5.3. Evolution des steppes à base de <i>Lygeum spartum</i>	77
4.5.3.1. Faciès à <i>Lygeum spartum</i> purs.....	
4.5.3.2. Faciès à <i>Lygeum spartum</i> et <i>Stipa tenacissima</i>	
4.5.3.3. Autres steppes à base de <i>Lygeum spartum</i>	
4.5.4. Evolution d'autres steppes.....	77
4.5.4.1. Faciès à base de <i>Peganum harmala</i>	
4.5.5. Evolution des formations artificielles.....	74
4.6. Les formations de dégradations.....	79
5. Synthèse.....	80
6. Conclusion.....	81
7. Analyse numérique des relevés phytoécologiques.....	82
7.1. Analyse factorielle des correspondances (A.F.C).....	
7.2. Signification écologique des axes.....	
7.2.1. Interprétation de l'axe 1.....	
7.2.2. Interprétation de l'axe 2.....	
7.2.3. Interprétation de l'axe 3.....	
7.2.4. Interprétation de l'axe 4.....	
7.2.5. Interprétation de l'axe 5.....	
8. Synthèse des résultats.....	92
Conclusion Générale	93

Annexe 1 : Liste des tableaux.

Annexe 2 : Liste des figures.

Annexe 3 : Liste des espèces (1970).

Annexe 4 : Liste des espèces (1989).

Annexe 5 : Liste des espèces (2006).

Annexe 6 : Liste des espèces de l'analyse numérique (2006).

Annexe 7 : Liste des espèces nouvelles (1989).

Annexe 8 : Liste des espèces nouvelles (2006).

Bibliographie.

Introduction générale :

La zone des hautes plaines steppiques de par sa vocation pastorale, n'a jamais cessé d'être sollicitée par l'activité humaine. La démographie de l'homme sans cesse croissante, ses besoins en ressources naturelles (fourrage) évoluent en conséquence ; le prélèvement de cette ressource se fait de manière de moins en moins rationnelle et cela risquerait à long terme de l'épuiser. Aussi l'aridité de ces milieux et l'irrégularité de ces précipitations annuelles, requièrent que l'on accorde une attention toute particulière à l'évolution de son climat surtout, durant ces deux dernières décennies où le débat sur les conséquences des émissions de gaz à effet de serre, responsables du phénomène de réchauffement climatique qui aboutissent à un bouleversement du climat général de la planète, est loin d'être clos.

Cet accroissement continu du prélèvement de la végétation par l'homme et de ses animaux, et une potentielle augmentation des températures à travers le monde qui se précise de plus en plus, nous amène à aborder dans cette contribution la problématique de la désertification dans les milieux arides et semi-arides. Certes les causes de ce phénomène sont aujourd'hui parfaitement identifiées et attribuées à la sécheresse et au surpâturage, mais connaissons-nous réellement lequel des deux est à l'origine de la désertification ? et la part de chacune des deux causes à la dégradation du tapis végétal et des écosystèmes steppiques.

De ce fait, un des objectifs de cette contribution, serait d'apporter une réponse chiffrée sur la part de la sécheresse ou de l'action anthropique responsable, du phénomène de désertification dans une station steppique du sud algérois, à travers des résultats qualitatifs et quantitatifs. Pour cela nous avons choisi une station qui a fait l'objet de diverses études phytoécologiques et cartographiques, dont celle de DJEBAÏLI (1970) et TAZAÏRT (1989) ; les résultats de ces deux études seront comparés aux nôtres réalisés en 2006, et cela selon une approche diachronique.

Le cadre physique de la station sera étudié dans la première partie, où un intérêt particulier sera accordé à l'étude de son climat et de son évolution, aussi l'aspect socioéconomique de la région sera développé, afin de mesurer l'action anthropique dans ces milieux.

La deuxième partie traitera de la méthodologie adoptée tout au long de l'étude, relative à la réalisation des relevés phytoécologiques, pédologiques, des analyses de sols, du traitement numérique des données, et des différentes étapes de réalisation de la carte d'occupation des sols.

Les résultats ainsi que leur interprétation, seront l'objet de la troisième et dernière partie de cette étude au niveau de laquelle, seront exposés les résultats de la photointerprétation, de la carte d'occupation des sols, de l'étude diachronique au niveau de laquelle sera discutée la part de la sécheresse ou de l'action anthropique responsables du phénomène de désertification ; il sera exposé aussi dans cette partie les résultats de l'analyse numérique des données. Pour clore cette partie de l'étude, nous tenterons de comparer les résultats obtenus par cartographie à ceux obtenus par analyse numérique.

*

Chapitre I

Cadre Physique

1. Bref aperçu historique sur la commune de Tadmit

Le premier bâtiment érigé à Tadmit fut un pénitencier à la fin du XIX^{ème} siècle sous l'occupation française ; quelques décennies plus tard ce dernier devient par la suite une station agricole expérimentale où la race ovine « Tadmit » fut créée ; celle-ci était destinée à l'exportation au marché européen. Nous pensons que le centre de Tadmit a été créé en 1922 (STEEG, 1922), à cette date il gérait les parcours de 10 tribus nomades ; il était habité par 11 français et 1 étranger qui travaillaient dans la station expérimentale.

A l'indépendance de l'Algérie, Tadmit continue à être un village dépendant de la commune de Aïn el Ibel. D'une démographie en constante augmentation la principale activité de ses habitants tournait autour de l'élevage et de la céréaliculture. Dans les années 1980 elle fut érigée en commune. La station expérimentale (aujourd'hui dite ferme pilote) a connu des périodes tantôt d'intense activité tantôt d'arrêts avec un statut juridique et une tutelle instable qui change d'une année à une autre.

2. Cadre Physique

2.2. Situation géographique de la commune de Tadmit

Tadmit, commune de la wilaya de Djelfa, se situe à 50 km au Sud-Ouest du chef-lieu de Wilaya, d'une superficie totale d'environ 92 810ha (image landsat 5), les services de la D.P.A.T estiment sa superficie à 78 858 ha D.P.A.T (1994), la superficie du chef-lieu de la commune est de 23 ha. La commune de Tadmit dans sa totalité s'étend du Senalba Gharbi au Nord dont l'altitude avoisine les 1 400 m ; elle inclue la partie Nord des piémonts du Djebel l'Ezrag à l'ouest et la partie Sud du Djebel Zerga à l'Est pour s'arrêter au niveau du Kef el Fedj au Sud dont l'altitude descend jusqu'à 750m.

La commune de Tadmit est délimitée par les communes suivantes (Figure 1) :

Beni-yacoub et Zaafran au Nord.

Douis à l'Ouest.

Sidi Rahal, Deldoul, et Messaad au Sud ainsi que la wilaya de Laghouat.

Aïn el Ibel et Djelfa à l'Est. (B.N.E.D.E.R, 1980, 1981).

2.2. Situation géographique de la station d'étude

La station de Tadmit se trouve au Nord-Est du chef lieu de la commune. D'une superficie totale de 1 520ha, les coordonnées géographiques du centre de la station sont de 34° 17' 10''N, 3° 1' 40''E.

Le choix de cette station et de la surface échantillonnée qui peut paraître peu importante est pris sur la base de la surface préalablement étudiée et cartographiée par Tazaïrt en 1989.

2.3. Situation phytogéographique

D'après le découpage de QUEZEL et SANTA (1962-1963), la zone d'étude se trouve dans le domaine maghrébin steppique, secteur de l'Atlas Saharien, du sous-secteur de l'Atlas Saharien Algérois (AS2).

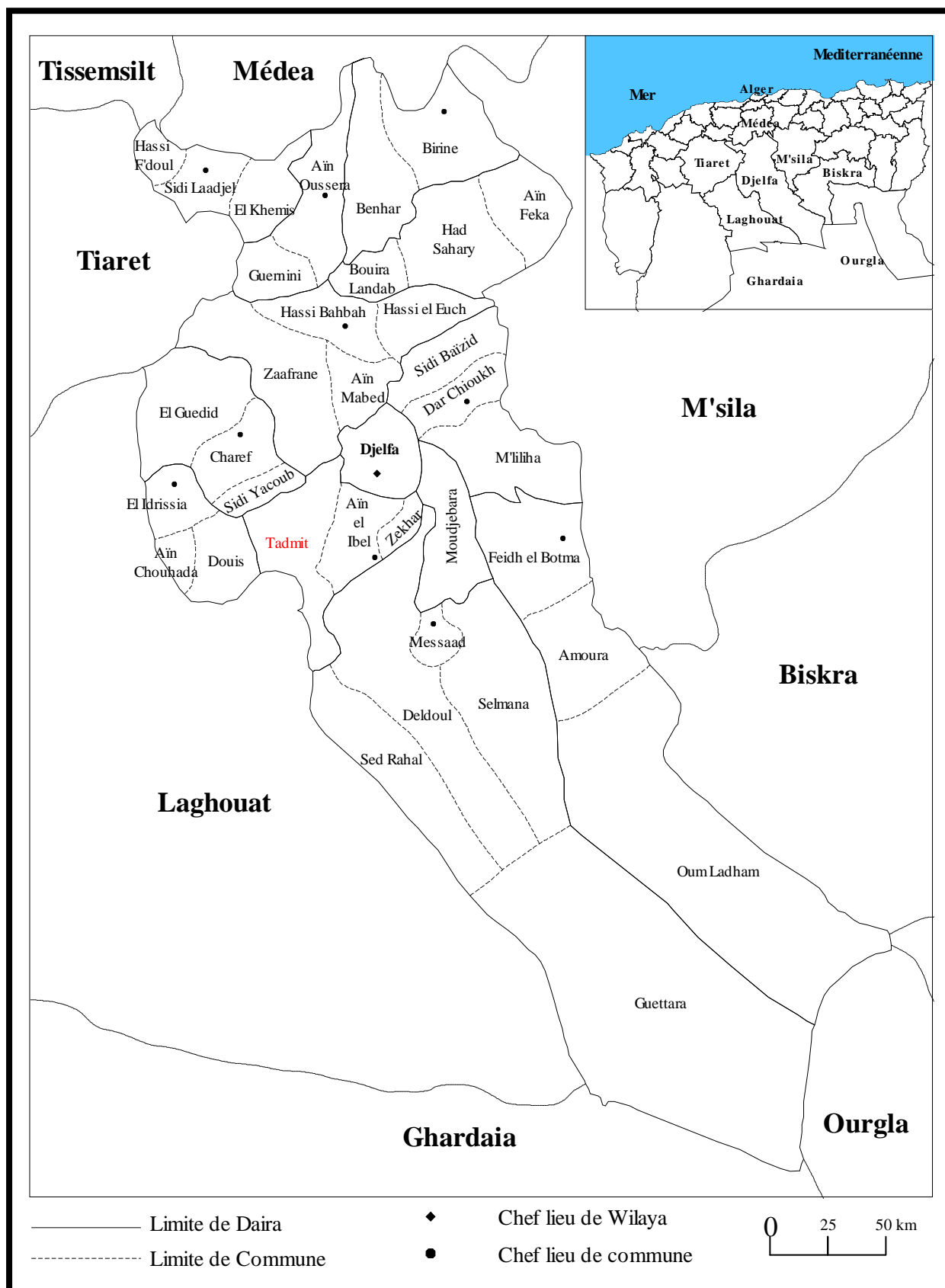


Figure 1 : Découpage administratif de la Wilaya de Djelfa ((D.P.A.T, 2004)

2.4. La situation géologique

Tadmit est située sur de vastes affleurements du continental intercalaire (crétacé inférieur continental), formés d'alternances de grés, de calcaires gréseux et de marnes plus ou moins gypseuses, avec des épaisseurs variables ; des dépôts argileux et sableux et sableux continentaux se trouvent épars contre les reliefs. Ce sont des dépôts du mio-pliocène, souvent couronnés par une forte croûte calcaire du quaternaire ancien, (DJEBAÏLI, 1970)

D'après la carte géologique (feuille de Laghouat 1984) les barres calcaires se sont formées au Jurassique Portlandien-Berriasien (-150,8 à -145,5 M années). Les roches marno-calcaires de la station sont issues du crétacé Valanginien-Barrémien (-130 à -140,2 M années). Quant aux glacis ils se sont formés au cours du quaternaire récent (Soltanien) sur des grés Karstifiés. (Carte géologique feuille de Laghouat, 1/200 000, O.N.E.G, 1983)

2.5. Géomorphologie

La station de Tadmit est formée de 4 reliefs marno-calcaires (Dj Benhalouane, Dj Semouima, et Sba Bouchareb), d'une série de glacis traversés de rigoles et de chenaux d'oued fonctionnels qu'en période de crue. Parmi ces glacis on trouve des glacis d'accumulation, un glacis de dénudation, un glacis de raccordement, et un glacis d'érosion (Figure 2 a et b); la partie méridionale de la station est traversée par l'oued Tadmit qui est alimenté en permanence par le réseau communal des eaux usées. En période d'orage ce dernier entre assez souvent en crue inondant les zones d'épandages et les terrasses d'oued mises en valeur en céréaliculture et qui aujourd'hui sont toutes abandonnées. On trouve aussi de façon ponctuelle des placages sableux piégés par les touffes d'alfa à proximité de l'oued Tadmit, un mince voile sableux est présent sur une grande partie de la station. (Carte géomorphologique feuilles d'Aflou, 1/200 000, Tadmit et Aïn el Ibel 1/50 000, I.N.C.T, 1956, 1962)

2.9. Hydrographie

L'oued Tadmit, est approvisionné par l'oued BEN-AHMED et les trois sources de ZÏN-BOUROUBOUDJ (4.5 L /s), de AÏN-BENDEKOU (2 L /s), et de AÏN-KADOR (1 L /s). (DJEBAÏLLI, 1970), (Carte topographique, feuille de Tadmit, 1/50 000, I.N.C.T, 1962).

2.10. Pédologie

Les sols rencontrés dans la station de Tadmit sont :

Sur des dépressions : sols peu évolués d'apport alluvial.

Sur les glacis : sols bruns calcaires à accumulation calcaire.

Sur les glacis ensablés : sols peu évolués d'apport éolien.

Au niveau des reliefs : sols peu évolués d'apport colluvial sur les piémonts, des rendzines sur les mi-versants, sur les hauts de versants nous rencontrons des lithosols sur roche mère dure (grés, grés calcaires, dolomies), des régosols sur roche mère tendre (des marnes principalement).

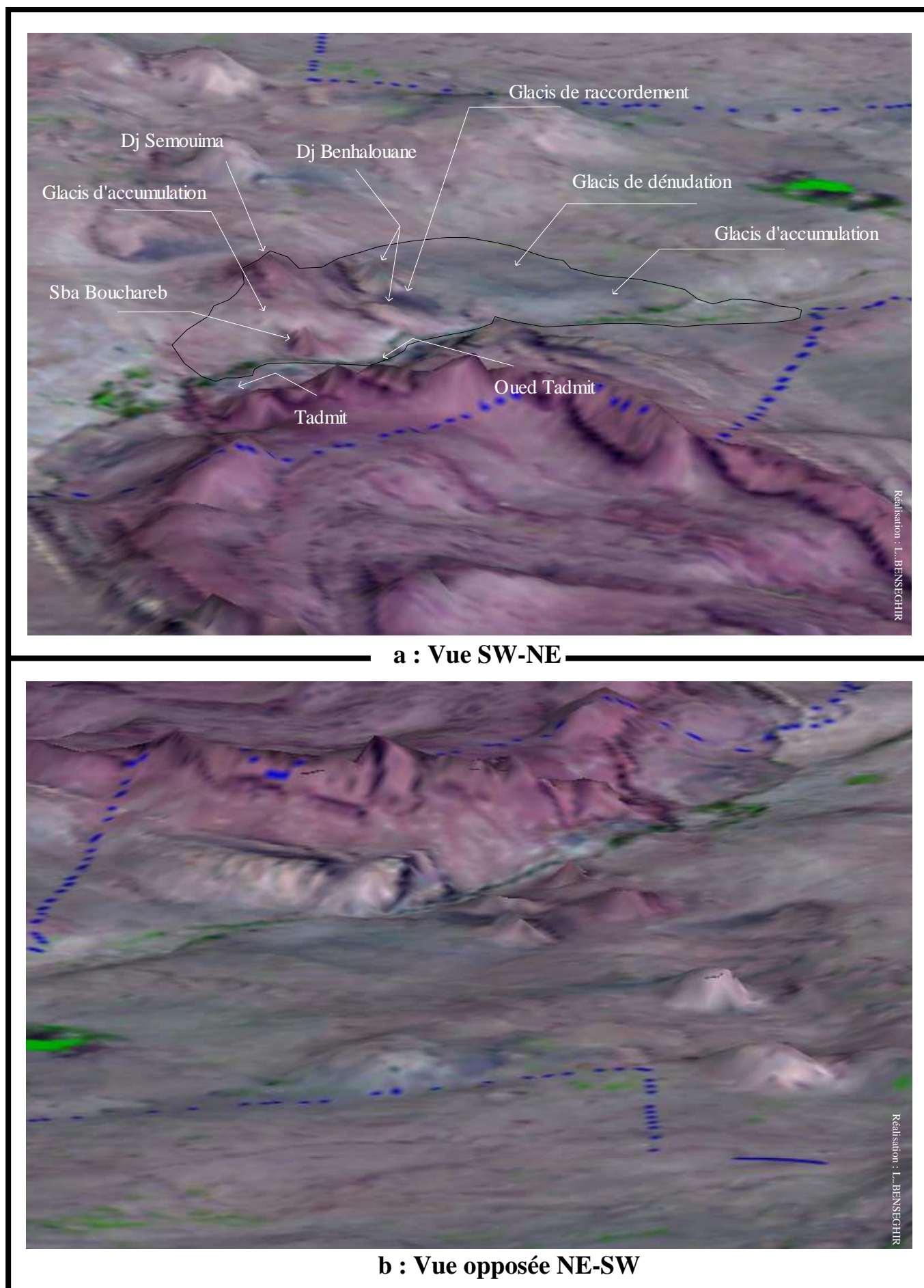


Figure 2 (a et b) : Model numérique de terrain de la station de Tadmit et des régions limitrophes

2.8. Cadre climatique et bioclimatique

Pour le cadre climatique nous avons repris l'étude effectuée en 2003 (BENSEGHIR, 2003) avec mise à jour des données climatiques. Nous avons établi une étude climatique et bioclimatique type pour trois périodes, début et milieu de XXème siècle, fin du XXème siècle et début du XXIème siècle.

Les stations étudiées sont celles de Tadmit ainsi que quelques stations limitrophes à celle-ci, on cite les stations de Djelfa et Laghouat. Nous avons adopté ce mode de travail afin, de tenter de suivre la tendance climatique dans le sud algérois d'une part, puis à chercher si cette tendance obéit à un phénomène global à long terme ou plutôt, à un phénomène ponctuel caractérisant le climat méditerranéen.

Les sources de données sont extraites du SELTZER (1946), dont la période d'étude s'échelonne entre 1913 et 1938, du DUBIEF (1963), où la période d'étude est comprise entre 1926-1950, pour la période actuelle se déroulant entre 1971 et 2006 nous avons recueilli des données de l'O.N.M de Dar-el-Beïda. Les données de Tadmit (1967-2000) ont été extraites de AMGHAR (2003), et la série pluviométrique de 1877 à 2006 de l'A.N.R.H et de l'O.N.M.

L'étude est partagée en deux parties ; la première concerne la période actuelle (1971-2006), la seconde traite de la période de début et milieu du XXème siècle.

Pour l'étude climatique et bioclimatique, le travail est présenté comme suit.

2.8.1. Période : Fin du XX ème siècle (1971-2006)

2.8.1.1. Les stations météorologiques

Le choix des stations s'est effectué tout d'abord en fonction de la disponibilité des données, et des séries les plus complètes (Tableau I). Puis le choix des stations de Djelfa et de Laghouat, a été pris sur la base de leur proximité par rapport à la station de Tadmit, commune sur laquelle porte l'étude.

Facteurs Stations	Période	LONG (E)	LAT (N)	ALT (m)
Djelfa	1971/2006 (35 ans)	03° 23' E	34° 20' N	1180
Tadmit	1967/2000 (33 ans)	02° 59' 40'' E	34° 18' 08'' N	1035
Laghouat	1970/2001 (31 ans)	02°52 60'' E	33° 47' 60'' N	777

2.8.1.2. Les précipitations

2.8.1.2.1. Les précipitations mensuelles et annuelles

En analysant les précipitations annuelles (Tableau II) nous remarquons l'existence d'un gradient pluviométrique latitudinal décroissant du Nord vers le Sud et d'un gradient altitudinal, avec des précipitations de l'ordre de 324.30 mm/an à Djelfa, 242.30 mm/an à Tadmit, 165,40 mm/an à Laghouat. Le mois le plus sec pour l'ensemble des stations est le mois de juillet, le mois le plus pluvieux est celui de septembre pour les stations de Tadmit et de Laghouat et le mois de novembre pour la station de Djelfa.

Tableau II : Précipitations mensuelles et annuelles (mm)													
Mois Stations	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Années
Djelfa	32.49	31.35	31.89	29.22	32.10	20.11	<u>8.91</u>	17.30	31.36	26.85	<u>32.93</u>	29.23	324,30
Tadmit	17.96	18.48	24.69	23.26	27.71	12.37	<u>4.03</u>	13.65	<u>32.12</u>	26.86	19.84	21.27	242.30
Laghouat	15.23	9.40	15.28	15.22	16.41	13.11	<u>4.17</u>	6.78	<u>26.12</u>	18.82	13.34	11.46	165.40

2.8.1.2.2. Les régimes saisonniers

Le régime saisonnier de la station de Djelfa est de type PHAE avec une pluviométrie très voisine entre le printemps l'hiver et l'automne. Les stations de Tadmit et Laghouat affichent un régime de type APHE (Tableau III).

Tableau III : Les régimes saisonniers					
Saisons Stations	A	H	P	E	Régimes saisonniers
Djelfa	91.15	93.08	93.22	46.34	PHAE
Tadmit	78.82	57.71	75.66	30.05	APHE
Laghouat	58.28	36.09	46.91	24.06	APHE

A: Automne, (Septembre + Octobre + Novembre)

H : Hiver, (Décembre + Janvier + Février)

P : Printemps, (Mars + Avril + Mai)

E : Eté, (Juin + Juillet + Août)

2.8.1.2.3. Tendance des précipitations annuelles

La série pluviométrique de Tadmit a été extrapolée à partir de celle de Djelfa grâce à l'équation de régression que nous avons déterminé à partir d'une série pluviométrique existante pour les deux stations d'une durée de 46 ans (CHAUMONT et PAQUIN, 1971 ; HAMMOUDA et MATAAM, 2003).

De la courbe des pluviosités annuelles (Figure 3), nous remarquons une variabilité interannuelle aussi importante dans les deux stations, celle-ci atteint 27,24 % à Tadmit et 29,63 % à Djelfa.

La courbe des tendances déterminée par la méthode des moyennes mobiles (PY, 1996 ; DAGNIELIE, 1998) d'une période de 5 années, ne semble pas faire apparaître la moindre tendance à la baisse pour les deux stations ; nous remarquons en revanche une succession d'années humides, d'années normales (proches de la moyenne) et d'années sèches. Aussi nous constatons qu'il n'existe pas de différence significative entre les moyennes de la pluviosité annuelle de la première et la deuxième moitié de la série pluviométrique, le test de comparaison de moyennes le confirme pour les deux stations étudiées. Nous avons enregistré une moyenne de 220 mm/an entre 1877 et 1940, et 216 mm/an en moyenne entre 1941 et 2006 pour la station de Tadmit.

HIRCHE, BOUGHANI et SALAMANI (2007) en utilisant le test statistique de Mann sur une série qui s'étale de 1914 à 2004, notent qu'il n'existe pas de tendance pour la pluviométrie annuelle pour plusieurs stations du sud algérois.

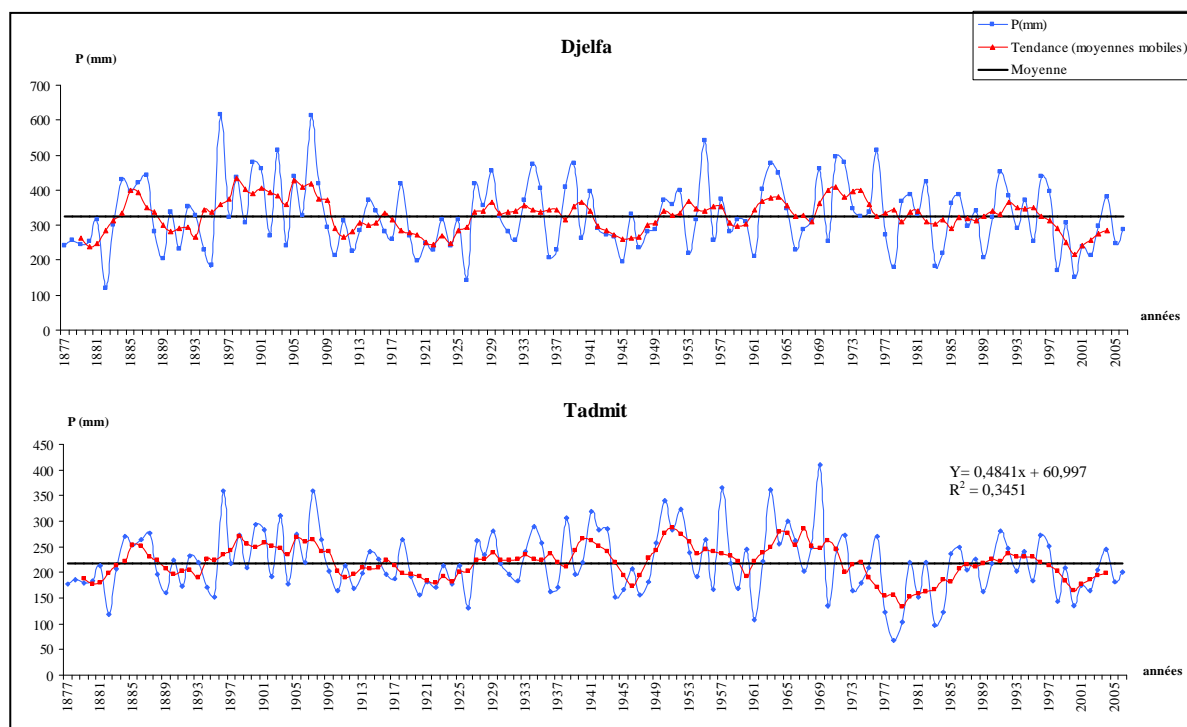


Figure 3 : Cumul annuel avec courbe de tendance

2.8.1.2.4. La continentalité pluviale (C)

La continentalité pluviale (C) est définie comme étant le rapport de la somme des précipitations des six mois les plus chauds (P_I) et de la somme des six mois les plus froids (P_{II}) (ANGOT, 1928 ; GOUTAGNE, 1954. in SADKI, 1988).

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

Le coefficient (C), associé à l'indice de continentalité thermique (K^I) nous permet de rechercher la continentalité (DAGET, 1977, in SADKI, 1988).

Pour l'ensemble des stations, les six mois les plus chauds s'étalent de mai à octobre, et les six mois les plus froids de novembre à avril (Tableau IV).

		Tableau IV : La continentalité pluviale « C »							
Stations	Mois	M	J	Jt	A	S	O	Total (mm)	C
		N	D	J	F	M	A		
Djelfa		32.10	20.11	8.91	17.30	31.36	26.85	136.63	0.730
		32.93	29.23	32.49	31.35	31.89	29.22	187.11	
Tadmit		27.71	12.37	4.03	13.65	32.12	26.86	116.74	0.930
		19.84	21.27	17.96	18.48	24.69	23.26	125.50	
Laghouat		16.41	13.11	4.17	6.78	26.12	18.82	85.41	1.068
		13.34	11.46	15.23	9.4	15.28	15.22	79.93	

Nous remarquons que du Nord vers le Sud et de la station la plus haute à la plus basse, la continentalité pluviale (C), se rapproche de plus en plus de la valeur 1. Cela voudrait dire, que plus l'altitude diminue et plus on évolue à l'intérieur des terres plus la différence des précipitations entre les six mois les plus chauds et les six mois les plus froids diminue.

2.8.1.3. Les températures

2.8.1.3.1. Moyennes minimales des températures mensuelles et annuelles « m »

Le minimum est atteint au mois de janvier pour les trois stations avec -0.002°C pour Djelfa 0.72°C à Tadmit et 2.9°C notée à Laghouat (Tableau V).

Tableau V : Moyennes minimales des températures mensuelles et annuelles « m »
en $^{\circ}\text{C}$

Mois Stations	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Années
Djelfa 1971-2006	<u>-0.002</u>	1.10	2.47	5.69	9.97	14.98	18.08	17.12	13.60	8.84	3.99	1.21	8.08
Tadmit 1991-2000	<u>0.72</u>	1.73	3.48	5.71	10.90	15.30	18.80	18.40	14.10	9.43	4.69	2.26	8.80
Laghouat 1971-2001	<u>2.9</u>	3.8	6.4	9.3	13.8	19.6	22.6	22.3	17.9	11.9	6.4	3.20	11.7

2.8.1.3.2 Moyennes maximales des températures mensuelles et annuelles « M »

La valeur de la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud « M » est atteinte au mois de Juillet pour l'ensemble des stations. 33.88°C à Djelfa, 34.60°C à Tadmit et $37,1^{\circ}\text{C}$ pour Laghouat (Tableau VI).

Tableau VI : Moyennes maximales des températures mensuelles et annuelles « M »
en $^{\circ}\text{C}$

Mois Stations	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	années
Djelfa 1971-2006	9.76	11.44	14.76	18.19	23.70	29.66	<u>33.88</u>	32.88	27.37	20.85	14.68	10.35	20.60
Tadmit 1991-2000	10.70	12.40	15.60	17.90	24.70	29.40	<u>34.60</u>	34.10	27.80	21.20	15.50	11.70	21.30
Laghouat 1971-2001	13.6	19.8	18.2	22.3	27.6	33.8	<u>37.1</u>	36.8	31.4	24.1	17.7	14.3	24.72

2.8.1.3.3 Températures moyennes mensuelles et annuelles $(M+m)/2$

Les trois stations accusent une température moyenne maximale (tmax) en Juillet avec, 26.04°C pour Djelfa, 26.70°C à Tadmit et $29,8^{\circ}\text{C}$ à Laghouat. La température moyenne minimale (Tmin) est notée en Janvier pour les trois stations avec, $4,85^{\circ}\text{C}$ à Djelfa, 5.70°C à Tadmit et $8,2^{\circ}\text{C}$ à Laghouat (Tableau VII).

Tableau VII : Températures moyennes mensuelles et annuelles $(M+m) / 2$ en
 $^{\circ}\text{C}$.

Mois Stations	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Années
Djelfa 1971-2006	<u>4.88</u>	6.27	8.82	11.99	16.86	22.38	<u>26.04</u>	25.27	20.53	14.85	9.22	5.94	14.42
Tadmit 1991-2000	<u>5.70</u>	7.10	9.51	11.80	17.80	22.40	<u>26.70</u>	26.20	20.90	15.30	10.10	7.00	15.08
Laghouat 1971-2001	<u>8.2</u>	11.8	12.8	15.8	20.7	26.7	<u>29.8</u>	29.5	24.6	18	12	8.7	18.21

On note aussi l'existence d'un gradient de température latitudinal et altitudinal.

2.8.1.3.4. Amplitude thermique (A)

Définie comme étant (M-m), elle est de 33.87°C pour Djelfa, de 33.88°C pour Tadmit, et 34.2°C pour Laghouat (Tableau VIII). L'écart de températures est de plus en plus important au fur et à mesure que l'on entre à l'intérieur des terres.

Facteur Stations	A (M-m) °C
Djelfa	33.88
Tadmit	33.88
Laghouat	34.2

2.8.1.3.5. La continentalité thermique « K' »

C'est une équation qui intègre des variables climatiques et géographiques. L'amplitude thermique diurne ($A = t_{max} - t_{min}$), l'altitude et la latitude.

« K' » est définie comme suit :

$$K' = \frac{1.7 A}{\sin(\alpha + 10 + 9h)} - 14$$

A : Amplitude thermique diurne annuelle en °C.

α : Latitude en degrés d'arc.

h : Altitude en Kilomètre.

Facteurs Stations	α (degrés d'arc)	H (Km)	$\sin(\alpha+10+9h)$	A=tmax- tmin	1.7 A	K'
Djelfa	34.40	1.180	0.8173	21.16	36.023	30.0132
Tadmit	34.1808	1.035	0.8038	21.00	35.70	30.4140
Laghouat	33.7966	0.777	0.7784	21.60	36.72	33.1736

Cette valeur augmente avec l'éloignement de la mer.

2.8.1.4. Expression synthétique du climat

Cette synthèse est établie en calculant le quotient pluviothermique d'EMBERGER (1936), l'indice xérothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) et la continentalité thermique et pluviale. La puissance de ces indices synthétiques est qu'ils permettent d'avoir une vision globale du bioclimat de la station d'étude nécessaire à une bonne interprétation de la distribution de la végétation

2.8.1.4.1. Quotient pluviothermique d'EMBERGER (1936)

Tableau X : Le « Q ₂ » d'EMBERGER						
Variables Stations	m (°K)	M (°K)	(M+m)/2 (°K)	M-m	P (mm)	Q ₂
Djelfa	272,998	306,88	289,939	33,88	324,30	33,0119
Tadmit	273,72	307,60	290,660	33,88	242,3	24,6633
Laghouat	275,9	310,10	293	34,20	165,40	16,5059

Le quotient a été formulé comme suit:

$$Q_2 = \frac{1000 P}{\frac{(M + m)}{2} (M - m)} \quad \text{Ou} \quad Q_2 = \frac{2000 P}{M^2 - m^2}$$

Avec :

P : Pluviométrie moyenne annuelle en (mm)

M : Moyenne maximale des températures du mois le plus chaud en degré Kelvin.

m : Moyenne minimale des températures du mois le plus froid en degrés Kelvin.

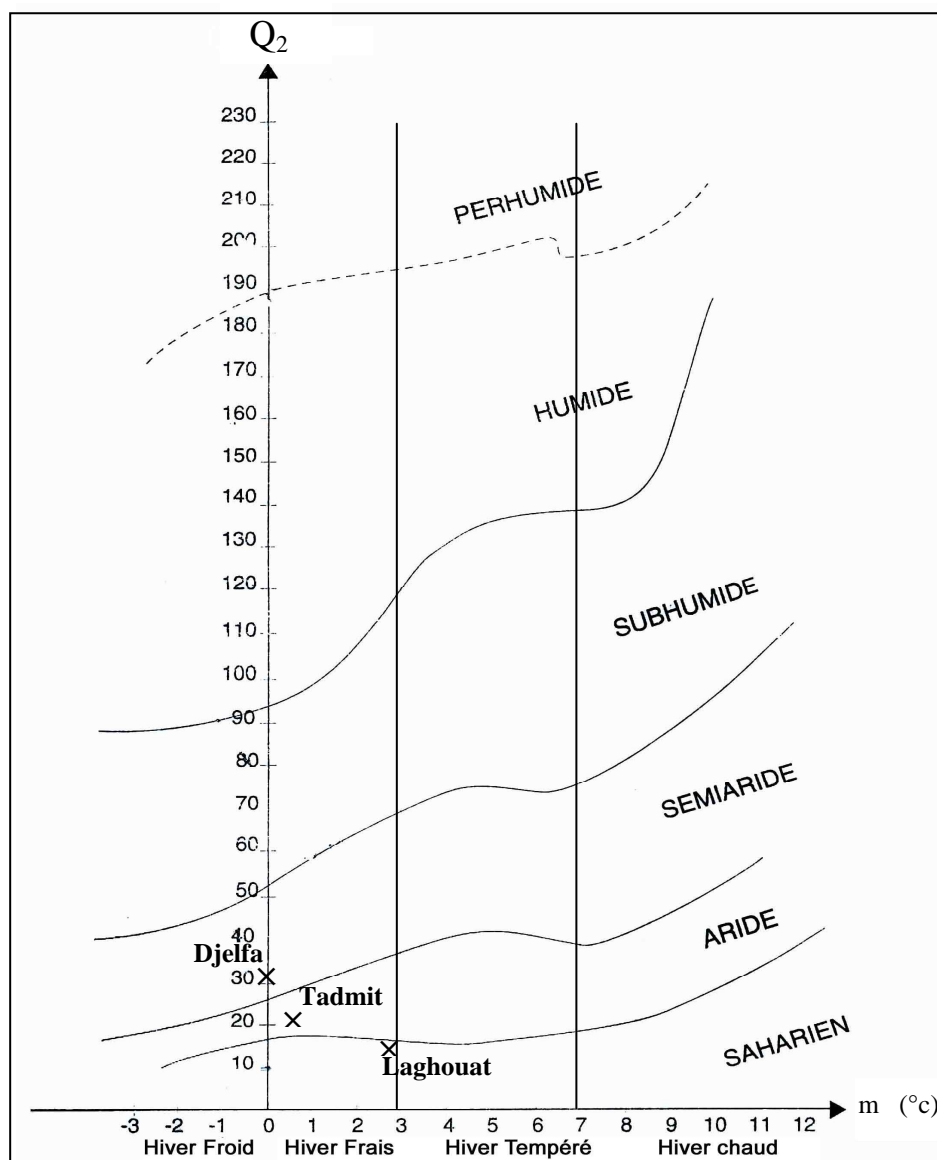


Figure 4 : Climagramme pluviothermique d'EMBERGER (1936).

Djelfa appartient à l'étage bioclimatique semi-aride variante à hiver froid.

Tadmit : Etage bioclimatique aride variante à hiver frais.

Laghouat : Etage bioclimatique saharien variante à hiver frais.

2.8.1.4.2. Diagrammes ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN (1953)

Ce diagramme permet de déterminer le nombre de mois biologiquement secs.

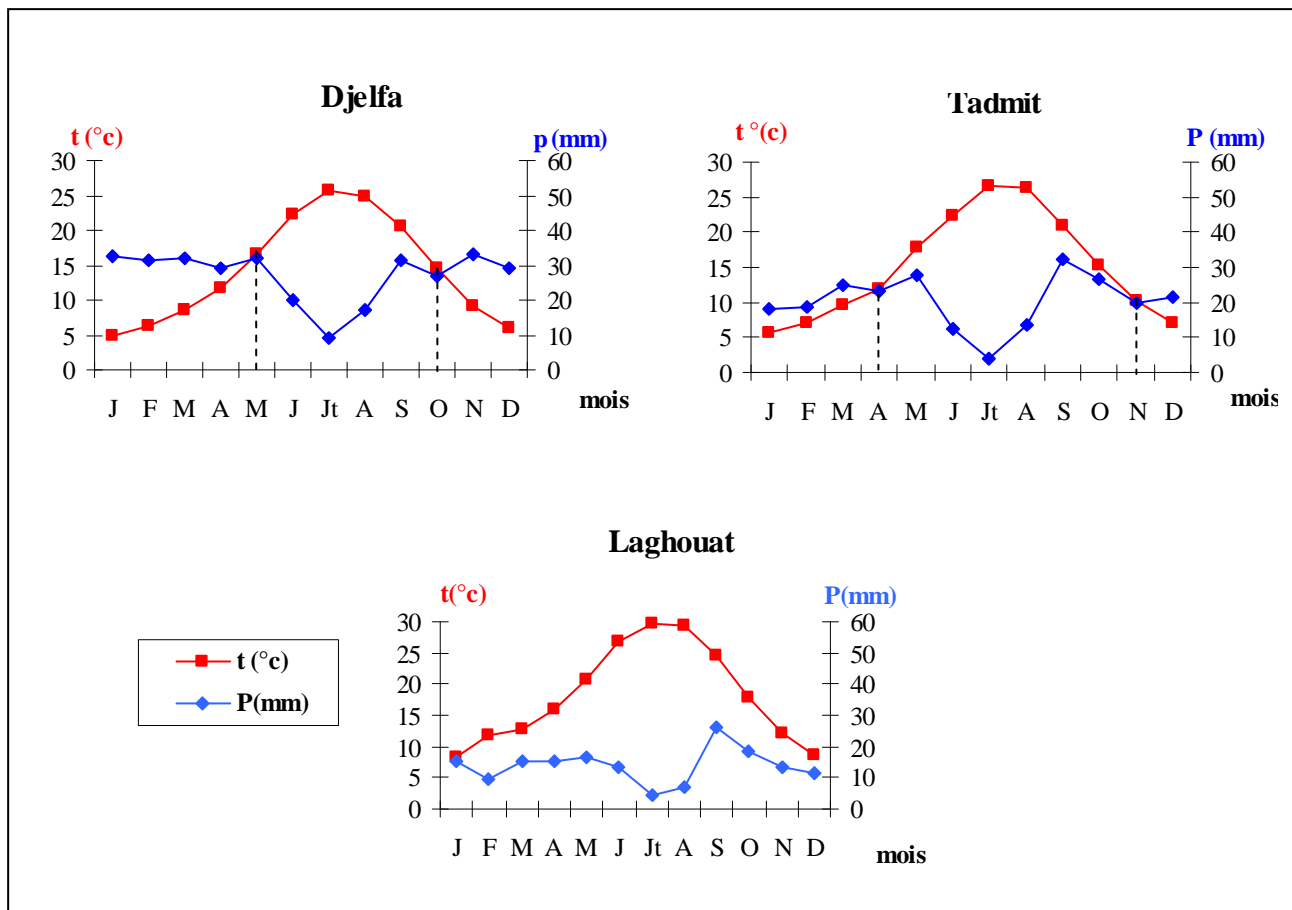


Figure 5 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN

Nos trois stations accusent une période sèche estivale de 5 à 12 mois :

Djelfa : mi-Mai à mi-October (5mois).

Tadmit : mi-Avril à mi-Novembre (7 mois).

Laghouat : de Janvier à Décembre (12 mois).

Plus la continentalité est importante, plus la période sèche est grande. Laghouat accuse une période sèche toute l'année.

2.8.1.4.3. Diagramme des continentalités

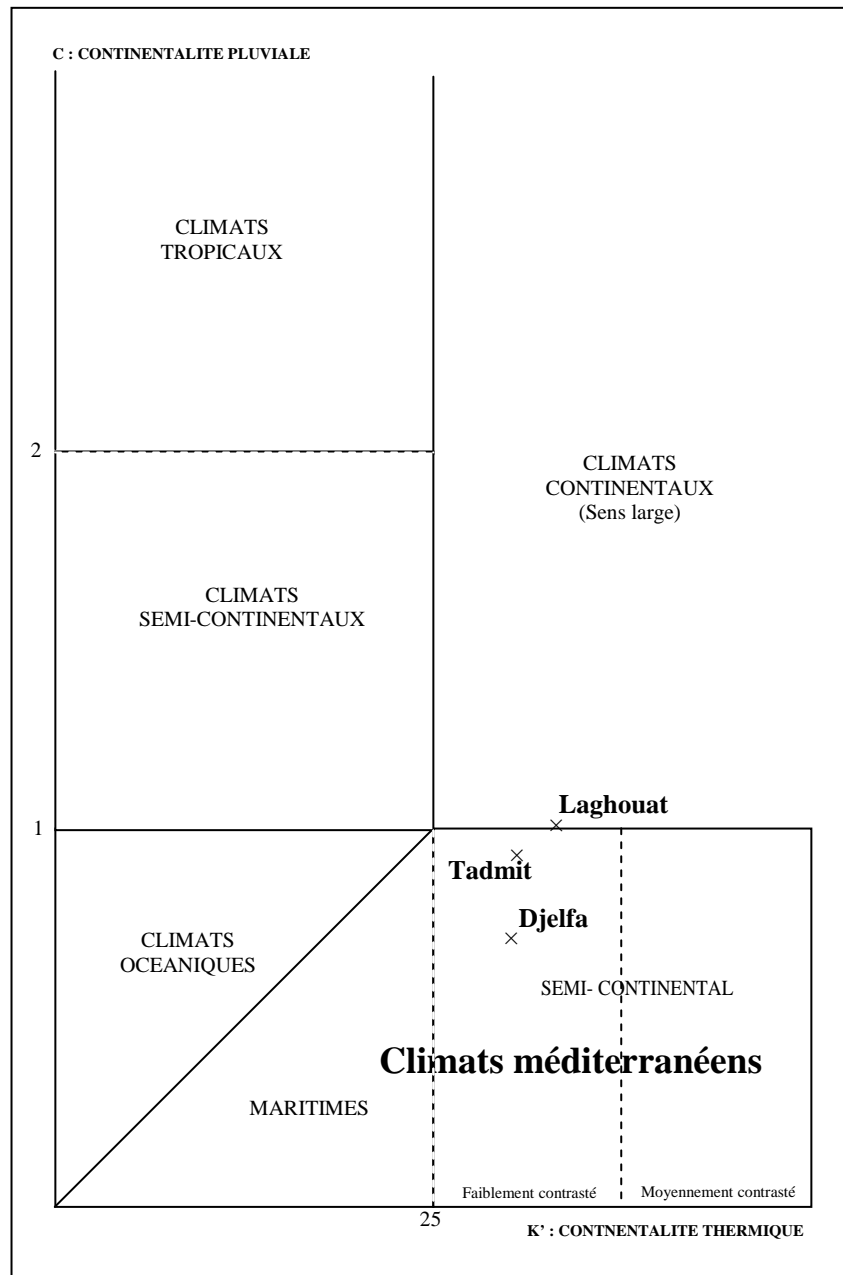


Figure 6 : Diagramme des continentalités.

Djelfa et Laghouat appartiennent aux groupes des climats méditerranéens semi-continantaux faiblement contrastés ; Laghouat aux groupes des climats continentaux au sens large.

2.8.2. Période : début et milieu du XXème siècle (1913-1938) ; (1925-1950)

Les données ont été recueillies de l'ouvrage de SELTZER (1946), pour une période de 25 ans, 1913-1938, et de DUBIEF (1963), dont la période s'échelonne de 1926 à 1950, soit 24 ans (Tableau XI).

2.8.2.1. Les stations météorologiques

Facteurs Stations	Tableau XI : Caractéristiques des stations				
	Auteurs	Périodes	ALT (m)	LANG (E)	LAT (N)
Djelfa	Seltzer (1946)	1913-1938 (25 ans)	1143	3° 15' E	34° 41' N
	Dubief (1963)	1926-1950 (24 ans)	1180	3° 23' E	34° 20' N
Tadmit	Dubief (1963)	1926-1950 (24 ans)	--	2° 59' E	34° 17' N
Laghouat	Seltzer (1946)	1913-1938 (25 ans)	767	2° 53' E	33° 48' N
	Dubief (1963)	1926-1950 (24 ans)	767	2° 53' E	33° 48' N

2.8.2.2. Les précipitations

2.8.2.2.1. Les précipitations mensuelles et annuelles

Mois Stations	Tableau XII : Les précipitations mensuelles et annuelles en (mm)												Année (mm)
	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	
Djelfa 1913-1938	34	28	29	21	<u>35</u>	22	<u>6</u>	10	31	23	34	<u>35</u>	308
Djelfa 1926-1950	32.60	28.60	27.80	34.10	37.20	14.50	<u>7.21</u>	12.30	37.10	27.30	29	<u>41.50</u>	329.20
Tadmit 1926-1950	11.30	12.20	14.40	23.70	<u>28.50</u>	23.60	<u>10.40</u>	15.40	27.90	22.10	23.80	24.90	237.90
Laghouat 1913-1938	12	12	16	12	19	12	<u>5</u>	7	<u>23</u>	17	18	14	167
Laghouat 1926-1950	11.20	10.50	17.50	13.50	17	10.30	<u>4.60</u>	11.70	<u>24</u>	18.70	13.10	19.40	171.50

2.8.2.2.2 Les régimes saisonniers

Pour la station de Djelfa, le régime saisonnier est différent selon les deux périodes ; il est de type HAPE pour la première période et de type HPAE pour la deuxième (Tableau XIII).

Tableau XIII : Les régimes saisonniers						
Saisons Stations	Périodes	A	H	P	E	Régimes Saisonniers
Djelfa	1913-1938	88.00	97.00	85.00	38.00	HAPE
	1926-1950	93.40	102.70	99.10	34.01	HPAE
Tadmit	1926-1950	73.80	48.40	66.60	49.40	APEH
Laghouat	1913-1938	58.00	38.00	47.00	24.00	APHE
	1926-1950	55.80	41.10	48.00	26.60	APHE

A : Automne (Septembre + Octobre + Novembre)

H : Hiver (Décembre + Janvier + Février)

P : Printemps (Mars + Avril + Mai)

E : Eté (Juin + Juillet + Août)

Le maximum des précipitations est de 35 mm noté aux mois de Mai et Décembre pour la première période et au mois de Décembre pour la deuxième, avec 41.50 mm.

Tadmit possède un régime saisonnier de type APEH avec un maximum recueilli au mois de Mai, de l'ordre 28.50 mm.

Durant la période 1926-1950, Tadmit a vécu une sécheresse très prononcée en hiver à tel point que l'été a été plus pluvieux que l'hiver, avec 49.40 mm en été et 48.40 mm en hiver.

Laghouat a un régime saisonnier de type APHE pour les deux périodes, dont le maximum des pluies est noté au mois de septembre, avec 23 mm pour la première période et 24 mm pour la seconde.

Le minimum des pluies est atteint en Juillet pour toutes les stations, pour les deux périodes.

2.8.2.2.3. La continentalité pluviale « C »

Nous remarquons une différence assez significative de « C » entre les deux périodes pour Djelfa (Tableau XIV) (0.580 pour la première période et 0.700 pour la deuxième). Le cumul entre les mois chauds et les mois froids tend à se rapprocher, la comparaison du total des cumuls entre les mois chauds et froids montre que ce sont les précipitations des mois chauds qui ont augmenté entre 1926-1950 par rapport à la première période.

Tadmit accuse un « C » supérieur à 1, qui voudrait dire que les cumuls ont été plus importants durant les six mois les plus chauds que les six mois les plus froids.

A Laghouat, on remarque la même évolution de « C » entre les deux périodes par rapport à Djelfa. En effet, pour la première période « C » est de 0.988 et pour la deuxième, il est de 1.01 et cela pour les mêmes raisons évoquées plus haut pour la station de Djelfa.

Il semblerait que les précipitations des mois les plus chauds aient augmentés au milieu du XXème siècle.

Tableau XIV : La continentalité pluviale « C »									
Mois stations	Périodes	M	J	Jt	A	S	O	Totale (mm)	C
		N	D	J	F	M	A		
Djelfa	1913-1938	13.00	22.00	06.00	10.00	31.00	23.00	105.00	0.580
		34.00	35.00	34.00	28.00	29.00	21.00	181.00	
	1926-1950	37.20	14.50	07.21	12.30	37.10	27.30	135.60	0.700
		29.00	41.50	32.60	28.60	27.80	34.10	193.60	
Tadmit	1926-1950	28.50	23.60	10.40	15.40	27.90	22.10	127.90	1.159
		23.80	24.90	11.30	12.20	14.40	23.70	110.30	
Laghouat	1913-1938	19.00	12.00	05.00	07.00	23.00	17.00	83.00	0.988
		18.00	14.00	12.00	12.00	16.00	12.00	84.00	
	1926-1950	17.00	10.30	04.60	11.70	24.00	18.70	86.30	1.010
		13.10	19.40	11.20	10.50	17.50	13.50	85.20	

2.8.2.3. Les températures

Pour la station de Tadmit les valeurs de températures ne sont mentionnées ni dans le SELTZER (1946) ni dans le DUBIEF (1950). Pour celle de Djelfa ces valeurs ne sont pas mentionnées dans le DUBIEF (1950)

2.8.2.3.1. Les moyennes minimales des températures mensuelles et annuelles « m »

Pour l'ensemble des stations, en général le mois le plus froid est celui de Janvier, avec -0.8°C en moyenne pour Djelfa et 2.3°C à Laghouat pour la première période et 1.9°C pour la deuxième (Tableau XV).

Tableau XV : Moyennes minimales des températures mensuelles et annuelles « m » en $^{\circ}\text{C}$													
Mois Stations	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Années
Djelfa 1913-1938	<u>-0.80</u>	0.10	2.10	04.10	7.80	12.10	15.10	15.00	12.10	7.20	03.5	-0.10	6.50
Laghouat 1913-1938	<u>2.30</u>	3.60	6.50	9.40	13.20	18.10	21.20	20.40	16.80	11.60	5.90	3.10	11.0
Laghouat 1928-1950	<u>1.90</u>	2.90	5.60	8.90	12.60	17.70	20.40	20.10	16.70	11.30	5.60	3.20	10.6

2.8.2.3.2. Les moyennes maximales des températures mensuelles et annuelles « M » :

Le mois le plus chaud pour l'ensemble des stations est le mois de Juillet avec 38.5°C à Djelfa en moyenne, 33°C à Laghouat entre 1913 et 1938 et de 36.6°C en moyenne entre 1926 et 1950 (Tableau XVI).

Tableau XVI : Moyennes maximales des températures mensuelles et annuelles « M » en $^{\circ}\text{C}$.													
Mois stations	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Années
Djelfa 1913-1938	9.30	11.0	14.30	18.70	23.40	28.50	<u>38.50</u>	32.90	27.50	20.10	13.80	9.80	20.20
Laghouat 1913-1938	12.50	15.10	18.40	22.80	26.20	31.80	<u>36.0</u>	35.20	30.0	24.0	16.90	13.0	23.50
Laghouat 1926-1950	13.0	15.40	18.70	23.10	26.70	32.80	<u>36.60</u>	35.60	30.30	24.0	17.60	13.10	23.90

2.8.2.3.3. Les températures moyennes mensuelles et annuelles (M+m)/2

Pour l'ensemble des stations, le mois le plus froid est le mois de Janvier (Tableau XVII). Le maximum des températures moyennes est atteint au mois de Juillet pour toutes les stations et toutes les périodes.

Mois Stations	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Années
Djelfa 1913-1938	<u>4.25</u>	5.55	8.20	11.46	15.60	20.30	<u>24.30</u>	23.95	19.80	13.65	8.85	4.85	13.35
Laghouat 1913-1938	<u>7.40</u>	9.35	12.45	16.00	19.70	24.95	<u>28.60</u>	27.80	23.40	17.80	11.40	8.05	17.24
Laghouat 1926-1950	<u>3.80</u>	5.60	9.00	13.30	17.70	23.00	<u>25.00</u>	24.90	21.60	15.60	9.20	4.10	14.40

2.8.2.3.4. Amplitude thermique

Un écart très important des températures entre le mois le plus chaud et le mois le plus froid caractérise les deux stations, il est de 34.30°C à Djelfa, à Laghouat il atteint 33.70°C pour la première période et 34.70°C pour la deuxième (Tableau XVIII).

Facteurs Stations	Périodes	M	m	M-m
Djelfa	1913-1938	33.50	-0.80	34.30
Laghouat	1913-1938	36.00	2.30	33.70
	1926-1950	36.60	1.90	34.70

2.8.2.3.5. La Continentalité Thermique « K' » :

« K' » est resté inchangé entre les deux périodes pour la station de Laghouat, il est de 32,7869 (Tableau XIX).

Facteurs Stations	Périodes	α (°d'arc)	h (Km)	$\text{Sin}(\alpha+10+9h)$	$A= t_{\max}-t_{\min}$	1.7A	K'
Djelfa	1913-1938	34.41	1.143	0.8161	20.05	34.085	27.7657
Laghouat	1913-1938	33.48	0.767	0.7703	21.20	36.04	32.7869
	1925-1950	33.48	0.767	0.7703	21.20	36.04	32.7869

2.8.2.4. Expressions synthétiques du climat :

2.8.2.4.1. Le Quotient Pluviothermique d'EMBERGER (1936) :

Mois Facteurs	Périodes	M (°K)	M (°K)	$(M+m)/2$ (°K)	M-m (°K)	P (mm)	Q ₂
Djelfa	1913-1938	306.50	272.20	289.35	34.30	308	31.01
Laghouat	1913-1938	309	275.30	292.15	33.70	167	16.96
	1925-1950	309.60	274.90	292.25	34.70	171.50	16.91

Sur le climagramme d'EMBERGER (figure 7), nous constatons que :

- Djelfa se trouve dans l'étage bioclimatique semi-aride variante à Hiver froid.
- Laghouat se place dans l'étage bioclimatique Saharien variante à Hiver frais pour les deux périodes.

Les températures hivernales se sont légèrement refroidies durant la deuxième période pour la station de Laghouat.

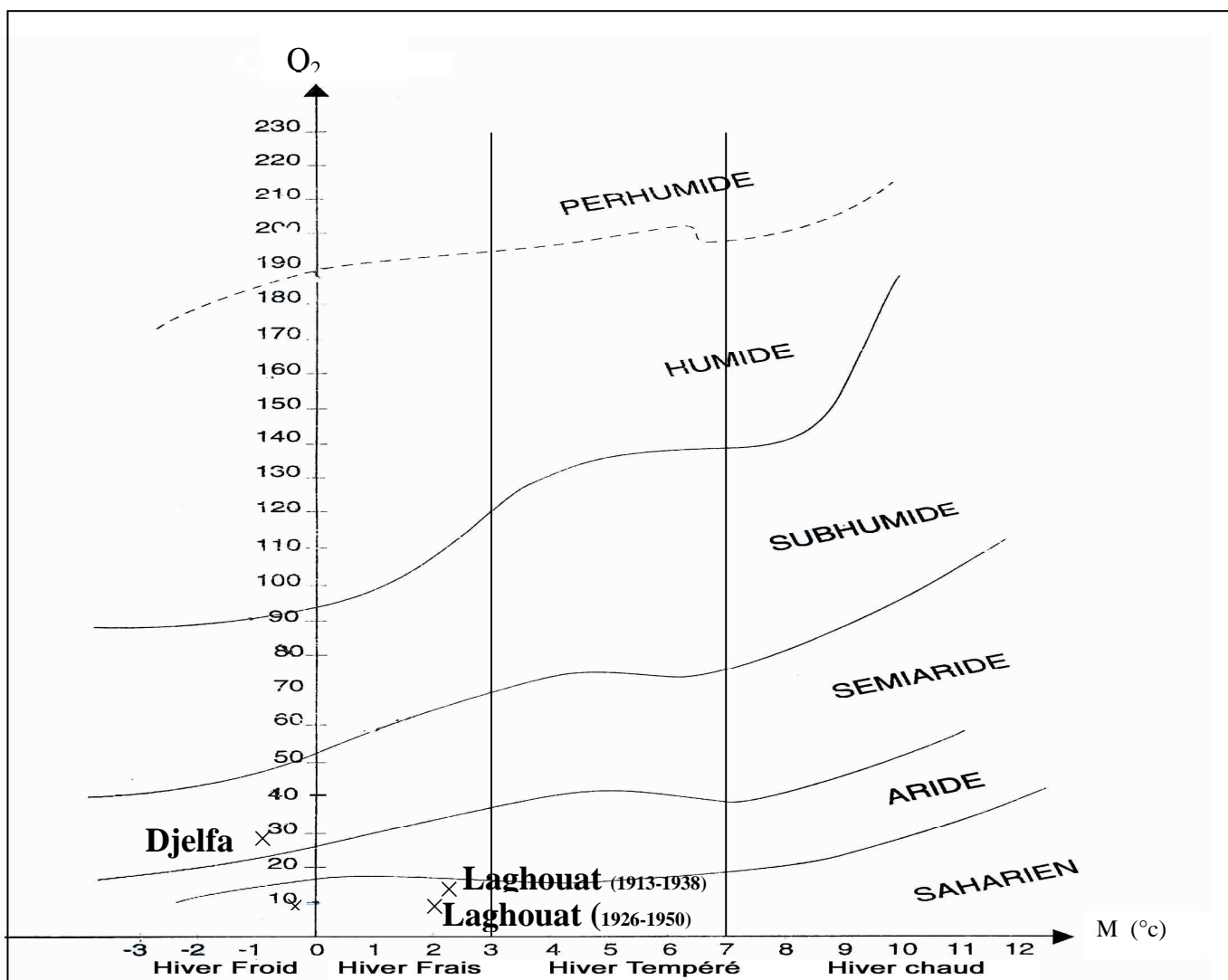


Figure 7 : Climagramme pluviothermique d'EMBERGER (1936)

2.8.2.4.2. Diagrammes Ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN (1953)

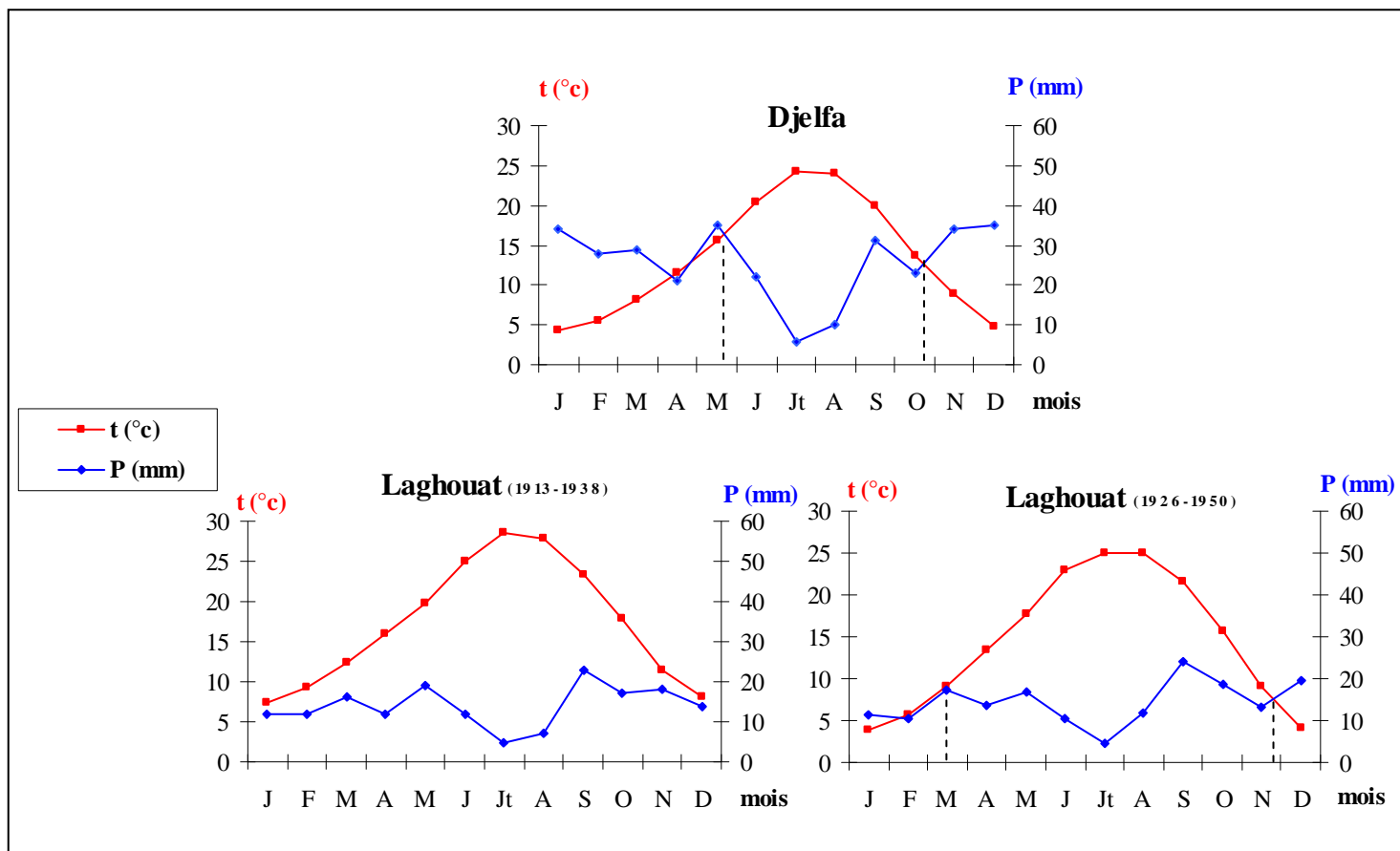


Figure 8 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et

Djelfa : Mi-Mai à Mi-Octobre (5mois)

Laghouat (1913-1938), a connu une période sèche toute l'année.

Laghouat 1926-1950 : mi-février à la fin novembre (9 mois et demi).

Pour la période entre 1926 à 1950, Laghouat a connu une période humide allant de décembre à la mi-février

2.8.2.4.3. Le diagramme des continentalités

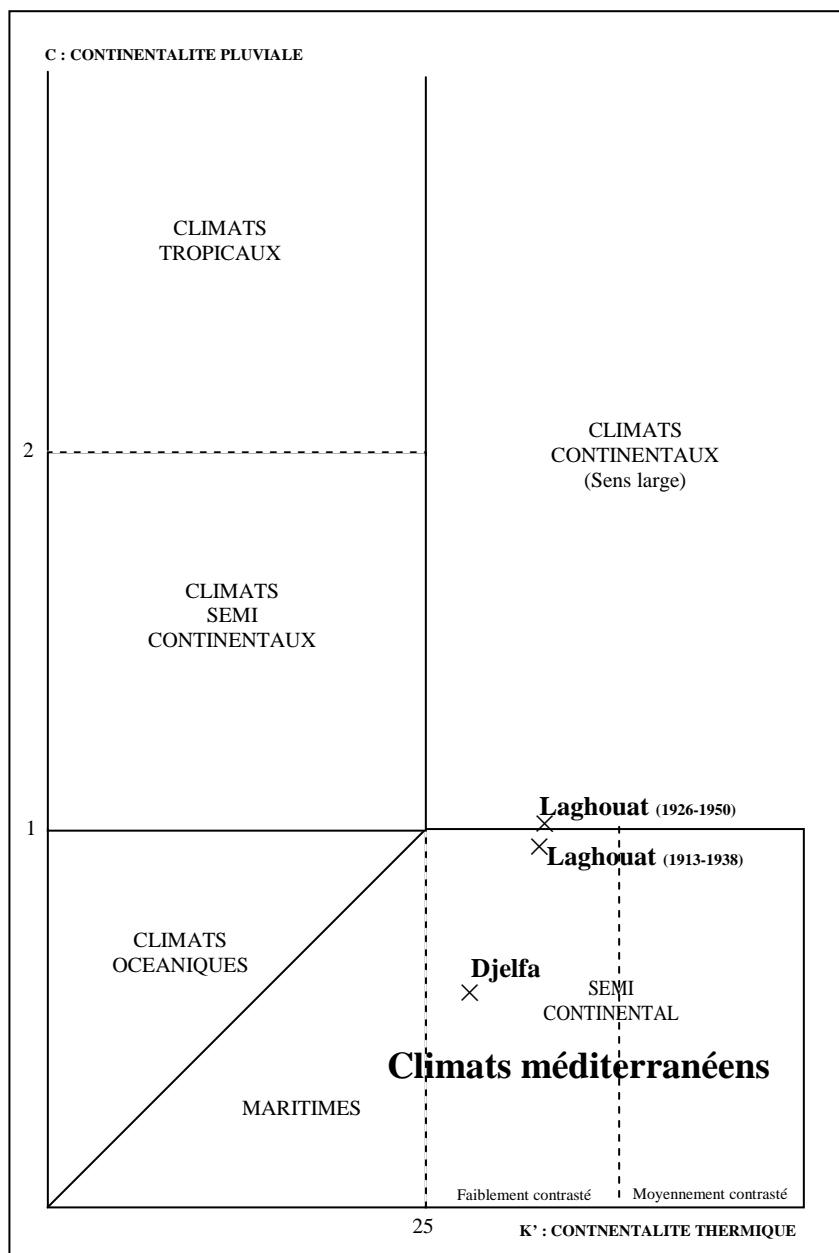


Figure 9 : Diagramme des

A la lecture du diagramme des continentalités, Djelfa, et Laghouat (1913-1938) appartiennent au groupe de climat méditerranéen semi-continental faiblement contrasté.

Pour la deuxième période, Laghouat passe du climat méditerranéen semi-continental vers un climat continental, ceci est dû à la pluviométrie moyenne mensuelle des mois les plus chauds qui a dépassé celle des mois les plus froids.

2.8.3. Tableau synthétique

Tableau XXI : Synthèse des différents paramètres climatiques des Stations de Djelfa, Tadmit et Laghouat pour les périodes 1913-1938, 1926-1950 et 1971-2006

Facteurs	Périodes	SELTZER(1913-1938) 25 ans	DUBIEF(1926-1950) 24ans	O.N.M (1971-2006) 36ans	
Précipitations annuelles (mm/an)		Djelfa : 308	329.20	324.30	
		Tadmit : -	273.90	242.30	
		Laghouat : 167	171.50	165.40	
Régimes saisonniers		Djelfa : HAPE	HPAE	PHAE	
		Tadmit : -	APEH	APHE	
		Laghouat : APHE	APHE	APHE	
Continentalité pluviale		Djelfa : 0.580	0.700	0.730	
		Tadmit : -	1.159	0.930	
		Laghouat : 0.988	1.01	1.068	
Températures (°C) « m »		Djelfa : Janvier : -0.80	-	Janvier -0.002	
		Tadmit : -	-	Janvier 0.72	
		Laghouat : Janvier : 2.30	Janvier : 1.90	Janvier 2.9	
	« M »		Djelfa : Juillet : 38.5	-	Juillet 33.88
			Tadmit : -	-	Juillet 34.60
			Laghouat : Juillet : 36	Juillet : 36.60	Juillet 37.1
Températures moyennes annuelles (°C)		Djelfa : 13.35	-	14,42	
		Tadmit : -	-	15.08	
		Laghouat : 17.24	14.40	18.21	
Amplitude Thermique (A=M-m) (°C)		Djelfa: 34.30	-	33.88	
		Tadmit: -	-	33.88	
		Laghouat: 33.70	34.70	34.42	
Continentalité Thermique « K' »		Djelfa: 27.7657	-	30.0132	
		Tadmit: -	-	30.4140	
		Laghouat: 32.7869	32.7869	33.1736	
Q2 d'EMBERGER		Djelfa: 31.03	-	33.0119	
		Tadmit: -	-	24.6633	
		Laghouat: 16.96	16.91	16.5059	
Période Sèche		Djelfa: Mi-Mai à Mi-October (5mois)	-	Mi-Mais à Mi October (5 mois)	
		Tadmit: -	-	Mi-Mars à Mi Novembre (7mois)	
		Laghouat: Janvier à Décembre (12 mois)	Mi-février à fin Novembre (9 mois et demi)	Janvier à Décembre (12 mois)	
Diagramme de la continentalité		Djelfa: Climat Méditerranéen semi- continental faiblement contrasté	-	Climat méditerranéen semi-continental faiblement contrasté	
		Tadmit: -	-	-	
		Laghouat: Climat Méditerranéen semi-continental faiblement contrasté	Climat continental	Climat continental	
Climagramme d'EMBERGER		Djelfa: étage bioclimatique semi- aride, variante à hiver froid	-	Etage bioclimatique semi- aride, variante à Hiver froid.	
		Tadmit: -	-	Etage bioclimatique aride variante à hiver frais	
		Laghouat: étage bioclimatique Saharien, variante à hiver frais.	Etage bioclimatique Saharien, variante à hiver frais.	Etage bioclimatique Saharien, variante à hiver frais.	

3. L'action anthropique

L'homme aménage et s'approprie des espaces, n'arrête jamais de façonner le milieu pour améliorer son cadre de vie ; avec une démographie sans cesse croissante, les besoins en ressources naturelles ne peuvent évoluer que de manière exponentielle. La principale ressource exploitée par l'homme dans la steppe, est le fourrage naturel du fait de la vocation pastorale de ces terres et cela depuis des siècles.

Afin de vérifier cette expansion dans notre zone d'étude, voici quelques chiffres de l'O.N.S, de la D.P.A.T et du ministère de l'agriculture relatifs à l'activité humaine.

3.1. La démographie

La Wilaya de Djelfa enregistre un accroissement continu dans le nombre de ses habitants (Figure 10). En 1998, plus de 790 000 habitants peuplaient la wilaya pour que, la barre des 1 millions d'habitants soit franchie en 2003.

Cette augmentation est notée pour l'ensemble des communes de la wilaya à l'exception de la commune de Tadmit dont le taux d'accroissement calculé par l'O.N.S entre 1987 et 1998 est de -0,61%. En se basant sur ce taux, l'O.N.S prévoit une démographie de 5 803 habitants en 2008 alors qu'en 1998 ils étaient 6172 personnes à habiter la commune, cette tendance à la baisse (Figure 11) si elle est vérifiée par le prochain recensement général, signifierait qu'un phénomène d'exode rural vers les grandes villes est en train de s'opérer dans la commune de Tadmit.

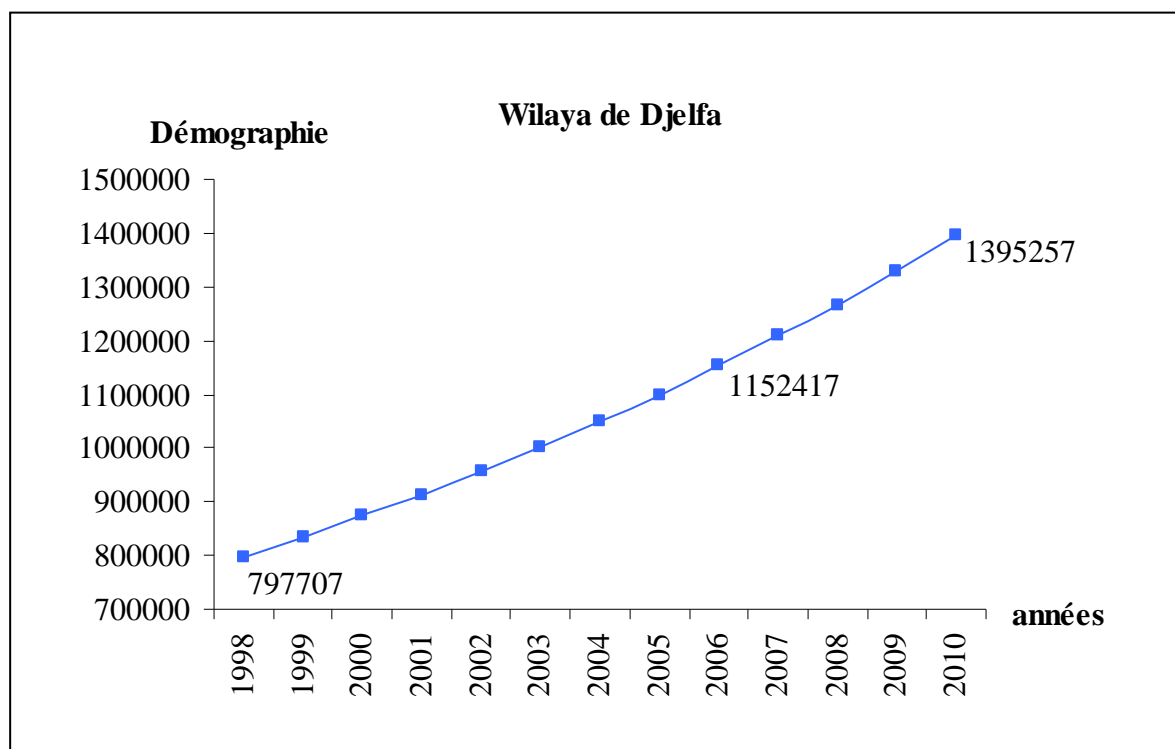


Figure 10 : Evolution de la démographie pour la wilaya de Djelfa

Mais cela ne signifie en aucun cas une diminution de l'activité pastorale dans la commune d'étude.

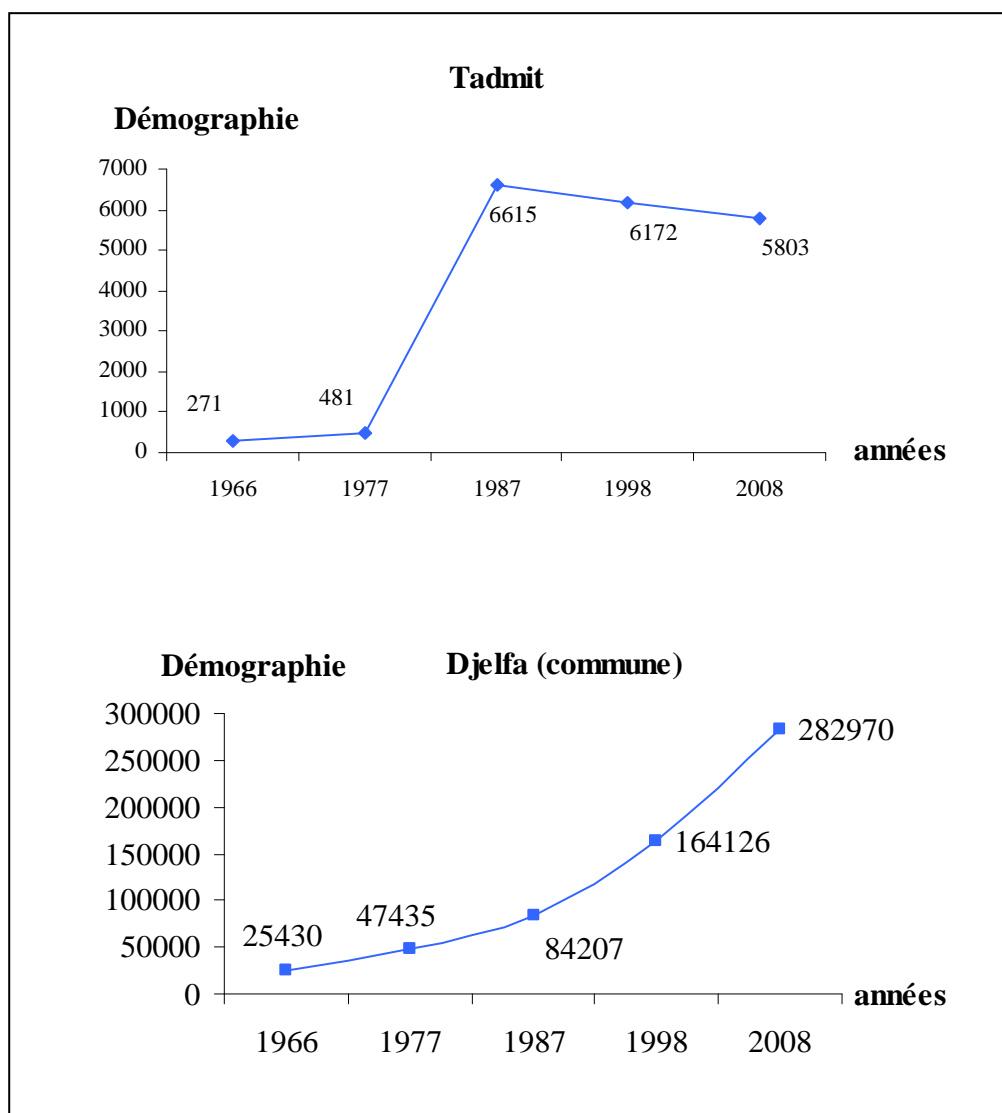


Figure 11 : Evolution de la démographie de la commune de Tadmit et de Djelfa

3.2. Le cheptel de la wilaya de Djelfa

L'effectif de l'ensemble des animaux d'élevage est en nette augmentation dans la wilaya de Djelfa (camelins, bovins, caprins, ovins), parmi ceux-ci les ovins sont ceux dont l'effectif est le plus important dépassant les 2 millions de têtes à ce jour (figure 12), suivi par celui des caprins qui enregistre le taux d'accroissement le plus important de l'ordre de 206% entre 1977 et 2005 (Tableau XXII). Celui des ovins est de 35% pour la même période.

Tableau XXII: Evolution et taux d'accroissement du Cheptel de la wilaya de Djelfa

Années	1977	2000	2005	Taux d'accroissement (1977-2005)
Camelin	/	6 800	8 160	20%
Equin	5 740	/	/	/
Bovin	17 360	27 400	27 000	55%
Caprin	104 330	244 600	319 500	206%
Ovin	1 761 710	2 248 500	2 382 000	35%
Total	1 889 140	2 627 300	2 736 660	44%

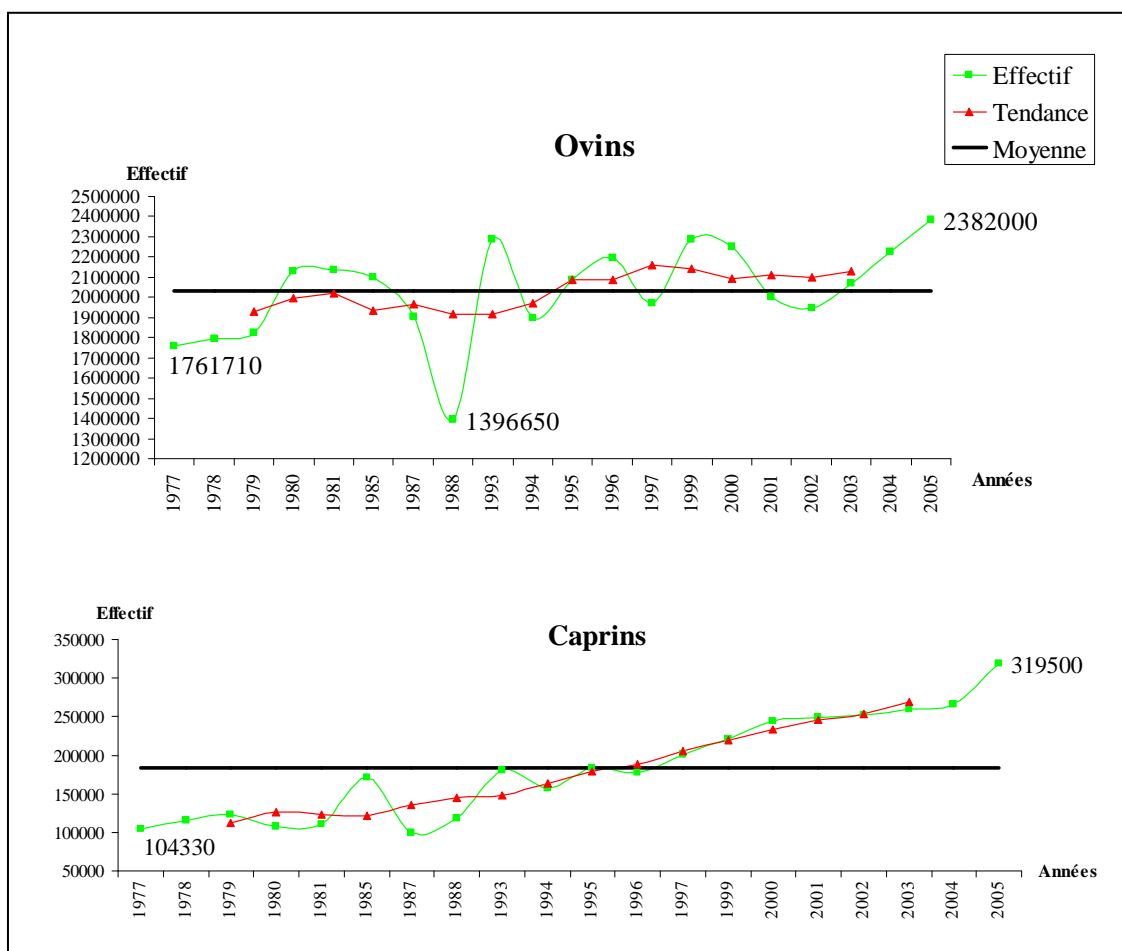


Figure 12 : Evolution de l'effectif ovin et caprin de la Wilaya de Djelfa

Il apparaît nettement que la tendance est à la hausse augmentant avec elle la pression des animaux sur les pâturages de la wilaya.

3.3. L'accès à l'énergie :

Notons qu'en 1977, la ville de Tadmit n'était pas encore une commune mais elle faisait partie de la commune de Aïn El Ibel.

En 1977 aucun ménage sur les 1 159 de la commune n'était branché sur le réseau de gaz de ville car à cette date, le réseau n'atteignait pas encore ces régions (Tableau XXIII). 83%¹ des ménages de Aïn-El-Ibel avaient pour source de chauffage le gaz en bouteilles et 17% en étaient privés.

Tableau XXIII : Ménages de Aïn-El-Ibel possédant une source de gaz en 1977

Facteurs Commune	Gaz de Ville		Gaz de Bouteilles		Pas de Gaz		Total	%
	Valeurs absolues	%	Valeurs absolues	%	Valeurs absolues	%		
Aïn-El-Ibel	0	0	967	83	192	17	1159	100

¹ Source : l'O.N.S

Aujourd'hui la commune de Tadmit n'est toujours pas raccordée au réseau de gaz de ville et le gaz en bouteille reste le principal moyen de cuisson (D.P.A.T, 2004).

Plus de la moitié des ménages de la commune de Aïne El Ibel étaient privés d'électricité en 1977 soit, 65% (Tableau XXIV). En 1996² seulement 15,61% des ménages de la commune de Tadmit sont branchés au réseau d'électricité, en 2003, 727 foyers sur 932 de la commune de Tadmit ont été raccordés au réseau d'électrification soit, 77% des ménages.

Tableau XXIV : Ménages possédant ou non une source d'électricité en 1977

Facteurs Commune	Ménages avec électricité		Ménages sans électricité		Total	%
	Valeurs absolues	%	Valeurs absolues	%		
Aïn-El-Ibel					1159	100
	403	35	756	65		

Ceci donne une idée de la pression subie par les espèces ligneuses due à l'arrachage de bois pour le chauffage et à la cuisson dans les années 1970 jusqu'à tout récemment. En effet les autorités semblent avoir un regain d'attention envers les milieux ruraux de la wilaya de Djelfa dont le taux d'électrification a fait un bond très appréciable à l'exemple de la commune de Oum ladham, qui avait un taux nul d'électrification en 1996 pour atteindre en 2003 un taux de 70% (D.P.A.T 2004). Notons aussi l'introduction des cellules photovoltaïques dont beaucoup de nomades ont bénéficié.

3.4. Répartition de l'emploi par secteur d'activités :

La commune de Tadmit était incontestablement une ville à vocation agricole (agriculture et élevage) avec 54% de la population active de 1977 qui la pratiquait (Figure 13).

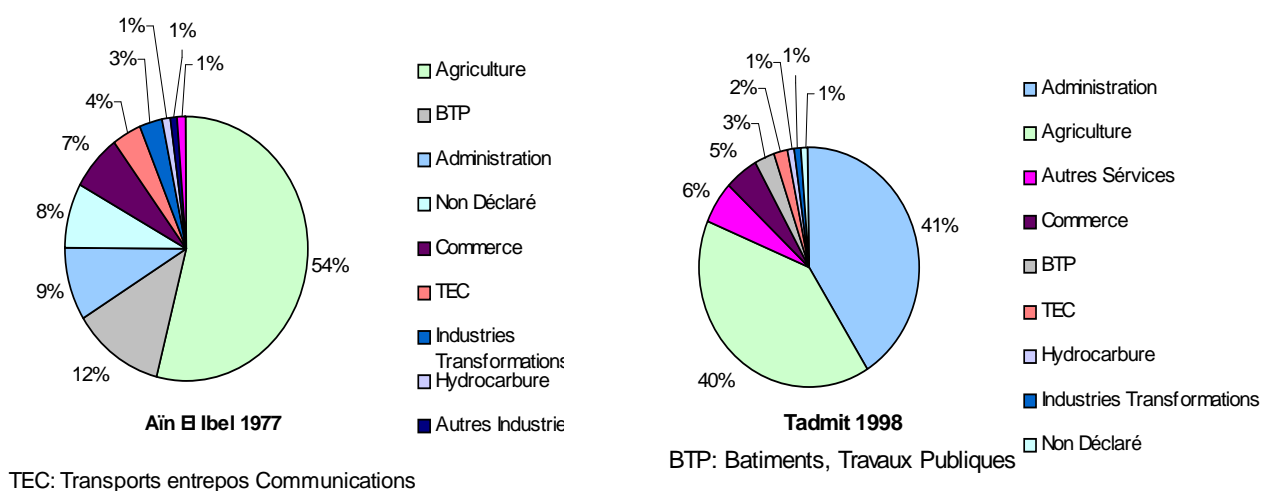


Figure 13 : Evolution de l'emploi par secteur d'activité dans la commune de Tadmit

² Source : D.P.A.T ; Département de la planification et de l'aménagement du territoire.

En 1998 un changement très significatif s'est opéré dans le domaine de l'emploi. La commune de Tadmit enregistre une baisse de 14 points pour l'agriculture qui occupe la seconde position derrière l'administration qui progresse de 32 points ; cette tendance est quasiment générale dans la wilaya de Djelfa. En 1998, 33% de la population active travaillait dans le domaine de l'agriculture et 30% dans l'administration, alors qu'en 1977, 15% de la population active de la wilaya travaillait dans l'administration et 39% étaient dans l'agriculture.

L'aspect qui nous intéresse dans l'analyse de ces chiffres est la pratique du nomadisme dans la wilaya de Djelfa tant nécessaire et indispensable pour la régénération de la végétation car, c'est la seule pratique qui soit en parfaite adéquation avec le milieu steppique. Si à l'avenir le nomadisme est de moins en moins pratiqué, les conséquences sur la végétation seraient désastreuses. Aujourd'hui seul 9,30% de la population de la wilaya sont des nomades (D.P.A.T, 1996).

Si au XIX ème siècle tous les éleveurs des hautes plaines steppiques étaient des nomades, nous assistons aujourd'hui à l'émergence d'une nouvelle catégorie d'éleveurs ; celle des éleveurs sédentaires, qui occupent en ville une activité professionnelle et louent les services d'un berger qui leur fait paître leurs animaux le plus souvent en bordure de la ville. Ce phénomène est récent mais il prend ses racines tout comme la céréaliculture intensive en steppe, à la période coloniale où la France cherchait à dominer les autochtones par divers moyens militaires et juridiques ; le résultat fut un affaiblissement des tribus nomades, la mobilité géographique cède la place à une contraignante sédentarisation dans un espace de plus en plus réduit (ABDELHAMID, 1980).

La chronologie des faits qui ont mené à la sédentarisation des nomades se résume dans les faits suivants :

La cellule de base d'une tribu est la famille. Plusieurs familles apparentées se réunissent en « Mechta » et forment une famille élargie, plusieurs Mechtas se réunissent en « Ferka » fraction, plusieurs ferka se réunissent en « arch » tribu, l'unité territoriale d'une tribu est perçue à l'échelle régionale. L'accès à la terre est collectif et en aucun cas individuel car toute personne faisant partie de la tribu peut en jouir. Dans une tribu de plusieurs centaines d'individus, la cohésion est maintenue par les rapports d'autorité qui reviennent au doyen de chaque unité hiérarchique de la tribu que l'on nome le « Kbir ». Le chef patriarcale d'une famille a autorité sur sa famille, les doyens d'une mechta ont autorité sur celle-la et ainsi de suite jusqu'aux doyens de la tribu. Ces rapports d'autorité définissent les rapports sociaux entre les membres du groupe. Au moment des travaux (pacage, migration et gestion des troupeaux) le chef de famille trace les directives et les plus jeunes les exécutent ; mais ces rapports peuvent ébranler par moment l'équilibre de la tribu car l'intégration de l'individu ne résulte pas de son propre arbitre mais il y est soumis, en plus de cela, plus l'individu est dépendant économiquement du groupe plus il doit se soumettre à celui-ci ; à contrario plus il se suffit économiquement plus il peut s'y soustraire, car un troupeau de grande taille réalise le prestige social et constitue une marge de sécurité dans une société où le mouton est considéré comme monnaie d'échange et où l'économie est basée sur l'échange (COTE 1974 ; ABDELHAMID, 1980).

La structure économique se limite à la réalisation de l'autosubsistance, pour atteindre ce but les éleveurs sont en perpétuelle recherche de complémentarité entre la pratique de l'élevage et le milieu hostile des hautes plaines steppiques. Cette complémentarité se traduit par la pratique du nomadisme caractérisé par une mobilité perpétuelle des éleveurs avec leurs familles à la recherche de pâturages, et la transhumance qui est un mouvement saisonnier entre le nord et le sud (COTE 1974). A la mauvaise saison, les éleveurs et le troupeau migrent

vers les terres de chaumes du nord ; les éleveurs louent aux propriétaires le droit de pacage de leurs bêtes soit, en participant aux travaux de récoltes soit en payant en moutons, ce type d'association se conclut par voie orale. D'autres rapports d'association s'opèrent de différentes manières et à tous les niveaux hiérarchiques ; par exemple entre deux éleveurs qui s'associent pour la recherche de pâturages et se partagent le croit. Les rapports d'entraides dans ces milieux se traduisent par la pratique de la « Tu iza » qui consiste à assister un malade, une veuve ou un membre en difficulté, jusqu'à ce qu'il se rétablisse. Lorsque le membre en difficulté ne l'est plus, on égorge un mouton pour préparer un repas fastueux pour les participants de la « Tu iza ».

L'Empire français qui cherchait la domination absolue sur l'ensemble du territoire algérien, envoya des anthropologues pour côtoyer et étudier les tribus nomades, à la date du 22 Avril 1863 la France lance les travaux du Senatus Consult pour répertorier et étudier les tribus nomades (BENSEGHIR, 2003), elle avait aussi pour but de délimiter le territoire de chaque tribu. Les travaux se sont interrompus en 1956 date à laquelle 785 tribus ont été étudiées sur un total de 793 (BOYER, 1960).

Cet affrontement a fait perdre aux tribus leur cohésion et leurs pratiques séculaires, l'économie traditionnelle des tribus basée sur l'échange et la réalisation de l'autosuffisance se voit confrontée à l'économie moderne de la France qui exploitait à grande échelle les produits de la terre des hautes plaines steppiques après avoir dépossédé les tribus. Ils créent des concessions en faveur des colons pour l'exploitation de ces terres ; ces derniers introduisent des engins motorisés pour l'arrachage à grande échelle de l'alfa de l'armoise blanche, du spart, du thym...etc, produits très demandés en occident au moment des deux guerres mondiales. Après défrichage les colons labouraient avec des tracteurs les terres pour pratiquer la céréaliculture, une pratique qui allait finir par avoir raison de la mince couche arable qui caractérise ces terres car le labour rend la terre friable à la merci de l'érosion hydrique et éolienne les rendant ainsi stériles. Sur ces terres les tribus se voient limiter le droit de pacage par une autorisation spéciale dont tout contrevenant se verra sanctionné pour délit de pacage ABDELHAMID (1980). Aussi la division des tribus a été initiée en introduisant dans l'esprit des tribus la notion de propriété individuelle de la terre, notion qui n'existait pas dans l'esprit tribal et ceci à travers la loi du 22 avril 1863 qui déclarait dans un premier temps les tribus propriétaires des territoires dont elles avaient la jouissance permanente et traditionnelle à quelque titre que se soit, en constituant dans un deuxième temps au profit des intéressés une propriété individuelle exempte de contestation (BOYER 1960). Ainsi, dépossédées, affaiblies par les affrontements armés, divisées par les conflits internes, les traditions s'estompent, le lien au sein des familles élargies se voit distendu, l'initiative individuelle prend le pas sur l'avis collectif, ne laissant le choix au tribus que de errer dans cette immense espace, où de se sédentariser et travailler pour le compte des colons dans ce qui était jadis leurs terres.

A l'indépendance de l'Algérie, des réformes concrètes et efficaces tardant à venir, obligent les anciens nomades sédentarisés à le rester, la pratique de la céréaliculture intensive héritée des colons a perduré, et ceux qui sont restés nomades ont fini par se sédentariser à leur tour. Ces nouveaux sédentaires vont occuper divers emplois en ville dont l'administration suscite un regain d'intérêt. Le niveau de vie de ces fonctionnaires étant bas, ces derniers investissent dans l'élevage de quelques moutons et de quelques chèvres qu'ils confient le plus souvent à des enfants non scolarisés tout en exerçant leurs fonctions en ville pour gagner correctement leur vie. Cette nouvelle façon de pratiquer l'élevage en Algérie ne peut être intéressante ni sur le plan social, ni pour la protection du tapis végétal et encore moins pour l'économie nationale.

4. Conclusion :

La première constatation effectuée à la lumière de l'étude climatique est, l'irrégularité du climat dans les stations étudiées, cette irrégularité est perçue à travers les facteurs climatiques suivants :

- L'irrégularité des précipitations interannuelles dans l'ensemble des stations étudiées avec une succession de périodes sèches et de périodes humides.
- L'irrégularité des régimes saisonniers entre les différentes périodes d'étude pour les stations de Djelfa et Tadmit.
- Un léger réchauffement de la température moyenne minimale pour le mois le plus froid de la station de Djelfa qui passe de -0.8 au début du XX^{ème} siècle à -0.002 °C à la fin du siècle. La cause de ce léger réchauffement est toujours attribué à l'irrégularité du climat méditerranéen et non à un réchauffement climatique car, dans notre précédente étude (BENSEGHIR, 2003) où les données climatiques arrivaient jusqu'en 2000, le (m) était positif (0.1°C) attribuant à la station le passage à une variante hivernale fraîche. Avec l'actualisation des données jusqu'en 2006 le (m) redevient négatif et le retour à une variante hivernale froide. Nous remarquons bien que le (m) fluctue.
- Une différence significative de la continentalité pluviale pour la station de Djelfa entre les deux premières périodes et la station de Tadmit pour les deux dernières périodes d'étude.
- le raccourcissement de la période sèche pour la station de Laghouat qui passe de 12 mois à 9 mois entre le début et le milieu du XX^{ème} siècle pour qu'à la fin du XX^{ème} siècle la période sèche dure de nouveau 12 mois.

Le seul phénomène d'augmentation continu des températures est observé dans la station de Laghouat pour le (M) seulement de façon régulière entre les trois périodes d'études, alors que le (m) et (T_{moy}) fluctuent.

Dans le cadre de notre recherche qui consiste en l'étude de l'impact de la sécheresse sur la végétation de la station de Tadmit, les précipitations annuelles dans cette station ne semblent pas obéir à une tendance régressive, car il n'y a pas de différence de précipitations moyennes annuelles et cela depuis 129ans.

En ce qui concerne les activités de l'homme, nous venons de constater une augmentation très importante du cheptel de la wilaya de Djelfa qui aura pour conséquence l'augmentation de la pression anthropozoiq sur la végétation des parcours de la wilaya. Aussi un changement progressif est remarqué dans la nature des relations entre l'éleveur et son milieu, qui autrefois était des relations de complémentarité. Grâce au déplacement perpétuel du troupeau sur les parcours, la végétation avait le temps de se régénérer, les animaux disséminaient des excréments, brisaient la pellicule de glaçage, et la croissance de la végétation était stimulée (BELSKY, 1986 ; PEREZ-TREJO, 1994 ; DODD, 1994 ; *in* SLIMANI, 1998). Aujourd'hui il est clair que la pratique du nomadisme si on la compare à la période avant la colonisation est de moins en moins pratiquée par les éleveurs de la steppe.

Il apparaît ainsi très clairement que si il y a un facteur dont l'impact sur la végétation de la station de Tadmit soit le plus marqué que n'importe quel autre facteur, c'est bien celui de l'action anthropique qui domine bien avant celui du climat (précipitations annuelles).

Chapitre II

Matériels et Méthodes

1. L'échantillonnage

Dans la station d'étude nous avons réalisé des relevés phytoécologiques types, des relevés linéaires et des relevés pédologiques. Des échantillons de sols ont été prélevés et analysés au laboratoire.

1.1. Le relevé phytoécologique

50 relevés phytoécologiques types ont été effectués dans la station de Tadmit. Les facteurs écologiques renseignés dans ces relevés sont les suivants :

Date

Coordonnées géographiques

Altitude (m)

Topographie

Géomorphologie

Pente (%)

Exposition

Accident climatique

Eléments de la surface du sol (%) :

-Recouvrement de la végétation

-Sol nu

-Pellicule de glaçage

-Voile éolien

-Litière

-Eléments grossiers

-Affleurement de la roche mère

-Efflorescences salines.

Physionomie de la formation végétale.

Première espèce dominante.

Deuxième espèce dominante.

Troisième espèce dominante.

Quatrième espèce dominante.

Action anthropozoïque

La liste floristique :

Les espèces ont été séchées et conservées dans du journal puis ramenées au laboratoire. La détermination a été effectuée en consultant la flore de Maire, la nouvelle flore de l'Algérie de Quezel et Santa (1962,1963) et la flore du Sahara d'Ozenda (1977). Un certain nombre d'espèces ont été vérifiées au niveau de l'herbier de l'Institut National d'Agronomie d'El-Harrach.

L'aire minimale adoptée pour réaliser nos relevés phytoécologiques est de 64m^2 .

1.2. Le relevé linéaire

Nous avons réalisé 31 relevés linéaires types de 20 m de long, d'une maille de 20 cm et 100 points par ligne.

1.3. Le facteur édaphique

1.3.1. Le relevé pédologique

33 relevés pédologiques ont été effectués dans la station d'étude. Les éléments renseignés pour chaque horizon sont les suivants :

Profondeur de l'horizon (cm)

Pourcentage en éléments grossiers :

- Cailloux.
- Graviers.
- Gravillons.

La couleur.

La structure.

La consistance.

La porosité.

Les nodosités.

Les encroûtements.

Racines.

Activité biologique.

Présence ou absence de la dalle calcaire.

1.3.2. Les analyses de sols

62 échantillons de sol ont été tamisés à 2 mm de diamètre. Les analyses physico-chimiques effectuées sur la fraction fine sont:

La granulométrie :

Pf_{4,2}

Pf_{3,0}

Le complexe absorbant

Le phosphore assimilable

La conductivité

Le carbone

L'azote

Le pH du sol :

-L'acidité actuelle.

-l'acidité d'échange (KCl).

Le calcaire total

Le calcaire actif

2. La carte d'occupation des sols

L'élaboration de la carte d'occupation des terres s'est avérée très utile car elle nous a permis de compléter l'étude diachronique en étudiant l'évolution de la physionomie de la végétation dans la station de Tadmit ; cela implique le respecter certaines caractéristiques de la carte de 1989, telles que l'échelle cartographique, la surface de la station cartographiée, ou encore le choix de la projection.

L'utilisation de photographies aériennes au 1/20 000 de l'I.N.C.T (campagne 2000/2001) ne le permettait pas car elles étaient de mauvaise qualité ; les nuances de gris n'étaient pas évidentes et la texture était uniforme. Sans ces deux critères photogramétriques il était impossible de dresser la carte des zones isophènes.

Aussi, la carte de 1989 qui était dépourvue de projection rendant celle-ci inutilisable par un S.I.G, aurait pu compromettre le travail. Nous avons donc fait usage de logiciels de traitement des images qui permettent de doter une image d'une projection, à partir d'une autre carte de référence (topographique) qui en est dotée.

Ces deux problèmes ont pu être surmonté grâce à l'acquisition d'une image satellitaire, qui allait devenir le document de base pour la photointerprétation et la réalisation de la nouvelle carte.

2.1. Définitions de base

Avant de commencer l'explication de notre méthode de travail, il serait utile d'effectuer un tour d'horizon de quelques définitions de base.

2.1.1. La cartographie

Du latin « *charta* » (papier) et du grec « *graphein* » (écrire ou décrire) (CUENIN, 1972).

Le bulletin du comité français de cartographie (1965) (*in, LONG, 1974*) définit la cartographie comme étant : « l'ensemble des études et des opérations scientifiques et techniques intervenant dans l'établissement des cartes ou des plans à partir des résultats d'observations directes ou de l'exploitation d'une documentation préexistante ».

Une autre définition de Didier POIDEVIN (1999), qui nous est parue très séduisante et que nous avons repris en intégralité, du fait de sa pertinence. L'énoncé est comme suit :

« La cartographie a pour but la représentation de la Terre ou d'une autre planète sous une forme géométrique et graphique, grâce à la conception, la préparation et la réalisation de cartes. La cartographie est à la fois, une science, un art, et une technique. C'est une science, car ses bases sont mathématiques, notamment en ce qui concerne la détermination de la forme et des dimensions de la Terre, puis le report de la surface courbe de la Terre sur un plan (la carte) grâce au système de projections, et enfin l'établissement d'un canevas planimétrique et altimétrique. L'enjeu est la précision et la fiabilité de la carte. C'est un art, car en tant que mode d'expression graphique, la carte doit présenter des qualités de forme (esthétique et didactique grâce à la clarté du trait, à son expressivité et sa lisibilité) afin d'exploiter au mieux les capacités visuelles du lecteur. Cela exige de la part du concepteur et du réalisateur, des choix dans la représentation. C'est enfin une technique, car elle nécessite d'amont en aval, l'emploi d'instruments et de techniques dont les progrès ont bouleversé toute la filière de la cartographie (photographies aériennes, satellites, ordinateurs, impression et diffusion, etc.).»

2.1.2. Carte thématique

Une carte thématique désigne « toute carte non exclusivement topographique représentant, sur un fond repère (topographique, hydrique, chorographique) des phénomènes localisables de toute nature, qualitatifs ou quantitatifs » (MALLET, 1965, *in LONG, 1974* ; U.N.E.S.C.O, 1973 ; WEGER, 1999). Une carte de végétation est une carte thématique.

2.1.3. Carte de végétation

« La cartographie phytogéographique a pour objet la présentation de la distribution géographique des végétaux, phénomène qualitatif et discontinu. Le nombre des espèces végétales, leurs variétés, leurs imbrications rendent nécessaire la définition de groupements végétaux, associations d'espèces vivant en symbiose et dépendant des conditions écologiques. » (CUENIN, 1972). H. GAUSSEN (*in* LONG (1974) a posé les premiers principes de la cartographie de végétation en dictant ses méthodes. Celle-ci avait pour principe d'attribuer aux couleurs une signification en rapport avec les facteurs du milieu afin de rendre la carte plus informative.

2.1.4. Les documents de base

2.1.4.1. Les cartes topographiques

Très importantes car d'une part, elles renseignent sur une multitude de détails de la surface de la terre (Altitude, réseau hydrographique, réseau routier, réseau ferroviaire, toponymie etc.) en les situant de façon très précise dans un datum³. D'autre part, la carte topographique constitue, le fond repère de toute carte thématique, qui permet de localiser l'information écologique dans le paysage général de la région. La carte topographique permet également d'alimenter la carte de végétation en information topographique.

À titre d'exemple :

- Si l'on cherche à restituer le réseau hydrographique sur la carte de végétation, on se réfère soit à une carte topographique, soit à une carte du réseau hydrographique.
- Si l'on cherche à effectuer une carte des étages de végétation, il nous sera indispensable pour délimiter les tranches altitudinales, de consulter encore une fois, soit une carte topographique soit une carte hypsométrique.
- Si l'on cherche à localiser ou encore à doter notre carte d'une projection, cela ne peut se faire de manière précise qu'avec une carte topographique, que l'on travaille manuellement ou avec un S.I.G. Ou mieux encore grâce à une image satellitaire numérique et géoréférencée.

La condition à respecter pour pouvoir transférer une information cartographiée d'une carte vers une autre, est qu'il faut que ces deux dernières soient à la même échelle. (Ceci si l'on travaille de façon manuelle). Si le thématicien travaille avec un S.I.G, il pourra s'affranchir des différences d'échelle mais à une certaine limite bien-sûr, car si les deux cartes ont une différence d'échelle trop importante, il risque d'y avoir une information peu détaillée sur la nouvelle carte, si son échelle est trop grande par rapport à la carte de référence. Et inversement, il risque d'avoir une information trop détaillée pour un même thème donné à représenter dans une carte qui ne peut les contenir toutes, si la nouvelle carte possède une échelle trop petite par rapport à la carte de référence, et de ce fait la carte perdra de sa qualité esthétique au risque de devenir illisible.

Afin de se prémunir de ce genre de désagrément, nous avons acheté toutes les cartes topographiques et à toutes les échelles disponibles dans le fond cartographique de l'Institut

³ Datum : système de projection.

National de Cartographie et de Télédétection (I.N.C.T)⁴, soit : la feuille de Tadmit et de Aïn el Ibel au cinquante-millième, et la feuille de Aïn el Ibel au un millionième.

2.1.4.2. La photographie aérienne

Nous avons renoncé à travailler sur des photographies aériennes. À cause de leur mauvaise qualité. Celles-ci ne permettaient pas de discriminer les nuances de gris et la texture de la surface du sol. Ceci donnait l'impression d'une homogénéité des informations, et de ce fait déterminer des zones isophène sur ces documents, devenait très hasardeux. (Cela est dû bien entendu à l'organisme qui les commercialise et non pas aux caractéristiques propres de la photographie aérienne, qui permettent d'effectuer un bon travail d'interprétation lorsque celles-ci sont aux normes).

A titre d'information la photointerprétation s'effectue selon les critères photogrammétriques suivants : (d'après LONG, 1974)

- Le ton : variation des divers gris, entre blanc et noir, sur les documents panchromatiques ou infra rouges blanc/noir.
- La teinte : variation des divers teintes ou couleurs sur les images couleurs ou fausses couleurs (images satellites).
- Forme des images : Modes dominants (géométrique, physionomique, mix Types rectangles, carrés, auréoles, à contours diffus ou sinueux etc.) ;
- Texture : type de ponctuation ou de granulométrie.
- Structure : mode d'agencement des grains, des signes des taches (régulières, irrégulières, ordonnées, linéaires...)
« Elle caractérise les phénomènes de surface comme des linéaments, des fractures ou des phénomènes dus à des interventions humaines, comme le parcellaire dans les zones agricoles. (CALOZ et COLLET, 2001)».
- Tailles et dimensions des grains, des signes, et des taches.
- Orientation des grains des signes, des taches et de leurs agrégats.
- Répétition ou récurrence des critères précédents.
- Critères stéréoscopiques. (LONG, 1974).
- Critères environnementaux : (CALOZ et COLLET, 2001).
- Ombre portée : (CALOZ et COLLET, 2001 ; JANODET et BLASCO, 1993). Ce critère est important lorsqu'on travaille sur une formation ligneuse d'une certaine hauteur.

Parmi ce panel de critères photogramétriques le thématicien aura à choisir d'une part, ceux qui lui semblerait dégager le plus d'informations par rapport au thème cartographié, d'autre part ceux qui dégageraient des informations complémentaires entre-eux.

Nous avons fait le choix de quatre critères photogrammétriques, soit : la texture, les critères environnementaux, segments de droite et linéaments et la teinte.

L'étape qui suit consiste à dessiner la carte des zones isophènes pour chaque critère choisi sans oublier de doter chaque critère de classes de critères. A titre d'exemple on peut doter le critère texture de trois classes (fine, moyenne, grossière).

⁴ Palais des expositions, Pin maritime, Alger.

A chaque zone dessinée lui sera octroyé un code correspondant à la classe de critère à laquelle il appartient.

Pour le travail de terrain, le thématique choisira de travailler soit sur chaque carte de zones isophènes séparément pour déterminer l'information dégagée par chaque classe de critère, ou alors de les superposer au préalable. Au lieu de travailler sur plusieurs cartes, cette superposition lui permettra de travailler sur une seule carte qui regroupe le découpage isophène dégagé par chaque critère photogramétrique.

De retour au laboratoire nous pourrons effectuer le remplissage de la carte des zones isophènes avec toutes les informations relatives au thème étudié, s'agissant pour notre part de renseigner chaque zone des quatre premières espèces dominantes.

2.1.4.3. L'image satellitaire

2.1.4.3.1. Principe du satellite

Dans le domaine civil et de la recherche scientifique, il existe deux types de satellites :

- Les satellites géostationnaires ou géosynchrones: nommés ainsi car ils décrivent une orbite géostationnaire. Le satellite se situe toujours au zénith du même point sur l'équateur terrestre. Le plan orbital est donc confondu avec le plan équatorial et l'orbite est circulaire (GIRARD et GIRARD, 1999). La vitesse angulaire du satellite est la même que celle de la terre. Ceci permet d'effectuer des mesures constantes d'un même point de la surface du globe, exemple : METEOSAT (France), GEOS (Geostationary Operational Environmental Satellites, U.S.A).
- Les satellites à défilement ou héliosynchrones : dits pour les satellites dont l'orbite passe toujours à la même heure solaire locale en un même point de la terre (GIRARD et GIRARD, 1999). Ces satellites voient défiler sous leur regard successivement toutes les lignes de la planète (HIRCHE, 1995). Leur orbite autour de la terre effectue un tracé qui joint les deux pôles terrestres. C'est la composition des deux mouvements perpendiculaires l'un à l'autre (orbite du satellite et rotation de la terre) qui permet aux satellites héliosynchrones de couvrir l'ensemble de la surface de la terre, à l'exception des deux pôles pour cause de l'inclinaison de l'orbite héliosynchrone de plus de 90°, Exemple : LANDSAT 1 à 5 (U.S.A), SPOT (France).

Dans ces satellites sont embarqués un certain nombre de capteurs. Le résultat final est une image reconstituée et non pas une photographie (POIDEVIN, 1999), car les capteurs enregistrent sous forme électrique les rayonnements électromagnétiques réfléchies par les objets (la source du rayonnement est le soleil) se trouvant à la surface du sol que l'on appelle « luminance spectrale », ou encore « signature spectrale » ; ces capteurs peuvent enregistrer des rayonnements allant du visible jusqu'aux ondes thermiques et radar en passant par le proche infrarouge, le moyen infrarouge et l'infrarouge. Chaque signal électrique sera codé en chiffres de 0 à 255 (chaque chiffre correspondant à un rayonnement) et par la suite transmis à une station de réception. Ces chiffres seront stockés sur une bande magnétique sous forme d'images matricielles. Pour reconstituer l'image il faudra décrypter la matrice et ceci par diverses méthodes et logiciels de traitement des données satellitaires. A cette image lui sera octroyée une composition colorée dite « fausse couleur ». Chaque canal lui sera attribué une des trois couleurs primaires (Rouge, Vert, Bleu), le thématique pourra travailler avec l'un des canaux ou en les combinant selon le thème étudiée. Avec 256 niveaux de teintes pour chaque couleur, on arrive à recomposer 16 777 216 couleurs différentes sur l'écran (GIRARD et

GIRARD, 1999), mais l'œil humain ne peut les distinguer toutes. Si l'on se limite à 16 niveaux pour chaque couleur, on arrive à restituer 4 096 couleurs, ce qui est déjà beaucoup si l'on désire que l'œil puisse les distinguer (GIRARD et GIRARD, 1999).

2.1.4.3.2. La résolution d'un satellite

Pour les satellites on distingue deux types :

2.1.4.3.2.1. La résolution spatiale

Les capteurs d'un satellite reçoivent le rayonnement, non pas réfléchi par chaque objet séparément se trouvant à la surface de la terre, mais d'un groupe d'objets se trouvant sur une surface déterminée. C'est cette plus petite surface reprise sur chaque pixel de l'image finale qui détermine la résolution géométrique d'un satellite. Cela veut dire en clair, que pour un satellite dont la résolution est de 10 mètre tel que SPOT, chaque pixel contiendra des informations relatives au rayonnement réfléchi par un ensemble d'objets se trouvant dans une surface de 100 mètre carré (10m × 10m).

Notre image satellite est issue du satellite LANDSAT 5, dont la résolution est de 30 mètres.

2.1.4.3.2.2. La résolution spectrale

C'est celle qui permet à un capteur de distinguer plusieurs rayonnements réfléchis par plusieurs objets à la surface de la terre dans un même pixel. Plus la résolution spectrale d'un satellite est fine plus on pourra distinguer des nuances de teintes (correspondant à des objets différents ou à des différents composants d'un même objet) dans un même pixel.

2.1.4.3.3. Les canaux

Les satellites peuvent enregistrer les rayonnements réfléchis par des objets dans différents canaux. Cela permettra de capter certains types de rayonnements et pas d'autres tels que l'infrarouge, ou le bleu. Et sur l'image, on ne verra que les objets qui réfléchissent dans ces deux bandes spectrales.

A chaque canal correspond une bande spectrale (une gamme de longueur d'onde) pour laquelle le satellite effectue des enregistrements.

Le satellite LANDSAT 5 effectue des enregistrements dans 7 canaux différents.

Canal 1 : effectue des mesures dans le domaine du bleu (0,45-0,52 μm).

Canal 2 : effectue des mesures dans le domaine du vert (0,52-0,60 μm).

Canal 3 : effectue des mesures dans le domaine du rouge (0,63-0,69 μm).

Canal 4 : le proche infrarouge. Effectue des mesures dans le domaine du proche infrarouge (0,77-0,90 μm).

Canal 5 : le proche infrarouge. Effectue des mesures dans le domaine du proche infrarouge (1,55-1,75 μm).

Canal 6 : le thermique (10,40-12,50 μm).

Canal 7 : le moyen infrarouge (2,08-2,35 μm).

On peut traiter l'image sur un canal, ou le plus souvent sur trois (la trichromie), car il est possible de les afficher en même temps sur l'écran d'un moniteur. L'avantage de la combinaison des canaux réside dans le fait qu'un objet peu avoir une bonne réflectance pour une gamme de longueur d'onde et un autre objet de même nature que le premier pour une autre gamme de longueur d'onde. De ce fait une bonne combinaison de canal est celle qui permet une complémentarité entre les canaux avec le moins de redondance possible.

2.1.4.3.4. Le choix des canaux

Notre image est issue de la combinaison des canaux 5, 4, 3 pour les raisons suivantes :

Ce codage permet une bonne séparation entre les végétaux et le sol nus, et permet une différenciation dans chacun de ces thèmes (GIRARD et GIRARD 1999). Tableau XXV et XXVI :

Tableau XXV : Exemples de compositions colorées réalisées à partir de canaux LANDSAT TM

Codage	Couleurs /canaux			Caractéristiques des grands thèmes d'occupation du sol			
	Rouge	Vert	Bleu	Eau	Végétaux	Sols nus	Bâti
A	3	2	1	Bleu-vert (clarté augmentant avec la turbidité).	Chlorophyllien ^① : vert. Peu chlorophylliens ^② : marron plus ou moins verdâtre	Beige plus ou moins clair	Blanc.
B	4	3	2	Bleu sombre à clair (clarté mentant avec la turbidité).	① : magenta. ② : brun-vert.	Bleu ou cyan plus ou moins clair.	Bleu très clair à blanc.
C	4	3	5	Vert (clarté augmentant avec la turbidité) ; non turbide : noir.	① : magenta. ② : violet.	Mauve plus ou moins clair.	Bleu très clair.
D	5	4	3	Noir à bleu outremer (pour une turbidité faible à forte).	① : vert clair à vert sombre selon la nature des couverts. ② : vieux rose.	Mauve.	Mauve.
E	7	5	4	Noir (on ne distingue pas les différences de turbidité).	① : bleu clair à sombre selon la nature des couverts ② : vert à jaune.	Jaune à orange.	Orange à rose.
F	4	5	6	Bleu plus ou moins sombre en fonction des courants (pas de différence de turbidité)	① : de nombreuses nuances de couleurs : rose, orange, pourpre. ② : vert amande à vert jaune.	Différentes nuances de vert à jaune.	Bleu.

(GIRARD et GIRARD, 1999)

Tableau XXVI : Mise en évidence de thèmes selon les diverses compositions colorées

codage	Commentaire
A	Risque de confusion entre la végétation et l'eau, des différences dans l'eau, différenciation entre végétaux chlorophylliens et sol nu, mais peu de différence à l'intérieur de ces thèmes. Confusion entre certains sols nus et bâtis.
B	Bonne séparation de l'eau vis-à-vis des autres thèmes, des différences de l'eau, différenciation entre végétaux et sols nus ainsi qu'à l'intérieur de chacun de ces thèmes. Confusion entre certains sols nus et bâtis.
C	Bonne séparation de l'eau vis-à-vis des autres thèmes, des différences dans l'eau, risque de confusion entre certaines classes de végétaux et de sols nus, des différences à l'intérieur de chacun de ces thèmes. Confusion entre certains sols nus et bâtis.
D	Bonne séparation de l'eau vis-à-vis des autres thèmes, des différences dans l'eau, bonne séparation entre végétaux et sols nus, des différences à l'intérieur de chacun de ces thèmes, des confusions entre certains sols nus et bâtis.
E	Bonne séparation de l'eau vis-à-vis des autres thèmes, très peu de différences dans l'eau, bonne séparation entre végétaux et sols nus, des différences à l'intérieur de chacun de ces thèmes, confusions entre certains sols nus et bâtis.
F	Confusions possibles entre l'eau et certains éléments du bâti, très peu de différences dans l'eau, risque de confusion entre végétaux peu chlorophylliens et sols nus, des différences à l'intérieur de chacun de ces thèmes, bonne séparation entre sols nus et bâtis. Mise en évidence d'effets de pente et d'orientation de versants.

(GIRARD et GIRARD, 1999)

2.2. La conception de la nouvelle carte

La première phase du travail, s'effectue au laboratoire, elle commence par une série de réflexions et de questionnements qu'il est nécessaire de se poser, afin que nous puissions avancer de manière méthodique et cohérente entre nos étapes de travail (le terrain et le laboratoire). Ces questions concernent les documents de base à acquérir (carte topographique, photographie aérienne, image satellite), de la photo-interprétation et enfin de la réalisation de la carte des zones isophènes, qui deviendra le document de terrain. Sans oublier de se poser deux questions très importantes, qui peuvent être formulées comme suit :

Quel genre d'information dois-je représenter dans une carte de végétation ? Car la végétation peut être renseignée de différentes façons. Devons-nous représenter des informations qualitatives (la présence-absence d'une espèce ou d'un groupement), ou quantitatives (la fréquence, le recouvrement) ? Et comment allons-nous représenter cette information ?

Comme notre travail consiste à comparer deux cartes d'occupation du sol, ces dernières doivent comporter des informations de même nature. Il s'agit de mentionner la présence des 4 premières espèces dominantes.

Quant à la deuxième question, elle ne peut être tranchée de façon définitive qu'au moment où l'on commence à dessiner la carte. Mais cela ne veut en aucun cas dire que l'on peut négliger cet aspect du travail à ce stade là, car avoir une idée sur la forme d'expression cartographique qui sera choisie pour notre carte, contribuera aussi à dicter la façon dont on devra travailler sur le terrain.

2.2.1. La photointerprétation

2.2.1.1. Caractéristiques de l'image satellite

L'image satellite sur laquelle nous avons travaillé est issue du satellite « LANDSAT 5 ».

Année de l'image : 2002,

Capteur : MSS,

Canal : 5/4/3,

Résolution : 30m,

Projection : UTM zone 31 (ED 50),

Format de l'image : numérique

2.2.1.2. Traitement de l'image satellite

Il existe deux méthodes de traitement des images satellitaires:

2.2.1.2.1. La méthode numérique ou statistique

On peut considérer l'image comme une matrice où les lignes correspondraient aux différents points échantillonnés et les colonnes aux réponses du point dans diverses longueurs d'ondes (canaux). Sur cette matrice, on peut appliquer divers algorithmes de traitement statistique (LACAZE, 1975 ; GIRARD, 1977 ; *in HIRCHE 1995*).

2.2.1.2.2. La méthode cartographique

Son principe est comme celui utilisé en photographie aérienne, il consiste à dresser la carte des zones homologues (isophènes) à partir des caractéristiques photogrammétriques de l'image satellite.

Pour la réalisation de notre carte nous avons fait le choix de la méthode cartographique. Les critères photogrammétriques pris en considération sont :

- La texture.
- Les critères environnementaux.
- Segments de droite et linéaments.
- La teinte.

Le résultat de la photointerprétation est exposé dans le chapitre suivant.

3. l'étude diachronique

Nous avons comparé notre étude à celle effectuée par DJEBAÏLI (1970) et TAZAÏRT (1989).

Les paramètres comparés sont :

La richesse spécifique globale.

La richesse spécifique par type biologique.

Les espèces pastorales.

Les éléments de la surface du sol.

La surface actuelle des différents faciès cartographiés en 1989.

La physionomie actuelle des faciès cartographiés en 1989.

Les deux derniers paramètres ont été étudiés en comparant la carte d'occupation des sols de TAZAÏRT (1989) à la notre. La liste floristique de DJEBAÏLI (1970) a été extraite des travaux de TAZAÏRT (1989).

4. L'analyse des données

4.1. Le traitement numérique des données relatives à la végétation

4.1.1. L'analyse factorielle des correspondances (A.F.C)

Dans cette partie nous ne ferons pas de rappel sur le principe de l'A.F.C car la bibliographie à ce sujet est suffisamment riche, POUGET (1980) ACHOUR (1983) AIDOUUD-LOUNIS (1984) BOUZENOUN (1984) SADKI (1988), KADI-HANIFI (1998) SLIMANI (1998) BOUSSOUF (2003).

Toutes les espèces ont été codifiées selon le code de Montpellier.

Une analyse factorielle des correspondances pour les variables espèces-relevés traitées par abondance-dominance a été effectuée pour 50 relevés. Quatre relevés ont été éliminés car ils étaient très différents pour réaliser une deuxième analyse sur 46 relevés et 150 espèces. Cette analyse a été choisie afin de déterminer les facteurs écologiques responsables de la répartition de la végétation dans notre station.

Chapitre III

Résultats et interprétations

1. Résultats de la photointerprétation

1.1. La texture



Figure 14 : zones isophènes selon le critère texture.

Avec le critère texture nous avons discriminé 2 classes de texture seulement (fine, grossière), qui nous ont permis de dessiner 4 zones isophènes (Figure 14).

1.2. Les critères environnementaux

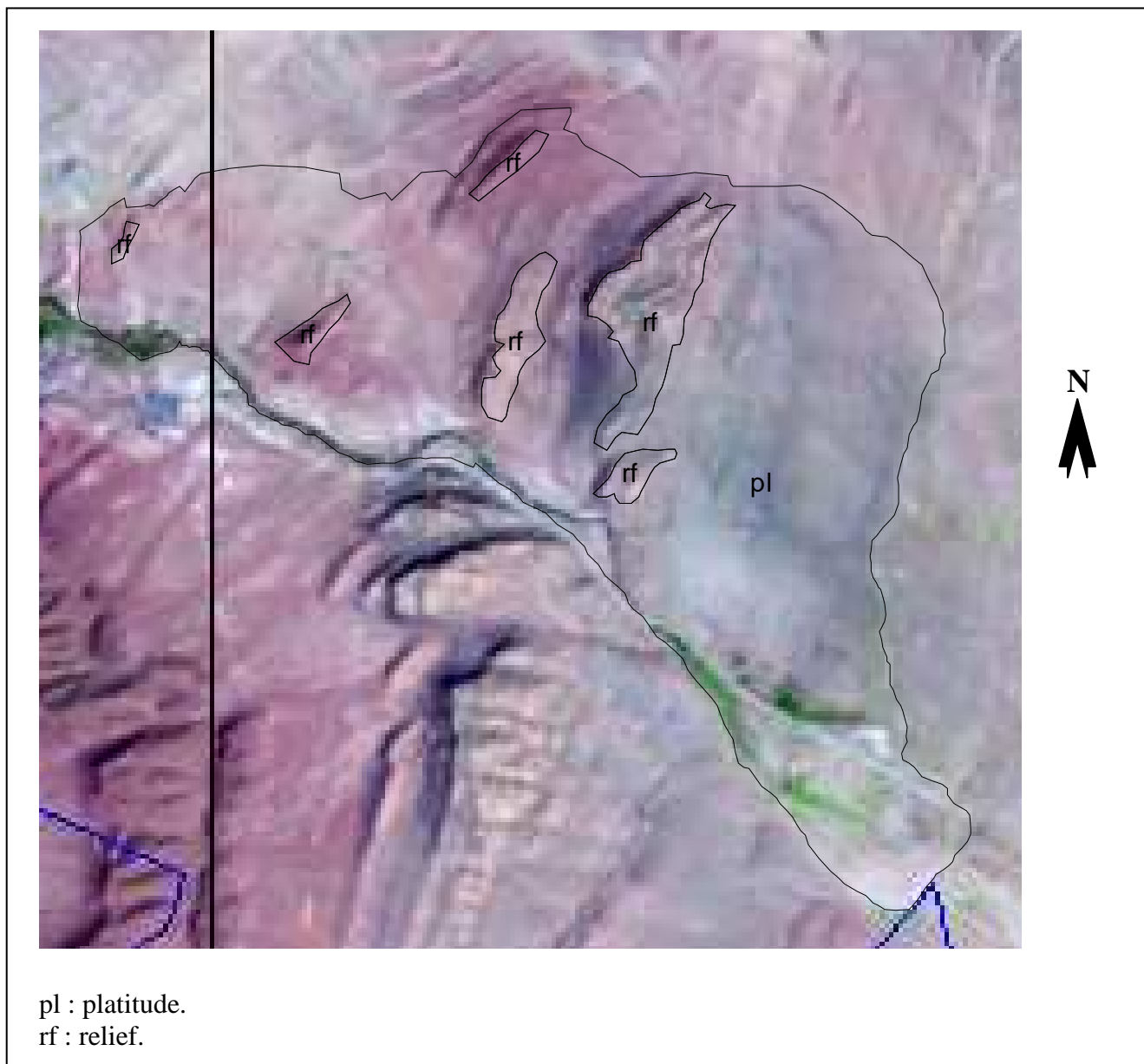


Figure 15 : zones isophènes selon les critères environnementaux.

Pour le critère environnemental nous avons aussi déterminé 2 classes de critères (reliefs, platitude). Avec ces deux classes nous avons pu dessiner 7 zones ; (Figure15).

1.3. Segments de droite et linéaments



Figure16 : zones isophènes selon les segments de lignes

Pour ce critère les deux classes choisies sont des segments de lignes soit de formes géométriques soit amorphes. Deux zones ont pu être dessinées ; (Figure16)

1.4. La teinte

Le critère teinte est sans nul doute le critère qui permet de déterminer le plus de zones. Avec un nombre très élevé de nuances de couleurs pouvant être reproduites sur l'écran, l'interprétation dépendra de la capacité visuelle du thématicien à différencier des nuances de couleurs. Certes cet exercice est loin d'être simple, du fait que la limite entre une teinte et une autre n'est pas si nette, pour cette raison il est conseillé de commencer par dégrossir les informations en délimitant les zones les plus évidentes et les parcelles les plus grosses, puis à affiner l'observation à l'intérieur des parcelles au fur et à mesure, jusqu'à ce qu'il nous soit apparu avoir délimité et nuancé un maximum de couleurs.

Ce qu'il faut garder à l'esprit, c'est l'échelle de perception, car il serait inutile de délimiter la moindre tâche de couleur sur l'image, si au final elle ne paraîtra pas sur la carte à cause d'une échelle qui est petite, d'autant plus qu'il faudrait pouvoir localiser cette tâche une fois sur le terrain, afin de savoir à quoi elle correspond.

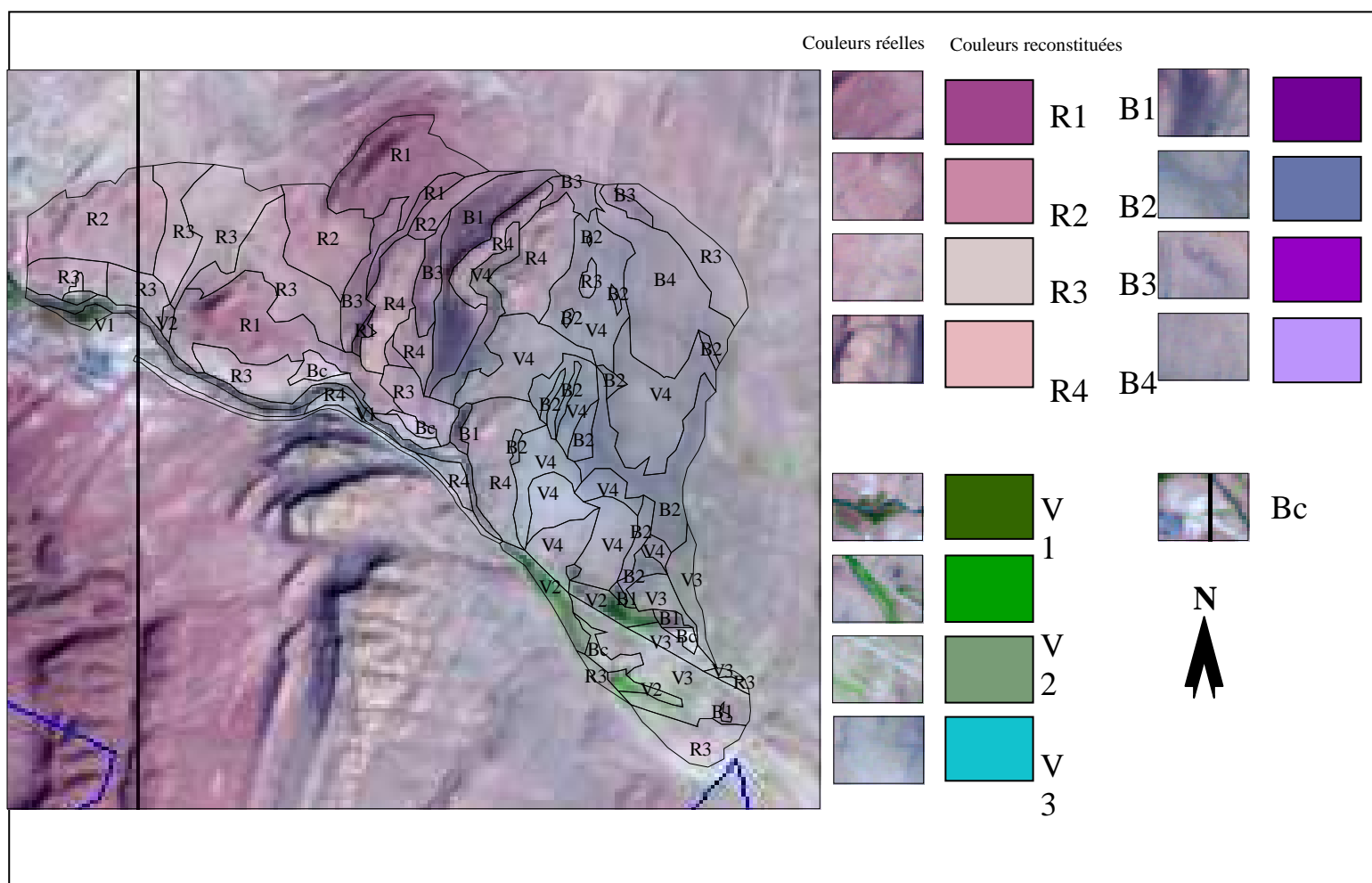


Figure 17 : Zones isophènes selon la teinte.

Nous avons déterminé 13 classes de teintes parmi les 3 couleurs primaires, à savoir le rouge (R), Le vert (V), et le bleu (B), et (Bc) pour le Blanc. Ces 13 couleurs nous ont permis de délimiter 80 zones isophènes. (Tableau XXVII).

Tableau XXVII: zone isophènes selon le critère de teinte														
Classes	R1	R2	R3	R4	V1	V2	V3	V4	B1	B2	B3	B4	Bc	Total
Nombre de zones	4	4	12	8	3	4	5	11	6	12	4	1	6	80

1.5. Carte des zones isophènes

Vu le résultat peu convaincant des critères textures et environnementaux nous avons décidé de ne retenir que le critère segment de ligne et le critère teinte pour dessiner notre carte des zones isophènes superposées.

Le critère teinte nous a permis non seulement de dégager un nombre important de zones mais en plus les zones qui ont été discriminées par les deux critères éliminés l'ont été à nouveau discriminé par ce critère. Quant au critère segment de ligne il nous paraît être complémentaire à celui de la teinte.

La carte des zones isophènes se présente comme suit (figure 18).

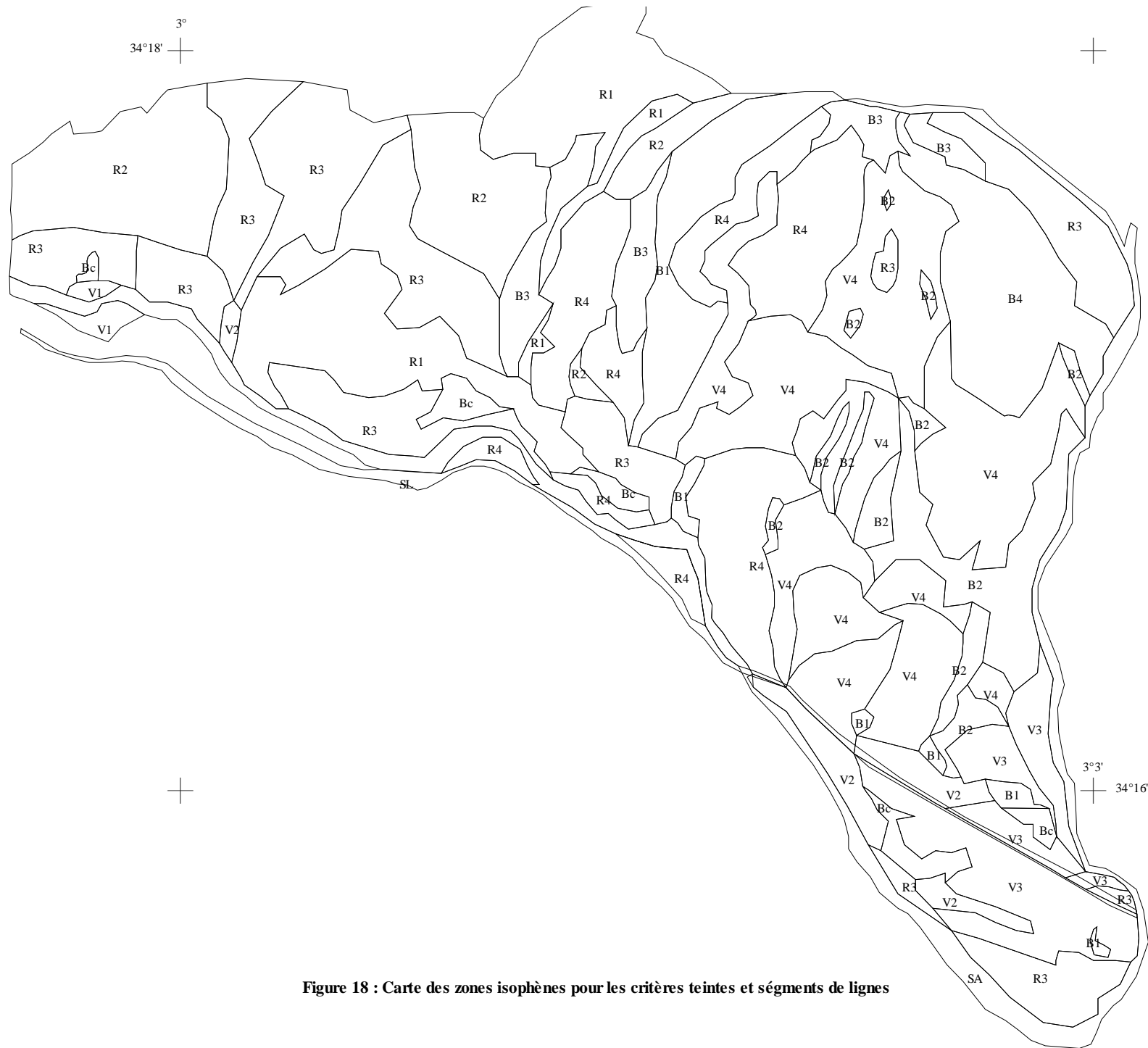


Figure 18 : Carte des zones isophènes pour les critères teintes et ségments de lignes

2. Interprétation de la carte des zones isophènes

Deux sorties sur le terrain ont dû être entreprises afin d'effectuer une interprétation complète de la carte des zones isophènes. La première sortie a été effectuée sans prendre la carte des zones isophènes car celle-ci n'était pas encore dessinée. Mais le travail de cartographie de terrain n'allait pas pour autant être compromis, car nous avons effectué un échantillonnage subjectif. Cela revenait à effectuer un relevé phytoécologique à chaque fois que la formation végétale changeait au fur et à mesure que nous avançons dans la station. Les coordonnées géographiques de la formation étaient systématiquement relevées par G.P.S. Un total de 31 relevés ont été réalisés dans la station. L'étape qui suit consiste à placer les points relevés sur la carte des zones isophènes grâce au logiciel⁵ (BARBIER, 2003), pour que les points soit correctement placés sur la carte il est impératif que le système de projection de l'image satellitaire et de celui du G.P.S soit le même. Cette étape terminée le travail d'interprétation peut commencé, dès le départ nous avons remarqué que certaines zones n'étaient pas relevées, et que l'on ne pouvait prendre le risque de les interpoler à partir de zones de même teinte qui étaient relevées sur le terrain, car la relation teinte-végétation n'est pas totalement bijective (HIRCHE, 1995), et cela nous l'avons bien remarqué. La même teinte peut renseigner sur différentes formations végétales, et une même formation végétale peut apparaître sur l'image satellite sous différentes teintes. Cela est parfaitement remarqué avec les formations à *Stipa tenacissima* pures (Tableau XXVIII), qui apparaissent sur l'image en R1, R2, R3, R4, V1, V3, V4, B1, B2, B3, B4 mais jamais en V2. Nous avons ainsi complété par 19 relevés réalisés lors d'une deuxième sortie sur le terrain avec cette fois-ci la carte des zones isophène sous la main et les coordonnées géographiques des zones à relever saisies dans le G.P.S. Un totale de 50 relevés ont dus être réalisés pour interpréter la carte des zones isophènes.

2.1. La teinte

2.1.1. Formations à *Stipa tenacissima* pures

Les formations à *Stipa tenacissima* pures ne semblent pas refléter dans une teinte bien précise, car elles sont présentes à peu près le même nombre de fois pour chaque teinte (entre 4 et 3 fois), à l'exception des teintes V1 et B4 où elle n'apparaît qu'une fois et Bc et V2 où elle n'apparaît jamais.

Tableau XXVIII: Tableau synthétique

Formations végétales	Teintes
<i>Stipa tenacissima</i> pures	
<i>Stipa tenacissima</i> et <i>Atractylis serratuloïdes</i>	
<i>Stipa tenacissima</i> et <i>Salsola vermiculata</i>	
<i>Stipa tenacissima</i> , <i>Atractylis serratuloïdes</i> , <i>Salsola vermiculata</i> et <i>Stipa parviflora</i>	
<i>Artemisia herba alba</i> pures	
<i>Lygeum spartum</i> pures	
<i>Lygeum spartum</i> , <i>Salsola vermiculata</i>	
<i>Lygeum spartum</i> , <i>Stipa tenacissima</i>	
<i>Lygeum spartum</i> , <i>Thymelaea microphylla</i>	
<i>Artrophytum scoparium</i>	
<i>Tamarix sp</i>	
<i>Salsola vermiculata</i> et <i>Atractylis serratuloïdes</i>	
<i>Astragalus armatus</i> , <i>Thymelaea microphylla</i> , <i>Atractylis serratuloïdes</i>	
<i>Thymelaea microphylla</i> , <i>Artemisia campestrice</i> , <i>Lygeum spartum</i>	
Formations artificielles	

⁵ MapInfo 7.5

2.1.2. Formations à *Stipa tenacissima* et *Atractylis serratuloïdes*

Cette formation reflète bien les teintes R3 et R4 dans lesquelles elle apparaît respectivement 4 fois et 2 fois. Dans les teintes V3 et B4 elle n'apparaît qu'une seule fois. Pour le reste des teintes elle ne reflète pas.

2.1.3. Formations à *Stipa tenacissima* et *Salsola vermiculata*

R1 et B3 semblent être les teintes les plus représentées par cette formation avec 2 présences de celle-ci dans chacune des teintes. On note une présence dans la teinte B1, et aucune dans le reste.

2.1.4. Formations à *Stipa tenacissima*, *Atractylis serratuloïdes*, *Salsola vermiculata* et *Stipa parviflora*

Cette formation paraît refléter bien les teintes vertes avec 2 présences pour V3 et une présence pour V4 et aucune pour le reste des teintes.

2.1.5. Formations à *Artemisia herba alba* pures

Celles-ci semblent bien refléter dans les teintes rouges avec 2 présences pour le R3 et une seule présence pour le R4. Aucune présence n'est à noter dans le reste des teintes.

2.1.6. Formations à *Lygeum spartum* pures

Ces dernières reflètent très bien la teinte B2 avec 6 présences sur 7 au total dans celle-ci. On note une présence dans la teinte V4 et aucune dans le reste.

Les formations à *Lygeum spartum*, *Stipa tenacissima* et *Lygeum spartum*, *Thymelaea microphylla* reflètent elles aussi en V4.

La formation à *Lygeum spartum*, *Salsola vermiculata* quant à elle, a une présence en B2.

Il apparaît que les teintes B2 et V4 représentent les formations où le *Lygeum spartum* domine. Ainsi la trichromie choisie semble être intéressante pour localiser des formations à base de *Lygeum spartum*.

2.2. Segments de lignes et linéaments

Le segment de ligne de forme géométrique correspond à un aménagement routier, et le segment amorphe correspond à un cours d'eau.

3. La carte d'occupation des sols

3.1. Notice :

La carte d'occupation des sols de 2006 renseigne sur la présence-absence des quatre premières espèces dominantes de deux manières :

3.2. La représentation visuelle

A chaque espèce correspond une couleur ; la première espèce dominante apparaît en couleur pleine, lorsqu'une deuxième espèce dominante existe elle est représentée par une trame verticale dans la couleur indiquée.

3.3. La représentation numérique

La présence d'une espèce est notée par le chiffre qui lui est attribué, l'absence d'espèce est notée par le chiffre 0

A chaque faciès correspond un code numérique à 6 chiffres ; le premier correspond à la physionomie végétale, les quatre chiffres qui suivent correspondent aux quatre premières espèces dominantes classées de la première à la quatrième, la dernière case correspond à la classe de recouvrement de la végétation exprimée en pourcentage.

La carte d'occupation des sols de 2006 se présente comme suit (Figure 19)

3.4. Les formations végétales de la station de Tadmit (interprétation de la carte)

Les steppes à *Stipa tenacissima* sont les principales formations qui occupent notre station (Figure 19) le plus souvent sur des glacis, elles couvrent une superficie de près de 714ha dont 369 ha à alfa pures et 318 ha de steppes à alfa mélangés à diverses espèces dont nous citons : *Artemisia herba alba*, *Lygeum spartum*, *Atractylis serratuloïdes*, *Astragalus armatus*, *Thymelaea microphylla* et *Salsola vermiculata*. Nous trouvons aussi de l'alfa sur les reliefs marno-calcaires où quelques pieds de *Pistacia terebinthus* et *Juniperus phoenicea* poussent formant des steppes arborées très clairsemées.

Dans cette station nous rencontrons aussi des formations à base d'*Artemisia herba alba* pures qui couvrent une superficie de 41 ha et mélangées à du *Lygeum spartum* d'une superficie de 0,2 ha. Nous remarquons que ces formations à armoise blanche poussent principalement sur d'anciennes terres cultivées, la présence d'un certain nombre d'espèces post culturales atteste du passé culturel de ces terres, mais le recouvrement de l'armoise blanche reste très faible.

Les steppes à *Lygeum spartum* pures occupent une superficie de 62,98 ha et mélangées à du *Thymelaea microphylla* et *Salsola vermiculata* couvrent une superficie de 58,87 ha.

Les formations à base de *Salsola vermiculata* mélangées à de l'*Atractylis serratuloïdes* couvrent une superficie de 97 ha, les steppes à *Astragalus armatus* pures ou mélangées à du *Thymelaea microphylla* ont une superficie de 19 ha, celle des steppes à *Arthrophytum scoparium* atteint 53 ha, les steppes à base de *Retama retam* occupent une superficie de 14ha quant aux steppes à *Thymelaea microphylla* et *Artemisia campestris* elles couvrent une superficie de 22 ha.

Les steppes arborées rencontrées dans la station de Tadmit sont des formations à base de *Tamarix sp* (9 ha) qui forment des ripisylves le long des zones d'épandage de l'oued Tadmit, à *Pistacia terebinthus* et *Juniperus phoenicea* (30 ha) sur les reliefs ou encore du *Ziziphus lotus* (5 ha) formant des steppes frutescentes sur les zones d'épandage de l'oued Tadmit.

Formations

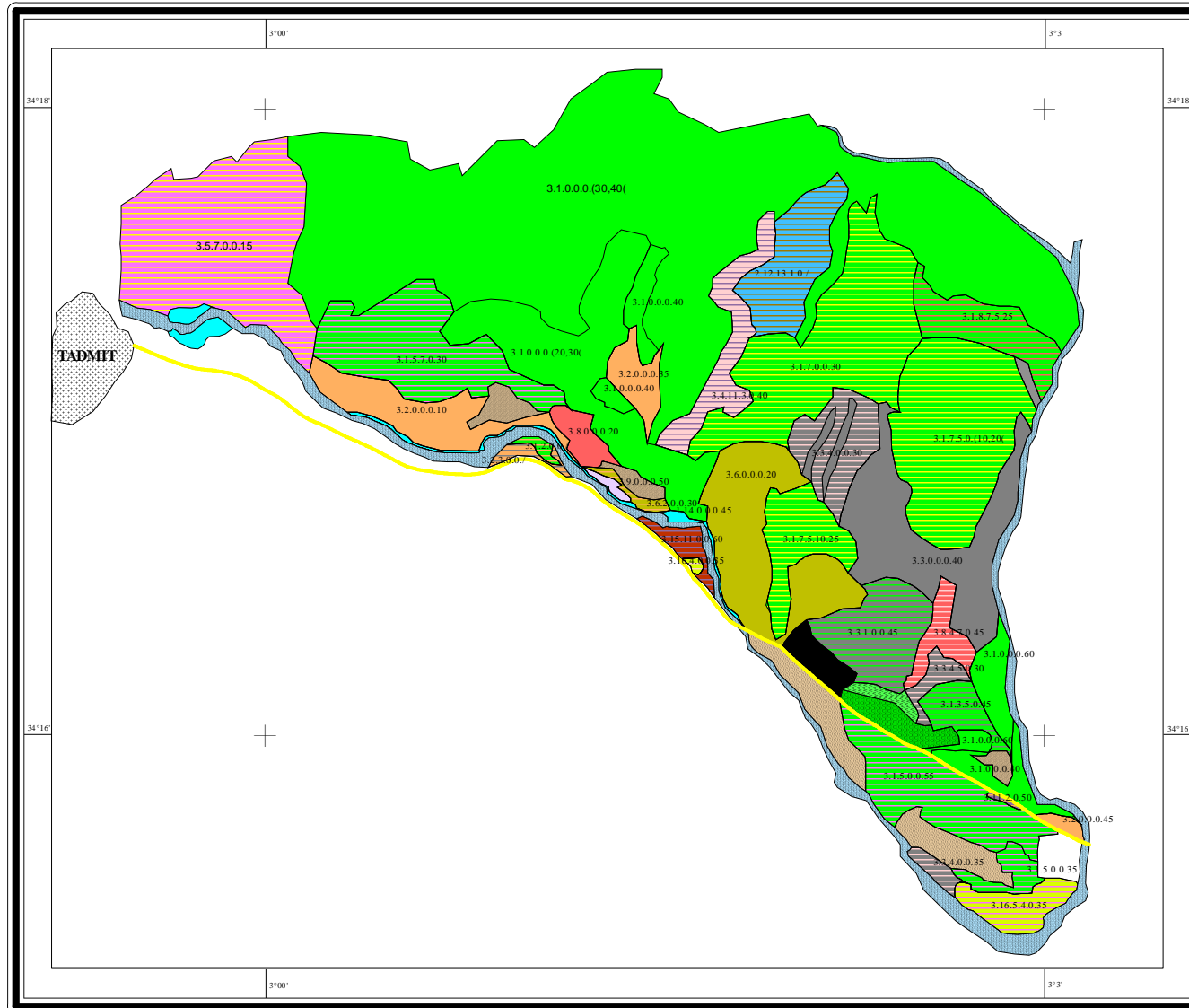
- 1 Ripisylve
- 2 Steppe arborée très clairsemée
- 3 Steppe

Espèces dominantes

- | | |
|---------------|---------------------------------|
| 1 | <i>Stipa tenacissima</i> |
| 2 | <i>Artemisia herba alba</i> |
| 3 | <i>Lygeum spartum</i> |
| 4 | <i>Thymelaea microphylla</i> |
| 5 | <i>Salsola vermiculata</i> |
| 6 | <i>Arthrophytum scoparium</i> |
| 7 | <i>Atractylis serratuloides</i> |
| 8 | <i>Astragalus armatus</i> |
| 9 | <i>Peganum harmala</i> |
| 10 | <i>Stipa parviflora</i> |
| couleur néant | |
| 11 | <i>Artemisia campestris</i> |
| 12 | <i>Pistacia terebinthus</i> |
| 13 | <i>Juniperus phoenicea</i> |
| 14 | <i>Tamarix sp</i> |
| 15 | <i>Ziziphus lotus</i> |
| 16 | <i>Retama retam</i> |

Système de projection :

Universal Transverse Mercator.
UTM zone 31 (ED50).



Facteurs abiotiques

- | | |
|--|-------------|
| | Sol nu |
| | Oued Tadmit |

Zones artificialisées

- | | |
|--|--|
| | Plantation à <i>Atriplex canescens</i> |
| | Pépinière |
| | Jachère |
| | Habitations |

Notice :

La carte renseigne sur la végétation des terres de parcoures de Tadmit de deux minières :

- La couleur : La couleur de fond correspond à la première espèce dominante.
La trame colorée correspond à la deuxième espèce dominante
- Le code numérique : chaque zone lui correspond un code à 6 chiffres; ex: 3.7.5.0.0.25
Le premier correspond à la physionomie de la végétation.
Le second renseigne sur la première espèce dominante.
Le troisième attribué à la deuxième espèce dominante
Le quatrième correspond à la troisième espèce dominante.
Le cinquième renseigne sur la quatrième espèce dominante.
Le sixième renseigne sur le pourcentage de recouvrement de la végétation, il apparaît soit en chiffre ou en classe de recouvrement.
Le 0: pas d'espèce.
Ainsi pour l'exemple donné si-dessus, on peut lire : steppe à *Atractylis serratuloides* et *Salsola vermiculata* à recouvrement de 25%.

Echelle :

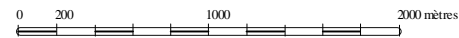


Figure 19 : Carte d'occupation des sols (Tadmit, 2006)

4. Etude diachronique

Afin d'évaluer les changements survenus sur la flore des parcours de Tadmit durant ces 36 dernières années, nous avons exprimé le taux de variation de différents paramètres floristiques selon la formule :

$$[(b - a) / a] \times 100$$

Les différents paramètres sont :

- Le taux de variation de la richesse floristique :
 - (a) : nombre d'espèces pour l'année antérieure.
 - (b) : nombre d'espèces pour l'année récente.
- Le taux de variation des types biologiques :
 - (a) : nombre d'espèces pour un type biologique pour l'année antérieure.
 - (b) : nombre d'espèces pour un type biologique pour l'année récente.
- Le taux de variation des espèces pastorales :
 - (a) : nombre d'espèces par classe de (IS) pour l'année antérieure.
 - (b) : nombre d'espèces par classe de (IS) pour l'année récente.

Avec : Classe I : $1 \leq IS \leq 3$: espèces fourragères médiocres.
 Classe II : $4 \leq IS \leq 6$: bonne espèce fourragère.
 Classe III : $7 \leq IS \leq 9$: très bonne espèce fourragère. (C.R.B.T, 1978 in *KADI-HANIFI, 1998*).

L'indice de similitude spécifique de SORENSSEN (1948) in *KADI-HANIFI (1998)* entre deux périodes d'observation :

$$[2 c / (a + b)] \times 100$$

Avec :

- a : nombre d'espèces antérieures.
- b : nombre d'espèces actuelles.
- c : nombre d'espèces communes entre les deux périodes d'observations.

4.1. Taux de variation et indice de similitudes de la richesse floristique

4.1.1. Taux de variation

Nous remarquons une fluctuation de la richesse spécifique entre les 3 années d'observations (Tableau XXIX). Cette fluctuation commence d'abord par une diminution d'un quart de la richesse spécifique de la station entre 1970 et 1989 puis d'une nette augmentation de près de 50 % de la richesse floristique en 2006 par rapport à l'année 1989. Entre 1970 et 2006 la richesse spécifique a augmenté de 9 %.

Tableau XXIX : Taux de variation de la richesse floristique totale

Années	1970	1989	2006	Taux de variation 1970/1989 (%)	Taux de variation 1989/2006 (%)	Taux de variation 1970/2006 (%)
Richesse floristique	130	97	143	-25	47	9

A première vue il apparaît que la diminution de la richesse floristique entre 1970 et 1989 dans la station de Tadmit est due aux faibles précipitations de l'année 1989. En effet au cours de cette année, nous avons enregistré un cumul de 165,5 mm (Figure 20) qui est très en dessous de la moyenne de 244 mm/an, mais seule la sécheresse de cette année ne peut expliquer cette régression car, les 5 années qui l'ont précédé sont des années bien pluvieuses où nous avons noté un cumul de 298 mm en 1988, 344 mm en 1986 et 319 mm en 1985 ; ces précipitations ont contribué à recharger le stock d'eau dans le sol dont les effets sur la végétation de l'année qui suit sont évidents.

Le surpâturage est une autre cause de la diminution de la richesse spécifique ; comme nous l'avons vu précédemment, l'effectif du cheptel de la wilaya est en constante augmentation depuis plusieurs décennies (44% de 1977 à 2005). Nous pensons même que le surpâturage est la cause principale de diminution. Si nous comparons le taux de diminution (1970-1989) des chamaephytes qui sont des espèces sensibles au surpâturage et moins sensibles à la sécheresse au thérophytes qui sont très sensibles à la sécheresse, nous remarquons que le taux de diminution des chamaephytes est plus important que celui des thérophytes.

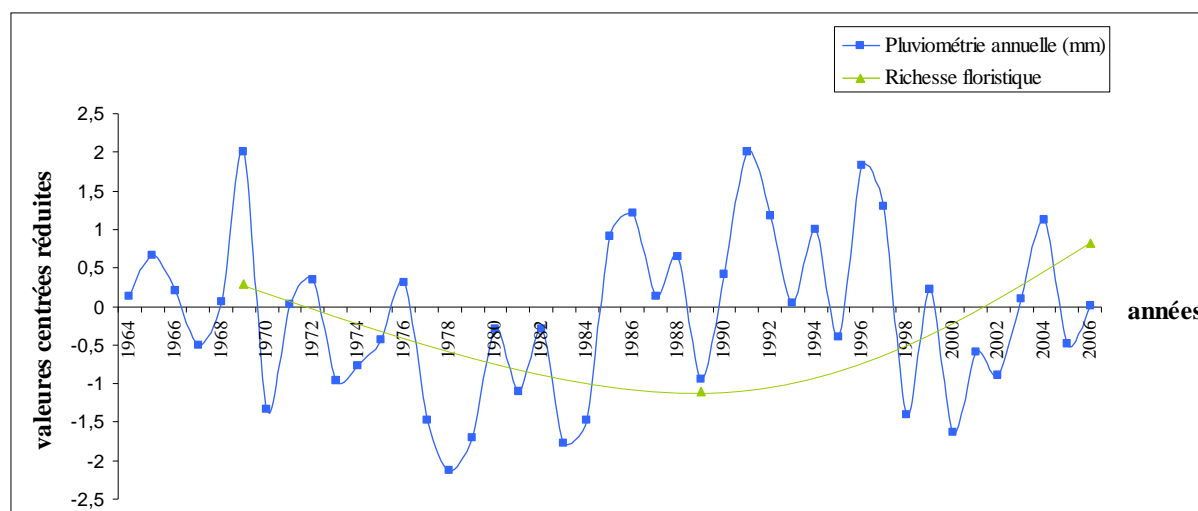


Figure 20: Evolution de la richesse floristique en fonction de la pluviométrie annuelle dans la station de Tadmit

Entre 1989 et 2006 une augmentation très importante de la richesse spécifique est notée (48%). La pluviométrie à elle seule ne peut expliquer cette importante augmentation de la richesse spécifique et nos arguments sont les suivants :

- Les précipitations annuelles de l'année 2006 étaient normales et non exceptionnelles (244,8mm/an), ajoutez à cela un cumul annuel très en de ça de la moyenne habituelle en 2005 et dont les conséquences sur la flore de l'année qui suit sont évidentes.

- Bien que le nombre de jours de neige ait augmenté de façon significative durant les trois dernières années (Tableau XXX), l'augmentation de la richesse floristique semblerait être principalement due à la mise en défens de deux années consécutives entreprise dans la station de Tadmit et ceci pour la première fois d'après une source issue de la ferme pilote qui gère les parcours de Tadmit. Cette mise en défens s'est étalée de janvier 2004 à décembre 2005.

Tableau XXX: Précipitations liquides et solides de la période (2000-2006) pour la station de Tadmit

Années	Paramètres	Cumul annuel (mm)	Nombre de jours de neiges
2000		109,3	0
2001		194,7	5
2002		170,8	1
2003		252,8	12
2004		337,8	10
2005		204,8	14
2006		244,8	/

Entre 1970 et 2006 nous notons une légère augmentation de la richesse floristique de l'ordre de 10%. La raison de cette augmentation est la mise en défens et en aucun cas la pluviométrie et nos motifs sont les suivants :

- En comparant la pluviométrie de 1968 et 1969⁶ à celle de 2005 et 2006 on remarque que les deux premières années sont bien plus pluvieuses que celle de 2005 et 2006, malgré cela la richesse spécifique de la première période est légèrement moins importante que celle de 2006.
- En plus dans cette station jamais une mise en défens n'a été entreprise jusqu'en 2004 d'après nos sources ; donc les parcours de Tadmit en 1970 étaient pâturés et n'ont jamais été mis au repos contrairement à l'année 2006.

A ce stade de l'interprétation nous remarquons que les effets bénéfiques de la mise en défens sont bien plus remarquables que ceux d'une année très pluvieuse.

4.1.2. Indice de similitude

Pour les trois années d'observation nous remarquons qu'à chaque fois plus de la moitié du cortège floristique initial est remplacé par de nouvelles espèces (Tableau, XXXI). Es-ce que la richesse floristique est remplacée par des espèces palatable ou non ? nous verrons cela plus loin.

⁶La campagne floristique a eu lieu au printemps et à l'automne 1968 et 1969, 1970 est l'année de publication des travaux de Djebaili.

Tableau XXXI : Indice de similitude de la richesse floristique et des types biologiques

	Nombre d'espèces communes 1970/1989	Nombre d'espèces communes 1989/2006	Nombre d'espèces communes 1970/2006	Indice de similitude 1970/1989 (%)	Indice de similitude 1989/2006 (%)	Indice de similitude 1970/2006 (%)
Richesse floristique	63	65	69	55	54	50
Ph	4	5	2	57	90	31
Ch	18	16	21	63	65	70
Ge	3	5	3	67	77	50
He	13	11	9	59	56	40
Th	27	23	27	57	42	43

4.2. Taux de variation et indice de similitudes par type biologique

4.2.1. Taux de variation

Entre 1970 et 1989 l'ensemble des types biologiques recensés dans la station diminue avec des proportions assez proches à l'exception des géophytes (Tableau XXXII). Ces derniers résistent assez bien à la sécheresse et au surpâturage grâce à leur bulbe souterrain et au rhizome.

Tableau XXXII : Taux de variation de la richesse floristique par types biologiques

Années	1970	1989	2006	Taux de variation 1970/1989 (%)	Taux de variation 1989/2006 (%)	Taux de variation 1970/2006 (%)
Types biologiques						
Ph	8	6	5	-25	-17	-37
Ch	34	23	26	-32	13	-23
Ge	4	5	8	25	60	100
He	25	19	20	-24	5	-20
Th	55	40	70	-27	75	27

Entre 1989 et 2006 la tendance s'inverse et le nombre d'espèces s'accroît pour l'ensemble des types biologiques mis à part les phanérophytes dont le nombre continue à baisser.

L'augmentation la plus importante est notée pour les thérophytes (75%) et les géophytes (60%) favorisée par la mise en défens en premier lieu, puis à une bonne pluviométrie annuelle. Il semblerait que les thérophytes soient de bons indicateurs d'humidité.

Entre 1970 et 2006 une diminution de près du quart du nombre d'espèces pour les Phanérophytes, les chamaephytes et les hémicryptophytes est remarquée ; le nombre de géophytes a carrément doublé et celui des thérophytes a évolué positivement de plus du quart (27%). Ceci nous montre que les effets d'une mise en défens sont rapidement palpables chez les thérophytes surtout si elle est accompagnée d'un bon régime pluviométrique (Ferchichi et Abdelkrim, 2003).

Les géophytes semblent être indifférents au surpâturage et à la sécheresse de courte durée car leur nombre ne cesse d'augmenter.

4.2.2. Indice de similitudes

Entre 1970 et 1989 des changements dans le cortège floristique des parcours de Tadmit ont eu lieu et à des proportions voisines entre les différents types biologiques ; près de 50% en moyenne des espèces par type biologique ont été remplacés. Parmi les différents types biologiques celui qui a conservé une grande partie de son cortège floristique initial est celui des géophytes, une seule espèce sur les quatre recensées en 1970 n'a pas été retrouvée en 1989. La résistance des géophytes au surpâturage et à la sécheresse semble se confirmer.

Concernant les phanérophytes, 50% des espèces recensées en 1970 ont disparu soit 4 espèces sur 8, ceci est dû à l'arrachage de bois pour le chauffage. En 1977 aucun ménage de la commune de Aïn el Ibel⁷ n'était raccordé au réseau de gaz de ville sur les 1159 ménages recensés par l'O.N.S , 83% des ménages avaient pour source de chaleur le gaz en bouteille le reste des ménages se chauffaient au bois. Aujourd'hui le même constat est remarqué pour le gaz de ville et jusqu'en 1996 seulement 15 % des ménages de Tadmit étaient branchés au réseau d'électrification. La disparition d'un certain nombre de phanérophytes en 1989 est due à la pression anthropique.

Pour la période qui s'étale de 1989 à 2006 nous remarquons un changement très significatif de la richesse floristique pour les thérophytes car seulement 42% du cortège floristique initial recensé en 1989 a été retrouvé en 2006. 58% des thérophytes recensées en 2006 sont de nouvelles espèces (annexe 8).

Pour les phanérophytes deux espèces n'ont pas été retrouvées en 2006 contre 4 en 1989, le taux de diminution a baissé avec la baisse de l'arrachage de bois de chauffage grâce au raccordement de plus en plus important de la commune au réseau d'électricité.

Les géophytes sont ceux dont l'indice de similitude est le plus élevé, en effet toutes les espèces recensées en 1989 ont été retrouvées en 2006 avec l'apparition de trois nouvelles.

Les espèces chamaephytiques et thérophytiques répertoriées en 1970 et non retrouvées en 1989 semblent être réapparues en 2006 car l'indice de similitude 1970-2006 est plus important comparé à celui de 1970-1989. La mise en défens de deux années semble avoir eu un effet bénéfique sur la végétation chamaephytique ; cela donne aussi une idée de l'importance de la banque de graine dans le sol prête à germer au retour des conditions favorables (Tableau XXXIII).

Spèce	Statut	Nombre
<i>Atractylis cancelata</i> ,L	Th	/
<i>Atractylis carduus</i> ,(Forsk)Christ	Ch	/
<i>Chrysantemum fuscatum</i> ,Desf	Th	5
<i>Cutandia dichotoma</i> ,(Forsk) Trab	Th	5
<i>Delphineum pubescens</i> ,DC	Th	5
<i>Eruca vesicaria</i> ,(L) Cav	Th	5
<i>Herniaria fontanesii</i> , J. Gay	Ch	/
<i>Leontodon hispidulus</i> ,(Del) Boiss	Th	6
<i>Linaria egyptiaca</i> ,(L) Dum.	Ch	/
<i>Moricandia arvensis</i> ,(L) DC	Ch	6
<i>Muricaria prostrata</i> ,(Dsef) Dsev	Th	4
<i>Pithuranthos chloranthus</i> ,(Coss et Dur) Benth et Hook	Ch	6
<i>Pithuranthos scoparius</i> ,(Coss et Dur) Benth et Hook	Ch	5
<i>Scolymus hispanicus</i> ,L	He	2
<i>Sisymbrium coronopifolium</i> ,Cav	Th	6
<i>Asparagus albus</i>	Ch	1
<i>Centaurea involucrata</i>	Th	2

⁷ Aïn el ibel chef lieu de commune dont la ville de Tadmit faisait partie à cette époque.

L'indice de similitude des géophytes (1970-2006) a baissé et ceci grâce en grande partie à l'apparition de cinq nouvelles espèces en 2006 et en moindre mesure à la disparition d'une seule espèce recensée en 1970.

Pour conclure cette partie de l'interprétation, nous pouvons dire que la principale cause de la diminution de la richesse spécifique dans notre station est le surpâturage, et que la sécheresse passagère n'est qu'une circonstance aggravante, dont les effets néfastes sur la végétation finissent par disparaître aussi tôt que de bonnes précipitations sont de nouveau enregistrées. Aussi la mise au repos des pâturages par des mises en défens, est très importante, au risque de voir certaines espèces bien appréciées disparaître définitivement si le pâturage n'est pas réglementé, car n'ayant pas eu le temps de mener leur cycle biologique à terme, le stock de graines dans le sol finira par être épuisé dont la durée de vie est limitée. Citons à titre d'exemple : *Asperula hirsuta*, *Aristida plumosa ssp. plumosa* ou encore *Astragalus caprinus ssp. lanigerus*...etc qui ont été recensées en 1970 mais n'ont pas été retrouvées ni en 1989 ni en 2006.

A cela nous pouvons rajouter les remarques suivantes en ce qui concerne l'évolution des espèces par type biologique :

Les thérophytes sont celles qui réagissent de la façon la plus remarquable aux conditions du milieu (Figure 21) (BOUZENOUNE, 1984 ; HIRCHE, 1987) et parmi ces facteurs dans notre station nous citons la pluviométrie et la mise en défens. Les thérophytes peuvent être considérées comme de très bons indicateurs de l'humidité.

Les phanérophytes sont ceux qui réagissent le plus lentement aux conditions physiques du milieu (Figure 21). Leur diminution est due en grande partie à l'arrachage du bois pour le chauffage.

Les géophytes semblent être indifférentes au surpâturage et à la sécheresse, grâce à leur stratégie d'évitement ceux-ci sont en constante augmentation.

Les chaméphytes et les hémichryptophytes semblent évoluer de la même manière ; lorsque le pâturage était libre entre 1970 et 1989 le nombre d'espèce de chaque type biologique a diminué, et lorsque le pâturage a été fermé du début 2004 à la fin 2005 leur nombre a augmenté.

Les chamaephytes et les hémichryptophytes semblent être les espèces les plus sensibles au surpâturage, cela s'explique par les points suivants :

- les phanérophytes de notre station sont des espèces très peu appréciées.
- les thérophytes possèdent un cycle biologique relativement court et disparaissent après avoir accompli leur cycle biologique.
- Les géophytes à bulbes évitent la mauvaise saison sous terre.

De ce fait en mauvaise saison il ne reste comme fourrage que les chamaephytes et les hémichryptophytes tout le long de l'année.

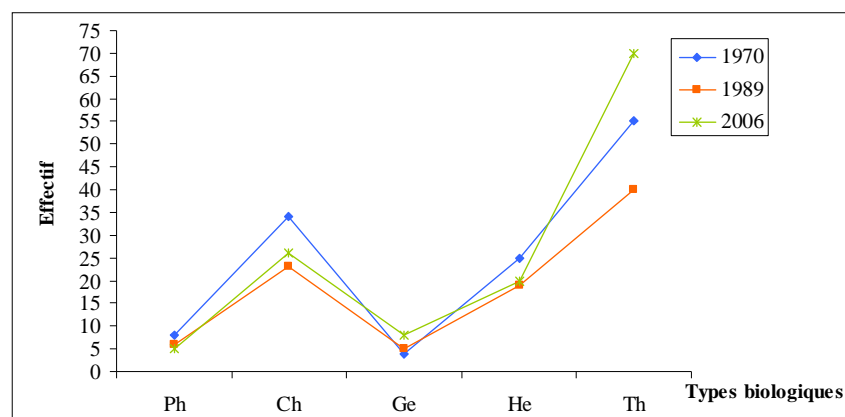


Figure 21 : évolution de la richesse spécifique par type biologique

4.3. Evolution des espèces pastorales

Comme nous venons de le voir, un nombre important d'espèces ont disparu de la station de Tadmit depuis 1970 remplacées par de nouvelles espèces ; nous allons donc voir si ce nouveau cortège floristique est intéressant sur le plan pastoral.

En 1970, 57%⁸ des espèces sont bien appréciées par les animaux (Tableau XXXIV), en 1989 60% des espèces sont bien appréciées et en 2006, 60% sont de bons fourrages. Ces chiffres indiquent qu'un peu plus de la moitié de la richesse floristique de notre station est constituée de bonnes espèces fourragères, ceci quelle que soit la période d'étude.

Tableau XXXIV : Taux de variation des espèces pastorales (Is)

Paramètres Is	effectif 1970	effectif 1989	effectif 2006	Taux de variation (1970/1989)	Taux de variation (1989/2006)	Taux de variation (1970/2006)
Classe 1 : ($1 \leq IS \leq 3$)	54	34	48	-37	41	-11
Classe 2 : ($4 \leq IS \leq 6$)	56	32	54	-43	69	-3
Classe 3 : ($7 \leq IS \leq 9$)	18	21	19	16	-9	5
Classe 1 : (%)	42	39	39	/	/	/
Classe 2 : (%)	43	36	44	/	/	/
Classe 3 : (%)	14	24	16	/	/	/

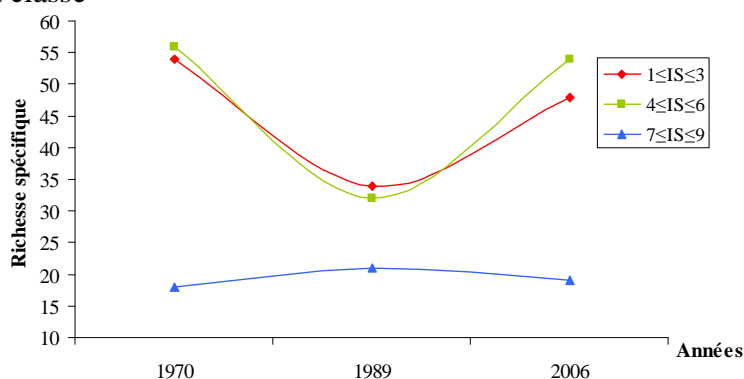
4.3.1. Taux de variations

La classe 1 est une classe dont le nombre d'espèces varie de façon très significative (Figure 22). En 1989 leur nombre diminue de 37% comparé à l'année 1970, cette régression ne peut être que la conséquence d'un régime pluviométrique insuffisant étant donné qu'elles ne sont pas appréciées par les animaux. En 2006 l'effectif de ces espèces s'accroît pour approcher celui de 1970.

La classe 2 subit une diminution plus importante que la classe 1 car les espèces bien appréciées subissent en plus des mauvaises précipitations annuelles de 1989 le surpâturage ; mais la mise en défens a eu des conséquences positives sur les espèces bien appréciées car cela a permis un accroissement de 69% du nombre de ces espèces en 2006 par rapport à 1989, mais par rapport à 1970 leur nombre a baissé de manière peu significative (3%).

La classe 3 des espèces très bien appréciées quant à elle est marquée par une légère progression de son effectif en 1989 alors que nous nous attendions à une diminution comme cela a été observé pour les classes 1 et 2 pour l'année 1989. Cela pourrait s'expliquer par l'importante diminution du nombre de têtes d'ovins enregistré en 1988 qui aurait quelque peu soulagé les espèces très bien appréciées de la pression du surpâturage (figure 12).

Ceci dit la classe 3 demeure la classe dont le nombre d'espèce est le plus faible et qui fluctue le moins par rapport aux deux autres classes.



⁸ Nous avons sommé les classes 1 et 2

Figure 22 : Evolution de la richesse spécifique par classe d'indice spécifique

4.3.2. Indice de similitude

Nous remarquons que le cortège floristique initial pour chaque classe d'indice spécifique change un peu plus d'une période d'observation à une autre car, les années 1970 et 1989 ont près du trois quart de leur espèces en commun (Tableau : XXXV), alors qu'entre les années 1970-2006 moins de la moitié des espèces répertoriées entre les deux périodes l'est.

La question que nous nous posons à ce stade de l'interprétation est la suivante : le surpâturage favorise-il l'apparition de nouvelles espèces médiocres ? pas si évident, car 52 % des espèces nouvelles⁹ recensées en 1989 sont de mauvais fourrages. De la même façon, la mise en défens favorise-elle l'apparition de nouvelles espèces bien appréciées ? là il semblerait que oui, car 60% des nouvelles espèces recensées en 2006 le sont. (annexe 7 et 8)

Il semblerait que le cortège floristique de la station de Tadmit n'ait pas été remplacé par des espèces médiocres ; malgré un changement très significatif de la liste floristique et ceci de près de la moitié comparé à l'état de la flore de 1970, il en demeure que 60% de la richesse spécifique de la station est constituée d'espèces bien appréciées en 2006, et ceci en partie grâce à la réapparition en 2006 d'espèces bien appréciées non recensées en 1989 (Tableau XXXIV).

TableauXXXV : Indice de similitude par classe d'indice spécifique

Is	Paramètres	Indice de similitude (1970/1989) (%)	Indice de similitude (1989/2006) (%)	Indice de similitude (1970/2006) (%)
	Classe 1 : $0 \leq IS \leq 3$	64	58	49
	Classe 2 : $4 \leq IS \leq 6$	60	42	54
	Classe 3 : $7 \leq IS \leq 9$	68	55	48

4.4. Les éléments de la surface du sol

Pour rendre compte de l'état de la surface du sol nous avons effectué 33 relevées linéaires sur l'ensemble de la station.

Il en ressort que l'état de la surface du sol n'évolue pas de façon linéaire mais elle fluctue.

4.4.1. Le recouvrement de la végétation

En 2006 l'augmentation de la richesse spécifique est accompagnée par celle du recouvrement de la végétation après plusieurs années où cette dernière recouvrait à peine le 1/5 de la surface du sol (Tableau, XXXVI). Une augmentation de 29% par rapport à 1970, et de 238% comparé à 1989 après avoir diminuée de 63% entre 1970 et 1989. Cette importante augmentation est surtout due à celle des Thérophytes.

Tableau XXXVI : Taux de variation des éléments de la surface du sol

Paramètres	1970	1989	2006	Taux de Variation (%) (1970/1989)	Taux de Variation (%) (1989/2006)	Taux de Variation (%) (1970/2006)
Eléments surface du sol						
Recouvrement de la végétation	35	13	44	-63	238	29
Sable	/	23	17	/	-26	/
Pellicule de glaçage	/	34	4	/	-88	
Eléments grossiers	8	36	14	3,5	-61	75

⁹ Non recensées dans les études précédentes.

4.4.2. Le sable

Par la méthode de l'échantillonnage linéaire nous remarquons une diminution de 26% du pourcentage de sable entre 1989 et 2006, mais après avoir effectué l'analyse texturale sur 62 échantillons de sol il apparaît que la texture des sols de Tadmit est à 79% sablonneuse. Doukani, Ferradji, Khalfaoui (2000) ont effectué la même analyse sur 26 échantillons de sol dans la station de Tadmit ; elles ont mesuré une texture à 71% sablonneuse. Nous remarquons bien que le taux de sable dans notre station augmente.

4.4.3. Pellicule de glaçage

Celle-ci diminue en continue et de façon très significative, au point même de disparaître. La cause de cette diminution est le piétinement par les ovins car les parcours de Tadmit ont été ouverts après plusieurs années de mise en défens. Cette diminution peut s'expliquer aussi par l'augmentation de la quantité de sable qui recouvre la pellicule de glaçage.

4.4.4. Eléments grossiers

Là aussi nous remarquons une fluctuation dans la quantité en éléments grossiers à la surface du sol ; nous constatons que son pourcentage évolue inversement par rapport à celui du recouvrement de la végétation et à la richesse spécifique.

Lorsque le couvert végétal diminue laissant apparaître la roche mère, celle-ci est exposée aux diverses agressions (piétinements, écarts de température) qui l'effrite.

4.5. Evolution de la carte d'occupation des sols

Ce suivie est effectué sur la base de la comparaison de la carte d'occupation des sols de TAZAÏRT (1989) à la notre (Figure 23). Dans cette contribution nous allons suivre l'évolution de la surface des formations végétales cartographiées en 1989 et leur physionomie actuelle.

4.5.1. Evolution des steppes à *Stipa tenacissima*

4.5.1.1. Les faciès à *Stipa tenacissima* purs

De 1989 à 2006 la surface des steppes à *Stipa tenacissima* pure a diminué de 75 ha (Tableau XXXVII). Ces formations ont été colonisées par de nouvelles espèces pérennes qui ont modifié le paysage général de ces steppes (Figure 23). Parmi celles-ci nous citons l'*Artemisia herba alba*, le *Lygeum spartum*, *Salsola vermiculata*, *Atractylis serratuloides*, ou encore *Thymelaea microphylla* qui constituent un stade intermédiaire de dégradation dont les causes peuvent être soit anthropique (pâturage, labours), soit naturelles tel que l'ensablement ou la sécheresse édaphique. Nous trouvons un stade de dégradation plus important marqué par la disparition totale de l'alfa qui laisse place à de nouveaux faciès ; Nous citons :

Les faciès à *Artemisia herba alba* pur : celles que unes de ces formations ont fait leur apparition sur d'anciennes cultures effectuées par des éleveurs nomades à des fins d'autosubsistance ; des traces de labours et la présence de quelques espèces post-culturelles telles que *Eruca vesicaria* très dense attestant du passé culturel de ces faciès

Les faciès à base de *Lygeum spartum* : Ces formations supplantent le *Stipa tenacissima* lorsque l'aridité s'accroît avec un apport éolien de plus en plus important pouvant atteindre 50 cm de hauteur. Parmi les espèces qui accompagnent le sparte nous citons la *Thymelaea microphylla*.

Lorsque la sécheresse s'accroît (sécheresse édaphique) nous trouvons des faciès à *Astragalus armatus* purs et à *Arthrophytum scoparium* purs. Cette formation est une steppe climatique de l'aride (Achour, 1983 ; Aïdoud, 1984), de l'aride et du saharien (Poujet, 1980).

Nous pensons que l'*Arthrophytum scoparium* pousse dans les zones où l'albédo du sol est élevée asséchant l'atmosphère à sa surface ce qui accentue l'aridité de ces milieux.

Les steppes à alfa continuent à former les principaux paysages des parcours de Tadmit et qui occupent un peu plus du tiers de la surface des terres cartographiées.

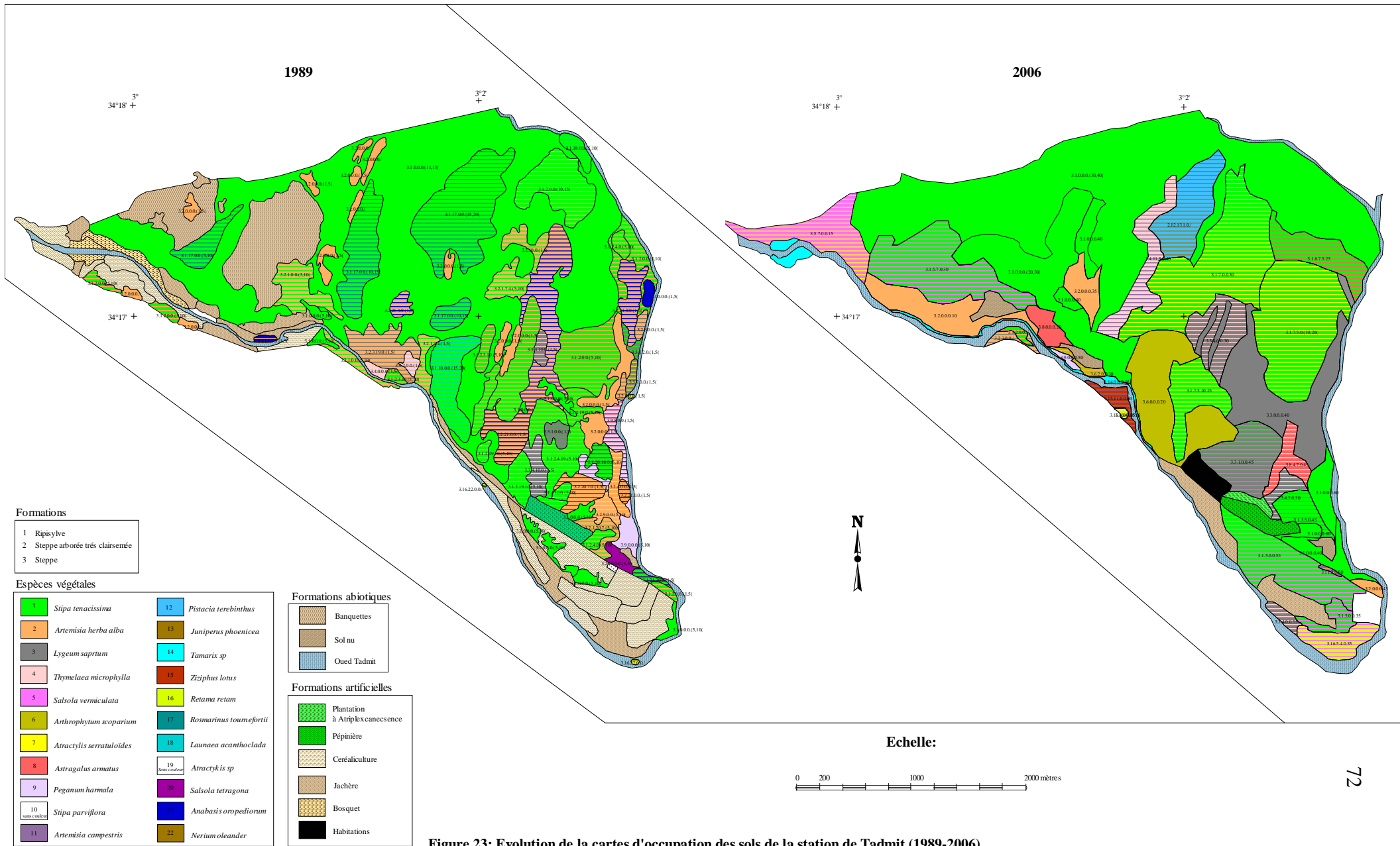


Figure 23: Evolution de la cartes d'occupation des sols de la station de Tadmit (1989-2006)

Tableau XXXVII : Evolution des steppes à base de *Stipa tenacissima*

N°	Faciès (1989)	Surfaces (1989) (ha)	Surfaces ¹⁰ (2006) (ha)	Surfaces ¹¹ nouvelles (ha)	Surfaces ¹² Totale (2006) (ha)	Faciès (2006)
1	<i>Stipa tenacissima pur</i>	471,35	212,86	183,46	396,32	- <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Artemisia herba alba</i> - <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Atractylis serratuloïdes</i> - <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Salsola vermiculata</i> - <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Atractylis serratuloïdes</i> , <i>Salsola vermiculata</i> - <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Astragalus armatus</i> , <i>Atractylis serratuloïdes</i> - <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Lygeum spartum</i> , <i>Salsola vermiculata</i> - <i>Artemisia herba alba pur</i> - <i>Artemisia herba alba</i> , <i>Lygeum spartum</i> - <i>Lygeum spartum</i> , <i>Thymelaea microphylla</i> - <i>Astragalus armatus pur</i> - <i>Arthrophytum scoparium purs</i> - <i>Salsola vermiculata</i> , <i>Atractylis serratuloïdes</i> - <i>Thymelaea microphylla</i> , <i>Artemisia campestris</i> , <i>Lygeum spartum</i> - Habitations
2	- <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Rosmarinus tournefortii</i>	98,25	0	0	0	- <i>Stipa tenacissima pur</i> - <i>Pistacia terebinthus</i> , <i>Juniperus phoenicea</i> , <i>Stipa tenacissima</i> - <i>Thymelaea microphylla</i> , <i>Artemisia campestris</i> - <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Atractylis serratuloïdes</i> - <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Salsola vermiculata</i>
3	- <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Artemisia herba alba</i>	112,72	0	1,76	1,76	- <i>Stipa tenacissima pur</i> - <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Atractylis serratuloïdes</i> - <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Salsola vermiculata</i>
4	- <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Artemisia herba alba</i> , <i>Atractylis sp</i>	5,14	0	0	0	- <i>Lygeum spartum pur</i>
5	- <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Artemisia herba alba</i> , <i>Thymelaea microphylla</i>	5,47	0	0	0	- <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Astragalus armatus</i> <i>Atractylis serratuloïdes</i> , <i>Salsola vermiculata</i> - <i>Stipa tenacissima pur</i>
6	- <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Artemisia herba alba</i> , <i>Lygeum spartum</i> , <i>Stipa parviflora</i>	1,68	0	0	0	- <i>Arthrophytum scoparium</i> , <i>Artemisia herba alba</i>
7	- <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Artemisia herba alba</i> , <i>Atractylis sp</i> , <i>Stipa parviflora</i>	31,41	0	0	0	- <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Atractylis serratuloïdes</i> , <i>Salsola vermiculata</i> , <i>Stipa parviflora</i> - <i>Lygeum spartum</i> , <i>Thymelaea microphylla</i> - <i>Lygeum spartum</i> , <i>Stipa tenacissima</i>
8	- <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Artemisia herba alba</i> , <i>Atractylis serratuloïdes</i> , <i>Stipa parviflora</i>	9,65	0	0	0	- <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Atractylis serratuloïdes</i> , <i>Salsola vermiculata</i> , <i>Stipa parviflora</i> - <i>Lygeum spartum</i> , <i>Thymelaea microphylla</i>
9	- <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Artemisia herba alba</i> , <i>Thymelaea microphylla</i> , <i>Atractylis sp</i>	20,30	0	0	0	- <i>Lygeum spartum</i> , <i>Stipa tenacissima</i>
10	- <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Launaea acanthoclada</i>	26,58	0	0	0	- <i>Arthrophytum scoparium pur</i> - <i>Stipa tenacissima purs</i>
11	- <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Salsola tetragona</i> , <i>Launaea acanthoclada</i>	5,3	0	0	0	- <i>Astragalus armatus</i> , <i>Thymelaea microphylla</i> , <i>Atractylis serratuloïdes</i>
12	- <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Thymelaea microphylla</i> , <i>Stipa parviflora</i>	5,47	0	0	0	- <i>Astragalus armatus</i> , <i>Thymelaea microphylla</i> , <i>Atractylis serratuloïdes</i> - <i>Lygeum spartum</i> , <i>Thymelaea microphylla</i>
13	- <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Anabasis oropetiorum</i> , <i>Salsola tetragona</i>	1,85	0	0	0	- <i>Stipa tenacissima purs</i>

¹⁰ Comptabilise la nouvelle surface de la parcelle cartographiée en 1989.

¹¹ Comptabilise la surface de nouvelles parcelles apparues en 2006 de même physionomie que 1989.

¹² Comptabilise la surface totale.

4.5.1.2. Faciès à *Stipa tenacissima* et *Rosmarinus tournefortii*

Dans ces formations le romarin ne domine guère aujourd'hui, et ne reste que quelques pieds très épars. Ces formations ont donc évolué en faciès à alfa pur.

Si on soustrait la surface de la formation à alfa pur issue de la disparition du *Rosmarinus tournefortii* qui s'est additionnée à la surface totale des steppes à alfa pures, on constatera que la diminution réelle de la surface de faciès à alfa pures est plus importante et de l'ordre de 173,28 ha.

4.5.1.3. Faciès à *Stipa tenacissima* et *Artemisia herba alba*

98% de ces formations ont évolué en steppe à *Lygeum spartum* pur dû à l'ensablement. Ce faciès ne couvre aujourd'hui que 1,76 ha contre 112,7 ha en 1989.

4.5.1.4. Faciès à *Stipa tenacissima* et *Artemisia herba alba* mixtes

La physionomie de ces steppes a complètement changé, lorsque les conditions du milieu et la pression anthropique ne sont pas trop importantes, l'alfa subsiste colonisé par de nouvelles espèces favorisées par le surpâturage au détriment de l'armoïse blanche qui disparaît. Parmi ces espèces nous citons : l'*Atractylis serratuloïdes* très abondant, ou la *Salsola vermiculata*. Lorsque le surpâturage s'accroît mettant à nu le sol et les éléments grossiers, l'aridité édaphique augmente, l'alfa disparaît à l'avantage de l'*Artrophytum scoparium* et l'armoïse blanche. Mais la majorité de ces formations ont évolué en steppes à base de *Lygeum spartum* et *Thymelaea microphylla* favorisées par un apport éolien non négligeable ; ces steppes couvraient en 1989 près de 63 ha, aujourd'hui ces dernières ont complètement disparu.

4.5.1.5. Faciès à *Stipa tenacissima*, *Anabasis oropediorum* et *Salsola tetragona*

Ce faciès a évolué en steppe à alfa pure. Ceci est dû à une certaine quantité de sable déposée par l'oued Tadmit qui jouxte la formation végétale lorsqu'il est en crue ; ce sable a fini par recouvrir l'*Anabasis oropediorum* et le *Salsola vermiculata*. L'alfa favorisé par l'effet self-mulshing des dépôts sableux s'est reproduit admirablement par voie végétative.

4.5.1.6. Faciès à *Stipa tenacissima* et *Launaea acanthoclada*

Ces formations évoluent en steppe à alfa pure lorsque ne subsiste que quelques pieds de *Launaea acanthoclada*, lorsque l'apport éolien devient plus important les psamophytes tels que *Thymelaea microphylla* supplante *Launaea acanthoclada*.

L'aridité édaphique s'accroissant à cause du surpâturage qui met à nu le sol et la dalle calcaire, Alfa et *Launaea acanthoclada* cèdent la place à l'*Artrophytum scoparium*.

4.5.2. Evolution des steppes à *Artemisia herba alba*

4.5.2.1. Faciès à *Artemisia herba alba* purs

Lorsque des nomades défrichent de petits lambeaux de terre sur des formations à base de *Stipa tenacissima* pour cultiver à des fins d'autosubsistance, l'armoïse blanche fait son apparition sur ces terres avec d'autres annuelles post-culturelles lorsqu'ils l'abandonnent (Tableau XXXVIII) ; mais l'alfa fini par reprendre sa place car cette espèce se multiplie très efficacement par reproduction végétative d'où l'évolution de certaines petites formations à armoïse blanche pures vers des faciès à alfa purs (retour à l'état initial avec en plus des annuelles post-culturelles qui enrichissent le cortège floristique). Ceci nous amène à dire que la pratique de cultures à courte durée sur des formations à *Stipa tenacissima* à des fins d'autosubsistance par les éleveurs nomades ne constitue pas de danger pour ces formations car celles-ci cicatrisent très bien, mais lorsque le surpâturage est important, l'état initial à

Stipa tenacissima pur n'est pas retrouvé et des espèces de dégradation pénètrent ces formations pour évoluer vers des steppes à *Stipa tenacissima*, *Atractylis serratuloïdes* et *Salsola vermiculata* lorsque le sol n'est pas érodé.

L'ensemble des formations à armoise blanche pures ont disparu, remplacées en grande majorité par des faciès à base de psamophytes dont nous citons :

- *Thymelaea microphylla* et *Artemisia campestris*.
- *Lygeum spartum* et *Thymelaea microphylla*.

Les 41,22 ha de steppe à *Artemisia herba alba* pures recensées en 2006 sont de nouvelles formations apparues sur d'anciennes friches et d'anciennes mises en valeur abandonnées.

4.5.2.2. Faciès à *Artemisia herba alba* et *Stipa tenacissima*

Si cette formation est issue d'une mise en culture de courte durée, l'Alfa finit par supplanter l'armoise blanche ; avec le surpâturage ce nouveau faciès à alfa pur est pénétré par de nouvelles espèces et évolue en steppe à *Stipa tenacissima*, *Salsola vermiculata* et *Atractylis serratuloïdes* (figure 24).

Lorsque les formations à armoise blanche et alfa subissent une mise en valeur de longue durée et des labours répétées, ces formations sont complètement désertifiées pour céder la place à du sol nu.

4.5.2.3. Faciès à *Artemisia herba alba* et *Stipa tenacissima* mixtes

Certains de ces faciès ont évolué vers des steppes à Alfa pures, ce sont les formations qui se situent à proximité de l'oued Tadmit qui comme nous l'avons expliqué plus haut déverse du sable lorsque le lit déborde ; ce sable recouvre les pérennes de petites tailles tels que l'armoise blanche, *Salsola tetragona*, *Atractylis serratuloïdes*, *Thymelaea microphylla* ou encore *Anabasis oropediolum*. Il faut noter que ces formations à Alfa pures sont en très bon état, leurs hauteurs peut atteindre 1m 70 avec l'inflorescence et 1 m 50 de diamètre. Cette vigoureuse colonisation de l'alfa sur l'armoise blanche est due à l'effet self-mulshing des dépôts de sable qui empêchent l'eau du sol de remonter à la surface pour s'évaporer permettant ainsi la conservation de l'humidité du sol ; une humidité pas trop importante car l'Alfa ne supporte pas les sols où l'eau stagne (Maire, 1925 ; Djebaili, 1984), le surplus d'eau déversé par l'oued est drainé dans le sous sol par gravité car le sol dans ces faciès est assez profond (zones d'épandage) ; ainsi nous pouvons dire que ce ne sont pas les propriétés mécaniques du sable (sol meuble empêchant la fixation de l'individu) qui empêche l'épanouissement de l'Alfa mais plutôt les propriétés physiques du sable (drainage trop important induisant une sécheresse édaphique), lorsque le taux d'humidité dans le sable est suffisant et constant l'Alfa y trouve des conditions très favorables pour sa croissance.

Lorsqu'on s'éloigne de l'oued Tadmit où ces conditions ne sont plus réunies, ces faciès évoluent vers des steppes à Alfa et *Atractylis serratuloïdes* quand il y a surpâturage.

4.5.2.4. Faciès à *Artemisia herba alba* et *Lygeum spartum*

Quant ces formations sont ensablées ils évoluent en steppe à *Lygeum spartum* pure. Ce sable est issue du lit de l'oued Tadmit qui se trouve à proximité de là dite formation qui dépose des alluvions lorsque il déborde.

4.5.2.5. Faciès à *Artemisia herba alba*, *Lygeum spartum* et *Anabasis oropediolum*

Une partie de cette formation a évolué vers une steppe arborée à *Tamarix sp.*, c'est la partie qui jouxte l'oued Tadmit dont le lit s'est agrandi suite à l'érosion hydrique emportant une portion de terre sur laquelle poussait cette formation ; le tamarix est apparue sur le lit de l'oued remplaçant la formation préexistante.

4.5.2.6. Faciès à *Artemisia herba alba* et *Anabasis oropediorum*

La grande majorité de ces formations a évolué vers des steppes à *Lygeum spartum* purs après ensablement. Sur des terres surpâturées ces formations évoluent vers des steppes à *Stipa tenacissima*, *Atractylis serratuloïdes* et *Salsola vermiculata*. Un pâturage plus intense mettant à nu le sol et la dalle calcaire accentue l'aridité édaphique et favorise les steppes à *Arthrophytum scoparium* purs dans la station de Tadmit à bioclimat aride variante à hiver frais.

Tableau XXXVIII : Evolution des steppes à base d'*Artemisia herba alba*

Faciès (1989)	Surface (1989) (ha)	Surfaces (2006) (ha)	Surfaces nouvelles (ha)	Surface totale (2006) (ha)	Faciès (2006)
- <i>Artemisia herba alba</i> pur	40,65	0	41,22	41,22	- <i>Stipa tenacissima</i> purs - <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Atractylis serratuloïdes</i> , <i>salsola vermiculata</i> - <i>Thymelaea microphylla</i> , <i>Artemisia campestris</i> - <i>Lygeum spartum</i> , <i>Thymelaea microphylla</i>
- <i>Artemisia herba alba</i> , <i>Stipa tenacissima</i>	19,55	0	0	0	- <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Salsola vermiculata</i> , <i>Atractylis serratuloïdes</i> - Sol nu
- <i>Artemisia herba alba</i> , <i>Stipa tanacissima</i> <i>Lygeum spartum</i> , <i>Thymelaea microphylla</i>	4,94	0	0	0	- <i>Stipa tenacissima</i> purs
- <i>Artemisia herba alba</i> , <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Atractylis serratuloïdes</i> , <i>Thymelaea microphylla</i>	8,25	0	0	0	- <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Atractylis serratuloïdes</i>
- <i>Artemisia herba alba</i> , <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Salsola tetragona</i> , <i>Atractylis serratuloïdes</i>	5,21	0	0	0	- <i>Stipa tenacissima</i> purs
- <i>Artemisia herba alba</i> , <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Stipa parviflora</i>	6	0	0	0	- <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Atractylis serratuloïdes</i>
- <i>Artemisia herba alba</i> , <i>Lygeum spratum</i>	3,39	0	2,75	2,75	- <i>Lygeum spartum</i> pur
- <i>Artemisia herba alba</i> , <i>Lygeum spartum</i> , <i>anabasis oropediorum</i>	16,96	0	0	0	- <i>Stipa tenacissima</i> purs - <i>Astragalus armatus</i> purs - <i>Peganum harmala</i> - <i>Tamarix sp</i> - <i>Artrophytum scoparium</i> , <i>Artemisia herba alba</i> - Sol nu
- <i>Artemisia herba alba</i> , <i>Anabasis oropediorum</i>	60,39	0	0	0	- <i>Lygeum spartum</i> purs - <i>Stipa tenacissima</i> purs - <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Atractylis serratuloïdes</i> , <i>Salsola vermiculata</i> , - <i>Artrophytum scoparium</i> purs
- <i>Artemisia herba alba</i> , <i>Peganum harmala</i>	4,51	0	0	0	- <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Lygeum spartum</i> , <i>Salsola vermiculata</i>
- <i>Artemisia herba alba</i> , <i>Thymelaea microphylla</i>	5	0	0	0	- <i>Stipa tenacissima</i> purs
- <i>Artemisia herba alba</i> , <i>Salsola tetragona</i> , <i>Atractylis serratuloïdes</i>	8,66	0	0	0	- <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Lygeum spartum</i> , <i>Salsola vermiculata</i> - <i>Lygeum spartum</i> , <i>Thymelaea microphylla</i> , <i>Salsola vermiculata</i> - <i>Astragalus armatus</i> , <i>Thymelaea microphylla</i> , <i>Atractylis serratuloïdes</i>

4.5.2.7. Faciès à *Artemisia herba alba* et *Thymelaea microphylla*

Cette dernière a aussi subi les conséquences de l'oued Tadmit en crue favorisant la régénération de l'alfa qui a carrément supplanté l'*Artemisia herba alba* et le *Thymelaea microphylla*. Ce qui serait intéressant de savoir est que cette régénération est-elle issue d'une reproduction végétative ou par graines car cette dernière n'est pas du tout à exclure notant une humidité du sol assez appréciable dans cette placette.

4.5.3. Evolution des steppes à *Lygeum spartum*

4.5.3.1. Faciès à *Lygeum spartum* purs

Ces steppes n'existaient pas en 1989 (Tableau XXXIX), aujourd'hui elles ont remplacé l'ensemble des steppes à base d'armoïse blanche et certaines steppes à base d'alfa de 1989, couvrant ainsi près de 63 ha soit 6% de l'ensemble des terres cartographiées.

Tableau XXXIX: Evolution des steppes à base de *Lygeum spartum*

Faciès (1989)	Surface (1989) (ha)	Surfaces (2006) (ha)	Surfaces nouvelles (ha)	Surface totale (2006) (ha)	Faciès (2006)
- <i>Lygeum spartum</i> pur	0	0	69,98	62,98	- <i>Lygeum spartum</i> pur
- <i>Lygeum spartum</i> , <i>Stipa tenacissima</i>	3,9	29	0	29	La parcelle s'est agrandie
- <i>Lygeum spartum</i> , <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Artemisia herba alba</i>	2	0	0	0	- <i>Lygeum spartum</i> pur - Oued
- <i>Lygeum spartum</i> , <i>Atractylis serratuloïdes</i>	2	0	0	0	- <i>Lygeum spartum</i> pur - Oued
- <i>Lygeum spartum</i> , <i>Thymelaea microphylla</i> , <i>Stipa parviflora</i>	10,2	0	0	0	- <i>Lygeum spartum</i> , <i>Stipa tenacissima</i> - <i>Lygeum spartum</i> , <i>Thymelaea microphylla</i>

4.5.3.2. Faciès à *Lygeum spartum* et *Stipa tenacissima*

Sur le plan physionomique celle-ci n'a guère évolué, par contre sa surface a été multipliée par 7, passant de 4 ha en 1989 à 29 ha en 2006. Ceci témoigne de la constance des conditions du milieu qui favorise l'extension de ces faciès au détriment des steppes limitrophes à base d'alfa et armoïse blanche qui lui cèdent la place. Parmi ces facteurs nous citons l'ensablement.

4.5.3.3. Autres steppes à base de *Lygeum spartum*

Le *Lygeum spartum* semble avoir trouvé dans la partie orientale de la station de bonnes conditions de régénération, car la surface de ces steppes s'est soit agrandie tel que les faciès à spart et *Thymelaea microphylla*, soit évoluées en steppes à spart pures.

4.5.4. Evolution d'autres steppes

4.5.4.1. Faciès à base de *Peganum harmala*

Les formations à base de *Peganum harmala* proche de l'oued Tadmit ont toutes évolué en steppe à alfa pur pour les raisons citées plus haut à cause de leur proximité de l'oued Tadmit (Tableau XXXX).

Tableau XXXX: Evolution d'autres steppes.

Faciès (1989)	Surface (1989) (ha)	Surfaces (2006) (ha)	Surfaces nouvelles (ha)	Surface totale (2006) (ha)	Faciès (2006)
- <i>Peganum harmala</i> pur	5,45	0	1,5	1,5	- <i>Stipa tenacissima</i> pur - Sol nu et décombres
- <i>Peganum harmala</i> , <i>Artemisia herba alba</i>	2,1	0	0	0	- <i>Stipa tenacissima</i> pur
- <i>Peganum harmala</i> , <i>Astragalus armatus</i>	9	0	0	0	- <i>Astragalus armatus</i> , <i>Thymelaea microphylla</i> , <i>Atractylis serratuloïdes</i> - <i>Stipa tenacissima</i> pur - <i>Lygeum spartum</i> pur
- <i>Anabasis oropediurum</i> pur	1,98	0	0	0	- <i>Lygeum spartum</i> pur - <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Astragalus armatus</i> , <i>Atractylis serratuloïdes</i> , <i>salsola vermiculata</i>
- <i>Anabasis oropediurum</i> , <i>Artemisia herba alba</i>	1,13	0	0	0	- Oued
- <i>Salsola tetragona</i> pur	3,59	0	0	0	- <i>Stipa tenacissima</i> pur
- <i>Thymelaea microphylla</i> pur	1,63	0	0	0	- <i>Tamarix</i> sp - <i>Artrophytum scoparium</i> , <i>Artemisia herba alba</i> - <i>Peganum harmala</i> - Oued

Le *Peganum harmala* mélangé à de l'*Astragalus armatus* a été remplacé par de l'*Astragalus armatus*, *Thymelaea microphylla* et *Atractylis serratuloïdes*.

4.5.5. Evolution des formations artificielles

L'ensemble des mises en valeurs répertorié en 1989 ont été abandonnées et colonisées par de la végétation naturelle, le plus souvent ces formations sont des steppes très dégradées et clairsemées à base d'espèces très peu appréciées par les animaux à l'exception des steppes à *Stipa tenacissima* et *Salsola vermiculata* qui se trouve en très bon état (Tableau XXXXI) ; le recouvrement de la végétation avoisine les 55% et l'alfa y est saillant d'une hauteur qui dépasse les 1m 50.

Tableau XXXXI : Evolution des formations artificielles.

(1989)	Surface (1989) (ha)	Surfaces (2006) (ha)	Surfaces nouvelles (ha)	Surface totale (2006) (ha)	Faciès (2006)
Cultures céréalières	64,08	0	0	0	- <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Salsola vermiculata</i> - <i>Salsola vermiculata</i> , <i>Atractylis serratuloïdes</i> - <i>Artrophytum scoparium</i> - <i>Lygeum spartum</i> , <i>Thymelaea microphylla</i> - <i>Retama retam</i> , <i>Salsola vermiculata</i> , <i>Thymelaea microphylla</i> - <i>Jachères</i>
Sol nu et jachères	75,64	- Jachère: 26,12 - Sol nu : 11,57	0	- Jachère: 26,12 - Sol nu : 11,57	- <i>Artemisia herba alba pur</i> - <i>Stipa tenacissima pur</i> - <i>Salsola vermiculata</i> , <i>Atractylis serratuloïdes</i> - <i>Artrophytum scoparium pur</i> - <i>Tamarix sp</i> - <i>Jachères</i> - <i>Oued</i>

Pour les jachères cartographiées en 1989 ont peut les subdivisées en 2 catégories :

- Si la jachère est issue d'une céréaliculture massive à but mercantile sur des surfaces importantes, ces dernières évoluent en steppes à armoise blanche très dégradées où le recouvrement de la végétation ne dépasse guère 10% ; lorsque les conditions stationnelles se font plus arides l'*Artrophytum scoparium* colonise ces jachères.
- Lorsque ces jachères se trouvent sur d'anciennes steppes à alfa et issues d'une céréaliculture par des éleveurs nomades à des fins d'autosubsistance de durée et de surface réduite, l'armoise blanche fait son apparition avec quelques annuelles post-culturales dans un premier temps puis l'état initial à base d'alfa est retrouvé avec quelques différences sur le plan floristique.

Une partie non négligeable de ces jachères a été emportée par l'oued Tadmit au niveau du quel a poussé du tamarix.

4.6. Les formations de dégradations

Nous entendons par formation de dégradations toutes steppes à base de *Thymelaea microphylla*, *Peganum harmala*, *Salsola vermiculata*, *Atractylis serratuloïdes*, *Astragalus armatus*, *Artrophytum scoparium*, ou *Artemisia campestris* apparues en 2006 . La surface de ces steppes a très fortement augmenté ; alors qu'en 1989 cette surface atteignait moins de 25 ha, aujourd'hui celle-ci a été multipliée par six en couvrant environ 148 ha. Parmi ces steppes certaines n'existaient pas en 1989 tel que l'*Artrophytum scoparium*, ou encore l'*Astragalus armatus* présent qu'à l'état sporadique en 1989 qui aujourd'hui forme carrément des faciès purs.

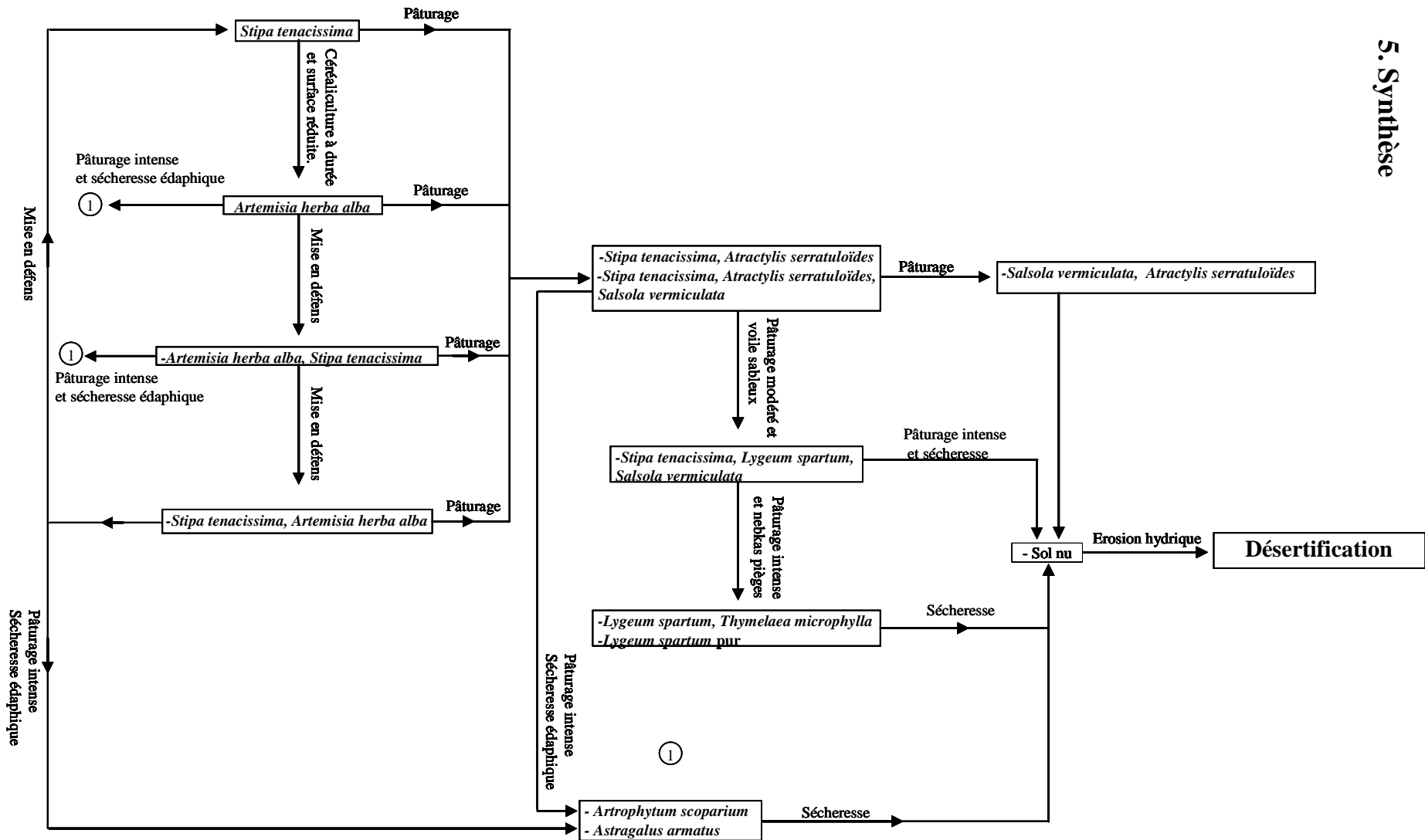


Figure 24 : Schéma proposé de la dynamique des faciès végétaux dans la station de Tadmit entre 1989 et 2006

6. Conclusion

Le surpâturage demeure la principale cause de diminution de la richesse floristique dans la station de Tadmit voir même la seule qui s'inscrit dans le long terme, car comme nous l'avons vu au chapitre I, il ne semble pas y avoir une baisse des précipitations annuelles pour la seconde moitié du XX^{ème} siècle comparée à la première moitié dans le sud algérois ; ainsi les périodes de sécheresse sont des épisodes passagers qui ont toujours existé en climat méditerranéen.

D'autres facteurs secondaires contribuent aussi à la diminution et au remaniement de la richesse floristique dans la station, nous citons : l'ensablement, la céréaliculture (à durée et surface importante), le microclimat (Albédo du sol).

La végétation de la station de Tadmit se régénère efficacement après une période de mis en défens, mais le cortège floristique initial n'est pas complètement retrouvé car en grande partie remplacé par de nouvelles espèces ; ce nouveau cortège reste toujours intéressant sur le plan pastoral car le nombre d'espèces bien appréciées par les animaux demeure inchangée entre les trois périodes d'étude ; mais pour que les parcours de Tadmit soient véritablement de bons pâturages pour les animaux, ne faudrait-il pas que le recouvrement des espèces bien appréciées soit conséquent par rapport à celui des espèces médiocres ?

Un élément de réponse nous est apporté grâce à la comparaison des deux cartes d'occupation des sols de la station de Tadmit. Celle-ci nous montre bien que la surface des faciès purs à *Stipa tenacissima* qui renferment un cortège floristique très riche en thérophytes est entrain de diminuer de façon très significative. Ces steppes sont dans un premier temps pénétrées par des espèces chaméphytiques non palatables, pour que dans un deuxième temps l'alfa disparaisse complètement, remplacée par des steppes moins intéressantes telles que les steppes à *Atractylis serratuloïdes*, à *Astragalus armatus* ou à *Lygeum spartum* et *Thymelaea microphylla* ou encore des steppes à *Arthrophytum scoparium*. Différents auteurs ont réalisé des études diachroniques qui aboutissent à ce résultat à savoir, l'extension des steppes médiocres inintéressantes sur le plan pastoral et du sable et nous citons : MELZI (1986), HIRCHE (1987), TAZAÏRT (1989), (CHAÏEB, 1991 ; in KADI-HANIFI, 1998), KADI-HANIFI (1998), DOUKANI, FERRADJI et KHALFAOUI, (2000), BOUCHEMAL, BOUDERBALA et HAMDANI (2003).

Les espèces chaméphytes et hémichryptophytes semblent être les espèces les plus touchées négativement par le surpâturage. Alors que les thérophytes par leur cycle biologique court et les géophytes dont le bourgeon de rénovation est sous terrain arrivent à éviter la mauvaise saison et à supporter le surpâturage, les chaméphytes et les hémichryptophytes ne peuvent se protéger que par la production d'épines ou la synthèse de substances toxiques.

Notons aussi l'effet bénéfique des crues de l'oued Tadmit qui a favorisé la régénération de l'alfa par voie végétative au bord du lit grâce à l'effet self-mulshing du sable déposé par l'oued.

7. Analyse numérique des relevés phytoécologiques

7.1. Analyse factorielle des correspondances (A.F.C)

Nous avons réalisé cette analyse afin de déterminer les principaux facteurs écologiques qui interviennent dans la distribution de la végétation dans la station de Tadmit et les différents milieux dans lesquels elle évolue en utilisant l'anaphyto.

Un traitement A.F.C par abondance-dominance pour les variables « relevés-espèces » a été effectué pour un total de 50 relevés et de 150 espèces.

La signification des axes factoriels a été surtout déterminée grâce à l'autoécologie des espèces à fortes contributions relatif et corrélation.

7.2. Signification écologique des axes

7.2.1. Interprétation de l'axe 1

On nous aidant des espèces à fortes contribution/corrélation (Tableaux, XXXXII et XXXXIII) on remarque que l'ensemble des espèces du coté positif de l'axe 1 sont des psamophytes alors que ceux du coté négatif ne le sont pas à l'exemple de *Thymelaea microphylla*, *Cutandia dichotoma*, ou encore *Bromus tectorum*

L'axe 1 semble indiquer un gradient d'ensablement.

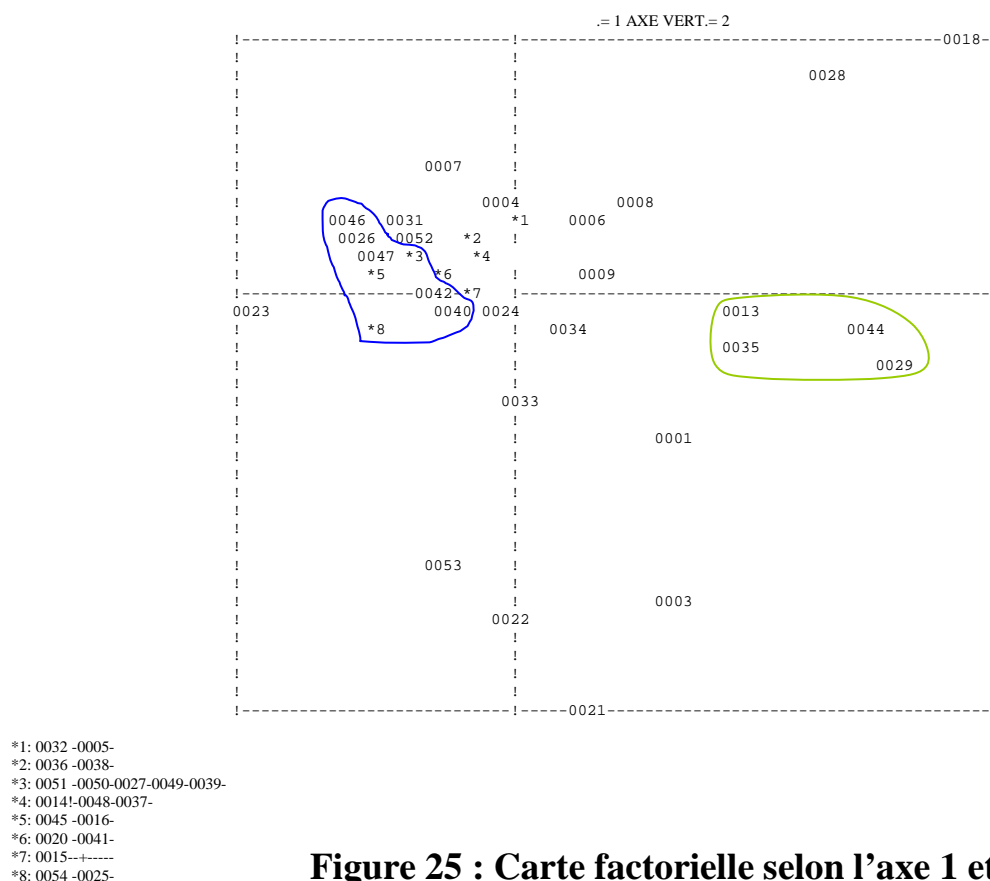


Tableau XXXXII : Espèces a forte contribution/corrélation pour l'axe 1 coté positif

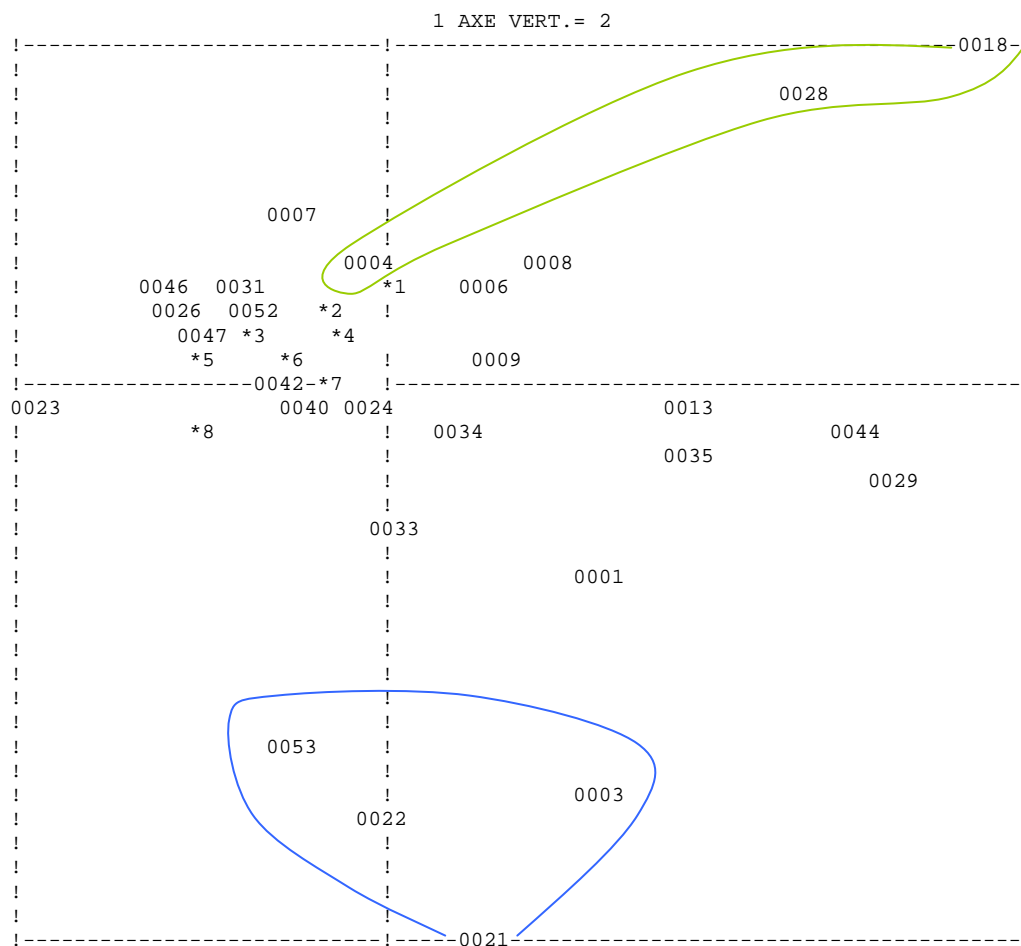
positif	CTR/COR	Hochreutiner, 1904	Le Houerou, 1969	Celles, 1975	Pouget, 1980	Achour 1983	Aïdoud, 1984
<i>Thymelaea microphylla</i>	215/780	Végétation des dunes	Sable fixé des steppes	Groupe sociologique des steppes psamophiles 150<P<310 mm	Steppe climatique et édaphique, sol sableux, texture grossière à très grossière (psamophile)	200<P<300, sur accumulation sableuse, pâturage, 1,6<m<1,9	/
<i>Bromus tectorum</i>	22/277	Formations à <i>Quercus ilex</i> et <i>Juniperus phoenicea</i> , présence lié au passage de troupeau	/	200<P<330	Steppe climatique et édaphique, sol sableux, texture grossière à très grossière (psamophile)	Sur sol sableux pauvre en matière organique	/
<i>Cutandia dichotoma</i>	24/194	/	/	/	/	Sur sable, horizon 1 profond	Steppe psamophile
<i>Artemisia campestris</i>	58/188	/	200<P600, bonne porosité de l'horizon supérieur, psamophile (sable fixé) cultigène	Steppe climatique, sur sable et terrain léger ou labouré	Steppe climatique arid, et édaphique, psamophile, sol à texture grossière à très grossière, culturelle	/	/
<i>Ononis natrix</i>	10/126	/	/	/	/	/	Steppe psamophile

Tableau XXXXIII : Espèces a forte contribution corrélation pour l'axe 1 coté négatif

négatif	CTR/COR	Le houerou, 1969	Celles, 1975	Djebaïli, 1978	Poujet, 1980
<i>Stipa tenacissima</i>	96/434	Aride moyen et inf, 100<P<600, forêt, matorral, steppe, groupe des croûtes calcaire peu profond	Groupe sociologique du matorral arboré 220<P<290	Matorral arboré 350<P<400	Steppe climatique (aride frais à froid) versant et surfaces plus ou moins encroûtées, gypsovague
<i>Launaea acanthoclada</i>	22/156	Chasmophyte	Chasmophyte	/	Versant et surfaces plus ou moins encroûtées, sol sur gré et calcaire durs

7.2.2. Interprétation de l'axe 2

L'axe 2 indiquerait une action anthropique notamment une mise en culture, les espèces à forte contribution/corrélation le confirment. En effet *Peganum harmala* a une très forte contribution relative (116) et une très forte corrélation (350), citons aussi l'*Arthrophytum scoparium* dont la contribution relative et la corrélation sont très fortes (Tableau XXXIV et XXXV).



- *1: 0032 -0005-
- *2: 0036 -0038-
- *3: 0051 -0050-0027-0049-0039-
- *4: 0014!-0048-0037-
- *5: 0045 -0016-
- *6: 0020 -0041-
- *7: 0015--+-+-----
- *8: 0054 -0025-

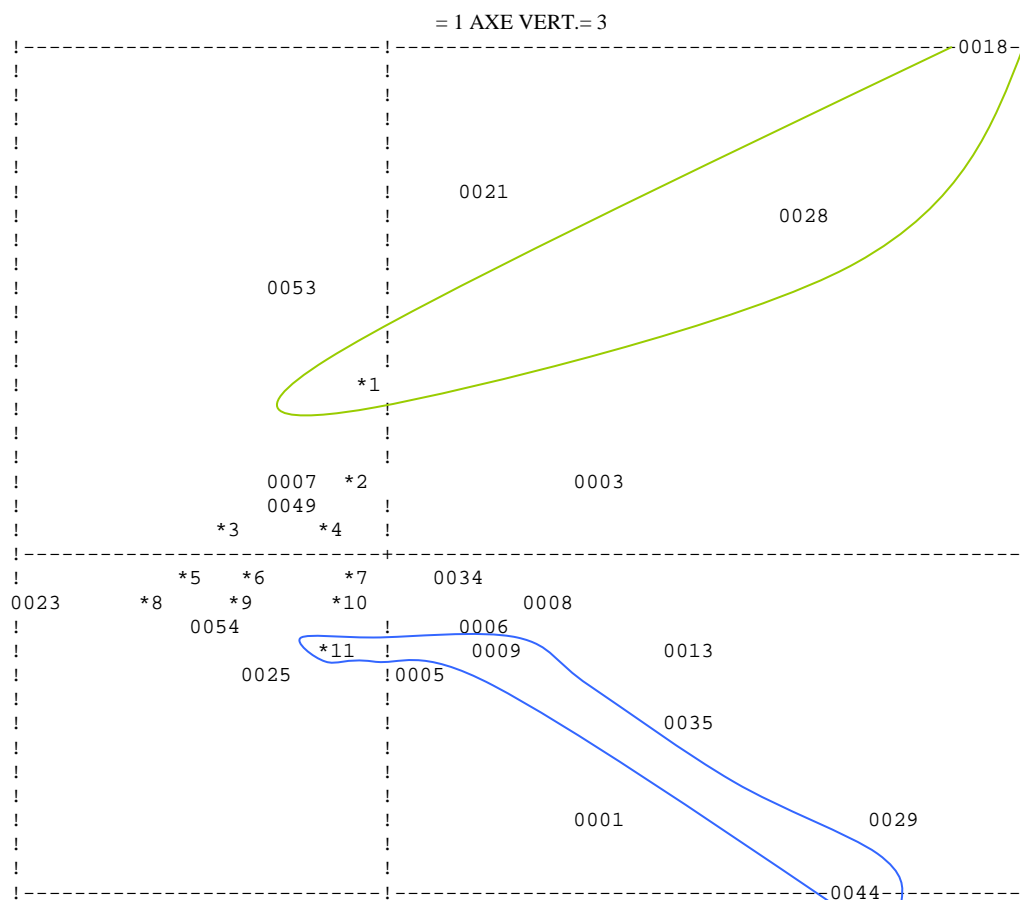
Figure 26 : Carte factorielle selon l'axe 1 et 2

Positif	CTR/COR	Quezel et Santa, 1962-1963	Le Houerou, 1969	Pouget, 1980
<i>Salsola vermiculata</i>	45/128	/	/	4<conductivité<64, sur sol halomorphe
<i>Lappula redowskii</i>	10/99	Pâturage aride	Steppe et culture frais et froid	Steppe et culture

Négatif	CTR/COR	Le Houerou, 1969	Celles, 1975	Pouget, 1980	Achour, 1983
<i>Arthrophytum scoparium</i>	261/519	/	/	Steppe aride inférieur P<100, pauvre en matière organique, sol xérique brun calcaire à croûte calcaire d'apport alluviale, gypsovague	200<P<250 sur glacis de dénudation et d'accumulation, sur steppe surpâturée, -0,9<m<0, sable>20%
<i>Peganum harmala</i>	116/350	/	/	Sur sol profond, post culturale et halomorphe	/
<i>Helianthemum virgatum</i>	20/163	Steppe, sol à croûte calcaire peu profond <50cm	/	/	P>350, cône de dejection et glacis -2,7<m<-1
<i>Artemisia herba alba</i>	42/160	Limnophile, sol battant, 200<600, semi aride inférieur	Groupe climatiquedes steppes arides	Aride frais et froid glacis à croûte calcaire, steppe edaphique et culture, sol non salé de texture fine à moyenne	200<P<300, glacis résiduel, steppe pâturée

7.2.3. Interprétation de l'axe 3

L'axe 3 semble être un axe physiologique, il met en évidence les relevés à *Retama retam*. En effet cette espèce a les plus fortes valeurs de contribution et de corrélation sur la partie positive de l'axe 3 avec respectivement 117 et 364, aussi l'analyse a regroupé que les relevés où cette espèce domine. (Tableau XXXXVI et XXXXVII)



- *1: 0022 -0032-
- *2: 0004 -0048-
- *3: 0031 -0042-0027-
- *4: 0015 -0033-
- *5: 0047 -0045-
- *6: 0051 -0050-0020-0039-
- *7: 0024 -0037-
- *8: 0046 -0026-
- *9: 0016 -0052-0040-
- *10: 0038!-0014-
- *11: 0036 -0041-

Figure 27 : Carte factorielle selon l'axe 1 et 3

Tableau XXXVI : Espèces a forte contribution/corrélation pour l'axe 3 coté positif

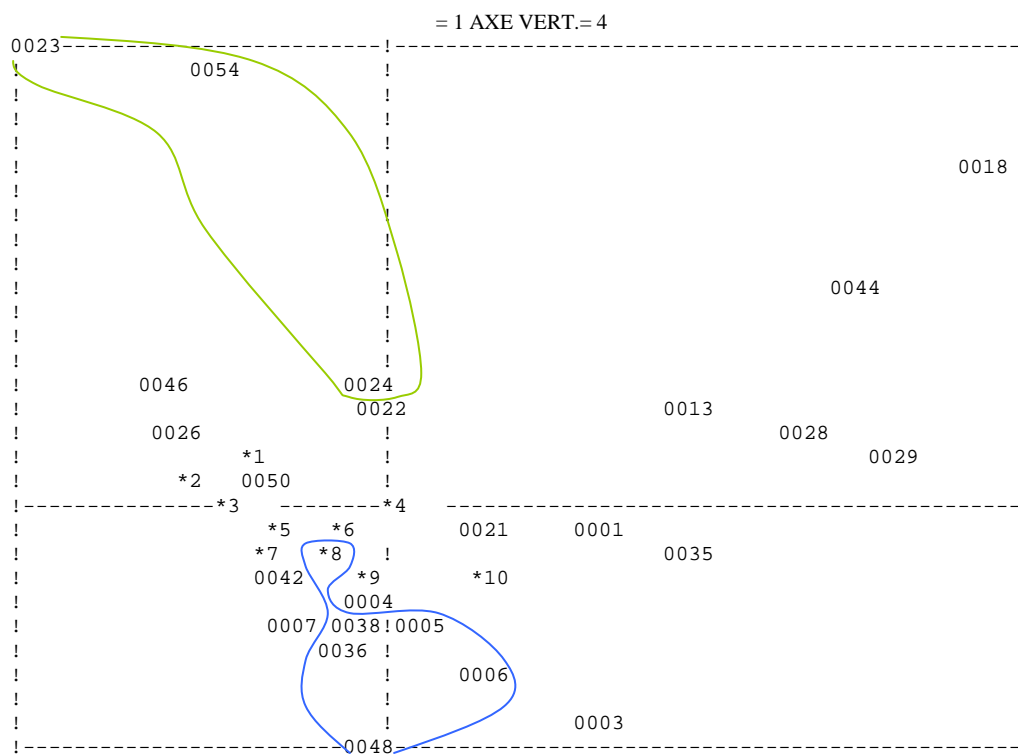
Positif	CTR/COR	Quezel et Santa, 1962-1963	Le Houerou, 1969	Celles, 1975	Pouget, 1980	Achour, 1983
<i>Retama retam</i>	117/364	/	/	/	/	/
<i>Lappula redowskii</i>	31/268	Pâturage aride	Steppe et culture	/	Steppe et culture	/
<i>Arthrophytum scoparium</i>	114/207	/	/	/	Steppe aride inférieur P<100, pauvre en matière organique, sol xérique brun calcaire à croûte calcaire d'apport alluviale, gypsovague.	200<P<250 sur glacis de dénudation et d'accumulation, sur steppe surpâturée, -0,9<m<0, sable>20%
<i>Schismus barbatus</i>	4/149	/	/	/	/	Pâturage intense, sol battant pauvre en matière organique, sol nu important.
<i>Koelpinia linearis</i>	14/132	/	/	/	/	Pâturage intense, sol battant pauvre en matière organique, sol nu important.
<i>Filago spathulata</i>	3/114	Pelouse rocaille et champs	/	Groupe écologique des limons	/	/

Tableau XXXVII: Espèces a forte contribution/corrélation pour l'axe 3 coté négatif

Négatif	CTR/COR	Hochreutiner, 1904	Celles, 1975	Pouget, 1980	Achour, 1983	Aïdoud, 1984
<i>Lygeum spartum</i>	80/169	/	/	/	200<P<300, sur cône de dejection, accumulation éolienne, relief résiduel, 1<pente<4% favorisé par le pâturage, 0.1<m<1.5, sable<80%	/
<i>Bromus tectorum</i>	21/199	Formations à <i>Quercus ilex</i> et <i>Juniperus phoenicea</i> , présence lié au passage de troupeau	200<P<330	Steppe climatique et édaphique, sol sableux, texture grossière à très grossière (psamophile)	Sur sol sableux pauvre en matière organique et en calcaire total, pauvre en ions K ⁺ et Na ⁺	/
<i>Ononis natrix</i>	19/129	/	/	/	/	Steppe psamophile

7.2.4. Interprétation de l'axe 4

En consultant la bibliographie des espèces à forte contribution/corrélation (Tableaux, XXXXVIII et XXXXIX), l'axe 4 met en évidence les reliques forestières.



- *1: 0051 -0020-0040-
- *2: 0047 -0045-0016-
- *3: 0031--0052-0025-
- *4: +----0034-
- *5: 0053 -0049-
- *6: 0041!-0014-
- *7: 0027 -0039-
- *8: 0015 -0033-
- *9: 0037 -0032-
- *10: 0009 -0008-0014-
- *11: 0036 -0041-

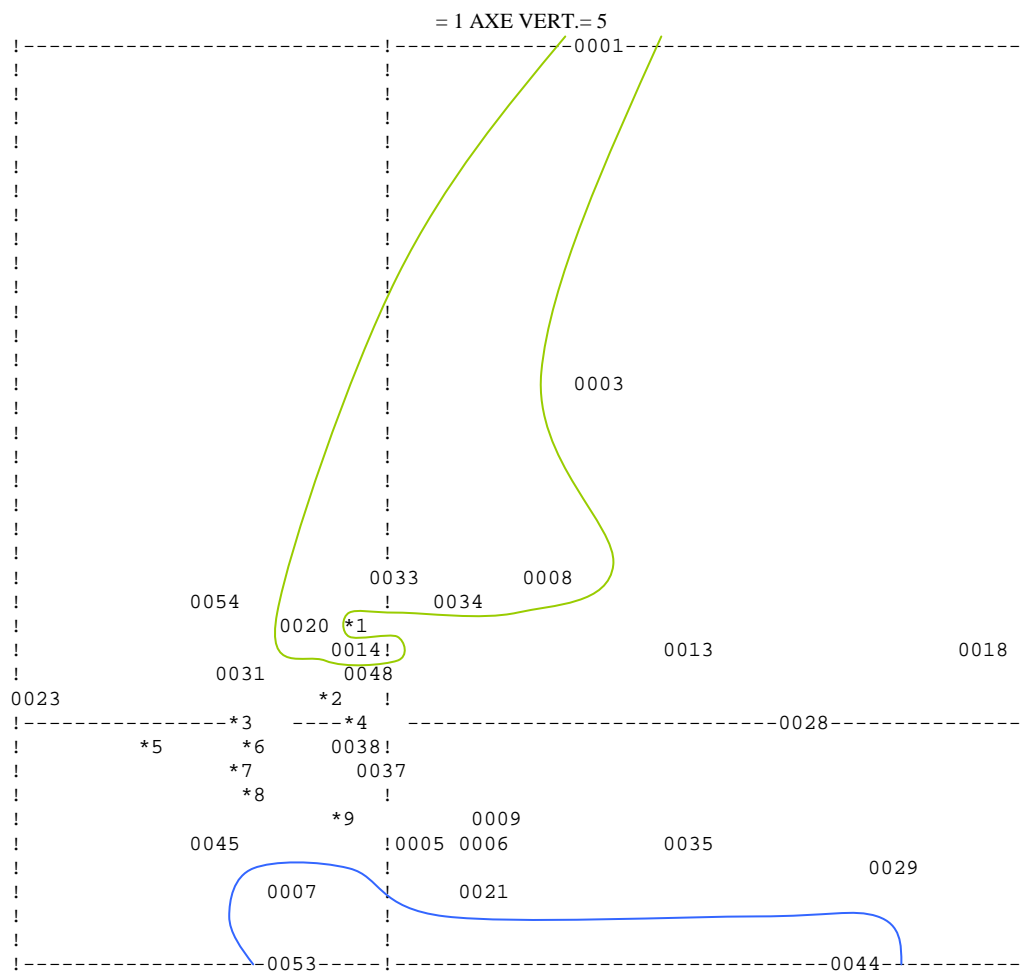
Figure 28 : carte factorielle selon l'axe 1 et 4

Tableau XXXXVIII : Espèces a forte contribution/corrélation pour l'axe 4 coté positif					
Positif	CTR/COR	Le Houerou, 1969	Celles, 1975	Poujet, 1980	Achour, 1983
<i>Plantago ovata</i>	34/307	/	/	/	Milieus riches en éléments grossiers, sol battant, pauvre en matière organique, à pH alcalin et riche en sodium sur steppe bien pâturée.
<i>Launaea accanthoclada</i>	43/233	Chasmophyte	Chasmophyte	Versant et surfaces plus ou moins encroûtées, sol sur gré et calcaire durs	/
<i>Anagalis arvensis</i>	34/274	Cultigène	Groupe édaphique des limons		/

Tableau XXXXIX : Espèces a forte contribution/corrélation pour l'axe 4 coté négatif						
Négatif	CTR/COR	Le Houerou, 1969	Celles, 1975	Djebaili, 1978	Poujet, 1980	Achour, 1983
<i>Salsola vermiculata</i>	69/225	/	/	/	/	/
<i>Atractylis serratuloïdes</i>	22/178	/	Groupe climatique des steppes arides	/	Steppe climatique, aride moyen et froid, sur versant et surface plus ou moins encroûtée, sols divers bien drainé	/
<i>Anabasis oropetiorum</i>	6/43	Steppe saharienne supérieur à aride supérieur 100<P<600, sol à croûte calcaire, peu profond <50cm, gypsophile	/	Saharien chaud à aride froid 100<P<200, sol gypsosalin	/	Arde moyen et froid

7.2.5. Interprétation de l'axe 5

L'axe 5 semble mettre en évidence les sols riches en limons. Cette hypothèse est confirmée par les fortes valeurs de contributions/corrélations pour l'*Artemisia herba alba* dans la partie positive de l'axe 5. En effet cette espèce est connue comme espèce limnophile. (Tableau XXXXX et XXXXXI)



- *1: 0024 -0032-
- *2: 0015 -0036-
- *3: 0052--0049-
- *4: 0004--+-----
- *5: 0046 -0026-0047-
- *6: 0051 -0050-0039-
- *7: 0016 -0027-0040-
- *8: 0025 -0042-
- *9: 0041!-0022-
- *10: 0009 -0008-0014-
- *11: 0036 -0041-

Figure 29 : Carte factorielle selon l'axe 1 et 5

Positif	CTR/COR	Le Houerou, 1969	Celles, 1975	Djebaili, 1978	Pouget, 1980	Achour, 1983
<i>Artemisia herba alba</i>	164/486	Limnophile, sol battant, 200<P<600, saharien inférieur	Groupe climatique des steppes arides	/	Aride frais, glacis à croûte calcaire, steppes édaphiques et cultures, sol non salé de texture fine à moyenne	200<P<350, favorisée par le pâturage
<i>Stipa parviflora</i>	21/196	Steppe semi-aride inférieur à aride inférieur, 100<P<400, calcicol thermophile.	Groupe climatique des steppes arides.	Aride et saharien frais 200<P<300, glacis à croûte calcaire, sols sablonneux.	Steppe climatique aride frais et froid sur versant et surface plus ou mois encroûtée, sols divers bien drainés.	Faible recouvrement de la végétation, sol pauvre en matière organique, à sol nu important.
<i>Muscari comosum</i>	26/159	Semi-aride, cultigène.	/	/	Milieux cultivé, sol de texture moyenne à grossière en surface plus ou mois encroûté, grés et calcaire durs.	
<i>Astragalus tenuifolius</i>	4/28	Steppe/culture, semi-aride supérieur à aride inférieur 100<P<600.	/	/	Steppe édaphique et culture dans les dayas, sols on salés, texture moyenne à fine, pelophile.	/

Négatif	CTR/COR	Quezel et Santa, 1962-1963	Le Houerou, 1969	Djebaili, 1978	Achour, 1983
<i>Cynodon dactylon</i>	18/168	/	/	/	/
<i>Hordeum murinum</i>	15/134	Clairière, d' décombre, pâturage et culture.	Rudérale, steppes et cultures P<100.	Sols sablonneux	/
<i>Loefflingia hispanica</i>	15/130	/	/	/	/
<i>Schismus barbatus</i>	3/91	/	/	/	Pâturage intense, sol battant pauvre en matière organique, sol nu important.

8. Synthèse des résultats

L'A.F.C a permis de mettre en évidence cinq milieux à savoir :

- Les milieux ensablés.
- Les milieux anthropisés (mise en culture).
- Les reliques forestières très clairsemées.
- Les milieux à *Retama retam* dominantes.
- Les milieux à sols riches en éléments fins (les limons).

Ces milieux semblent approximativement correspondre à ceux cartographiés, mais cet exercice de comparaison entre la méthode cartographique et la méthode numérique peut paraître au départ obsolète car la méthode statistique est une méthode synthétique qui permet de traiter un nombre important de relevés d'après leur cortège floristique, alors que la carte d'occupation des sols ne fait référence qu'aux quatre premières espèces dominantes qui donnent à la parcelle cartographiée sa physionomie, nous remarquons bien que la nature des deux variables comparées est la même (les espèces) mais la valeur informative de chacune diffère énormément, ce qui explique la difficulté de les comparer et surtout le faible degré de similitude des résultats obtenus par les deux méthodes dans certains cas que nous citons :

L'ensemble des milieux mis en évidence par l'analyse numérique l'ont été par la méthode cartographique à l'exception des milieux à sol riche en limon. Pour les mises en culture, la méthode cartographique n'a pu mettre en évidence, que les cultures récemment abandonnées, grâce aux traces de routages et de labours encore visibles, alors que les anciennes mises en valeur recolonisées par de la végétation spontanée n'ont pu être mises en évidence qu'après analyse numérique qui, nous a regroupé des relevés qui au départ ne semblaient pas être d'anciennes cultures mais qui par la suite ont été identifiées comme tel grâce, aux espèces post-culturelles à forte contribution/corrélation. La même remarque est à souligner pour les reliques forestières ; la méthode cartographique n'a pu mettre en évidence ces milieux que si une essence forestière est présente, alors que la méthode statistique a pu identifier ces milieux, même si aucune essence forestière n'est notée dans la liste floristique, et ceci, grâce aux espèces caractéristiques des milieux forestiers. Ainsi nous nous sommes vite rendus compte, que les deux méthodes convergent vers un même résultat, lorsque le milieu n'est pas perturbé, et que la dynamique des milieux n'est pas accélérée par des perturbations anthropiques, rendant le milieu très hétérogène et très vite changeant car, la méthode cartographique rend compte de l'occupation du sol à l'instant « t » ou le relevé a été réalisé, alors que la méthode numérique nous permet de revenir en arrière dans le temps et de retracer l'histoire du milieu mis en évidence.

En conclusion de cette partie, nous pouvons dire que la méthode statistique peut s'avérer être un outil complémentaire pour faire ressortir des informations cartographiables peu évidentes à observer sur le terrain surtout lorsque le milieu est perturbé ; ainsi grâce à l'A.F.C nous pouvons enrichir la carte en incluant des variables écologiques communes aux différents relevés groupés par cette méthode.

Conclusions générales

Cette contribution sur le suivi de la désertification dans une station des hautes plaines steppiques selon la méthode de travail adoptée, à savoir, l'étude du climat et du bioclimat sur trois périodes le long du XXème siècle ; l'évaluation de la pression anthropique dans la wilaya, la dynamique diachronique de la flore et l'évolution de la surface et de la physionomie de la végétation par comparaison de cartes, a mis en évidence les points suivants :

La pluviosité annuelle de la station d'étude ne semble pas avoir régressé depuis 129 ans, car il n'existe pas de différence significative entre la moyenne des précipitations annuelles de la première moitié et de la deuxième moitié de la série pluviométrique. Les différences entre les paramètres climatiques notées pour les trois stations dont le bioclimat a été étudié s'inscrivent plutôt dans le cadre d'une fluctuation qui est une caractéristique des climats méditerranéens plutôt que dans celui d'un phénomène global de réchauffement climatique.

La taille du cheptel de la wilaya de Djelfa est en constante progression, qui se traduit par une pression de plus en plus grande sur la végétation de la station.

Avec l'étude diachronique nous notons que la richesse floristique de la station de Tadmit subit des fluctuations et n'enregistre pas de régression continue. Cette fluctuation est conditionnée par les facteurs suivants :

L'irrégularité interannuelle des pluviosités dans la station de Tadmit comme cela a été remarqué dans l'étude bioclimatique. En mauvaise année, la flore diminue marquée par une baisse très importante du nombre de thérophytes très sensibles à la sécheresse ; avec le retour des années humides le cortège floristique de la station s'accroît et les effets de la sécheresse qui a précédé s'estompent.

Les campagnes de mise en défens contribuent à l'augmentation de la richesse spécifique de façon significative à tel point que les effets bénéfiques dus à l'élimination du surpâturage sont bien plus remarquables que ceux dus au retour des années humides après une période de sécheresse. A ce stade de l'interprétation nous pouvons d'ores et déjà dire que le surpâturage est la principale cause de désertification dans la station car, si les précipitations fluctuent dans ces régions le surpâturage quant à lui est en constante progression.

Les espèces qui subissent le plus les effets néfastes du surpâturage semblent être les chamaephytes et les hémicryptophytes car ce sont eux qui enregistrent les diminutions les plus importantes. En effet le seul moyen de défense pour ces espèces serait la production d'épines telles que l'*Astragalus armatus* ou la synthèse de substance toxique comme l'*Artemisia herba alba* lorsqu'il est jeune. La diminution des phanérophytes serait due à l'arrachage du bois pour le chauffage mais cette pratique tend à régresser. Les thérophytes modèrent les effets du surpâturage grâce à leur cycle biologique court et passent la mauvaise saison à l'état de graine dans le sol en attendant des beaux jours. Quant aux géophytes il semble être indifférents au surpâturage car leur nombre est en constante progression ; ceci grâce au bourgeon de rénovation souterrain mis à l'abri du pâturage que l'espèce soit à bulbe ou à rhizome.

Lorsque la richesse spécifique de la station augmente suite à une mise en défens après des décennies de surpâturage, nous n'assistons pas à un retour des espèces qui existaient

auparavant mais plutôt à la mise en place d'un nouveau cortège floristique. Lorsqu'une parcelle est surpâturée, les animaux prélèvent de la matière organique plus que ce que n'en produit la végétation, si ce phénomène s'inscrit dans la durée certaines espèces finiront par disparaître selon un processus qui diffère d'un type biologique à l'autre pour les espèces pérennes la réduction de la surface foliaire due aux surpâturage induit une diminution de la production d'énergie qui à long terme, pourrait compromettre la floraison ou la fructification, ainsi ces espèces ne pourront plus se reproduire. Chez les annuelles et les biennuelles, si le surpâturage est très important au point de ne pas permettre à ces espèces de mener leur cycle biologique à terme et de renouveler le stock de graines dans le sol, ils finissent par disparaître car ce stock de graines finira par s'épuiser si la pluviosité est favorable ou par mourir au sol avant même de germer si la sécheresse s'installe car, les graines ont une durée de vie limitée.

Malgré un changement de près de la moitié du cortège floristique initial observé entre 1970 et 2006, plus de la moitié des espèces de la station sont de bons fourrages, mais les parcours de la station demeurent menacés car, la comparaison entre les deux cartes d'occupation des sols montre bien une diminution de la surface de la nappe alfatière et des parcours intéressants, remplacés par des faciès moins attrayants pour l'activité pastorale.

Outre l'étude diachronique, nous avons tenté de comparer les résultats obtenus par traitement numérique (A.F.C) à ceux obtenus par cartographie, et nous nous sommes très vite rendus compte de la difficulté de cet exercice du fait de la différence de la valeur informative de chaque méthode. La première analyse la liste floristique de chaque relevé, la deuxième ne prend en considération que les quatre premières espèces dominantes, ce qui explique la faible similitude entre le résultat obtenu par analyse numérique et par cartographie dans certains cas bien précis où le milieu subirait des perturbations anthropiques, néanmoins, la méthode numérique peut s'avérer être complémentaire à la cartographie pour déceler des facteurs écologiques communs à un ensemble de relevés qui alimenteraient une carte d'occupation des sols.

Cette étude nous a permis aussi de démontrer qu'une image satellitaire d'une résolution moyenne (30m) permet de réaliser un travail de cartographie très satisfaisant ; grâce à la teinte nous avons déterminé un nombre important de zones isophènes sur une petite surface de 1 500 ha, par contre le reste des critères photogrammétriques utilisés ne nous ont apporté aucun résultat et une image de résolution plus fine serait nécessaire pour que ces derniers puissent être exploités.

Les perspectives de recherches que nous ouvre cette contribution sont nombreuses tant les questionnements et les hypothèses soulevés tout au long de ce travail sont nombreux et divers et méritent qu'on y réponde par des travaux de recherches futurs. Parmi ces questionnements nous citons celles relatives à la difficulté rencontrée à interpréter les axes factoriels et à l'impossibilité d'interpréter les groupements mis en évidence par la classification hiérarchique ascendante que nous n'avons pas exposé dans les résultats. Cette difficulté est due à la superficie peu importante de la station étudiée, qui fait que les facteurs écologiques varient sensiblement et non pas de façon évidente et cela pour l'ensemble des facteurs mesurés ou appréciés (climat, édaphisme...), ainsi ne faudrait-il pas affiner la mesure de ces facteurs surtout ceux relatifs au climat connaissant l'extrême irrégularité spatiale et temporelle des précipitations dans ces régions, qui nous obligerait à prendre des mesures sur des distances de l'ordre du kilomètre ; ou encore ne faudrait-il pas carrément penser à d'autres facteurs écologiques ? Ceux auxquels nous pensons d'après nos observations sur le terrain sont l'albédo du sol qui augmente l'aridité à la surface du sol si celui-ci réfléchit beaucoup les

radiations incidentes, et les couloirs d'airs frais ou chauds qui diminuent ou augmentent l'aridité du milieu sur de petites distances. Pour cela il faudrait réaliser des mesures d'albédo du sol au niveau de chaque relevé réalisé et mesurer la direction des vents les plus fréquents et leurs températures travaux qui ne sont pas si simples à réaliser.

L'étude de l'évolution de la richesse spécifique entre les trois années nous a permis de soulever beaucoup de questions notamment celles relatives aux espèces de 1970 non répertoriées en 1989 et réapparues en 2006, s'il s'avère réellement que ces espèces ne sont pas réapparues après la sécheresse de 1989 jusqu'à la mise en défens de 2004/2005 cela donne une idée de l'importance de la banque de graines dans le sol prêtes à germer lorsque les conditions du milieu redeviennent favorables et du degré de résilience d'un écosystème du moment qu'un sol est toujours présent, il serait ainsi intéressant d'identifier les espèces à intérêt écologique et économique dont les graines possèdent une durée de vie assez longue car ces espèces pourraient être d'un intérêt stratégique pour la lutte contre la désertification.

Au même titre que les espèces réapparues, nous avons remarqué l'apparition de nouvelles espèces qui n'existaient ni en 1970 ni en 1989, ces espèces pourraient avoir un intérêt écologique et scientifique car l'apparition de nouvelles espèces indiquerait que des changements s'effectuent dans le milieu, qu'il faudrait identifier ; ainsi nous nous sommes rendus compte que les processus qui régissent l'arrivée et le départ des espèces dans un écosystème demeurent encore mal connus.

Nous avons aussi remarqué que dans certaines conditions bien précises l'alfa peut recoloniser le milieu de façon très vigoureuse, si cela est observé dans d'autres endroits, il serait très intéressant d'étudier ces milieux de manière exhaustive et d'identifier les processus qui régissent cette remontée biologique car notre hypothèse de l'effet self-mulching du sable déposé par l'oued Tadmit est le fruit d'une simple observation qui mérite d'être vérifiée.

Ainsi travailler sur des surfaces réduites s'avère être très intéressant, car cela nous oblige à affiner la mesure de certains facteurs écologiques, chose indispensable pour réaliser des modèles mathématiques, que nous espérons être l'objet de nos futures recherches.

* * *

Annexe 1

Liste des tableaux

Tableau I : Caractéristiques des stations.....	.....
Tableau II : Précipitations mensuelles et annuelles (mm).....	.....
Tableau III : Les régimes saisonniers.....	.....
Tableau IV : La continentalité pluviale « C ».....	.....
Tableau V : Moyennes minimales des températures mensuelles et annuelles « m » en °C.....	.....
Tableau VI : Moyennes maximales des températures mensuelles et annuelles « M » en °C.....	.....
Tableau VII : Températures moyennes mensuelles et annuelles (M+m) / 2 en °C.....	.....
Tableau VIII : Amplitude Thermique.....	.....
Tableau IX: La continentalité thermique « K' ».....	.....
Tableau X : Le « Q ₂ » d'EMBERGER.....	.....
Tableau XI : Caractéristiques des stations.....	.....
Tableau XII : Les précipitations mensuelles et annuelles en (mm).....	.....
Tableau XIII : Les régimes saisonniers.....	.....
Tableau XIV : La continentalité pluviale « C ».....	.....
Tableau XV : Moyennes minimales des températures mensuelles et annuelles « m » en °C.....	.....
Tableau XVI : Moyennes maximales des températures mensuelles et annuelles « M » en °C.....	.....
Tableau XVII : Températures moyennes mensuelles et annuelles (M+ m) en °C.....	.....
Tableau XVIII : Amplitudes Thermiques .....	.....
Tableau XIX : La continentalité thermique « K' ».....	.....
Tableau XX : Le « Q ₂ » d'EMBERGER.....	.....
Tableau XXI : Tableau synthétique des différents facteurs climatiques des Stations de Djelfa, Tadmit et Laghouat pour les périodes 1913-1938, 1926-1950 et 1971-2006.....	.....
Tableau XXII: Evolution et taux d'accroissement du Cheptel de la wilaya de Djelfa.....	.....
Tableau XXIII : Ménages de Aïn-El-Idel possédant une source de gaz en 1977.....	.....
Tableau XXIV : Ménages possédant ou non une source d'électricité en 1977.....	.....
Tableau XXV: Exemples de compositions colorées réalisées à partir de canaux LANDSAT TM.....	.....
Tableau XXVI : Mise en évidence de thèmes selon les diverses compositions colorées.....	.....
Tableau XXVII: zone isophènes selon le critère de teinte.....	.....
Tableau XXVIII: Tableau synthétique.....	.....
Tableau XXIX : Taux de variation de la richesse floristique totale.....	.....
Tableau XXX: Précipitations liquides et solides de la période (2000-2006) pour la station de Tadmit.....	.....
Tableau XXXI : Indice de similitude de la richesse floristique et des types biologiques.....	.....
Tableau XXXII: Taux de variation de la richesse floristique par type biologique.....	.....
Tableau XXXIII : Espèces réapparues (1970- 2006).....	.....
Tableau XXXIV: Taux de variation des espèces pastorales (Is).....	.....
Tableau XXXV : Indice de similitude par classe d'indice spécifique.....	.....
Tableau XXXIV : Taux de variation des éléments de la surface du sol.....	.....
Tableau XXXVII : Evolution des steppes à base de <i>Stipa tenacissima</i>.....	.....
Tableau XXXVIII : Evolution des steppes à base d' <i>Artemisia herba alba</i>.....	.....
Tableau XXXIX: Evolution des steppes à base de <i>Lygeum spartum</i>.....	.....
Tableau XXXX: Evolution d'autres steppes.....	.....
Tableau XXXXI : Evolution des formations artificielles.....	.....
Tableau XXXXII : Espèces a forte contribution/corrélation pour l'axe 1 coté positif.....	.....
Tableau XXXXIII : Espèces a forte contribution corrélation pour l'axe 1 coté négatif.....	.....
Tableau XXXXIV : Espèces a forte contribution corrélation pour l'axe 2 coté positif.....	.....
Tableau XXXXV : Espèces a forte contribution corrélation pour l'axe 2 coté négatif.....	.....
Tableau XXXXVI : Espèces a forte contribution corrélation pour l'axe 3 coté positif.....	.....
Tableau XXXXVII : Espèces a forte contribution corrélation pour l'axe 3 coté négatif.....	.....
Tableau XXXXVIII : Espèces a forte contribution corrélation pour l'axe 4 coté négatif.....	.....
Tableau XXXXIX : Espèces a forte contribution corrélation pour l'axe 4 coté négatif.....	.....
Tableau XXXXX: Espèces a forte contribution/corrélation pour l'axe 5 coté positif .....	.....
Tableau XXXXXI : Espèces a forte contribution/corrélation pour l'axe 5 coté négatif.....	.....

Annexe 2

Liste des figures

Figure 1 : Découpage administratif de la Wilaya de Djelfa.....	
Figure 2 (a et b) : Model numérique de terrain de la station de Tadmit et des régions limitrophes.....	
Figure 3 : Cumul annuel avec courbe de tendance.....	
Figure 4 : Climagramme pluviothermique d'EMBERGER (1936).....	
Figure 5 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953).....	
Figure 6 : Diagramme des continentalités.....	
Figure 7 : Climagramme pluviothermique d'EMBERGER (1936).....	
Figure 8 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953).....	
Figure 9 : Diagramme des continentalités.....	
Figure 10 : Evolution de la démographie pour la wilaya de Djelfa.....	
Figure 11 : Evolution de la démographie de la commune de Tadmit et de Djelfa.....	
Figure 12 : Evolution de l'effectif ovin et caprin de la Wilaya de Djelfa.....	
Figure 13 : Evolution de l'emploi par secteur d'activité dans la commune de Tadmit.....	
Figure 14 : zone isopnènes selon le critère texture.....	
Figure 15 : zones isophènes selon les critères environnementaux.....	
Figure 16 : zone isophène selon les segments de lignes.....	
Figure 17 : Zones isophènes selon la teinte.....	
Figure 18 : Carte des zones isophènes selon les critères teinte et segments de ligne.....	
Figure 19 : Carte d'occupation des sols (Tadmit, 2006).....	
Figure 20: Evolution de la richesse floristique en fonction de la pluviométrie annuelle dans la station de Tadmit.....	
Figure 21 : évolution de la richesse spécifique par type biologique.....	
Figure 22 : Evolution de la richesse spécifique par classe d'indice.....	
Figure 23 : Evolution de la carte d'occupation des sols (Tadmit, 1989,2006).....	
Figure 24 : Dynamique des faciès végétaux dans la station des Tadmit entre 1989 et 2006....	
Figure 25 : Carte factorielle selon l'axe 1 et 2.....	
Figure 26 : Carte factorielle selon l'axe 1 et 2.....	
Figure 27 : Carte factorielle selon l'axe 1 et 3.....	
Figure 28 : Carte factorielle selon l'axe 1 et 4.....	
Figure 29 : Carte factorielle selon l'axe 1 et 5.....	

Annexe 3
Liste des espèces
1970

<i>Adonis dentata. Delile</i>	Th	
<i>Aegylops triuncialis. L</i>	Th	7
<i>Alysum granatence. Boiss et Reuter</i>	Th	5
<i>Alyssum linifolium. Steph</i>	Th	5
<i>Alyssum macrocalyx. Cosson et Durieu</i>	Th	5
<i>Alyssum parviflorum. Fisch</i>	Th	5
<i>Anabasis oropediorum. M</i>	Ch	7
<i>Anacyclus cyrtolopidioides. Pomel</i>	Th	7
<i>Aristida plumosa ssp. plumose. L</i>	He	/
<i>Aristida pungens. Dsef</i>	He	
<i>Artemesia compestris. L</i>	Ch	
<i>Artemesia herba alba. Asso</i>	Ch	6
<i>Arthropodium scoparium. (Pomel) Iljin</i>	Ch	
<i>Artrophytum schmittianum. (Pomel) Maire et Weiller</i>	Ch	/
<i>Asparagus albus.</i>	/	
<i>Asparagus stipularis. M et W</i>	Ge	0
<i>Asperula hirsute. Desf</i>	He	6
<i>Asteriscus pygmeus. Coss et Kral</i>	Th	
<i>Astragalus armatus ssp. tragacanthoides. L</i>	Ch	
<i>Astragalus caprinus ssp. lanigerus. L</i>	He	4
<i>Astragalus cruciatus. L</i>	Th	6
<i>Atractylis cancelata. L</i>	Th	
<i>Atractylis carduus. (Forsk)Christ</i>	Ch	
<i>Atractylis humilis ssp. caespitose. L</i>	He	
<i>Atractylis prolifera. Boiss</i>	Th	
<i>Atractylis serratuloides. Sieb</i>	Ch	
<i>Atriplex glauca. L</i>	Ch	5
<i>Avena alba. Vahl</i>	Th	5
<i>Biscutella auricullata ssp. auricullata. L</i>	Th	6
<i>Brachypodium distachyum. L</i>	Th	5
<i>Bromus rubens ssp. rubens. L</i>	Th	5
<i>Bupleurum semicompositum. L</i>	Th	
<i>Calendula aegyptiaca. Dsef</i>	Th	4
<i>Carlina involucrate. Poiriet</i>	Ch	
<i>Centaurea alba</i>	/	
<i>Centaurea incana ssp. amourensis. Desf</i>	He	/
<i>Centaurea involucrata</i>	/	
<i>Chrysanthemum fuscatum. Desf</i>	Th	5
<i>Coronilla scorpioids. (L) Koch</i>	Th	5
<i>Cutandia dichotoma var. memphitica. (Roth) M et W</i>	Th	5
<i>Cutandia divaricata. (Dsef) Benth</i>	Th	7
<i>Cynodon dactylon. (L) Pers</i>	Ge	7
<i>Dactylis glomerata. L</i>	He	8
<i>Daucus sp.</i>	Th	/
<i>Delphineum pubescens. DC</i>	Th	5
<i>Dianthus caryophyllus ssp. virgineus. L</i>	He	5

<i>Diplotaxis virgata. (Cav) Dc</i>	Th	
<i>Echinops spinosus ssp. bovei. L</i>	Ch	
<i>Echium pycnanthum ssp. humile. Pomel</i>	Th	
<i>Echium pycnanthum ssp. pycnanthum. Pomel</i>	Th	
<i>Erodium triangulare. (Forsk) Musch</i>	Th	5
<i>Eruca vesicaria ssp. pinatifida. (L) Cav</i>	Th	5
<i>Eryngium campestre. L</i>	He	
<i>Euphorbia falcate. L</i>	Th	
<i>Euphorbia terracina</i>		
<i>Evax argentea. Pomel</i>	Th	
<i>Fumana thymifolia. 5L) Verlot</i>	Ch	5
<i>Genista microcephala var. capitellata. (Coss) Maire</i>	Ph	
<i>Helianthemum apertum. Pomel</i>	Th	6
<i>Helianthemum hirtum ssp. ruficomum. L</i>	Ch	7
<i>Helianthemum lipii var. sessiliflorum. (Dsef) Murb</i>	Ch	6
<i>Helianthemum virgatum var. ciliaum.</i>	Ch	6
<i>Helianthemum virgatum var. pilosum.</i>	Ch	5
<i>Helianthemum virgatum var. virgatum</i>	Ch	6
<i>Herniaria fontanesii. J. Gay</i>	Ch	
<i>Herniaria hirsuta. L</i>	Th	
<i>Hyparrhenia hirta. (L) Stapf</i>	He	6
<i>Juniperus oxycedrus. L</i>	Ph	
<i>Juniperus phoenicea. L</i>	Ph	
<i>Koeleria pubescence ssp. salzmanii. (Lamk) P.B</i>	He	6
<i>Launaea acanthoclada. M</i>	Ch	
<i>Launaea nudicaulis. (L) Hook</i>	Th	6
<i>Launea resedifolia ssp. resedifolia. C K</i>	Th	7
<i>Leontodon hispidulus ssp. mulleri. (Sch. Bip) M</i>	Th	6
<i>Linaria aegyptiaca ssp. fruticosa. (L) Dum.</i>	Ch	/
<i>Linaria falax. Coss</i>	Th	4
<i>Lobularia maritima. (L) Dsev</i>	He	5
<i>Lygeum spartum. L</i>	Ge	4
<i>Malva aegyptiaca. L</i>	Th	
<i>Matthiola fruticulosa. ((L) M</i>	Ch	6
<i>Medicago laciniata. (L) Miller</i>	Th	8
<i>Medicago littoralis. Rhode</i>	Th	8
<i>Medicago minima. L</i>	Th	8
<i>Medicago truncatula. Gaerner</i>	Th	8
<i>Micropus bombycinus. Lag</i>	Th	
<i>Moricandia arvensis. (L) DC</i>	Ch	6
<i>Muricaria prostrata. (Dsef) Dsev</i>	Th	4
<i>Noea mucronata. (Forsk) Asch Schw</i>	Ch	4
<i>Olea europaea. L</i>	Ph	/
<i>Ononis serrata. L</i>	Th	
<i>Onopordon arenarium. (Desf) Pomel</i>	He	5

<i>Paronychia arabica. (L) Dc</i>	He	2
<i>Paronychia capitata ssp. clorothyrsa. (Murbek) Maire</i>	He	
<i>Peganum harmala. L</i>	Ch	
<i>Pistacia atlantica. Desf</i>	Ph	/
<i>Pithuranthos chloranthus. (Coss et Dur) Benth et Hook</i>	Ch	6
<i>Pithuranthos scoparius. (Coss et Dur) Benth et Hook</i>	Ch	5
<i>Plantago albicans. L</i>	He	7
<i>Poa bulbosa. L</i>	He	7
<i>Polycnemum Fontanesii. Durieu et Moq</i>	Ch	
<i>Reseda alba. L</i>	Th	6
<i>Retama retam.</i>	Ch	5
<i>Rhamnus alaternus ssp. alaternus. L</i>	Ph	8
<i>Rosmarinus trournafortii. De Noé</i>	Ph	5
<i>Salsola vermiculata. L</i>	Ch	5
<i>Salvia verbenaca. L</i>	He	6
<i>Scabiosa arenaria. Forsskal</i>	Th	5
<i>Scabiosa stellata ssp. monspeliensis.</i>	Th	5
<i>Schismus barbatus ssp. calycinus.</i>	Th	5
<i>Scolymus hispanicus. L</i>	He	4
<i>Scorzonera undulata ssp. alexandrina.</i>	He	6
<i>Sedum album. L</i>	Ch	1
<i>Sedum sediforum. (Jacq) Pau</i>	Ch	1
<i>Silene apetala. Willd</i>	Th	/
<i>Silene arenarioides. Dsef</i>	Th	5
<i>Sisymbrium coronopifolium. Cav</i>	Th	6
<i>Stipa barbata. Desf</i>	He	6
<i>Stipa lagascae. R et S</i>	He	6
<i>Stipa parviflora. Dsef</i>	He	7
<i>Stipa retorta. Cav</i>	Th	7
<i>Stipa tenacissima. L</i>	Ge	3
<i>Telephium imperati. L</i>	He	
<i>Teucrium polium. L</i>	Ch	
<i>Thapsia garganica. L</i>	He	
<i>Thymeleae microphylla. Coss et Durieu</i>	Ch	
<i>Thymus hirtus. Willd</i>	Ch	
<i>Vella annua. L</i>	Th	
<i>Vicia sativa. L</i>	Th	7
<i>Xeranthemum inapertum. (L) Moench</i>	Th	6
<i>Ziziphus lotus. L</i>	Ph	6

Annexe 4

Liste floristique 1989

<i>Adonis dentata. Delile</i>
<i>Allium cupani. Raf</i>
<i>Alyssum granatens. Boiss et Reuter</i>
<i>Alyssum linifolium. Steph</i>
<i>Alyssum macrocalyx. Cosson et Durieu</i>
<i>Anabasis oropediorum. M</i>
<i>Anacyclus cyrtolepidoides. Pomel</i>
<i>Argyrobium uniflorum. (Desc) Jaub et Spach</i>
<i>Aristida pungens. Dsef</i>
<i>Artemisia campestris. L</i>
<i>Artemisia herba alba. Asso</i>
<i>Asteriscus pigmeus. Coss et Kral</i>
<i>Astragalus armatus. L</i>
<i>Astragalus caprinus. L</i>
<i>Astragalus cruciatus. Link</i>
<i>Astragalus tenuifolius. M</i>
<i>Atractylis flava. (Forsk)Christ</i>
<i>Atractylis humilis. L</i>
<i>Atractylis serratuloides. Sieb</i>
<i>Bassia muricata. (L) Asch</i>
<i>Brachypodium distachium. L</i>
<i>Bromus rubens. L</i>
<i>Carlina lanata. L</i>
<i>Centaurea incana. Desf non Lag.nec</i>
<i>Chrysanthemum macrotum. (Dur) Briq</i>
<i>Cutandia divaricata. (Dsef) Benth</i>
<i>Cynodon dactylon. (L) Pers</i>
<i>Dactylis glomerata. L</i>
<i>Echinops spinosus. L</i>
<i>Echium horidum.</i>
<i>Echium pycnanthum</i>
<i>Erodium glaucophyllum. L'Herit</i>
<i>Erodium triangulare. (Forsk) Musch</i>
<i>Euphorbia falcate. L</i>
<i>Evax argentea. Pomel</i>
<i>Fagonia microphylla. Pomel</i>
<i>Filago spathulata. Presl</i>
<i>Frankenia thymifolia</i>
<i>Helianthemum apertum. Pomel</i>
<i>Helianthemum hirtum. L</i>
<i>Helianthemum lipii. (L) Pers</i>
<i>Helianthemum virgatum. (Dsef) Pers</i>
<i>Herniaria hirsute. L</i>
<i>Herniaria mauritanica. Murb</i>
<i>Hordeum murinum. L</i>
<i>Iris sisyrinchium. L</i>
<i>Juniperus phaenicea. L</i>
<i>Koelpinia linearis. Pallas</i>
<i>Launaea acanthoclada. M</i>
<i>Launaea nudicaulis. (L) Hook</i>

<i>Launaea resedifolia. C K</i>
<i>Leontodon hispanicus. Poiret</i>
<i>Leontodon mulleri</i>
<i>Lithospermum ravens. L</i>
<i>Lolium rigidum. Gaudin</i>
<i>Lygeum spartum. L</i>
<i>Malcolmia aegyptiaca.</i>
<i>Malva aegyptiaca. L</i>
<i>Mathiola longipetale. (Vent) D C</i>
<i>Medicago arabica. (L) All</i>
<i>Medicago laciniata. (L) Miller</i>
<i>Medicago littoralis. Rhode</i>
<i>Microcarpus bombycinus. Lag</i>
<i>Nerium oleander.</i>
<i>Noaea mucronata. (Forsk) Asch Schw</i>
<i>Olea europea. L</i>
<i>Onobrychis argentea. Boiss</i>
<i>Ononis natrx. L</i>
<i>Onopordon arenarium. (Desf) Pomel</i>
<i>Paronychia arabica. (L) Dc</i>
<i>Paronychia argentea. Lamk</i>
<i>Peganum harmala. L</i>
<i>Pistacia atlantica. Desf</i>
<i>Plantago albicans. L</i>
<i>Plantago ciliata. Desf</i>
<i>Poa bulbosa. L</i>
<i>Reseda alba. L</i>
<i>Retama retam.</i>
<i>Rosmainus tournefortii. De Noé</i>
<i>Saccocalyx saturoides. Coss et Dur</i>
<i>Salsola vermiculata. L</i>
<i>Salvia verbenaca. L</i>
<i>Scabiosa stellata. L</i>
<i>Schismus barbatus. (L) Thell</i>
<i>Scorzonera undilata. L</i>
<i>Sedum sediform. (Jacq) Pau</i>
<i>Spergularia diandra. (Guss) Heldr et Sart</i>
<i>Stipa barbata. Desf</i>
<i>Stipa parviflora. Dsef</i>
<i>Stipa retorta. Cav</i>
<i>Stipa tenacissima. L</i>
<i>Tamarix sp.</i>
<i>Telephium imperati. L</i>
<i>Teucrium polium. L</i>
<i>Thymelaea hirsuta. Endl</i>
<i>Thymelaea microphylla. Coss et Durieu</i>
<i>Xeranthemum inapertum. (L) Moench</i>

Liste floristique de l'étude diachronique

Tadmit 2006	TB	Is
<i>Aegilops sp.</i>	Th	7
<i>Allium cupani. raf</i>	Ge	2
<i>Alyssum granatense. boiss et reuter</i>	Th	5
<i>Alyssum scutigerum. durieu</i>	Th	5
<i>Ammochloa pungens. (schreb) boiss</i>	Th	7
<i>Anabasis oropetiorum. m</i>	Ch	7
<i>Anacyclus cyrtolopidioides. pomel</i>	Th	7
<i>Anagallis arvensis. l</i>	Th	3
<i>Anthemis sp.</i>	-	-
<i>Argyrolobium uniflorum (desc) jaub et spach</i>	He	8
<i>Aristida obtusa.</i>	He	-
<i>Arnebia decumbens. (vent coss et kral</i>	Th	5
<i>Artemisia campestris. l</i>	Ch	3
<i>Artemisia herba.alba. asso</i>	Ch	6
<i>Arthrophytum scoparium. (pomel) iljin</i>	Ch	2
<i>Asparagus albus .</i>	Ch	1
<i>Asteriscus pygmaeus. coss et kral</i>	Th	2
<i>Astragalus armatus. l</i>	Ch	2
<i>Astragalus cruciatus l</i>	Th	6
<i>Astragalus sinaicus boiss</i>	Th	6
<i>Astragalus tenuifolios. m</i>	He	7
<i>Atractylis cancellata. l</i>	Th	3
<i>Atractylis carduus. (forsk)christ</i>	Ch	2
<i>Atractylis humilis. l</i>	He	1
<i>Atractylis serratuloid. sieb</i>	Ch	3
<i>Bromus madritensis. l</i>	Th	5
<i>Bromus rubens. l</i>	Th	4
<i>Bromus tectorum. l</i>	Th	6
<i>Calendula aegyptiaca. dsef</i>	Th	5
<i>Carduus getulus. pomel</i>	He	4
<i>Carlina sp.</i>	-	-
<i>Carthamus lanatus. l</i>	Th	1
<i>Centaurea involucrata.</i>	th	2
<i>Centaurea pungens.</i>	th	-
<i>Centaurea solstitiali</i>	-	-
<i>Ceratophyalus falcatus l. pers</i>	Th	7
<i>Chenopodium murale.</i>	-	0
<i>Chenopodium sp.</i>	-	-
<i>Chrysanthemum fuscatum. desf</i>	Th	5
<i>Cleome arabica. barrate et murb</i>	Th	0
<i>Ccolocynthis vulgaris.</i>	th	0
<i>Cutandia dichotoma. (forsk) trab</i>	Th	5
<i>Cynodon dactylon. (l) pers</i>	Ge	7
<i>Daucus biseriatus. murb</i>	Th	6
<i>Daucus sahariensis. murb</i>	Th	6
<i>Delphinium pubescens. dc</i>	Th	5
<i>Dipcadi serotinum. (l) medik</i>	Ge	2
<i>Echinops spinosus ssp. bovei. l</i>	Ch	0
<i>Echium pycnanthum. pomel</i>	Th	3
<i>Echium trygorrhizum. pomel</i>	He	3
<i>Enarthrocarpus clavatus. delile</i>	Ge	4

<i>Erodium triangulare. (forsk) musch</i>	Th	5
<i>Eruca vesicaria. (l) cav</i>	Th	5
<i>Eryngium ilicifolium. lamk</i>	Th	0
<i>Euphorbia calytrata. coss et dur</i>	Th	0
<i>Euphorbia guyoniana.</i>	he	1
<i>Euphorbia peplus.</i>	-	-
<i>Filago spathulata. presl</i>	Th	2
<i>Glaucium corniculatum. curtis</i>	Th	3
<i>Halogeton sativus. (l) moq</i>	Ch	2
<i>Helianthemum apertum. pomel</i>	Th	6
<i>Helianthemum lippii. (l) pers</i>	Ch	6
<i>Helianthemum lippii.intr</i>	Ch	6
<i>Helianthemum virgatum. (dsef) pers</i>	Ch	6
<i>Herniaria fontanesii. j. gay</i>	Ch	3
<i>Herniaria hirsuta. l</i>	Th	3
<i>Hippocrepis biconorta. lois</i>	Th	7
<i>Hippocrepis multisiliquosa. l</i>	Th	7
<i>Hippocrepis unisiliquosa. l</i>	Th	7
<i>Hordeum murinum. l</i>	Th	4
<i>Hyoseris sp.</i>	-	-
<i>Hypocoum geslini. l</i>	Ch	-
<i>Ifloga spicata. l</i>	Th	3
<i>Iris sisyriuchium. l</i>	Ge	2
<i>Juniperus phoenicea. l</i>	Ph	3
<i>Koeleria phleoides.</i>	-	3
<i>Koelpinia linearis. pallas</i>	Th	7
<i>Lappula redowskii. (horn) greene</i>	Th	6
<i>Launaea acanthoclada. m</i>	Ch	3
<i>Launaea nudicaulis. (l) hook</i>	Th	5
<i>Launaea resedifolia. c k</i>	Th	7
<i>Leontodon hispidulus. (del) boiss</i>	Th	
<i>Leontodon sp.</i>	-	-
<i>lLnaria aegyptiaca. (l) dum.</i>	Ch	-
<i>Loefflingia hispanica. l</i>	Th	4
<i>Lotus jolyi.</i>	-	-
<i>Lygeum spartum. l</i>	Ge	4
<i>Malva aegyptiaca. l</i>	Th	3
<i>Malva parviflora. l</i>	Th	5
<i>Marrubium vulgare. l</i>	He	0
<i>Medicago laciniata. (l) miller</i>	Th	8
<i>Medicago litoralis. rhode</i>	Th	8
<i>Medicago sp.</i>	-	-
<i>Mesembryanthemum nodiflorum.</i>	-	0
<i>Micropus bombicinus. lag</i>	Th	2
<i>Moricandia arvensis. (l) dc</i>	Ch	4
<i>Muricaria prostrata. (dsef) dsev</i>	Th	4
<i>Muscari comosum. (l) miller</i>	Ge	0
<i>Nerium oleander.</i>	-	0
<i>Olea europea. l</i>	Ph	-
<i>Ononis natrx l</i>	Ch	5
<i>Ononis natrx. ssp angustissima. l</i>	He	5
<i>Pallenis spinosa. (l) coss</i>	He	2

<i>Papaver hybridum. l</i>	Th	3
<i>Paronychia arabica. (l) dc</i>	He	2
<i>Paronychia argentea. lamk</i>	He	2
<i>Peganum harmala. l</i>	Ch	3
<i>Picris coronopifolia. desf</i>	Th	6
<i>Pistacia terebinthus. l</i>	Ph	-
<i>Pituranthos chloranthus. (coss et dur) benth et hook</i>	Ch	5
<i>Pituranthos scoparius. (coss et dur) benth et hook</i>	Ch	5
<i>Plantago albicans. l</i>	He	7
<i>Plantago ovata. forsk</i>	He	7
<i>Plantago psyllium. l</i>	Th	5
<i>Reseda alba. l</i>	Th	3
<i>Reseda arabica.</i>	th	5
<i>Reseda decursiva. forsk</i>	Th	5
<i>Reseda lutea. l</i>	Th	5
<i>Reseda lutea.negleta.</i>	Th	5
<i>Retama retam.</i>	Ch	5
<i>Rumex vesicarius. l</i>	Th	-
<i>Salsola vermiculata. l</i>	Ch	6
<i>Salvia aegyptiaca.</i>	ch	3
<i>Salvia verbenaca. l</i>	He	5
<i>Scabiosa stellata. l</i>	Th	5
<i>Schismus barbatus. (l) thell</i>	Th	6
<i>Sclerocaryopsis spinocarpus. (forsk) brand</i>	Th	4
<i>Scolymus hispanicus. l</i>	He	2
<i>Scorzonera undulata. l</i>	He	6
<i>Silene setacea. viv</i>	Th	5
<i>Silene sp.</i>	-	-
<i>Silene tridentata. dsef</i>	Th	5
<i>Silybum marianum.</i>	He	0
<i>Sisymbrium coronopifolium. cav</i>	Th	4
<i>Sisymbrium reboudianum. verlot</i>	Th	4
<i>Sonchus asper. (l) vill</i>	Th	5
<i>Sonchus oleraceus. l</i>	Th	6
<i>Stipa barbata. desf</i>	He	6
<i>Stipa parviflora. dsef</i>	He	7
<i>Stipa tenacissima. l</i>	Ge	3
<i>Tamarix sp</i>	Ph	
<i>Telephium imperati. l</i>	He	2
<i>Thymelaea microphylla. coss et durieu</i>	Ch	0
<i>Trigonella polycerata . l</i>	Th	7

Annexe 6

Liste floristique complète (2006)

AEGILOPS SP.
ALLIUM CUPANI
ALYSSUM GRANATENSE
ALYSSUM SCUTIGERUM
AMMOCHLOA PUNGENS
ANABASIS OROPEDIORUM
ANACYCLUS CYRTOLEPIDIODES
ANAGALLIS ARVENSIS
ANTHEMIS SP.
ARGYROLOBIUM UNIFLORUM
ARISTIDA OBTUSA
ARNEBIA DECUMBENS
ARTEMISIA CAMPESTRIS
ARTEMISIA HERBA.ALBA
ARTHROPHYTUM SCOPARIUM
ASPARAGUS ALBUS
ASTERISCUS PYGMAEUS
ASTRAGALUS ARMATUS
ASTRAGALUS CRUCIATUS
ASTRAGALUS SINAICUS
ASTRAGALUS TENUIFOLIOS
ATRACTYLIS SP
ATRACTYLIS CANCELLATA
ATRACTYLIS CARDUUS
ATRACTYLIS HUMILIS
ATRACTYLIS SERRATULOIDES
ATRIplex CANESCENCE
BROMUS MADRITENSIS
BROMUS RUBENS
BROMUS TECTORUM
CALENDULA AEGYPTIACA
CARDUUS GETULUS
CARLINA SP.
CARTHAMUS LANATUS
CENTAUREA SP.
CENTAUREA INVOLUCRATA
CENTAUREA PUNGENS
CENTAUREA SOLSTITIALI
CERATOCEPHALUS FALCATUS
CHENOPODIUM SP.
CHENOPODIUM MURALE
CHRYSANTHEMUM FUSCATUM
CLEOME ARABICA
COLOCYNTHIS VULGARIS
CUTANDIA DICHOTOMA
CYNODON DACTYLON
DAUCUS SP.
DAUCUS BISERIATUS
DAUCUS SAHARIENSIS
DELPHINIUM PUBESCENS
DIPCADI SEROTINUM
ECHINOPS SPINOSUS. BOVEI

ECHIUUM SP.
ECHIUUM PYCNANTHUM
ECHIUUM TRYGORRHIZUM
ENARTHROCARPUS CLAVATUS
ERODIUM TRIANGULARE
ERUCA VESICARIA
ERYNGIUM ILICIFOLIUM
EUPHORBIA CALYPTRATA
EUPHORBIA GUYONIANA
EUPHORBIA PEPLUS
FILAGO SPATHULATA
GLAUCIUM CORNICULATUM
HALOGETON SATIVUS
HELIANTHEMUM SP.
HELIANTHEMUM APERTUM
HELIANTHEMUM LIPPII
HELIANTHEMUM LIPPII.INTR
HELIANTHEMUM VIRGATUM
HERNIARIA FONTANESII
HERNIARIA HIRSUTA
HIPPOCREPIS BICONTORTA
HIPPOCREPIS MULTISILIQUOSA
HIPPOCREPIS UNISILIQUOS
HORDEUM MURINUM
HYOSERIS SP.
HYPECOUM GESLINI
IFLOGA SPICATA
IRIS SISYRINCHIUM
JUNIPERUS PHOENICA
KOELERIA PHLEOIDES
KOELPINIA LINEARIS
LAPPULA REDOWSKII
LAUNAEA SP.
LAUNAEA ACANTHOCLADA
LAUNAEA NUDICAULIS
LAUNAEA RESEDIFOLIA
LEONTODON SP.
LEONTODON HISPIDULUS
LINARIA AEGYPTIACA
LOEFFLINGIA HISPANICA
LOTUS JOLYI
LYGEUM SPARTUM
MALVA AEGYPTIACA
MALVA PARVIFLORA
MARRUBIUM VULGARE
MEDICAGO SP.
MEDICAGO LACINIATA
MEDICAGO LITORALIS
MESEMBRYANTHEMUM NODIFLORUM
MICROPUS BOMBICINUS
MORICANDIA ARVENSIS
MURICARIA PROSTRATA

MUSCARI COMOSUM
OLEA EUROPEA
ONONIS NATRIX
ONONIS NATRIX.ANGUSTISSIMA
PALLENIS SPINOSA
PAPAVER HYBRIDUM
PARONYCHIA ARABICA
PARONYCHIA ARGENTEA
PEGANUM HARMALA
PICRIS CORONOPIFOLIA
PISTACIA TEREBINTHUS
PITURANTHOS CHLORANTHUS
PITURANTHOS SCOPARIUS
PLANTAGO SP.
PLANTAGO ALBICANS
PLANTAGO OVATA
PLANTAGO PSYLLIUM
RESEDA SP.
RESEDA ALBA
RESEDA ARABICA
RESEDA DECURSIVA
RESEDA LUTEA
RESEDA LUTEA.NEGLECTA
RETAMA RETAM
RUMEX VESICARIUS
SALSOLA VERMICULATA
SALVIA AEGYPTIACA
SALVIA VERBENACA
SCABIOSA STELLATA
SCHISMUS BARBATUS
SCLEROCARYOPSIS SPINOCARPOS
SCORZONERA UNdulATA
SILENE SP.
SILENE SETACEA
SILENE TRIDENTATA
SILYBUM MARIANUM
SISYMBRIUM CORONOPIFOLIUM
SISYMBRIUM REBOUDIANUM
SONCHUS ASPER
SONCHUS OLERACEUS
STIPA BARBATA
STIPA PARVIFLORA
STIPA TENACISSIMA
TELEPHIUM IMPERATI
THYMELAEA MICROPHYLLA
TRIGONELLA POLYGERATA

Annexe 7
Espèces nouvelles de
1989 (non recensées
en 1970)

<i>Allium cupani</i>	GE	2
<i>Argyrolobium uniflorum</i>	HE	8
<i>Astragalus tenuifolius</i>	HE	7
<i>Bassia muricata</i>	TH	0
<i>Carlina lanata</i>	TH	1
<i>Chrysanthemum macrotum</i>	TH	5
<i>Erodium glaucophyllum</i>	TH	1
<i>Filago spathulata</i>	TH	2
<i>Herniaria mauritanica</i>	HE	3
<i>Hordeum murinum</i>	TH	4
<i>Iris sisyrinchium</i>	GE	2
<i>Leontodon hispanicus</i>	TH	
<i>Lithospermum arvens</i>	TH	0
<i>Lolium rigidum</i>	TH	8
<i>Mathiola longipetale</i>	TH	6
<i>Medicago arabica</i>	TH	8
<i>Nerium oleander</i>	/	/
<i>Onobrychis argentea</i>	CH	8
<i>Ononis natrix</i>	HE/CH	5
<i>Paronychia argentea</i>	HE	2
<i>Plantago ciliata</i>	TH	/
<i>Saccocalyx saturoides</i>	CH	7
<i>Spergularia diandra</i>	TH	4
<i>Tamarix sp</i>	PH	/
<i>Thymelaea hirsuta</i>	CH	0

Annexe 8

**Liste des espèces
nouvelles 2006
(recensées ni en 1970 ni en 1989)**

<i>Alyssum scutigerum.</i> Durieu	th	5
<i>Ammochloa pungens.</i> (Schreb) Boiss	th	7
<i>Anagallis arvensis.</i> L	th	3
<i>Anthemis</i> sp.	-	-
<i>Aristida obtuse.</i> Del	he	-
<i>Arnebia decumbens.</i> (Vent Coss et Kral	th	5
<i>Astragalus sinaicus.</i> Boiss	th	6
<i>Astragalus tenuifolios.</i> M	he	7
<i>Bromus madritensis.</i> L	th	5
<i>Bromus tectorum.</i> L	th	7
<i>Carduus getulus.</i> Pomel	he	4
<i>Carthamus lanatus.</i> L	th	1
<i>Centaurea pungens.</i>	th	-
<i>Centaurea solstitiali</i>	-	-
<i>Ceratocephalus falcatus.</i> L. Pers	th	7
<i>Chenopodium murale.</i>	-	0
<i>Cleome arabica.</i> L	th	0
<i>Colocynthis vulgaris.</i>	th	0
<i>Daucus biseriatus.</i> Murb	th	6
<i>Dipcadi serotinum.</i> (L) Medik	ge	2
<i>Echium trygorrhizum.</i> Pomel	he	3
<i>Enarthrocarpus clavatus.</i> Delile	ge	4
<i>Eryngium ilicifolium.</i> Lamk	th	0
<i>Euphorbia calyprate.</i> Coss et Dur	th	0
<i>Euphorbia guyoniana.</i>	he	1
<i>Euphorbia peplus.</i>		-
<i>Glaucium corniculatum.</i> Curtis	th	3
<i>Halogeton sativus.</i> (L) Moq	ch	2
<i>Helianthemum lippii.intr.</i> (L) Miller	ch	6
<i>Hippocrepis bicontorta.</i> L	th	7
<i>Hippocrepis multisiliquosa.</i> L	th	7
<i>Hippocrepis unisiliquosa.</i> L	th	7
<i>Hyoseris</i> sp.	-	-
<i>Hypecoum geslini.</i> Coss et Kral	ch	-

<i>Ifloga spicata.</i> (Forsk) Sch Bip	th	3
<i>Koeleria phleoides.</i>	-	3
<i>Lappula redowskii.</i> (Horn) Greene	th	6
<i>Loefflingia hispanica.</i> L	th	4
<i>Lotus jolyi.</i>	-	-
<i>Malva parviflora.</i> L	th	5
<i>Marrubium vulgare.</i> L	he	0
<i>Muscari comosum.</i> (L) Miller	ge	0
<i>Pallenis spinosa.</i> (L) Coss	he	2
<i>Papaver hybridum.</i> L	th	3
<i>Picris coronopifolia.</i> Desf	th	6
<i>Plantago ovata.</i> Forsk	he	7
<i>Plantago psyllium.</i> L	th	5

<i>Reseda arabica</i>	th	5
<i>Reseda decursiva.</i> Forsk	th	5
<i>Reseda lutea.</i> L	th	5
<i>Reseda lutea.negleta.</i> L	th	5
<i>Rumex vesicarius.</i> L	th	-
<i>Sclerocaryopsis spinocarpos.</i> (Forsk) Brand	th	4
<i>Silene setacea.</i> Viv	th	5
<i>Silene tridentate.</i> Dsef	th	5
<i>Silybum marianum.</i>	he	0
<i>Trigonella polycerata.</i> L	th	7

Bibliographie

ABDELHAMID B., 1980. – La steppe algérienne structure spatiale et effort de mise en valeur par l'élevage d'ovin. Exemple de deux communes Elma-Labioud, Eheria. UER. De développement. Univ., Paris I. Panthéon. 80 p

ACHOUR H., 1983.- Etude phytoécologique des formations à alfa (*Stipa tenacissima* L.) du sud-oranais – wilaya de Saïda. Thèse. Doct. 3ème cycl. Univ., Sci. Technol. H. Boumediene., Alger, 216 p + ann.

AIDOUD-LOUNIS F., 1984.- Contribution à la connaissance des groupements à spart (*Lygeum spartum* L.) des hauts plateaux sud-oranais. Etude phytoécologique et syntaxonomique. Thèse. Doct. 3ème cycl. Univ., Sci. Technol. H. Boumediene., Alger, 256 p+ ann.

AÏDOUD A., 1989.- Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques pâturés. Hautes plaines algéro-oranaises (Algérie)., *Thèse*. Doct. Univ., Sci. Technol. H. Boumediene., Alger., 240p. + ann.

AMGHAR F., 2002. – Contribution à l'étude de biodiversité de quelques formations de dégradation en Algérie. Thèse de Magister. Univ., Sci. Technol. H. Boumediene., Alger, 188 p + ann.

BARBIER P., 2003.- Cours mapinfo V7.0, version du cours V1.0. *Livret 1*. 28p. IGN-ENSG-CERSIG

BARBIER P., 2003.- Cours mapinfo V7.0, version du cours V1.0. *Livret 2*. 52p. IGN-ENSG-CERSIG

BENSEGHIR L., 2003.- Mutations et évolutions écologiques et socioéconomiques des milieux ruraux steppiques : Cas de la commune de Tadmit (wilaya de Djelfa) et des steppes limitrophes. Mém, Ing. Univ., Sci. Technol. H. Boumediene., Alger, 73p.

B.N.E.D.E.R (Bureau National d'Etude pour le Développement Rural), 1981. – Etude d'inventaire des terres et forêts de l'Algérie du nord. Rapport. Wilaya de Djelfa. B.N.E.D.E.R. Alger .117p.

B.N.D.E.R., 1980. – Etude d'inventaire des terres et forêts de l'Algérie du nord. Atlas 1/50.000. Inventaire des ressources. Cartes d'occupation du sol. Wilaya de Djelfa.

B.N.D.E.R., 1981. – Etude d'inventaire des terres et forêts de l'Algérie du nord. Fiches zones homogènes. Wilaya de Djelfa. B.N.E.D.E.R Alger 171p.

BOUCHEMAL A, BOUDERBALA R, HAMDANI N., 2005. – Etude diachronique de la dynamique de la végétation à base de *stipa tenacissima* L. en zone présaharienne dans la région

de taadmit (wilaya de Djelfa). Mém, Ing. Univ., Sci. Technol. H. Boumediene., Alger, 47p + ann.

BOUSSOUF L., 2003.- Contribution à l'étude phytoécologique et phytosociologique de quelques groupements préforestiers de dégradation de l'Atlas blidéen. (Secteur algérois). Thèse, Mag. Univ., Sci. Technol. H. Boumediene., Alger, 169p + ann.

BOUZENOUN A., 1984.- Etude phytogéographique et phytosociologique des groupements végétaux du sud-oranais (wilaya de saïda). Thèse.doct. 3^{ème} cycle, Univ. Sci. Thechnol. H. Boumedienne, alger, 225p. + ann.

BOYER P., 1960. – L'évolution de l'Algérie médiane : anciens départements d'Alger de 1830 à 1956. Conservateur régional des archives départementales algériennes. Librairie d'Amérique et d'Orient, Adrien,-maisonneuve., 426p + 6 cartes.

CALOZ R, COLLET C., 2001. – Précis de télédétection, *Vol III Traitements numérique des données*. Presse de l'université du Québec. Agence universitaire de la francophonie. 386 p

CHAUMONT M ; PAQUIN C., 1971.- Carte et notice explicative de l'algérie au 1/ 500 000. Alger : *Bull.So.Hist.Nat.Afr.Nord*. 24p + 4 feuilles

COTE M., 1974. – L'aménagement des hautes plaines ; lorsque le passé de l'est algérien éclaire le présent. Univ. Constantine. CURER, multigr., 20p.

CUENIN R., 1972. – Cartographie générale. Tom I Notions générales et principes d'élaboration.

DAGNIELIE P., 1998- Statistique Théorique et appliquée, Tome 2 inférence statistique à une et à deux dimensions. De Boeck Université 638p

DJEBAILI S., 1970. – Etude phytoécologique des parcours de Tadmit. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.*, 61 (3 – 4) : 173 – 225. Alger.

DJEBAILI S., 1984. – Steppe algérienne. Phytosociologique et écologie. Alger. 177p.

DOUKANI S, FERRADJI Y, KHALFAOUI N., 2000. - Contribution à l'étude de la dynamique de la végétation selon deux méthodes (mise en défens et étude diachronique) et proposition d'aménagement dans la région de Tadmit (w. Djelfa)
Mém, Ing. Univ., Sci. Technol. H. Boumediene., Alger, 63p + ann.

D.P.A.T., (Département de la Planification et de l'Aménagement du territoire), 1994. – Annuaire statistique de la Wilaya de Djelfa (1994)., D.P.A.T. 52p. Alger

D.P.A.T., 1996. – Annuaire statistique de la Wilaya de Djelfa (1996)., D.P.A.T. 74p, + 6 cartes. Alger

D.P.A.T 2004. – Monographie de la wilaya de Djelfa., 150p Alger.

DUBIEF J., 1953-1963. – Le climat du Sahara. Vol. I, 1959, 312 p., Vol II, 1963, 275 p., + 1 carte h.t. *Mém. Inst. Rech. Sahar.*, Univ. D'Alger.

FERCHICHI A, ABDELKRIM S, 2003.- Impacte de la mise en défens sur la régénération et la richesse floristique des parcours en milieu aride tunisien. *Sien chan pla ; sécheresse.* num 3 - vol 14. 181-187, France.

GIRARD M-C, GIRARD C-M., 1999.- Traitement des données de télédétection. 496p + glossaire + annexe + index + cd. Dunod.

HAMMOUDA R F., MATAAM H., 2003.- Contribution à l'étude diachronique du climat et du bioclimat de la steppe algérienne. *Mém, Ing. Univ., Sci. Technol. H. Boumediene.*, Alger.

HIRCHE A R., 1987.- Essai d'étude diachronique (1977 et 1987) et cartographie dans les deux transectes Mekmen Ben-amara et Mrir (feuille d'el-Khider) D.E.S. Univ. Sci. Technol. H. Boumedienne. Alger, 64p. + ann.

HIRCHE A R., 1995.- Contribution à l'étude de l'apport de l'image satellite à l'inventaire cartographique et phytoécologique d'une zone présaharienne, cas de Ouled Djellal. Thèse de Magistère, Univ., Sci. Technol. H. Boumediene, Alger.

HIRCHE A R, BOUGHANI A, SALAMANI M., (à paraître).- Evolution de la pluviosité annuelle dans quelques station arides algérienne. *Sécheresse.*

JANODET E, BLASCO F., 1993. – Carte écologique de la végétation et télédétection satellitaire. *Télédétection appliquée à la cartographie thématique et topographique* Acte des journées scientifiques de Montréal 1991. AUPLF, presse de l'université du Québec.

KADI-HANIFI H., 1998. – L'Alfa en Algérie. Syntaxonomie, relations milieu végétation, Dynamique et perspectives d'avenir. *Thèse.* Doct. Univ., Sci. Technol. H. Boumediene., Alger, 266 p + ann.

LONG G., 1974. - Diagnostic phytoécologique et aménagement du territoire. Tom I : principes généraux et méthodes. Recueil, analyse, traitement et expression cartographique de l'information. Collection d'écologie édition Masson et ci. 224 p + annexe.

MAIRE R., 1925. – Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. Notice. Direct. Agric. Commerc. Colon. Baconnier, Alger, 78p.

MELZI S., 1986.- Approche phytoécologique du processus de la désertification dans un secteur présaharien Messaad-Djelfa. *Thèse.* Mag. Univ. Sci. Technol. H. Boumedienne., Alger, 120p.

OZENDA., 1977.- la flore du Sahara ; 2ème ED,

POIDEVIN D., 1999.- La carte moyen d'action ; guide pratique pour la conception et la réalisation de cartes. 192p, ellipses.

POUGET M., 1980. – Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises. Doc. ORSTOM, Paris.Thèse Doct., Unit., Aix-Marseille, 1979, 555p + 3 cartes

PY B., 1996.- Statistique descriptive, nouvelle méthode pour bien comprendre et réussir. 4^e édition, economica. 349p

QUEZEL S, SANTA P., 1962.- la nouvelle flore de l'Algérie et de la Tunisie septentrionale. Volume I. Edition du Centre National de la Recherche Scientifique.

QUEZEL S, SANTA P., 1963.- la nouvelle flore de l'Algérie et de la Tunisie septentrionale. Volume II. Edition du Centre National de la Recherche Scientifique.

SADKI N., 1988. - Contribution à l'étude des groupements à olivier lentisque de la région d'Annaba (nord est Algérie). Essai phytosociologique . Thèse. Mag. Univ. Scien.Technol. H. Boumediène, Alger, 213 p.

SELTZER P., 1946. – Le climat de l'Algérie. *Tra. Inst. Météoro. Phys. Gl.*, Alger. 219 p + 1 carte.

SLIMANI H., 1998.- Effet du pâturage sur la végétation et le sol et désertification. Cas de la steppe à alfa (*Stipa tenacissima* L.) de Rogassa des hautes plaines occidentales algériennes. Thèse. Doct. Univ., Sci. Technol. H. Boumediene., Alger, 121p ann.

STEEG M. TH (Gouverneur Général d'Algérie)., 1922. – Tableau général des communes de l'Algérie, situation au 6 mars 1922, Imprimerie administrative, Emile Pfister.

TAZAIËRT K., 1989.- Essai d'étude diachronique (1970-1989) et cartographique des steppes à *Stipa tenacissima* dans la partie Nord-Est des parcours de Tadmit (W.Djelfa). Mémoire (D.E.S) ; Univ ; Sci. Technol. H. Boumediène, Alger, 66p + 2 carte.

UNESCO., 1973. – Classification internationale et cartographie de la végétation. Paris. 93 p + annexe.

U.R.B.T (Unité de Recherche Biologique et Terrestre). 1986. – Rapport phytoécologique et pastoral sur les hautes plaines steppiques de la Wilaya de Djelfa. U.R.B.T., Alger, 156 p + cartes.

WEGER G., 1999.- Cartographie. Volume I: sémiologie graphique et conception cartographique. 140p. IGN-ENSG.