

UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE
HOUARI-BOUMEDIENNE
U.S.T.H.B / ALGER.

Mémoire Présenté pour l'obtention du diplôme de

MAGISTER

En science de la nature

Spécialité : Ecologie et environnement

Par : **SADJI AHMED**

Sujet :

**DIVERSITE FLORISTIQUE DES NAPPES ALFATIERES
EN ALGERIE**

Soutenu publiquement le 25/01/2004, devant le jury composé de :

- F. RAHMANIA**.....Maître de conférences USTHB Alger.....**Présidente**
H. KADI HANIFI..... Maître de conférences USTHB Alger**Directeur de thèse**
D. NEDJRAOUIProfesseur USTHB Alger.....**Examinatrice**
A. ABDELGUERFIMaître de conférences INA El Harrach.....**Examineur**
C. REBZANI -ZAHAFMaître de conférences USTHB Alger.....**Examinatrice**

Avant-propos

La réalisation de ce travail a nécessité l'implication d'un bon nombre de personnes. Je ne peux donc l'entamer sans leur témoigner ma profonde reconnaissance.

*Tout d'abord ma reconnaissance et mes vifs remerciements vont particulièrement à Madame **H. Kadi-Hanifi**, maître de conférences à l'Université des Sciences et de la Technologie Houari-Boumedienne, Bab-Ezzouar (U.S.T.H.B.) pour m'avoir proposé ce travail, l'avoir dirigé et suivi son déroulement ainsi que pour son entière disponibilité malgré ses nombreuses charges scientifiques et familiales. Ses orientations et ses conseils m'ont été d'un grand apport.*

*J'exprime également mes remerciements à Madame **F. Rahmania**, maître de conférences à l'U.S.T.H.B. de m'avoir honoré en acceptant de juger ce travail et de présider le jury.*

*Je tiens aussi à remercier vivement Madame **D. Nedjraoui**, Professeur ès Sciences à l'USTHB, d'avoir accepté de faire partie de ce jury et de contribuer à l'évaluation de mon travail.*

*J'exprime ma profonde gratitude à Monsieur **A. Abdelguerfi**, Docteur ès Sciences et maître de conférence à l'Institut National Agronomique (INA) d'El-Harrach qui a bien voulu examiner ce travail, et ce, malgré ses nombreuses tâches*

*Je remercie également Madame **C. Rebzani-Zahaf**, maître de conférences à l'U.S.T.H.B, d'avoir accepter de juger ce travail.*

*Que Monsieur **A. Nedjahi**, Directeur de l'Institut National de Recherches Forestière, trouve ici l'expression de ma profonde gratitude pour m'avoir autorisé de reprendre les études en post graduation et pour avoir mis à ma disposition le matériel nécessaire à la réalisation de ce travail*

Je ne peux omettre d'adresser mes remerciements et ma reconnaissance à mes collègues et en particulier mes amis de l'Institut National de Recherches Forestière pour leur aide et leurs encouragements.

Je ne manquerai pas de remercier également mes camarades du laboratoire d'écologie végétale pour leur aide et leur soutien.

Je ne peux clore cet avant propos sans remercier ma mère, ma sœur et mes frères pour leur soutien dans les moments difficile de la vie et leur attention à mon égard durant toutes les années qu'a nécessité ma formation, je leur témoigne ainsi ma profonde reconnaissance.

Mes tendres remerciements vont à mon épouse qui m'a entouré de sa douceur et de son affection tout au long de ce pénible travail.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	10
I. SYNTHÈSE DES CONNAISSANCES SUR L'ALFA ET CADRE PHYSIQUE	12
1. Synthèse des connaissances sur l'alfa	12
1.1. Description botanique	12
1.2. Répartition géographique	12
1.3. Biologie de l'alfa.....	13
1.3.1. Phénologie.....	13
1.3.2. Reproduction	13
1.4. Physiologie et écophysiologie.....	13
1.5. Génétique	14
1.6. Dynamique et syntaxonomie.....	15
1.7. Autoécologie	16
1.8. Intérêt écologique et socio-économique	17
2. Cadre physique de la région d'étude	17
2.1. La géologie.....	18
2.2. La géomorphologie	18
2.2.1. Les reliefs	19
2.2.2. Les surfaces plus ou moins planes	19
2.2.3. Les dépressions	20
2.2.4. Les formes d'accumulation éoliennes	20
2.3. La pédologie.....	20
2.3.1. Les sols peu évolués.....	21
2.3.2. Les sols à altération géochimique dominante	21
2.3.3. Les sols à pédoclimat contrasté.....	21
2.3.4. Les sols à altération biochimique dominante	21
2.4. Le bioclimat	23
II. METHODOLOGIE	24
1 Récolte des données	24
2 Traitement des données.....	27
2.1 Analyses numériques.....	27
2.1.1 Analyse factorielle des correspondances (AFC).....	27
2.1.2 Classification hiérarchique ascendante (CAH).....	28
2.2 Démarche.....	28
2.2.1 Recherche de la signification écologique des axes factoriels.....	29
2.2.2 Distinction et caractérisation des groupements végétaux.....	30
2.2.2.1 Caractérisation physionomique et floristique	30
2.2.2.2 Caractérisation écologique.....	30
2.2.2.3 Caractérisation pastorale.....	30
2.2.2.4 Calcul de l'indice de perturbation (IP)	32
2.2.2.5 Caractérisation biologique et phytochorique des groupements	32
2.2.2.5.1 Détermination des spectres biologiques.....	32
2.2.2.5.2 Détermination des spectres phytochoriques.....	33

2.2.3	Les indices de diversité et Diagrammes Rang-Fréquences	34
2.2.3.1	Indice de diversité spécifique de Shanon	34
2.2.3.2	Equitabilité (régularité)	35
2.2.3.3	Diagrammes Rang-Fréquences	36
III.	RESULTATS	38
Analyse globale		38
Signification écologique des axes factoriels		38
Signification écologique de l'axe 1		38
Signification écologique de l'axe 2		43
Signification écologique de l'axe 3		44
Signification écologique de l'axe 4		47
Signification écologique de l'axe 5		48
Conclusion		51
2	Analyse partielle	51
2.1	Individualisation des groupements végétaux	52
2.2	Caractérisation floristique des groupements individualisés	52
2.2.1	Groupement A	52
2.2.2	Groupement B	53
2.2.3	Groupement C	55
2.2.4	Groupement D	56
2.2.5	Groupement E	56
2.2.6	Groupement F	57
2.2.7	Groupement G	57
2.2.8	Groupement H	58
2.2.9	Groupement I	58
2.2.10	Groupement J	58
2.3	Caractérisation écologique des groupements végétaux	58
2.4	Conclusion	59
3	Caractérisation biologique et phytochorique des groupements	61
3.1	Spectres biologiques	63
3.1.1	Spectre biologique global	63
3.1.2	Spectres biologiques bruts	63
3.1.3	Spectres biologiques réels	66
3.1.4	Conclusion	68
3.2	Spectres phytochoriques	68
3.2.1	Spectre phytochorique global	68
3.2.1.1	Répartition des éléments phytochoriques en fonction des types biologiques	69
3.2.2	Caractérisation phytochorique des différents groupements	72
3.2.2.1	Spectres phytochoriques bruts	72
3.2.2.2	Spectres phytochoriques réels	77
3.2.3	Conclusion	78
4	Composition systématique	79
4.1	Composition par famille	79
4.2	Caractérisation phytochorique des principales familles	82
4.3	La rareté (abondance)	83
4.4	Composition par genre	87
4.4.1	Les principaux genres endémiques	88

4.5 Conclusion.....	89
5 Utilité.....	90
5.1 Composition floristique	91
6 Caractérisation pastorale des groupements	92
6.1 Valeurs pastorales des groupements.....	93
7 Les indices de diversité	96
8 Diagrammes rang-fréquences.....	98
CONCLUSION GENERALE	102
BIVLIOGRAPHIE	105
ANNEXES	116

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 : Les gradients pluviométriques appliqués dans les différentes régions de l'Algérie</i>	23
<i>Tableau 2 : Coefficients d'abondance dominance</i>	30
<i>Tableau 3 Valeurs propres et taux d'inertie des 5 axes factoriels</i>	38
<i>Tableau 4 : Caractéristiques des relevés à fortes contributions et corrélations à l'axe 1 (coté négatif)</i>	38
<i>Tableau 5 : Caractéristiques des relevés à fortes contributions et corrélations à l'axe 1 (coté positif)</i>	39
<i>Tableau 6 : Résumé bibliographique de l'autoécologie des espèces à fortes contributions à l'axe 1</i>	40
<i>Tableau 7 : Caractéristiques des relevés à fortes contributions et corrélations à l'axe 2 (coté négatif)</i>	43
<i>Tableau 8 : Caractéristiques des relevés à fortes contributions et corrélations à l'axe 2 (coté positif)</i>	43
<i>Tableau 9 : Résumé bibliographique de l'autoécologie des espèces à fortes contributions à l'axe 2</i>	44
<i>Tableau 10 : Caractéristiques des relevés à fortes contributions et corrélations à l'axe 3 (coté positif)</i>	44
<i>Tableau 11 : Caractéristiques des relevés à fortes contributions et corrélations à l'axe 1 (coté négatif)</i>	44
<i>Tableau 12 : Résumé bibliographique de l'autoécologie des espèces à fortes contributions à l'axe 3</i>	46
<i>Tableau 13 : Caractéristiques des relevés à fortes contributions et corrélations à l'axe 4 (coté positif)</i>	47
<i>Tableau 14 : Caractéristiques des relevés à fortes contributions et corrélations à l'axe 4 (coté négatif)</i>	47
<i>Tableau 15 : Résumé bibliographique de l'autoécologie des espèces à fortes contributions à l'axe 4</i>	48
<i>Tableau 16 : Caractéristiques des relevés à fortes contributions et corrélations à l'axe 5 (coté positif)</i>	49
<i>Tableau 17 : Caractéristiques des relevés à fortes contributions et corrélations à l'axe 4 (coté négatif)</i>	49
<i>Tableau 18 : Résumé bibliographique de l'autoécologie des espèces à fortes contributions à l'axe 5</i>	50
<i>Tableau 19 : Signification écologique des axes des analyses partielles</i>	51

<i>Tableau 20: Les différents groupements individualisés et leur Relevé.....</i>	<i>52</i>
<i>Tableau 21 : interprétation de l'axe 1 de la troisième analyse partielle.....</i>	<i>53</i>
<i>Tableau 22 : interprétation de l'axe 1 de la quatrième analyse partielle</i>	<i>55</i>
<i>Tableau 23 : interprétation de l'axe 1 de la huitième analyse partielle.....</i>	<i>57</i>
<i>Tableau 24 : Caractéristiques écologiques des groupements végétaux individualisés.....</i>	<i>60</i>
<i>Tableau 25 :Spectre biologique global</i>	<i>63</i>
<i>Tableau 26 : Spectres biologiques bruts des groupements végétaux individualisés</i>	<i>64</i>
<i>Tableau 27 : Spectres biologiques réels des groupements végétaux individualisés</i>	<i>66</i>
<i>Tableau 28 : Spectre phytochorique global</i>	<i>69</i>
<i>Tableau 29 : Répartition des éléments phytochoriques en fonction des types biologiques.....</i>	<i>70</i>
<i>Tableau 30 : Listes des espèces endémiques selon QUEZEL et SANTA (1962-1963).....</i>	<i>72</i>
<i>Tableau 31 : Spectres phytochoriques bruts des groupements végétaux individualisés.....</i>	<i>73</i>
<i>Tableau 32 : Spectres phytochoriques réels des groupements végétaux individualisés</i>	<i>77</i>
<i>Tableau 33 : Nombre de taxons relevés pour chaque famille et proportion en % (FR) par rapport au nombre total de taxons décomptés dans l'ensemble des familles.....</i>	<i>80</i>
<i>Tableau 34 : Composition phytochorique des principales familles.....</i>	<i>82</i>
<i>Tableau 35 : Répartition des espèces par famille selon les classes de rareté.....</i>	<i>85</i>
<i>Tableau 36 : Répartition des espèces endémiques par famille selon les classes de rareté</i>	<i>86</i>
<i>Tableau 37 : Taux des types biologiques rares (menacées).....</i>	<i>86</i>
<i>Tableau 38 : Classement des genres présentant plus de cinq taxons.....</i>	<i>88</i>
<i>Tableau 39 : Principaux genres comportant le plus d'endémiques</i>	<i>89</i>
<i>Tableau 40 : Extrait de la banque de donnée des plantes médicinales.....</i>	<i>90</i>
<i>Tableau 41 : Répartition des espèces médicinales en fonction des types biologiques et phytochoriques</i>	<i>91</i>
<i>Tableau 42 : Répartition des espèces en fonction de l'abondance et de l'indice pastoral</i>	<i>92</i>
<i>Tableau 43 : Répartition des types biologiques en fonction des indices de qualité spécifique des espèces.....</i>	<i>92</i>
<i>Tableau 44 : Valeur pastorale des groupements</i>	<i>94</i>

LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1 : Localisation des sites échantillonnés</i>	<i>25</i>
<i>Figure 2 : Représentation de la répartition des individus en espèces distinctes pour le même nombre d'espèces</i>	<i>36</i>
<i>Figure 3 : Quatre allures typiques de diagrammes rang fréquences.....</i>	<i>37</i>
<i>Figure 4 : Répartition des relevés sur le système d'axe 1-2 de l'analyse factorielle globale.....</i>	<i>41</i>
<i>Figure 5 : Répartition des espèces sur le système d'axe 1-2 de l'analyse factorielle globale.....</i>	<i>42</i>
<i>Figure 6 Démarche relative aux différentes étapes de l'analyse factorielle des correspondances</i>	<i>54</i>
<i>Figure 7 : Répartition des 10 groupements sur le système d'axe factoriel (1-2) de l'analyse globale.</i>	<i>61</i>
<i>Figure 8 : Répartition des 10 groupements sur le système d'axe factoriel (3-4) de l'analyse globale.....</i>	<i>62</i>
<i>Figure 9 : Spectre biologique global.....</i>	<i>61</i>
<i>Figure 10 : Spectres biologiques bruts des groupements végétaux individualisés classés selon leur projection sur l'axe 1 exprimant le gradient pluviométrique.....</i>	<i>65</i>
<i>Figure 11 : : Spectres biologiques bruts des groupements végétaux individualisés classés selon leur projection sur l'axe 3 exprimant le gradient anthropique</i>	<i>65</i>
<i>Figure 12 : Spectres biologiques réels des groupements végétaux individualisés classés selon leur projection sur l'axe 1 exprimant le gradient pluviométrique.....</i>	<i>67</i>
<i>Figure 13 : Spectres biologiques réels des groupements végétaux individualisés classés selon leur projection sur l'axe 3 exprimant le gradient anthropique</i>	<i>67</i>
<i>Figure 14 : Evolution des chamaephytes et des géophytes dans les groupements classés selon leur projection sur l'axe 3 exprimant un gradient anthropique.....</i>	<i>68</i>
<i>Figure 15 : Spectre phytochorique global.....</i>	<i>69</i>
<i>Figure 16 : Répartition des éléments phytochoriques en fonction des types biologiques</i>	<i>71</i>
<i>Figure 17 : Spectres phytochoriques bruts des groupements végétaux individualisés classés selon leur projection sur l'axe 1 exprimant le gradient pluviométrique.....</i>	<i>74</i>
<i>Figure 18 : Spectres phytochoriques bruts des groupements végétaux individualisés classés selon leur projection sur l'axe 3 exprimant le gradient anthropique</i>	<i>74</i>
<i>Figure 19 : Evolution de l'élément irano touranien dans les différents groupements classés selon leur projection sur l'axe 3 exprimant le gradient anthropique</i>	<i>75</i>
<i>Figure 20 : Taux des différents éléments phytochoriques dans les groupements classés selon leur projection sur l'axe 1 exprimant un gradient pluviométrique.....</i>	<i>76</i>

<i>Figure 21 : Spectres phytochorique réels des groupements végétaux individualisés classés selon leur projection sur l'axe 1 exprimant le gradient pluviométrique.....</i>	<i>79</i>
<i>Figure 22 Spectres phytochoriques réels des groupements végétaux individualisés classés selon leur projection sur l'axe 3 exprimant le gradient anthropique</i>	<i>79</i>
<i>Figure 23 : Caractérisation générique et spécifique des principales familles.....</i>	<i>80</i>
<i>Figure 24 : Ordination des familles en fonction du nombre de taxons</i>	<i>81</i>
<i>Figure25 : Composition phytochorique des principales familles.</i>	<i>83</i>
<i>Figure 26 : Proportion des classes de rareté</i>	<i>83</i>
<i>Figure 27: Classe de rareté dans les principales familles</i>	<i>84</i>
<i>Figure 28 : Caractérisation des classes d'abondance par les indices pastoraux.....</i>	<i>87</i>
<i>Figure 29 : Valeur pastorale des groupements classés selon leur projection sur l'axe 3 exprimant le gradient anthropique</i>	<i>95</i>
<i>Figure 30 : Valeur pastorale des groupements classés selon leur projection sur l'axe 1 exprimant le gradient pluviométrique</i>	<i>95</i>
<i>Figure 31 : Richesse spécifique (S), Indice de Shannon (H'), Indice d'équitabilité (E) des différents groupements classés selon le gradient pluviométrique</i>	<i>97</i>
<i>Figure 32 : Richesse spécifique (S), Indice de Shannon (H'), Indice d'équitabilité (E) des différents groupements classés selon le gradient anthropique.....</i>	<i>97</i>
<i>Figure 33 : Diagrammes Rang-fréquences des différents groupements classés selon le gradient d'aridité croissante.....</i>	<i>99</i>
<i>Figure 34 : Diagrammes Rang-fréquences des différents groupements classés selon le gradient anthropique.</i>	<i>100</i>

INTRODUCTION

Les menaces qui pèsent sur la biodiversité à cause de l'ampleur des dégradations liées à la modification mais surtout à la destruction de certains habitats fragiles a suscité une attention accrue ces dernières années depuis notamment 1992. Cette date correspond au sommet de la terre qui s'est déroulé à Rio de Janeiro au Brésil où il y a eu le premier traité international relatif à la protection des êtres vivants et de leurs écosystèmes : c'est la Convention des Nations Unies sur la Diversité Biologique. Elle invite la communauté des nations à reconnaître que la diversité biologique s'appauvrit d'une manière considérable du fait d'activités humaines, que sa conservation était une préoccupation commune de l'humanité et que les Etats étaient responsables de la conservation de leur diversité biologique et de l'utilisation durable de ces éléments constitutifs.

Faisant partie des 170 pays ayant signé et ratifié cette convention, l'Algérie présente un territoire qui couvre d'importantes ressources végétales réparties sur les côtes, les plaines, les montagnes, la steppe, et le Sahara. Ces ressources naturelles sont importantes pour l'économie algérienne et pour le maintien de l'équilibre écologique. Leur protection contre les utilisations abusives et incontrôlées et leur exploitation durable dans les domaines pastorale agricole, forestier sont les objectifs de plusieurs organisations nationales.

Les steppes algériennes qui se localisent dans les régions arides et semi-arides présentent un intérêt remarquable du point de vu de leur richesse spécifique végétale autant au niveau des essences principales qui les constituent que des espèces qui participent au cortège floristique des habitats qu'elles individualisent. Cependant ces écosystèmes connaissent une évolution régressive qui devient de plus en plus rapide notamment ces dernières décennies. Ainsi les tendances actuelles de la composition floristique sont la régression des espèces pérennes ou à cycle long au profit des annuelles ou des plantes à cycle court.

Considérée comme étant un habitat d'intérêt national voire international compte tenu de sa diversité floristique et faunistique, la steppe à alfa n'échappe pas à ce fléau. En effet à l'instar des autres formations steppiques de grande importance (Armoise blanche et sparte), les formations à alfa ont subi une dégradation intense entraînant soit leur disparition dans certaines régions du pays (réduction de 75% des nappes en un siècle (1900-1990) (**LE HOUEROU, 1995**) soit leur régression vers d'autres formations telles que celles de l'armoise blanche ou celles du sparte. Cette régression s'accompagne évidemment dans certains cas d'une baisse de la richesse floristique et de l'installation d'une «flore banale» sans intérêt pour l'homme et les animaux. (**AIDOUD-LOUNIS, 1997**)

Les activités humaines qui se traduisent par le surpâturage, le défrichement et les labours sont les principales causes de cet état qui est aggravé par la sécheresse.

Devant l'inquiétude croissante vis à vis de ce phénomène une prise de conscience conduit les organisations gouvernementales et non gouvernementales ainsi que les scientifiques à réfléchir sur les actions de conservation et de préservation de cette biodiversité qui passe en priorité par une protection de l'écosystème. Cependant pour atteindre d'une manière efficace ces objectifs, une bonne connaissance de l'écologie de ces steppes, et de l'évaluation de leur diversité biologique sont nécessaires.

Le travail que nous présentons entre dans cette perspective. Il porte sur l'étude de la diversité floristique dans les nappes alfatières de l'Algérie. Cette étude sera abordée à travers l'identification des groupements végétaux et leur caractérisation sur le plan phytoécologique, biologique, pastoral et phytogéographique. Les indices mathématiques (indice de Shannon, indice d'équitabilité, diagrammes rang-fréquences) seront en outre utilisés pour mesurer la diversité floristiques de ces groupements. Par ailleurs nous essayerons de déterminer l'influence de l'anthropisation et de l'aridité sur la dégradation de la biodiversité. Les résultats auxquels nous aboutirons constitueront des éléments d'orientation de la stratégie de conservation et préservation de ces formations.

Les travaux portant sur la steppe à alfa sont nombreux et abordés selon différentes approches et traitant de plusieurs aspects. Pour les études phytoécologiques qui nous intéressent nous retenons les travaux de **OZENDA (1954)**, **BARRY et CELLES (1973)**, **POUGET (1973 et 1980)**, **MEZIANI (1976)**, **BENSETITI (1979)**, **ACHOUR (1983)**, **ABDELKRIM (1984)**, **BOUAZZA (1991)**, **AIDOU-LOUNIS (1997)**, **KADI-HANIFI (1998)** et **(AMGHAR, 2002)**.

Ce travail s'organise en trois chapitres, le premier présente les cadres physique et biotique de la zone d'étude, le deuxième est consacré aux aspects méthodologiques relatifs à l'échantillonnage, au traitement numériques (Analyse Factorielle des Correspondances et Classification hiérarchique Ascendante) au calcul des spectres et des indices mathématiques pour l'évaluation de la diversité (indice de Shannon, l'équitabilité, diagrammes rang-fréquences). Dans le troisième chapitre sont présentés les résultats et leur interprétation. Nous terminons enfin cette étude avec une conclusion générale et les perspectives.

I- SYNTHÈSE DES CONNAISSANCES SUR L'ALFA ET CADRE PHYSIQUE

1- Synthèse des connaissances sur l'alfa

1.1- Description botanique

L'alfa décrite et dénommée *Stipa tenacissima* par Linné en 1755 appartient à la famille des Graminées ou Poacées, sous famille des Agrostidées, tribu des stipées et du genre Stipa.

C'est une plante vivace formant des touffes constituées d'une partie aérienne cespiteuse, de hauteur (20 à 150cm) et de diamètre (10 à 80cm) variable et d'une partie souterraine touffue et rameuse.

La feuille longue étroite et enroulée se compose d'une gaine embrassant complètement l'axe issu du rhizome, d'un limbe d'une longueur variable (25 - 120cm) présentant sur sa face supérieure des replis dans le sens longitudinal formant une gouttière limitant l'évapotranspiration. La ligule velue et longue de 1 cm forme le point d'articulation de la gaine et du limbe.

L'appareil reproducteur est sous forme d'un chaume florifère long de 50 à 150 cm dont la partie supérieure porte de nombreux rameaux fasciculés constituant une inflorescence en panicule lâche. Cette dernière est formée par l'ensemble des épis constitués eux-mêmes par des épillets présentant à leur base deux glumes.

La partie souterraine de l'alfa est constituée par un rhizome très rameux et à entre nœuds très courts qui sur leur face inférieure naissent des racines adventices avec de nombreuses ramifications et sur leur face supérieure apparaissent des bourgeons dont certains donnent naissance à des rameaux se terminant par des innovations.

1.2- Répartition géographique

L'alfa occupe une aire géographique bien délimitée concentrée dans la partie occidentale du bassin méditerranéen. Au Nord du bassin méditerranéen, en allant d'Ouest en Est cette aire couvre d'une manière sporadique le Portugal, le Sud Est de l'Espagne où des nappes importantes se trouvent en Andalousie et le Sud de l'Italie. Mais la grande partie de cette aire se trouve en Afrique du Nord où les grands foyers de développement se situent sur les hauts plateaux Algéro-marocains. L'alfa est également présente sur les hauts plateaux de la Tunisie centrale et les montagnes du sud est (REDJEB, 1980) ainsi que dans la zone steppique montagneuse du Nord ouest de la Libye.

En Algérie, l'alfa peut être rencontré depuis le niveau de la mer (Oran) jusqu'à la bordure Nord du Sahara.

De vastes peuplements appelés « mer d'alfa » occupent principalement les hauts plateaux. Au niveau de l'Atlas saharien elle se trouve sur des Djebels qui culminent à 2000m (Aures). Elle se présente en outre en touffes disposées sous le couvert des forêts xérophytes de l'Atlas tellien et saharien

Les steppes à alfa ont beaucoup régressé (60% en 100 ans) en raison de l'utilisation industrielle des feuilles pour la fabrication de papier, du surpâturage, du piétinement, du brûlis et surtout du défrichement.

1.3- Biologie de l'alfa

1.3.1- Phénologie

Compte tenu de sa très longue durée de vie, l'alfa manifeste des interactions biologiques en relation étroite avec les conditions édapho-climatiques des stations. Sa période végétative est courte et ne dépasse pas 4 à 6 mois (**TRABUT, 1889 ; BOUDY, 1950 ; LEHOUEIROU, 1969; CELLES, 1975; GHRAB, 1981 et AIDOU, 1989**). La plante subit deux périodes de vie ralentie par an :

- une période de repos hivernal due au froid qui diminue l'assimilation dès que la température descend au dessous de 3° à 5° C et qui dure généralement 3 à 4 mois;
- une période de repos estivale due à la sécheresse qui débute généralement en juillet et se prolonge jusqu'au début de l'automne.

La floraison de l'alfa est très irrégulière compte tenu des différentes régions qu'elle occupe et les conditions climatiques. En effet elle est d'autant plus précoce que le climat est plus chaud. Les fleurs se forment ainsi d'avril à mi-mai; cinq ou six semaines après la maturation des fruits.

1.3.2- Reproduction

Trois modes de multiplication de l'alfa sont possibles :

- Le semis naturel lorsque les conditions édapho-climatiques sont favorables. **MONJAUZE (1947)** considère l'alfa comme une plante qui est née en place par semis. **LEHOUEIROU (1969) et DJEBAILI (1978)** qui disent que «l'alfa ne peut se régénérer par semis en l'absence d'un couvert forestier protecteur et d'un sol humifère», rejoignent **CAPOULADE-MINEUR** qui souligne que la présence de la forêt lui était favorable et la disparition de la végétation qui lui a permis de s'installer crée pour lui des conditions difficiles de vie.
- Le bourgeonnement : les bourgeons dormants portés par les rameaux périphériques du rhizome se développent au printemps formant des racines adventives qui donnent à leur tour une petite touffe.
- La fragmentation de souche : chacune des touffes née de cette division s'arrondit, s'étend puis se fragmente à son tour.

1.4- Physiologie et écophysiologie

Plusieurs auteurs ont entamé des études sur les conditions physiologiques de la germination des caryopses (graines) d'alfa :

MALOS et MEZIANI, (1978), et **BOUDJADA et BENDJAFER (1994)**, ont montré que l'aptitude de germination est stimulée avec des températures basses ; selon **HARCHE (1978)**, l'optimum de

germination est obtenu avec des températures comprises entre 12°C et 25 °C et que la lumière n'a pas d'effet marquant sur la capacité germinative des caryopses d'alfa. L'aptitude à la germination diminue avec la durée de conservation ; la longévité des caryopses d'alfa n'excède pas trois ans (**MALOS et MEZIANI, 1978**).

Les études sur la physiologie et l'écophysiologie de l'alfa sont peu nombreuses. L'étude de la photosynthèse de l'alfa par **NEDJRAOUI (1990)** a confirmé les résultats obtenus par **MORGAN et BROWN (1979)** quant à l'appartenance de l'alfa aux espèces C3 qui ont la caractéristique de fixer en premier lieu le CO₂ sous forme d'un acide en C3, l'acide phosphoglycérique. Ce même auteur a également montré que l'alfa du présaharien présente des valeurs de photosynthèses plus faibles que celles de l'alfa du semi-aride.

En ce qui concerne le potentiel hydrique foliaire de l'alfa (indicateur du déficit hydrique et du degré de sécheresse) mesuré sur le terrain (zones semi-aride et présaharienne) et au laboratoire, dans les mêmes conditions hydriques, il s'avère qu'il est minimum et est plus négatif pour l'alfa du présaharien; l'auteur lie ceci à une adaptation génotypique de l'espèce aux conditions écologiques.

1.5- Génétique

Les quelques études caryosystématiques qui ont été effectuées sur l'alfa confirment l'existence de plusieurs populations.

MAIRE (1932 in KADI-HANIFI 1998), a décrit deux variétés d'alfa, *typica* et *villosiuscula*, différenciées sur la base de la pilosité des gaines : les gaines de la première variété sont glabres et celles de la seconde sont couvertes de poils denses et courts.

FERNANDES et QUEIROS (1969), déclare un nombre de chromosome égal à $2n = 4$ pour l'alfa du Portugal.

Une variabilité chromosomique a été démontrée chez l'alfa de l'Algérie. En effet **LABADIE (1979)** dans la région de Djelfa a trouvé un nombre égal à $2n = 24$ chromosomes, et **BENSETTETI (1985)** retient une variété à $2n=12$ chromosomes.

Cette variabilité chromosomique chez l'alfa a été également démontrée plus tard par **TAZAIRT (1992)** (Ras-el-ma : $2n = 12$; M'Zara : $2n = 42$, Hassasna : $2n = 18$ et Taadmit : $2n = 24$). A travers l'analyse enzymatique ce même auteur a montré que les deux morphotypes qu'il a décrit diffèrent par un électromorphe de faible intensité. Par ailleurs, **RAFFAELLI et RICCERI, (1989)**, ont décrit en Tunisie du centre nord, trois nouvelles espèces se rattachant au complexe de *Stipa tenacissima* L. Cette distinction a été faite sur la base d'une différenciation morphologique de l'appareil végétatif et de la structure de la fleur.

Déjà à travers ces quelques études caryosytématiques citées ci-dessus sur l'alfa, en Algérie, quatre niveaux de ploïdies ont été recensés. Pour **ABDELKRIM et al (1988)** le taux de polyploïdie peut être élevé d'autant plus que le phénomène est fréquent chez les monocotylédones vivaces.

Pour ce qui est de la variabilité géographique de l'alfa, l'étude réalisée par **BOUDJADA (2003)** a montré à travers un test de provenance en pépinière qu'il existait une certaine différenciation géographique des populations d'alfa à l'échelle d'une même région.

1.6- Dynamique et syntaxonomie

L'alfa occupe une aire géographique importante et bien délimitée. En effet, en Algérie cette essence se trouve soit sous forme de vastes peuplements "mer d'alfa" principalement sur les hauts plateaux, soit en touffes dispersées sous le couvert de la forêt xérophytique tellienne.

MAIRE (1926) décrivait que dans "le stipetum tenacissimae" typique, peu de plants accompagnent l'alfa. Pour lui cette association ne représente qu'un stade de dégradation, très stable d'un groupe climatique.

En 1933, **EMBERGER** montrait que "les vastes peuplements climatiques qui constituent la steppe à alfa sont subordonnés à des essences forestières : Thuya de berberie, Genévrier de phoenicie, Chêne vert, Pin d'Alep,..." Tout en préconisant que l'association à alfa reste à déterminer.

Pour **MONJAUZE (1947)**, "les nappes alfatières algériennes qui ne constituent pas un climax, forment simplement l'état d'une ou plusieurs séries évolutives dont les termes ultimes seraient de nature forestière et correspondent seules au climax", confirmant ainsi "le stade de dégradation de la forêt clairière à Genévrier de phoenicie et pin d'Alep".

Selon **BOUDY (1950)**, certains peuplements alfatières doivent être considérés comme des formes de dégradation d'anciennes forêts disparues de Genévrier, de Thuya, etc.

Plus tard, en 1969, **LEHOUEIROU** concluait que " l'alfa est dépourvu de valeur phytosociologique et constitue un stade de transition entre les groupements forestiers et les steppes à chamaephytes douées d'une plus grande stabilité et de valeur phytosociologique indiscutable".

CELLES (1975), considérait que l'alfa est un chaînon d'une évolution régressive de Pin d'Alep, Genévrier rouge, Alfa, Armoise blanche qui existait depuis longtemps.

Ce même auteur décrivait dans sa diagnose phytosociologique du sud constantinois, une association à *Stipa tenacissima* L. et *Launaea acanthoclada* M. ; qui constitue le caractère essentiel de l'alliance à *Pinus halepensis* et *Juniperus phoenicea*.

DJEBAILI (1978 - 1984), dans ses travaux relatifs à la steppe algérienne, refuse toute valeur phytosociologique à l'alfa. Cependant, il reconnaît à cette espèce un cortège floristique qui lui est propre dans certaines conditions climatiques et édaphiques bien précises.

L'appartenance de l'alfa aux syntaxons forestiers est confirmée par **GUINOCHE (1980)** qui le replace parmi les caractéristiques du Rosmarino-Ericion dans l'ordre des rosmarinetalia et la classe des cisto-Rosmarinetea.

KADI-HANIFI (1998) conclue également que toutes les formations à alfa s'intégraient à une ou plusieurs séries végétales évolutives dont les termes ultimes seraient de nature forestière.

En dehors de l'Afrique du Nord, **DEL VILLARS (1925)**, considérait la steppe à alfa de la Péninsule Ibérique comme un stade de dégradation forestière voire un groupement anthropogène.

Une attitude opposée éloigne les groupements à alfa des syntaxons forestiers. Effectivement pour **DE BOLOS et BRAUN BLANQUET (1957)**, les steppes à alfa se rattacheraient aux Lygeo- stipetalia Br.BI et O.Bolos, 1954 et à l'alliance Eremo- pyrolygeum LO, 1954; l'ordre et l'alliance maintenue par **ROUX et LAZARE (1979)** pour les mêmes types de groupement de la région de Bousaâda.

Dans la syntaxonomie des pelouses thérophytiques de l'Europe occidentale, **RIVAS MARTINEZ (1977)** définissait une nouvelle classe à tendance thermophile où dominent les graminées vivaces. Ce sont les Lygéo-Stipetea Riv. Mart, 1977, contenant l'ordre des Lygeo- Stipetalia et donc la nouvelle alliance de stipion tenacissimae Riv.Mart, 1977. C'est à cette alliance que **AIDOU-LOUNIS (1984)**, rattache les groupements à alfa des hauts plateaux Sud Oranais.

De manière générale, selon plusieurs auteurs cités ci-dessus, les groupements à *Stipa tenacissima* L. sont le résultat d'une dégradation forestière.

Le passage d'un groupement à alfa à un autre s'explique par l'aridité croissante et surtout par la destruction du couvert végétal par l'homme (**DJEBAILI, 1978; ACHOUR, 1983; AIDOU-LOUNIS, 1984; BOUDJADA et BELGHANEM, 1989**).

1.7- Autoécologie

L'alfa est un des taxons dont l'aire d'extension est vaste, comme le souligne **TRABUT (1889)** " les stations de cette graminée présentent quelques caractères communs et bien des variantes". En effet de 600 mm au Nord sous couvert forestier, il descend jusqu'à 70 mm au Sud de Ghardaïa (**MONJAUZE et al, 1955**).

Parmi les caractères communs, la pluviosité est essentiellement le facteur qui influence la répartition de l'alfa. Cependant l'aire optimale de *Stipa tenacissima* se situe entre 100 et 500 mm (**LEHOUEIROU, 1969**); 200 et 400 mm (**CELLES, 1975**) et entre 100 et 450 mm selon **DJEBAILI, (1978)**. D'après

BARRY et FAUREL (1973), CELLES (1975) et DJEBAILI (1978), au-delà de 600 mm, l'alfa cède la place à une autre graminée vivace : le diss (*Ampelodesma mauritanicum.*)

Pour **EMBERGER (1933)**, l'alfa marque la limite sud de l'étage bioclimatique aride et le seuil du Sahara. Vis à vis de la température, l'alfa supporte le froid, il est à - 15°C à Tadmit et - 19°C à Rogassa ainsi que l'enneigement de courte durée (**DJEBAILI, 1978**). Il se développe depuis les variantes chaudes (Oran, m = 9.1°C) jusqu'aux hivers froids [sud Algérois, confins Orano-Marocains, moyen atlas du Maroc (m=-1.8°C). **EMBERGER** en 1933 l'a signalé à 2400 m d'altitude au Maroc et **DJEBAILI (1978)** à (1400-1800)m en Algérie.

Stipa tenacissima ne montre pas d'exigences édaphiques, mais vient sur les sols calcaires et pierreaux. Il fuit les dépressions inondées, les sols argileux et salés (**TRABUT, 1889**). Selon **ACHOUR (1983)**, il ne peut subsister que sur les sols perméables ou assez déclives.

Les sols des steppes à alfa présentent des caractères intermédiaires entre ceux des forêts et ceux des steppes, avec un appauvrissement du caractère humifère du premier horizon (**DJEBAILI, 1978 et 1984**).

1.8- Intérêt écologique et socioéconomique

L'alfa extrêmement rustique et supportant toutes les irrégularités du climat steppique, permet d'avoir une fonction d'un adjuvat précieux dans la lutte contre la dégradation et la stérilisation des sols. En effet, il permet à travers sa forme de retenir à sa base des fines particules de sols, litières de ses feuilles, ce qui constitue une niche écologique pour une faune très variée, d'insectes et de micro-organismes (**LE HOUEROU, 1969 ; KHELIL, 1984 et KIHIL, 1986**) et un micromilieu pour le développement d'espèces annuelles permettant ainsi d'améliorer la qualité pastorale des parcours.

Par ses usages multiples, l'alfa constitue un potentiel biologique et économique considérable. Ainsi au point de vue socio-économique, l'alfa est une matière première pour la fabrication du papier dont l'importance de la qualité a été confirmée par **BOUDY (1950)**. Cette plante représente également une ressource fourragère non négligeable en période de disette (jeunes feuilles, épis).

Elle est aussi utilisée dans l'activité artisanale traditionnelle, comme la sparterie et la vannerie.

Les travaux de **TADJEDDINE (1986)**, ont révélé en outre l'existence d'un composé utilisé en pharmaceutique et en alimentation chez l'alfa : il s'agit d'un xylose, un sucre équivalent, en pouvoir sucrant, au saccharose et qui convient bien aux diabétiques.

2- Cadre physique de la région d'étude

La steppe est définie comme étant «une formation naturelle herbacée très ouverte et très irrégulière. Elle est toujours structurée par un xérophyte en touffes qui lui imprime sa physionomie (**IONESCO et**

SAUVAGE, 1962). C'est une vaste bande régionale s'étendant de la frontière marocaine à la frontière tunisienne sur 1000km de long et 300 km de large. Elle est limitée au Nord par la chaîne de l'Atlas tellien formée de succession de massifs complexes d'orientation sud-ouest – nord-est entre 1000 et 2000m d'altitude et au sud par une autre chaîne de montagnes, l'Atlas saharien, de même orientation et de même altitude moyenne. Nous pouvons distinguer les steppes occidentales s'étendant de la frontière marocaine jusqu'à la dépression du Hodna, des steppes orientales qui se situent entre la dépression du Hodna et les hautes plaines sud constantinoises et qui se prolonge aussi à l'Est de la chaîne des Nementcha.

Notons en outre qu'à ces limites physiographiques correspondent des limites pluviométriques. En effet l'isoyète «400mm» marque la limite Nord de la steppe au niveau des piémonts Sud de l'Atlas tellien et l'isoyète «100mm» ses limites Sud au niveau des piémonts Nord de l'Atlas saharien.

La zone d'étude des steppes à alfa sera présentée à travers la géologie, la géomorphologie, la pédologie et le bioclimat.

2.1- La géologie

Le cadre géologique de la steppe à alfa comprend 3 grandes unités structurales :

- Le système tellien : c'est une succession de massifs montagneux côtiers, sub-littoraux, et interne. L'Atlas tellien est constitué de chapelets montagneux discontinus formant le rebord du socle primaire des hauts plateaux steppiques.
- Les hauts plateaux : c'est une zone située entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien. Elle est caractérisée par une structure tabulaire et constitue la zone steppique proprement dite qui est couverte par le Mio-Pliocène reposant sur du calcaire lacustre. La tectonique essentielle est d'âge tertiaire, la stratigraphie est dominée par un matériel sédimentaire du mésozoïque transgressif sur un socle primaire qui affleure à la faveur de cassure comme aux monts de Saida (**DJEBAILI, 1978**).
- L'Atlas saharien : c'est une zone montagneuse qui est formée par un ensemble complexe d'anticlinaux et de synclinaux de structure simple et de direction préférentielle Sud-Ouest-Nord-Est. Cet ensemble n'a subi que la phase de plissement de l'Eocène, puis le soulèvement d'ensemble du Pliocène supérieur. De l'Ouest vers l'est les sédiments sont plus jeunes et les plis sont moins accentués. Les anticlinaux de calcaires liasiques et jurassiques peu érodés à l'Ouest sont séparés par des synclinaux de grès principalement albien qui s'élargissent vers l'Est. En général l'Atlas saharien présente dans sa partie Ouest un faciès gréseux, gréseux calcaire et parfois calcaire dolomitique alors que dans sa partie Est son faciès est surtout calcaire ou calcaro-marneux.

2.2- La géomorphologie

Les principaux cycles climatiques du quaternaire ont donné à la région steppique une physionomie particulière en relation avec la nature des matériaux et la tectonique d'ensemble.

Cette présentation s'inspire des travaux et études réalisés par **BELLOUAM et al (1975)**, **TRICART, 1969** et **POUGET (1980)**.

Les types géomorphologiques dominants de notre zone d'étude sont : les reliefs, les surfaces plus ou moins planes, les dépressions et les formes d'accumulation éoliennes.

2.2.1- Les reliefs : ce sont les djebels se présentant sous forme d'ensemble massifs à structures complexes plus ou moins allongées et étirées suivant l'axe général des plissements (SW-NE). Ces formes structurales sont liées à la tectonique, à la lithologie et à l'érosion.

Selon la nature lithologique il existe trois types de modelés :

- les modelés à dominance de roches dures, calcaires dures et grès
- les modelés à dominance de roches tendres, marnes et marno-calcaires
- les modelés à alternance de roches dures, et de roches tendres.

Les ensembles massifs : ce sont les djebels qui traversent les hautes plaines ou qui bordent l'Atlas saharien au Nord et au Sud. Ils sont formés de roches dures avec des pentes fortes et abruptes.

Les reliefs monoclinaux formés de roches dures s'alignent dans le sens général de l'Atlas saharien (Djebel El Tarf, Koudja Touila, Djebel Zerga, etc.).

Les reliefs en collines plus ou moins pentus développés généralement dans les roches tendres (marno-calcaires) dans les zones sub-humides et semi-arides du tell.

2.2.2- Les surfaces plus ou moins planes

- **Les cônes de piémonts** (cône de déjection) : c'est un matériau détritique hétérométrique très grossiers (graviers cailloux et blocs anguleux) dans une matrice fine se situant en bordure de reliefs.
- **Les glacis** : selon l'ordre chronologique **POUGET (1980)** distingue :
 - ❑ Les glacis du quaternaire ancien : ces glacis montrent des croûtes calcaires importantes ils correspondent à la haute surface moulouyenne.
 - ❑ Les glacis du quaternaire moyen : ils montrent de s accumulations calcaires moins importantes. Ils se sont développés après les mouvements post villafranchiens.
 - ❑ Les glacis du quaternaire récent et actuel : l'accumulation calcaire se fait en amas ou nodules, parfois encroûtement, plus rarement en croûte. Ces glacis sont composés d'un matériau essentiellement alluvial (texture moyenne à fine).

- **Les formes alluviales** : ce sont des formations développées au quaternaire récent et actuel. On distingue :
 - les terrasses qui se développent de part et d'autre des oueds
 - les chenaux d'oueds alluvionnés qui désignent les fonds plats des oueds. L'épaisseur du matériau déposé par alluvionnement ou colluvionnement croît de l'amont vers l'aval.

2.2.3- Les dépressions

- **Les dayas** : ce sont des dépressions fermées de l'ordre métrique à kilométriques où s'accumulent les eaux de ruissellement non ou peu salées. La plupart d'entre elles se localise sur les surfaces encroûtées du quaternaire récent (**POUGET, 1980**).

2.2.4- Les formes d'accumulation éolienne : D'importances variées, ces accumulations se présentent sous de formes multiples.

- **Le voile sableux** : c'est un recouvrement sableux discontinu de quelques cm plus ou moins fixé par des espèces vivaces ou annuelles (les psammophytes) dans différentes situations géomorphologiques.
- **Les plaquages sableux** : ce sont des dépôts sableux continus ou discontinus d'épaisseurs variables, arrêtés par un obstacle inerte. Ils se situent principalement sur les versants et les piémonts.
- **Les nebkhas pièges** : ils correspondent aux champs de dunes fixées (**RODIN et al 1970**). Le sable est piégé par un obstacle de petite dimension (touffe de végétation, bloc rocheux). Selon leur dimension et le végétal qui les fixe, **FLORET et PONTANIER (1982)** distinguent les nebkhas fixées par des arbustes épineux (*Zizyphus lotus*) et pouvant atteindre plusieurs mètres de hauteurs et de diamètres et les micronebkhas plus petites et fixées par des chamephytes et graminées steppiques. La touffe d'alfa serait un exemple de nebkha piège.
- **Les microdunes** : c'est une accumulation de sable éolien généralement plus importante que les nebkhas (**POUGET, 1980**). Elles permettent le développement d'une végétation psammophile telle *Aristida pungens*. Elles sont essentiellement développées en bordures de chotts et montrent souvent une richesse particulière en gypse (**KADI HANIFI, 1998**).

2.3- La pédologie

Les sols des zones arides et semi-arides sont issus en grande partie des bouleversements du quaternaire ce qui reflète très souvent les propriétés des sols (**RUELLAN, 1970**).

D'après la nomenclature du référentiel pédologique basé sur les processus évolutifs (**DUCHAUFOR, 1995**) qui s'inspire de la classification française (**CPCS, 1967**), les différents types de sols existants au niveau des steppes à alfa sont :

2.3.1- Les sols peu évolués : dans ces sols aucun horizon n'est bien différencié ; le profil est du type AC. Ils sont caractérisés par leur faible degré d'évolution et d'altération, la matière organique est peu abondante avec absence de complexes organo-minéraux.

- **Les sols peu évolués climatiques**

- **les sols peu évolués sur matériaux récents** (régosols ; fluvisols, leptosols lithiques) se caractérisent par une faible différenciation des horizons à cause notamment d'une érosion intense, d'un milieu lithologique altérable et la mise en place récente par alluvionnement et colluvionnement.

Ces sols se subdivisent en :

- **sols peu évolués d'érosion**
- **sols peu évolués d'apport** qui sont classés suivant l'origine des dépôts :
 - sol d'origine alluviale (lits d'oued)
 - sol d'origine éolienne
 - sol d'origine colluviale ou alluviale-colluviale.

2.3.2- Les sols à altération géochimique dominante :

- **Les sols rouges fersiallitiques méditerranéen :**

Ils se localisent dans le semi-aride supérieur, dans des conditions particulières de conservation (**KADI HANIFI, 1998**). Ces sols plus ou moins caillouteux présentent un profil de type A (B) C sur substrat géologique de nature variée, ils forment rarement de grandes surfaces continues, ils sont localisés dans l'atlas tellien (Mont de Tlemcen, Guenzel, Mont du Hodna) et dans l'atlas saharien (Djebel Gourou). La fersialisation se traduit morphologiquement par la couleur rouge de l'horizon (B).

2.3.3- Les sols à pédoclimat contrasté :

- **les sols mélanisés**

Le terme mélanisation remplace l'ancien terme d'isohumisme qui faisait allusion à une incorporation profonde de la matière organique dans le profil : elle est favorisée d'une part par l'effet rhizosphère lié à la steppe d'autre part par la forte bioturbation qui caractérise le profil ; une fraction de cette matière organique subit un turnover rapide l'autre fraction se stabilise par maturation climatique et prend une teinte foncée ou noire (**DUCHAUFOR, 1995**). Les sols mélanisés fersialitiques se localisent sur les piémonts sud de l'atlas tellien et les piémonts nord de l'atlas saharien.

2.3.4- Les sols à altération biochimique dominante :

- les sols calcimagnésiques

D'après **DUCHAUFOR (1995)** on devrait parler de «sols carbonatés» puisque c'est la présence de calcaire actif qui confère aux profils les plus typiques leurs principales propriétés. Ce groupe renferme aussi bien les rendzines humifères, les sols bruns calcaires et les sols calcimagnésiques xériques à accumulation calcaire. Le processus de calcification étant un phénomène caractéristique de ces derniers puisqu'il affecte une grande majorité des sols des régions arides et semi-arides.

Dans les zones steppiques, les vastes surfaces encroûtées du quaternaire ancien et moyen attestent de l'extension considérable de ses sols carbonatés à accumulation calcaire sur des matériaux divers : alluvions, colluvions de piémonts argiles sableuses rouges du tertiaire continental, etc.....

Dans notre dition les steppes à alfa aussi bien en bon état que celles dégradées se développent sur les sols bruns calcaires à accumulation calcaire au niveau de tous les glacis du quaternaire ancien, moyen et récent (Bir El Ater, Khenchela, Ain El Beida, Meskiana, Bousaada, Djelfa, El Bayadh, Ain Skhouna, Mechreia, Ain sefra, Sebdu, etc.).

2.4- Le bioclimat

Malgré sa grande diversité tant au plan orotopographique que phytogéographique, l'Algérie dans son ensemble est soumise au climat méditerranéen. c'est à dire indépendamment de l'influence anthropozoïque, la répartition de la végétation est liée en premier lieu au climat, notamment en zone aride où l'eau reste le principal facteur limitant (**DJEBAILI et DJELLOULI, 1984**).

DJELLOULI (1991) place l'Algérie du Nord dans le climat extratropical tempéré et méditerranéen qui se caractérise par une sécheresse estivale de 3 à 4mois sur le littoral et de 5 à 6 mois à l'approche de l'Atlas saharien, une pluviosité hivernale d'une grande variabilité inter mensuelle et interannuelle (**ABDESSEMED, 1981**), et des températures relativement douces.

La plupart des pluies sont d'origine orotopographique et sont généralement plus importantes sur les versants exposés aux vents humides.

La répartition de la pluviosité est conditionnée par trois gradients :

- gradient longitudinal : la pluviosité augmente d'ouest à l'est
- gradient latitudinal : la pluviosité augmente du sud au nord
- gradient altitudinal universel : la pluviosité augmente avec l'altitude.

Les températures connaissent également une variabilité spatiale due à la complexité morfo-structurale de l'Algérie. En effet il existe une variation latitudinale et altitudinale. La première se traduit par des températures douces sur le littoral et moins douces vers l'intérieur du pays, la seconde par la diminution des températures avec l'altitude.

- ◆ La moyenne des températures minimales du mois le plus froid «m» est variable et présente des valeurs comprises entre -2°C et 3°C dans la région steppique et des valeurs plus basses (-3.6°C) sur les hauts sommets.
- ◆ La variation de la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud «M» est liée à la continentalité et l'altitude. Sur les hautes plaines les valeurs de M sont comprises entre 33°C et 38°C, sur les hautes montagnes elles oscillent entre 26°C et 30°C et dépassent 40°C dans les stations sahariennes.

La caractérisation bioclimatique de la zone d'étude a été abordée par la méthode d'interpolation. Cette dernière se base sur les données de nombreux auteurs ayant travaillé dans différentes régions de l'Algérie et qui ont proposé des gradients pluviométriques et thermiques.

Le tableau ci-dessous résume les gradients pluviométriques qui ont été appliqués.

Tableau 1: Les gradients pluviométriques appliqués dans les différentes régions de l'Algérie

Auteurs	Gradients mm/100m	Régions
Djellouli (1981)	25	Sud Oranais
Dahmani (1984)	30	Monts de Tlemcen
Benali (1988)	24	Atlas saharien central
Bouaoune (1988)	39	Monts de Tebessa
Adi (1990)	35	Oranie
Lebane et al (1995)	66	Littoral
Lebane et al (1995)	47	Hautes plaines constantinoises
Lebane et al (1995)	48	Hautes plaines setifiennes
Lebane et al (1995)	36	Aures

Les gradients utilisés pour les températures sont ceux proposés par **SELTZER (1946)** et qui sont 0.4°C pour 100m pour la température moyenne minimale du mois le plus froid (m) et 0.7°C pour 100m pour la moyenne maximale du mois le plus chaud (M).

Comme ces différents facteurs climatiques n'agissent pas indépendamment les uns des autres, un des indices climatique le plus employé en région méditerranéenne et qui réuni les trois facteurs (P, m et M) a été utilisé, il s'agit du quotient d'Emberger dont la formule est la suivante :

$$Q_2 = \frac{2000 \cdot P}{M_2 - m_2}$$

P : pluviosité exprimée en mm

M et m : moyenne des maxima et des minima en degrés Kelvin

II- METHODOLOGIE

La diversité d'une région peut être évaluée par deux méthodes :

- La méthode quantitative consistant en un dénombrement à l'intérieur de chaque peuplement ou formation le nombre total d'espèces qui le composent et des effectifs des populations de chaque espèce. Il s'agit de la richesse spécifique qui est l'un des caractères fondamentaux caractéristique d'un peuplement.
- La méthode qualitative consistant à étudier la composition floristique, biologique et phytochorique d'un peuplement d'une région donnée.

En ce qui concerne notre travail, la méthode d'étude de la diversité des nappes alfatières suit les étapes suivantes :

- Récolte des données et échantillonnage
- Traitement des données et analyse statistique multivariée permettant la distinction des différents groupements végétaux et la mise en évidence des facteurs écologiques prépondérants régissant la distribution et la répartition de la végétation dans ces groupements.
- Caractérisation de ces groupements sur le plan floristique, écologique, biologique, phytochorique et pastoral.
- Evaluation de la diversité floristique des différents groupements par l'utilisation d'indices mathématiques : l'indice de Shannon et celui de l'équitabilité ainsi que l'application des diagrammes Rang-Fréquences.

1- Récolte des données

L'échantillonnage est défini comme étant l'ensemble des opérations qui ont pour objet de relever dans une population les individus devant constituer l'échantillon (GOUNOT, 1969).

Les données utilisées dans le cadre de ce travail proviennent des relevés phyto-écologique réalisées par KADI-HANIFI-ACHOUR durant la période optimale de développement de la végétation de la mi-avril à la mi-juin des années 1986- 1989- 1990- 1991 et 1992.

L'échantillonnage a été effectué sur la base d'un ensemble de prospections préalables et des données de divers documents cartographiques (KADI-HANIFI, 1998).

La totalité de l'aire de répartition de l'alfa a été échantillonnée intégrant ainsi toutes les formations pré-forestières, les matorrals, les steppes arborées et les steppes à alfa. Pour notre cas nous nous sommes limités aux deux dernières formations. Signalons en outre que plus de 70% des relevés sont localisés dans la partie centre Ouest de la steppe (Fig.1).

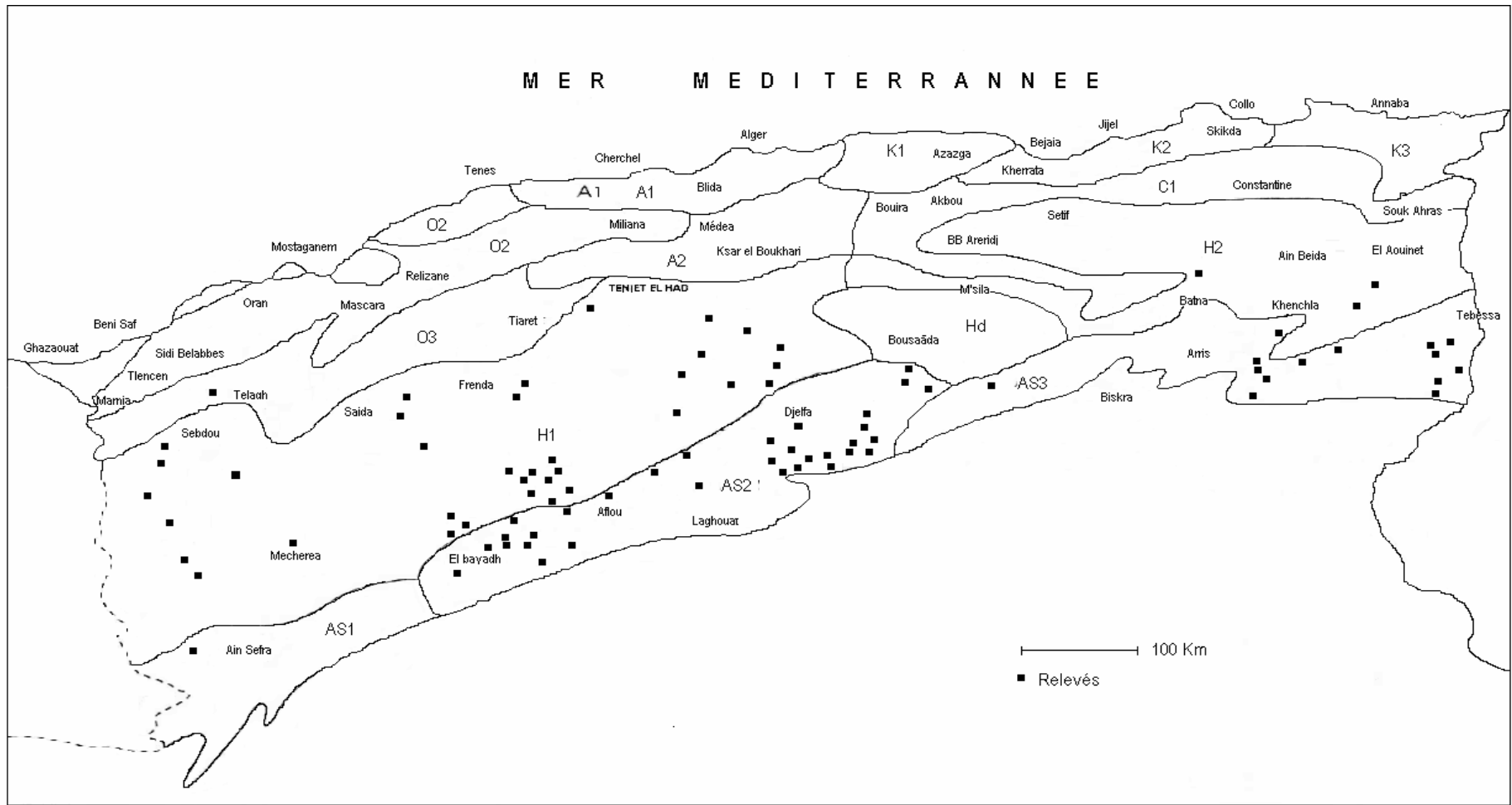


Figure 1 : Localisation des sites échantillonnés

La méthode d'échantillonnage adoptée est du type stratifié ceci dans le but de subdiviser la région d'étude en zones homogènes qui feront chacune l'objet d'un échantillonnage.

Ce type d'échantillonnage a nécessité l'utilisation des cartes suivantes :

- Cartes topographiques permettant une stratification en fonction de l'altitude.
 - Cartes de végétation et d'occupation des terres pour la localisation de l'alfa et qui sont les suivantes :
- Carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques, feuille d'Alger établie au 1/1000000^e (**BARRY et al, 1974**) et la feuille de Tunis-Sfax (**GAUSSEN et al, 1958**).
 - Carte de végétation d'Oran au 1/500 000^e (**ALCARAZ, 1977**)
 - Carte de l'occupation des terres de l'Algérie au 1/200 000^e
 - Feuille d'El Aricha et djebel Arar (**DAHMANI et DJELLOULI, 1981**)
 - Feuille de Ain Sefra (**MEDIOUNI et al inédit**)
 - Feuille d'El Kreider (**AIDOUUD et al 1981**)
 - Feuille de Mechraoui (**ACHOUBI et al, 1980**).

Les zones homogènes étant déterminées, la réalisation du relevé phytocologique y est exécutée de manière subjective en respectant l'échelle de la station, le critère d'homogénéité structurale, floristique et écologique (**GEHU et RIVAS MARTINEZ, 1981 et GEHU, 1987 in KADI-HANIFI, 1998**)

Compte tenu de la délicatesse de la reconnaissance du schéma structurale dans les steppes à alfa notamment celles dégradées où l'on peut voir une combinaison de trois éléments structuraux (**KADI-HANIFI, 1998**), la surface du relevé a été déterminée au cas par cas.

Les espèces présentes dans chacun des relevés sont affectées d'un coefficient d'abondance dominance qui est un critère semi-quantitatif exprimant d'une part le nombre d'individus d'une espèce dans le relevé et d'autre part la surface recouverte par les individus d'une espèce (dominance) L'échelle retenue est celle de **BRAUN-BLANQUET et al (1952)** :

- 5 : recouvrement de 75 à 100% ; abondance quelconque
- 4 : recouvrement de 50 à 75 % ; abondance quelconque
- 3 : recouvrement de 25 à 50; abondance quelconque
- 2 : recouvrement de 5 à 25 % ; individu très abondant
- 1 : recouvrement de 1 à 5% ; individu assez abondant
- + : recouvrement <1 ; abondance très faible ; simplement présent

Par ailleurs, chaque relevé est accompagné de caractères stationnels immédiatement accessibles à savoir :

- les caractères généraux de la station (altitude, pente, exposition, position topographique, et lithologie)
- les caractères physiologiques et floristiques (type de formation végétale au sens de **IONESCO** et **SAUVAGE (1962)**, recouvrement global de la végétation)
- les caractères de la surface du sol: recouvrement de la litière, des éléments grossiers, de la roche affleurante et du sol nu.

2- Traitement des données

2.1- Analyses numériques

Les méthodes statistiques d'analyse multivariées nous ont permis de traiter l'ensemble des données floristiques en utilisant l'analyse factorielle des correspondances (AFC) combinée à la classification hiérarchique ascendante (CAH) qui est le complément de toute AFC. Le but de ces analyses est la mise en évidence des relations entre le milieu et la végétation ainsi que la distinction des groupements végétaux.

2.1.1- Analyse factorielle des correspondances (AFC):

Les premières applications de cette analyse multivariable ou ordination remontent à **RAMENSKY (1930 in BOUCHENEB, 2000)**. Elle est aujourd'hui utilisée depuis déjà de nombreuses années pour les traitements des données phytoécologiques, phytosociologiques avec notamment les études sur la végétation de la région steppiques (**DJEBAILI, 1978; CELLES, 1975; POUGET 1980; KAABECHE 1991; AIDOU-DOUNIS, 1997** et **KADI-HANIFI, 1998**).

L'AFC a pour but de visualiser les affinités floristiques existant entre les relevés et par-là les relations existant entre les groupements végétaux. Elle s'applique à un ou plusieurs ensembles qu'elle met en correspondance.

C'est une méthode dite métrique basée sur le calcul de la similitude entre variable en fonction des objets (exemple : relevés en fonction des espèces). Ainsi plus la distance qui sépare deux relevés est courte, plus les deux relevés sont ressemblants floristiquement et par-là écologiquement.

Regroupés dans un tableau à double entrée (ou matrice de données), les relevés disposés en colonnes et les espèces en lignes sont mis en correspondance. A l'intersection d'une ligne et d'une colonne est porté le chiffre 1 (espèce présente dans le relevé) ou 0 (l'espèce absente dans le relevé) ou bien la fréquence de l'espèce dans le relevé (exemple le coefficient d'abondance-dominance). Le traitement aboutit à un nuage de points dans un espace multidimensionnel. Pour visualiser ce nuage et afin de le

rendre accessible à l'interprétation, il est nécessaire de le projeter dans un espace à deux dimensions c'est à dire par les axes principaux d'inertie pris deux à deux.

Les données floristiques sont analysées d'une manière indépendante des facteurs contrôlant le milieu et les séries successives. Elle tient compte de la variation interne des données. L'interprétation et les hypothèses concernant les facteurs déterminants sont faites dans le sens de l'examen de la variabilité floristique laquelle reflétera inévitablement une ou plusieurs variation du milieu (**KENT et COKER, 1992**). Les données du milieu ne seront utilisées durant aucune phase de l'analyse, mais introduites seulement durant la phase de l'interprétation (**KENT et COKER, 1992**).

Cette technique nous a ainsi permis à travers la recherche de la signification écologique des axes factoriels de déterminer les facteurs prépondérants responsables de la distribution de la végétation.

2.1.2- Classification hiérarchique ascendante (CAH) :

DAGNELIE (1966) définit la classification comme une opération consistant à subdiviser un échantillon (ou une population) d'individus en un nombre limité de groupe d'individus "semblables".

La classification hiérarchique dite ascendante ou agglomérative, proposée par **BENZECRI (1973)** est considérée comme le complément de toute AFC. Elle cherche à regrouper par similitude les individus d'un ensemble de données (celui des relevés). Elle considère au départ chaque individu comme une classe à un seul élément. Et c'est par regroupement successif de ces classes que l'on obtient la classification finale.

Selon **BRIANE (1994)**, la CAH bien utilisée permet la détection de la délimitation efficace de classes "homogènes". Elle utilise entre autre la même métrique que l'AFC (Khi²). Le calcul des distances se base sur une matrice comportant à l'intersection des lignes et des colonnes, les coordonnées des relevés ou des espèces sur les axes factoriels d'une AFC.

Cette technique a hiérarchisé les différents relevés et a permis ainsi la délimitation des ensembles floristiques déterminés lors de l'AFC.

2.2- Démarche

Le traitement a été réalisé selon plusieurs étapes :

Une Analyse globale qui a porté sur une matrice constituée de 183 relevés et 499 espèces et soumise à l'AFC et la CAH en utilisant le critère d'abondance dominance « qui permet de faire ressortir l'organisation structurale échantillonnée (Touffe et inter-touffe) » (**KADI HANIFI , 1998**)

Des analyses partielles ont été effectuées après élimination d'un certain nombre de relevés qui prenaient une position marginale ou après la mise en évidence à chaque analyse d'un groupement qui à son tour est éliminé. Cette opération permet l'éclatement de l'ensemble des relevés qui se

concentraient autour de l'origine. Les caractéristiques de ces relevés supprimés seront données en annexe.

2.2.1- Recherche de la signification écologique des axes factoriels

La détermination des facteurs régissant la distribution de la végétation des formations à alfa se fait à travers la recherche de la signification écologique des axes factoriels. En effet la disposition des différents relevés sur les cartes factoriels résultant de l'analyse factorielle des correspondances possède un sens écologique. L'objectif principal d'une ordination selon **WARTENBERG et al (1987 in AIDOU-DLOUNIS, 1997)** est d'ailleurs de trouver ce sens écologique en s'appuyant sur les directions d'allongement privilégiées du nuage déterminées indirectement par la distribution des espèces sous le contrôle des facteurs du milieu.

Les graphes ou cartes factorielles visualisées par l'AFC sont accompagnés de fichiers (listing) où figurent d'une part les coordonnées sur les axes de l'ensemble des points relevés et des points espèces et d'autre part leurs contributions (CTR) et leurs Corrélations (COR). Ces paramètres permettent en effet, de quantifier mathématiquement les relations d'affinité et de similarité entre les relevés et entre les espèces.

Les contributions (contributions absolues -CTR-) importantes indiquent les individus qui jouent un rôle pour la création d'un facteur (axe). Elles servent à déterminer les individus les plus intéressants et les variables les plus discriminantes.

Les corrélations (contributions relatives -COR-) évaluent la qualité de la représentation du point par rapport à l'axe. Elles ont pour intérêt de détecter si la position de l'individu sur un plan est significative. Si la somme des individus sur les deux axes est faible, le point n'appartient pas au plan.

Ainsi pour chaque axe la recherche de la signification des axes s'effectue comme suit :

- les colonnes des CTR et des COR sont parcourues verticalement en considérant uniquement les valeurs égales ou supérieures au seuil qui dans notre cas a été fixé empiriquement (**CELLES, 1975**)
- les relevés ayant les plus fortes contributions sont repérés sur les graphes tout en recherchant leur caractéristiques écologiques dans le but de mettre en relief le gradient du ou des facteurs écologiques prépondérant qui expliqueraient la disposition de ces relevés sur les deux pôles (négatif ou positif) du graphe.
- Le même travail est effectué pour les espèces ayant les plus fortes contributions, qui, par la recherche de leur auto-écologie à travers la bibliographie, nous permettent de confirmer et de compléter les renseignements apportés par les caractères écologiques des relevés.

2.2.2- Distinction et caractérisation des groupements végétaux

2.2.2.1- Caractérisation physiologique et floristique

Les groupements végétaux ont été mis en évidence grâce à la CAH à travers les analyses partielles.

A l'aide du logiciel ANAPHYTO, nous avons constitué pour chaque groupement un tableau phytosociologique dans lequel figure en colonne les relevés et en ligne les espèces. Nous avons ensuite calculé le recouvrement de chaque espèce dans chaque groupement selon la méthode de TOMASSELI (in LONG, 1954). Ceci pour donner le type physiologique ou les deux premières espèces dominantes du groupement. Pour la caractérisation floristique, à l'aide du tableau phytosynthétique élaboré par le logiciel, nous avons retenu pour chaque groupement, les espèces qui lui sont exclusives¹ et celles qui lui sont particulièrement liées². Cette démarche est illustrée par l'exemple suivant :

Tableau 2: Coefficients d'abondance dominance de quelques espèces

Groupements	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
<i>Arthrophytum schmittianum</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arthrophytum scoparium</i>	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Asparagus acutifolius</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Asperula hirsuta</i>	.	.	4	.	1	.	.	.	.	.

Arthrophytum scoparium et *A. schmittianum* ont été retenues comme espèces exclusives du groupe B et *Asparagus acutifolius* celle du groupe A car elles ne sont présentes que dans ce groupe.

Asperula hirsuta présente 4 fois sur 5 dans le groupe C a été retenue comme particulièrement liée à ce groupe.

2.2.2.2- Caractérisation écologique

Les groupements ont été caractérisés écologiquement en tenant compte d'une part des variables écologiques des relevés constitutifs du groupement et de l'auto-écologie de leurs espèces caractéristiques d'autre part.

2.2.2.3- Caractérisation pastorale

Deux approches sont généralement utilisées pour évaluer la qualité d'un parcours : une approche phytoécologique et une approche zootechnique.

Si la deuxième approche est une méthode très lourde nécessitant l'utilisation des animaux, la première celle qui nous intéresse, est plus simple. Elle vise à quantifier la végétation et à évaluer sa valeur énergétique. Elle aboutit à une production pastorale exprimée en UF/ha après avoir tenu compte des valeurs énergétiques saisonnières, les coefficients de production liés à la plante et au milieu et les

¹ Espèces présentes que dans un groupement

² Espèces présentant une très forte fréquence relative dans un groupement par rapport aux autres

coefficients d'utilisation liés à l'animal. Cependant cette notion de production pastorale des ressources exprimée en équivalent énergétique montre ses limites, même si elle garde l'avantage de permettre le calcul de la charge, à cause entre autre de l'exigence d'un protocole de mesure fastidieux (HIRCHE, 1995). Aussi pour pallier cette difficulté, une classification plus simple des parcours a été proposée. Il s'agit d'un coefficient global de qualité affecté à un pâturage en fonction de sa composition en espèces fourragères et leur contribution au tapis végétal.

La valeur pastorale (Vp) est donc obtenue en multipliant pour chaque espèce, sa contribution spécifique (Csi) au tapis végétal par un indice de qualité (Isi) et en additionnant ensuite les résultats obtenus pour l'ensemble des espèces (FLORET, 1988).

Ainsi l'aspect qualitatif du parcours est exprimé par l'indice de qualité spécifique (Isi) et celui de la quantité est apprécié par la contribution spécifique au tapis végétal (Csi).

La formule qui a été utilisée dans de nombreux travaux portant sur la steppe algérienne (CRBT¹, 1978 AIDOUD, 1989 ; BOUGHANI et HIRCHE, 1991), se présente sous la forme suivante :

$$Vp = 0.1 \times \sum_{n=1}^n Csi \times Isi \quad \text{avec } Csi = Fsi / \sum Fsi \times 100 \quad (\text{DAGET et POISSONET, 1969})$$

Csi = Contribution spécifique de l'espèce définie comme le rapport de la fréquence spécifique Fsi (absolue) à la somme des fréquences spécifiques de toutes les espèces recensées sur 100 points échantillonnés.

Isi = Indice spécifique de qualité.

- **Rappel sur l'indice de qualité spécifique (Isi) :**

C'est une expression empirique de la valeur alimentaire des végétaux. Elle est basée sur plusieurs paramètres qui sont la vitesse de croissance de la végétation, l'assimilabilité la saveur et son importance pour l'animal etc. Elle est notée par une note sur une échelle de 5, 8 ou 10 niveaux suivant les auteurs. Ceci montre la relativité de cet indice qui ne peut être utilisé qu'à titre comparatif. En effet selon POISSONET et TOURE (1986 *in* FLORET, 1988) il n'est pas recommandé d'attribuer une signification absolue à la valeur pastorale d'un pâturage pris isolément en raison de la subjectivité relative des indices. Par contre l'application de ces derniers permet des comparaisons très instructives entre les pâturages à l'intérieur d'une même région naturelle.

Par ailleurs, cet indice de qualité spécifique affecté à chaque espèce a permis de faire un classement des espèces en quatre catégories :

Is= 0 : espèces refusées et/ou toxiques (LE HOUEROU et IONESCO, 1973 *in* FLORET, 1988)

¹ Centre de Recherche sur les ressources Biologiques terrestres

1 < Is < 3 : espèces fourragères médiocres ; 4 < Is < 6 : bonnes espèces fourragères ; 7 < Is < 9 : très bonnes espèces fourragères (C.R.B.T, 1978)

2.2.2.4- Calcul de l'indice de perturbation (IP) :

L'indice de perturbation permet de quantifier les modifications de l'environnement dues aux perturbations du couvert végétal. Il est directement lié au degrés d'ouverture des formations végétales puisqu'il est inversement corrélé avec le recouvrement des ligneux.

Ainsi pour pouvoir apprécier l'état de dégradation des groupements individualisés, nous avons calculé l'indice de perturbation (IP) de chaque groupement. Cet indice défini par **HEBRARD et al (1995)** est donné par le rapport suivant :

$$IP = \frac{\text{Chamaephytes} + \text{Therophytes}}{\text{Nombre total des espèces}} \times 100$$

Sa valeur varie entre 0 dans les forêts denses et 100 dans les pelouses therophytiques

2.2.2.5- Caractérisation biologique et phytochorique des groupements

• 2.2.2.5.1- Détermination des spectres biologiques

Le type biologique d'une plante est la résultante, sur la partie végétative de son corps, de tous les processus biologiques y compris ceux qui sont modifiés par le milieu pendant la vie d'une plante et ne sont pas héréditaire (**POLININ, 1967**).

Les groupements dégagés par les analyses numériques ont été caractérisés du point de vu biologique selon la classification de **RAUNKIAER (1934)** qui est de nature «morphologique». C'est la classification la plus utilisée pour la description de la physionomie et de la structure de la végétation. Elle prend en compte la position par rapport au sol des bourgeons de «rénovation» du végétal et permet de reconnaître les 5 types biologiques à savoir :

- Les phanérophytes (PH) Végétaux ligneux, arbres ou arbustes, dont les bourgeons de rénovation se situent à plus de 50cm du sol.
- Les chaméphytes (CH): végétaux ligneux bas ou des herbacées vivaces dont la hauteur moyenne des bourgeons de rénovation est inférieure ou égale à 50cm
- Les hemicryptophytes (HE): végétaux herbacées vivaces dont le bourgeons de rénovation se trouvent à la surface du sol ou n'excèdent pas 10 cm de haut.
- Les géophytes (GE) ou cryptophytes : végétaux herbacés vivaces dont les bourgeons de rénovation se situent dans le sol, à l'apex des organes sous terrains de réserves.

- Les thérophytes (TH) : végétaux herbacés annuels qui passent la mauvaise saison sous forme de graines et qui réalisent leur cycle entier en une année au maximum.

La détermination du type biologique de chaque espèce a été faite à travers la consultation de plusieurs flores et travaux :

La flore de l'Algérie (QUEZEL et SANTA, 1962-1963)

La flore du Sahara (OZENDA, 1977)

La petite flore des régions arides du Maroc occidental (NEGRE, 1962)

Les travaux de mémoires et de thèses de MEDAIL (1996), AIDOU-LOUNIS (1997), KADI-HANIFI (1998) et SLIMANI (1998).

La caractérisation biologique de ces groupements a consisté à établir des spectres biologiques c'est à dire le pourcentage de chaque type biologique dans un groupement. A cet effet deux types de spectres sont établis :

- Le spectre brut qui tient compte de la participation des différents types biologiques à la flore des différents groupements par leur seule présence. Son calcul est un simple comptage du nombre d'espèce appartenant aux divers types biologiques puis le diviser sur le nombre total d'espèces du groupement étudié.
- Le spectre réel défini pour la première fois par CARLES (1949), tient compte du recouvrement de chaque type biologique par rapport à l'effectif total du groupement étudié. Pour notre cas, le recouvrement est exprimé par le paramètre d'abondance-dominance affecté à chaque espèce. La démarche adoptée pour le calcul de ce spectre abordé dans plusieurs ouvrages et thèses a été inspirée du travail de LONG (1954).

Dans chaque tableau phytosociologique élaboré par le Logiciel ANAPHYTO, l'utilisation du coefficient d'abondance-dominance a permis le calcul du recouvrement de chaque espèce dans son groupement correspondant suivant la méthode de TOMASSELI (in LONG, 1954) :

2.2.2.5.2- Détermination des spectres phytochoriques (phytogéographie)

La phytochorie ou *phytogéographie*, au carrefour de la biologie végétale et de la géographie, est la discipline qui étudie la répartition des espèces végétales et les causes de cette répartition. Elle est indissociable de l'*écologie*, qui se préoccupe des interactions entre les plantes d'une part et entre les plantes et leur environnement d'autre part. La présence d'une espèce végétale en un endroit dépend des liens qu'elle tisse avec les conditions environnementales locales, y compris les autres espèces qui l'entourent. L'analyse de ces relations est du ressort de l'écologie. Ces liens reposent sur une histoire

commune dont la connaissance est indispensable pour comprendre toute la causalité de la présence de l'espèce et qui est du domaine de la phytogéographie.

Ecologie et phytogéographie sont donc deux disciplines qui abordent des questions similaires : quels sont les endroits où se rencontrent les espèces végétales, et quels sont les facteurs qui déterminent leur nombre dans ces endroits ? Les réponses apportées par l'écologie et la phytogéographie se chevauchent et se complètent.

Pour la caractérisation des groupements du point de vue phytochorique nous nous sommes basés sur la flore de l'Algérie (QUEZEL et SANTA, 1962-1963), la flore du Sahara (OZENDA, 1977), la flore du Maroc (NEGRE, 1962) et la consultation des travaux de LE HOUEROU (1995), MEDAIL (1996) et AIDOUUD-LOUNIS (1997) KADI-HANIFI (1998).

La même démarche a été adoptée pour le calcul des spectres phytochoriques bruts et réels que celle suivie pour la détermination des spectres biologiques.

2.2.3- Les indices de diversité et les diagrammes Rang-fréquences

Pour décrire une communauté, on commence souvent par la *richesse spécifique* : la liste des espèces présentes. La valeur de cette liste dépend de l'exhaustivité de l'échantillonnage.

Mais une simple liste des espèces ne suffit pas pour décrire une communauté. Certaines espèces sont rares, d'autres communes, et chaque communauté a sa diversité en nombre d'individus et d'espèces, avec ou sans espèces dominantes. Ainsi le concept de diversité spécifique se substitue à celui de richesse spécifique pour prendre en compte l'abondance relative des espèces en plus de leur nombre. A cet effet plusieurs indices mathématiques ont été mis au point pour décrire cette diversité spécifique.

Les indices les plus utilisés sont ceux de Simpson, de Gleason et de Shannon-Weaver (BARBAULT, 1992 ; FRONTIER et PICHOD-VIALE, 1993).

Pour notre part nous avons retenu pour le calcul de la diversité spécifique des groupements déterminés l'indice de Shannon-Weaver. Cependant ces indices sont difficiles à comparer entre communautés dans le cas où les nombres d'espèces différeraient, on calcul alors parallèlement l'équitabilité ou régularité qui exprime la façon dont se répartissent les individus dans un espace donné.

L'intérêt de ces divers indices est de permettre des comparaisons globales de peuplements différents ou de l'état d'un même peuplement saisi à des moments différents.

2.2.3.1- Indice de diversité spécifique de Shannon

Cet indice dérive de la théorie de l'information qui dit que la quantité d'information apportée par un signal (dans le domaine de la communication) est définie en liaison avec sa probabilité c'est à dire avec sa prévisibilité. En d'autres termes on considère qu'un événement apportera d'autant plus d'information

qu'il sera improbable. Il « mesure précisément la quantité moyenne d'information donnée par l'indication de l'espèce d'un individu de la collection – moyenne calculée sur la collection, à partir des proportions d'espèces que l'on y a observé » (FRONTIER et PICHOD-VIALE, 1993).

La description de la collection (échantillon) est considérée ainsi comme un message qui serait formé d'une suite d'événements qui correspond à l'énoncé des différentes espèces rencontrées dans l'inventaire. (FRONTIER et PICHOD-VIALE, 1993).

L'indice de Shannon dont la formule est la suivante s'exprime en bit par individus (bit/ind) avec des valeurs comprises entre 0 et 5 bits (FRONTIER, 1983 ; FRONTIER et ETIENNE, 1990) :

$$H' = \sum_{i=1}^N p_i \log_2 p_i$$

avec p_i : fréquence relative ou contribution spécifique (Csi) = N_i/N
 N_i : nombre d'espèce dans l'échantillon i
 N : nombre total d'espèces

Dans notre cas nous avons exprimé la fréquence des espèces par l'utilisation du coefficient d'abondance-dominance selon la méthode proposée par TOMASELI (*in* LONG, 1954). La démarche de calcul de cet indice pour les différents groupements est illustrée par un exemple en annexe.

2.2.3.2- Equitabilité (régularité) (E)

L'équitabilité est calculée en rapportant la diversité observée à la diversité théorique maximale – équirépartition des effectifs entre le nombre total des espèces présentes. Autrement dit c'est le rapport entre la diversité spécifique de Shannon maximale théorique et le logarithme de richesse spécifique de l'échantillon. La formule de cet indice est la suivante :

$$E = \frac{H'}{\log_2 N} \quad (\text{DAGET, 1976})$$

L'équitabilité varie de 0 à 1 (LEGENBRE et LEGENBRE, 1984). Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une espèce ; elle est de 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance. (BARBAULT, 1992)

2.2.3.3- Diagrammes Rang-Fréquence

Certains auteurs considèrent les indices de diversité comme étant très simplistes car ils décrivent la diversité d'une communauté ou d'un échantillon par un simple indice numérique la "résumant" ainsi exagérément. (PICHOD-VIALE et FRONTIER, 1993).

Une autre manière de description de la structure d'un peuplement plus détaillée est donnée par la forme de la distribution des individus en espèces.

Ainsi deux méthodes sont habituellement utilisées :

- la méthode des segments: c'est le partage d'un segment de longueur donnée représentant le nombre total d'individus observés en segments en nombre égal à celui des espèces distinctes et dont les longueurs sont proportionnelles au pourcentage d'individus de chacune d'elle.

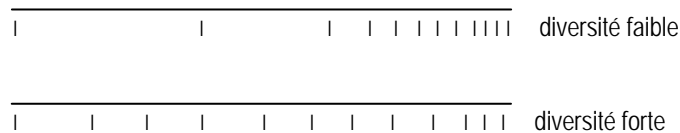


Figure 2 : Représentation de la répartition des individus en espèces distinctes pour le même nombre d'espèces (PCHOD-VIALE et FRONTIER, 1993)

Cependant cette représentation a des limites quand le nombre d'espèces devient élevé. On a recours alors à une autre représentation graphique qu'on appelle diagramme rang-fréquence (DRF) donnant un aperçu détaillé de la diversité. Cette représentation peut apporter des informations complémentaires très intéressantes car son allure varie en fonction de la diversité spécifique (FRONTIER et PCHOD-VIALE, 1993).

La construction de ces diagrammes inspirée par la méthode proposée par ces deux auteurs est la suivante :

- les espèces de chaque groupement sont d'abord classées par ordre de contribution spécifique (Csi) décroissante
- sur un graphique bidimensionnel, le rang des espèces est porté en abscisse, leur abondance (Csi) en ordonnée.

Concernant l'allure des diagrammes rang-frequences, habituellement les rangs et les abondances sont portés en échelle ordinaire rendant ainsi la lecture et la comparaison difficile. FRONTIER et PICHOD-VIALE (1993) conseillent alors une représentation logarithme qui permet une bonne discrimination des graphiques.

Le nombre d'espèces (richesse spécifique) et l'équitabilité ou régularité du partage des individus entre ces espèces sont exprimés par la forme des courbes obtenues (Fig.3).

Ainsi la richesse spécifique est traduite par l'extension de la courbe vers la droite, la régularité est déterminée par la concavité ou la convexité de la courbe. (FRONTIER, et PICHOD-VIALE, 1993).

Ces mêmes auteurs ont montré quatre allures de diagramme Rang-Fréquence :

- ◆ quand le diagramme est concave cela veut dire que la diversité et régularité sont faible (présence d'un petit nombre d'espèces abondantes accompagnées de quelques espèces rares).

- ◆ un diagramme convexe nous renseigne que diversité et régularité sont plus élevés (présence d'un nombre important d'espèces de moyenne abondance sans espèces fortement dominante mais avec toujours un contingents d'espèces rares).
- ◆ un diagramme en situation intermédiaire et étant rectiligne sur une partie de leur parcours.
- ◆ un diagramme à pallier qui est souvent dû à la superposition de plusieurs communauté ou sous communauté lors de l'échantillonnage. Cette situation est liée à un biais d'échantillonnage.

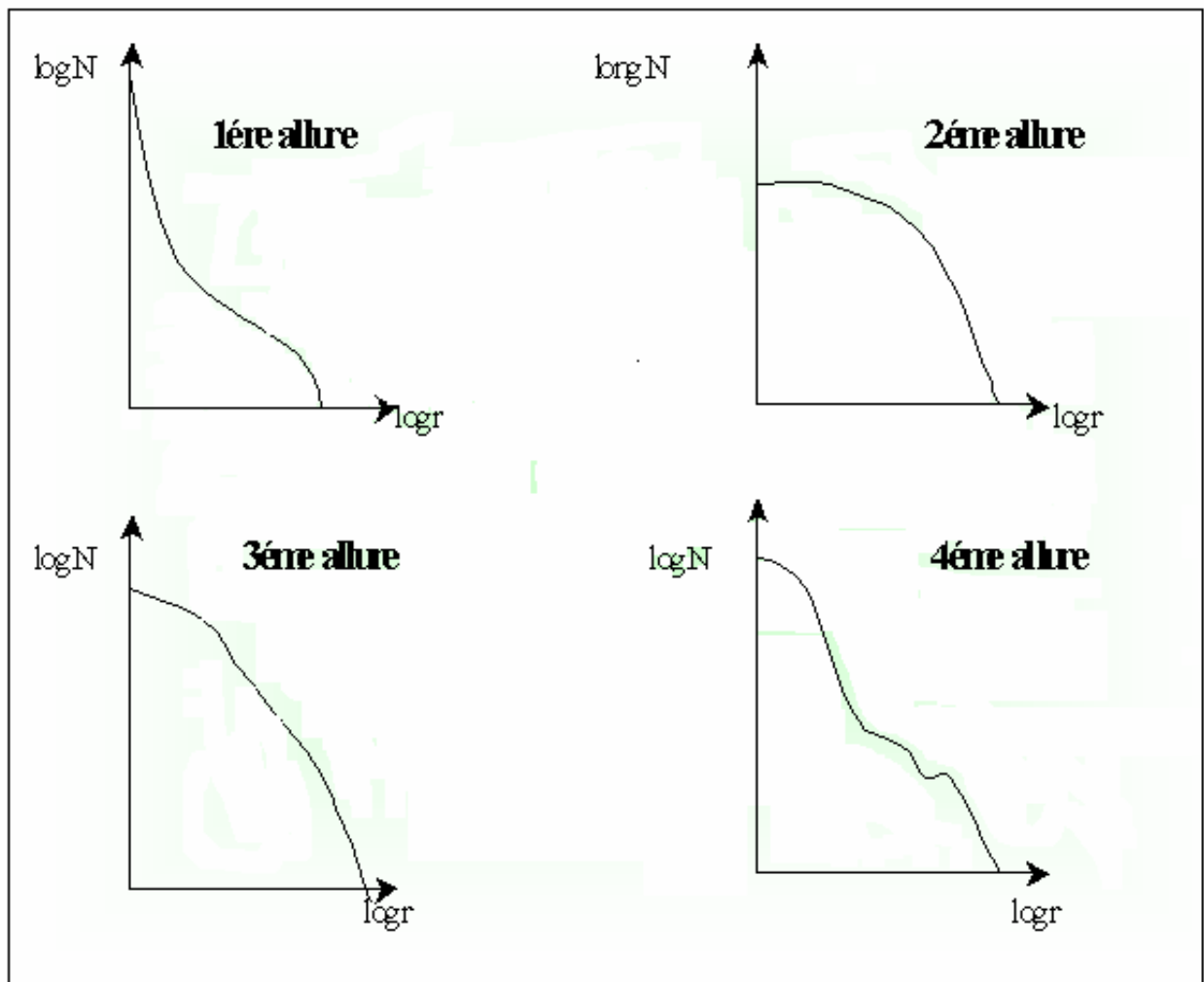


Figure 3 : Quatre allures typiques de diagrammes rang-fréquences d'après FRONTIER et PICHOD-VIALE (1993)

III- RESULTATS

1- Analyse globale

Une matrice de 183 relevés et 499 espèces a été soumise à l'analyse factorielle des correspondances (AFC) en tenant compte des coefficients d'abondance-dominance.

1.1- Signification écologique des axes

Les variables écologiques n'ont pas été pris en considération lors du traitement, l'interprétation des axes factoriels est de ce fait, effectuée indirectement à travers les relevés et les espèces qui présentent les contributions relatives les plus élevées pour chaque axe considéré (**BOUROCHE et SAPORTA, 1980 ; TOMASSONE, 1988**). Plus les contributions sont élevées plus la part d'information apportée par le relevé et l'espèce est importante et par conséquent aideront le mieux à mettre en évidence le facteur écologique déterminant (**DERVIN, 1988**). Cependant l'interprétation de chaque axe est généralement délicate car un axe intègre souvent plusieurs facteurs en proportions variables (**BINET et al, 1972**).

Pour notre part, les cinq axes factoriels sont pris en considération pour leur signification écologique. Ils totalisent 12.13% d'inertie (Tab. 3).

Tableau 3 : Valeurs propres et taux d'inertie des 5 axes factoriels

AXES	AXE 1	AXE 2	AXE 3	AXE 4	AXE 5
Valeurs propres	0.455	0.401	0.382	0.304	0.284
Taux d'inertie	3.022	2.665	2.538	2.019	1.889

1.1.1- Signification écologique de l'axe 1 :

Les cartes factorielles des relevés et des espèces relatives au plan 1 et 2 montrent un «effet Guttman» qui indique que le deuxième axe factoriel contribue à exprimer «la même gradation générale» que le premier mais avec des nuances intéressantes (**BENZECRI et al, 1980**). C'est l'expression d'un facteur tellement fort qu'il influence plusieurs facteurs (**ESCOFIER et PAGES, 1990**).

- Carte des relevés (fig 4) :

Les valeurs seuils retenues pour l'axe 1 sont : 6 pour les CTR et 20 pour les COR.

Du côté négatif, l'axe 1 fait apparaître les relevés à fortes contributions et corrélations (Tab. 4).

Tableau 4: Caractéristiques des relevés à fortes contributions et corrélations à l'axe 1 (coté négatif)

Relevé	contribution	Corrélation	Pluviosité	Bioclimat	Formations
4789	26	98	276.9	Aride frais	Alfa + Arthrophytum
4812	15	82	296.4	Aride froid	Alfa+AHA+Arthrophytum
4813	14	67	301.1	Aride froid	Alfa+Launea acanthoclada
4704	14	56	276	Aride frais	Alfa ensablé+Launea a.+Arthrop.+LS
4815	13	54	273	Aride limite froid –frais	Alfa+ Arthrophytum
4790	10	60	319.4	Limite semi-aride Aride frais	Alfa+ Arthrophytum+ AHA
4787	7	55	276.9	Aride frais	Alfa+ Arthrophytum+Thymelea micr
4792	7	53	302	Limite semi-aride Aride frais	Alfa+ Launea a+Gymnocarp. decander
4810	7	43	319.5	Semi-aride froid	Alfa+LS+AHA
4691	6	20	303	Limite semi-aride Aride frais	Alfa ensablé+LS+ <i>Peganum harmala</i>

Du côté positif apparaissent les relevés suivants (Tab.5) :

Tableau 5: Caractéristiques des relevés à fortes contributions et corrélations à l'axe 1 (côté positif)

Relevés	contribution	Corrélation	Pluviosité	Bioclimat	Formations
0658	115	246	518.4	Semi-aride tempéré	Alfa + <i>Calycotome</i> + <i>Ampelodesma</i>
8741	20	77	536.7	Limite sub-humide semi-aride froid	Steppe à Alfa
7624	7	30	390.7	semi-aride frais	Alfa + <i>Rosmarinus tournifortii</i>
7623	6	22	390.7	semi-aride frais	Alfa + <i>Rosmarinus tournifortii</i>

L'axe 1 oppose les stations du semi-aride plus arrosées à celle de l'aride plus sèches. L'axe traduit un gradient dynamique allant du pôle positif au pôle négatif des formations relativement moins dégradées (ensemble de végétation constitué de l'alfa, calycotome et du diss) à ambiance forestière, vers les plus dégradés (ensemble de végétation constitué essentiellement de l'alfa et d'*Arthrophytum*) à ambiance xérique.

- Carte des espèces (Fig. 5)

La répartition des espèces à forte contribution du côté positif de l'axe 1 montre un regroupement d'espèces indiquant en général une ambiance forestière avec notamment *Ampelodesma mauritanicum* qui se développe en bioclimat semi-aride où la pluviosité est supérieure à 300mm (Tab.). D'après **DAHMANI (1989)**, le diss et le doum (*Chamaerops humilis*) présentent un maximum de développement dans les formations à matorral.

Du côté négatif, se regroupent des espèces pour la plupart herbacée qui semblent être liées aux conditions plus rudes telles que *Schismus barbatus*, *Koelpinea linearis*, *Stipa parviflora*, *Helianthemum lipii* se développant en bioclimat aride (Tab.6).

L'axe 1 semble représenter donc un gradient bioclimatique global croissant allant du côté négatif vers le côté positif depuis les stations sous conditions arides à saharien vers celles à caractères semi-arides.

Tableau 6: Résumé bibliographique de l'autoécologie des espèces à forte contribution à l'axe 1

S e n s	Espèces	C T R	C O R	DJEBAILI,1978	POUGET,1980	LEHOUEROU 1969,75,95	Autres auteurs
N E G A T I F	<i>Schismus barbatus</i>	18	167	200<P<220mm Sah FRs à Aride FRd	Aride moyen	20<P<400mm SA inf à sah inf.	200<P<300mm (KADI HANIFI 1983, 1998)
	<i>Cutandia dichotoma</i>	14	72	---	Aride moyen et inf. Psammophyte	20<P<300mm aride sup. à sah inf. froid à chd	Liée au sable (CELLES;1975) 200<P<350mm (KADI HANIFI 1983,1998)
	<i>Helianthemum lipii</i>	9	85	P :100mm Sah chaud	Aride moyen et inf.	100<P<600mm semi-aride sup. à aride inf. froid à chd	
	<i>Astragalus cruciatus</i>	8	148		Aride moyen et inf.	Psammocline steppique hiv.FRd à CHd	Liée au limon (CELLES; 1975) 250<P<350mm (KADI HANIFI ;1983 1998)
	<i>Erodium triangulare</i>	8	127	Text sableuse	Aride moyen et inf.	Sah inf. à Sah sup.FRd à CHd 50<P<400mm	Steppe saharienne (CELLES; 1975) 200<P<350mm (KADI HANIFI ;1983 1998)
	<i>Astragalus hamosus</i>	7	114		Aride moyen	Limonophile, Aride sup. P<200mm	200<P<300mm (KADI HANIFI ;1983 1998)
	<i>Atractylis serratuloides</i>	7	111	150<P<220mm Sah à FRd	Aride moyen et inf.	Sah inf. à Sah sup.FRd à CHd 50<P<400mm	Steppe aride (CELLES 1975) 200<P<300mm (KADI HANIFI ;1983 1998)
	<i>Koelpinea linearis</i>	7	123	100<P<150mm Sah CHd à Aride doux		Aride inf. à Sah inf. 20<P<200mm	200<P<300mm (KADI HANIFI ;1983 1998)
	<i>Launea acanthoclada</i>	7	72	Sah FRs et Semi-ar. FRs		Aride moy et sup. 200<P<400mm	
	<i>Stipa parviflora</i>	6	75	200<P<220mm Sah FRs à FRd	Aride FRs à FRd	Semi-aride inf. à aride inf. FRd à CHd 100<P<400mm	200<P<430mm (KADI HANIFI ;1983 1998) bioclimat aride (DJELLOULI, 1981)
P O S I T I F	<i>Chamaerops humilis</i>	48	108			Forestière résiduelle écotone forêt-steppe Aride sup. 300<P<450mm	
	<i>Fumana thymifolia</i>	46	343	Forestière résiduelle Aride moy. 200<P<300mm	Aride sup. P>300mm sol +ou- humifère calc.(forêt mat. Steppe)	Forestière résiduelle écotone forêt-steppe aride moy. 200<P<300mm liée au sol squelettique.	
	<i>Festuca caerulescens</i>	24	253		Aride sup. P>300mm hiv.FRd		
	<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	16	219			Forestière résiduelle écotone forêt-steppe Semi-aride à aride sup. 200<P<300mm	
	<i>Teucrium polium</i>	16	358	Semi-aride FRs et FRd P :350mm	Aride sup. et moy.		300<P<430mm (KADI HANIFI ;1983 1998)
	<i>Teucrium pseudochamae-Pittis</i>	15	258			Relique forest. aride sup. à Sah.inf. FRd à temp. 300<P<450mm	
	<i>Phagnalon rupestre</i>	12	263			Liée au sol squelettique (lithosol croûte calc.+ou- sup. ; croûte gypseuse semi-aride à aride sup.	200<P<430mm Semi-aride moy.FRs et semi-aride inf.et sup.FRd (KADI HANIFI ;1983 1998)
	<i>Linum strictum</i>	7	148		Aride sup. hiv.FRd		200<P<430mm ; Semi-aride moy.FRs et semi-aride inf.et sup.FRd (KADI HANIFI ;1983 1998)

Axe 2		Cistus salvifolius	
!-----*1	Kentranthus calcitrapa-----!		
!	Cistus villosus		!
!	!		!
!	! 3806		!
!	!*2 1774		!
!	! *3		!
!	*4		!
!	! *5 Polycnemum fontanesii		!
!	*6 *7 Globularia alypum		!
!	*8 *9 *10		!
!	*11 *12 *13		!
!	*14 *15 *16 *17		!
!-----*18	*19 --*20 -*21 -*22 -----!		Axe 1
Scismus barbatus*23	*24 !*25 *26 1042 *27 Teucrium polium		!
!	*28 *29 *30 4982 *31		!
!	*32 *33 ! 2190 Fumana thymifolia		!
!	Helianthemum lipii		!
!Cutandia *34	*35 *36 !0276 2613 2581		!
dichotoma *37	*38 !		!
!	*39 0466 ! 1167		!
!	2965 ! 4199 3786 Phagnalon rupestre		!
!	!	*40	!
!	0460 ! 1259 Chamaerops humilis		!
!	!		!
!4972	!		!
!	!		!
!	!	4624	!
!	!		!
!	!	0463 0254 Ampelodesma mauritanicum	!
!	!	3788	!
!	!	0824	!
!	!	4611	!
!	!	0867	!
!	!	2098 Festuca caerulescens	!
!	!	4075 Pulicaria odora	!
!	!	2407 Hedysarum pallidum	!
!	!	0941 Calycotome villosa	!
!	!	0442 Arisarum vulgare	!
!-----!	-----!1686 Daphne gnidium		!

*1: 2743-1365-1369-0518-4100-	*15: 0499-4229-1476-1998-0209-2881-1077-1727-1771-3294-	*25: 4938-0143-4493-1465-0060-4702-
*2: 4541-2732-	3300-3653-3006-2498-5376-4626-2049-2023-0775-0704-0498-	*26: 4923-1082
*3: 1362-3186-1235-	0869-1390-1175-0873-0308-0038-2436-1165-3042-3732-4371-	*27: 3960-1426-0370-0339-2092-
*4: 1363-4731-2615-3487-3302-4689-4967-	5193-3051-0922-1558-2454-1541-0634-4764-4555-1672-4975-	*28: 1875-0297-1971-2586-4799-3136-1702-0578-2336-3342-
*5: 1171-4261-	4991-	4497-2561-2792-0884-2833-4973-4170-0675-0568-4159-
*6: 5020-4147-1850-1776-3354-5319-5274-3707-4584-3510-0669-	*16: 2566-4504-0595-4980-2186-1004-3865-3526-3034-2279-	*29: 4678-1775-2527-1111-
3952-0839-0816-	3060-5352-3530-3854-0843-0134-2091-4318-	*30: 3694-4114-
*7: 2341-0667-5348-2649-5290-4188-2238-	*17: 0664-4734-0862-4951-3477	*31: 4417-4971-2584-2124-
*8: 3215-1352-4735-5132-4593-3344-3706-1103-5110-4118-	*18: 0268-3246-2664-4374-2889-1133-3240-0615-1572-2419-	*32: 4724-0841-1944-4041-3541-3727-2012-0034-2978-3204-
*9: 5357-4647-4677-3038-4391-0710-3386-0405-5007-5208-0430-	*19: 0784-4979-3233-3422-0056-0737-3731-4174-2496-1888-	1020-2763-4679-1957-3242-0641-2827-0126-3229-4853-3335-
1725-0673-5206-1711-3947-0822-4424-0601-3513-1566-	0637-3912-4207-0611-0151-5207-0207-2458-3709-2142-2885-	*33: 1294-4168-4961-1846-4054-
*10: 4193-2011-0540-	3065-4896-2024-0629-0543-2090-3206-0065-0778-2533-2236-	*34: 0129-2637-0241-3747-2054-4348-1592-5298-2057-1383-
*11: 1151-2216-2537-1816-4507-2282-2241-2209-1105-3175-	1304-0206-2442-2452-+----2534-4857-2286-2438-2203-0592-	2443-
1335-0612-3268-4454-3385-5098-0850-0859-5392-3525-3847-	2754-4234-4052-1065-	*35: 3108-2224-0440-0630-4375-3543-3075-0510-3643-
4682-3195-1007-2389-0208-0573-1724-0289-1812-2736-1988-	*20: 2417-0541-1068-4767-1987-4978-1099-	*36: 1166-4294-4211-3708-3230-3241-
*12: 1739-0412-2500-1181-1196-5137-3950-2245-2891-2620-	*21: 4936-5011-3037-2185-	*37: 0594-2074-2368-0561-2524-4856-
4312-0563-2255-1003-0202-2426-2761-2333-3083-2914-4478-	*22: 4953-1862-4440-	*38: 2249-2887-0858-0262-
0532-3610-0246-	*23: 4635-2409-3062-4163-3812-4460-2494-0215-0525-2416-	*39: 0196-0214-3428-2418-0511-3301-
*13: 2457-1473-	3520-0269-502 -3418-1768-3070-4826-1160-2955-1271-3211-	*40: 2089-4150-
*14: 0242-0488-2897-2258-1991-1869-4732-3880-0662-4231-	5222-4573-	*41: 0824-4611-
0599-4712-1958-1945-4717-5189-4517-0415-0890-1953-1997-	4520-3171-3202-	*42: 4075-2407-
3627-3712-3514-3304-0834-0205-5100-0211-3933-4728-1242-	*24: 0092-2493-3911-0086-4648-2285-	*43: 1686-0442
3052-2938-	1842-3423-4852-4970-0146-2835-1977-1098-1955-1989-3888-	
-	1782-0502-4850-0613-2395-5210-0150-4439-4448-1595-2465-	
	0157-	

Figure 5 : Répartition des espèces à forte CTR sur le système d'axe 1-2 de l'analyse factorielle globale

1.1.2- Signification écologique de l'axe 2

- Carte des relevés :

Du côté négatif apparaissent les relevés suivants (Tab. 7):

Tableau 7: Caractéristiques des relevés à fortes contributions et corrélations à l'axe 2 (coté négatif)

Relevés	Contribution	Corrélation	m(°C)	Bioclimat
0657	283	351	+3	Semi-aride tempéré
1848	6	17	+1	Aride frais

Du côté positif apparaissent les relevés suivants (Tab. 8):

Tableau 8: Caractéristiques des relevés à fortes contributions et corrélations à l'axe 2 (coté positif)

Relevés	Contribution	Corrélation	m (°C)	Bioclimat
4706	11	50	-1.2	Semi-aride froid
7762	19	48	+0.16	Semi-aride froid
4544	10	56	-0.6	Semi-aride froid
8776	9	26	-1.8	Semi-aride froid
8777	8	32	-1.8	Semi-aride froid

L'axe 2 oppose les relevés de la variante froide aux relevés de la variante tempérée. Ces derniers sont des matorrals plus ou moins chauds de l'oranie si l'on considère surtout la très forte contribution du relevé 0657.

- Carte des espèces

Les espèces ayant les plus fortes contributions sont portées par le tableau 9. L'axe 2 sépare les espèces liées au froid du coté positif telles que *Xeranthemum inapertum* et *Zyziphora hispanica*, des espèces thermophiles du coté négatif telles notamment *Calycotome villosa* ssp *intermedia*, *Pulicaria odora*, *Arisarum vulgare* qui sont des caractéristiques des groupements thermoméditerranéen (DAHMANI, 1989)

L'axe 2 semble mettre en évidence une ambiance tempérée.

Tableau 9: Résumé bibliographique de l'autoécologie des espèces à forte contribution à l'axe 2

sens	Espèces	CTR	COR	DJEBAILI ,1978	POUGET ,1980	LEHOUEIROU 1969,75,95	Autres auteurs
N E G A T I F	<i>Calicotome villosa intermedia</i>	83	349				Semi-aride moyen sup. tempéré (DAHMANI, 1989)
	<i>Bupleurum montanum</i>	56	368				Forêts, broussaille des montagnes (QUEZEL et SANTA, 1963)
	<i>Hedysarum pallidum</i>	20	347			Hiv.FRs à FRd m<3	Forêts, broussaille (QUEZEL et SANTA, 1963)
	<i>Pulicaria odora</i>	20	347				Caractéristique du chêne liège (DAHMANI, 1989)
	<i>Arisarum vulgare</i>	13	286				Groupement thermoméditerranéen (DAHMANI, 1989)
	<i>Daphne gnidium</i>	13	286				Forêts, garrigues, broussaille (QUEZEL et SANTA, 1963)
	<i>Rapistrum rugosum rug.</i>	9	161				Cultures, décombres (QUEZEL et SANTA, 1963).
P O S I T I F	<i>Globularia alypum</i>	13	118		Arde sup. hiver froid		
	<i>Polycnemum fontanesii</i>	7	62		Arde sup. hiver froid	Liée au froid -5<m<+1	
	<i>Xeranthemum inapertum</i>	5	103	Semi-aride FRd	Hiver froid	Arde sup. frais et froid	Semi-aride froid -3<m<2 (DJELLOULI, 1981)
	<i>Zyziphora hispanica</i>	5	103	Semi-aride FRd à trèsFRd		Hiver froid -1<m<+1	

1.1.3- Signification écologique de l'axe 3

- Carte des relevés

Du coté positif se regroupent les relevés suivants :

Tableau 10: Caractéristiques des relevés à fortes contributions et corrélations à l'axe 3 (coté positif)

Relevés	Contribution	Corrélation	Formation
8634	16	39	Steppe
7763	12	40	Steppe
8744	7	27	Steppe
8635	6	32	Steppe
0737	6	39	Steppe

Du coté négatif on retrouve les relevés à fortes contributions suivants :

Tableau 11: Caractéristiques des relevés à fortes contributions et corrélations à l'axe 3 (coté négatif)

Relevés	CTR	COR	Formation
4540	181	307	Steppe arborée
1795	161	365	Steppe arborée
1800	86	216	Steppe arborée
4793	35	212	Steppe arborée
4612	112	434	Steppe
4542	33	93	Steppe arborée
1794	30	112	Steppe arborée

L'axe 3 oppose les steppes arborées de la région centre Ouest (sud Algéro-oranais) à pluviosité qui ne dépasse pas 400mm des steppes essentiellement de la région Est (sud constantinois) plus arrosé.

- Carte des espèces

Les espèces à forte contribution sont listées dans le tableau 12. Le pôle positif de l'axe 3 comporte certaines espèces du milieu steppique sur sol squelettique par contre le pôle négatif renferme les taxons indiquant clairement le milieu forestier.

Par conséquent, en considérant les cartes des relevés et des espèces nous remarquons que du côté négatif vers le côté positif de l'axe 3 il y a un facteur structural qui traduit le passage des formations pluristrates arborescentes et arbustives aux formations monostrates basses de type steppique.

L'axe 3 pourrait donc exprimer la dégradation d'origine anthropique liée aux coupes et à l'arrachage des ligneux depuis le côté négatif vers le côté positif.

Tableau 12: Résumé bibliographique de l'autoécologie des espèces à forte contribution à l'axe 3

s e n s	Espèces	C T R	C O R	Type Biologique	POUGET,1980	LE HOUEROU 1969,75,95	Autres auteurs
P O S I T I F	<i>Atractilis humilis</i>	10	99	HE	Milieu steppique aride sup. froid	Sol squelettique , groupe édaphique	Forêt et steppe, pâturage pierreux (QUEZEL et SANTA, 1963)
	<i>Helianthemum cinereum</i>	9	99	CH		Steppe des sols squelettique glacis d'érosion à croûte calc.	
	<i>Helianthemum hirtum</i>	6	49	CH		Steppe des sols squelettique glacis d'érosion à croûte calc.	Steppe pierreuse des hauts plateaux et du sahara (QUEZEL et SANTA, 1963)
	<i>Koeleria valesiana</i>	6	77	HE		Steppique Aride sup. 300<P<400mm	Pâturage, forêt (QUEZEL et SANTA, 1963)
N E G A T I F	<i>Juniperus phoenicea</i>	340	556	PH	Milieu forestier de l'aride sup. P>300mm ; sols + ou - humifère calc. (forêt matorral steppe)	Aride sup.et moy. Relique forestière ; ecotone forêt-steppe	Matorral arboré (CELLES, 1975)
	<i>Rosmarinus tournifortii</i>	50	270	CH	Milieu forestier de l'aride sup. P>300mm ; sols + ou - humifère calc. (forêt matorral steppe)		
	<i>Quercus ilex</i>	23	182	PH	Milieu forestier de l'aride sup. P>300mm ; sols humifère non ou faiblement calc. (forêt matorral)	Aride sup.et moy. Relique forestière ; ecotone forêt-steppe	
	<i>Cistus libanotis</i>	20	126	PH	Milieu forestier de l'aride sup; sols à croûte calc. (forêt steppe)	Aride sup.et moy. Relique forestière ; ecotone forêt-steppe	
	<i>Diptotaxis erucoides</i>	16	207	TH	Milieus cultivés	Limonophile des cultures ; P>300mm	
	<i>Minuartia montana</i>	15	181	TH	Milieu forestier de l'aride sup. P>300mm ; sols + ou - humifère calc. (forêt matorral steppe)		
	<i>Carex halleriana</i>	14	261	HE	Milieu forestier de l'aride sup. P>300mm ; sols humifère non ou faiblement calc. (forêt matorral)		Broussaille, forêt (QUEZEL et SANTA, 1963)
	<i>Sedum album</i>	13	133	CH			Steppes semi-arides (CELLES, 1975) ; rocaille (QUEZEL et SANTA, 1963)
	<i>Cistus salvifolius</i>	12	182	PH	Milieu forestier de l'aride sup. sols humifère sur grès	Aride moy. Relique forestière ; ecotone forêt-steppe	Forêts claires, broussaille (QUEZEL et SANTA, 1963)
	<i>Cistus villosus</i>	12	182	PH	Milieu forestier de l'aride sup. P>300mm ; sols humifère non ou faiblement calc. (forêt matorral)	Aride moy. Relique forestière ; ecotone forêt-steppe	Forêts claires et pente broussailleuse des montagnes. (QUEZEL et SANTA, 1963)
	<i>Phillyrea angustifolia</i>	12	131	PH	Milieu forestier de l'aride sup. P>300mm ; sols humifère non ou faiblement calc. (forêt matorral)	Relique forestière ; ecotone forêt- steppe ; 300<P<400mm	
	<i>Asparagus acutifolius</i>	12	182	GE	Milieu forestier de l'aride sup. P>300mm ; sols humifère non ou faiblement calc. (forêt matorral)	Aride sup. Relique forestière ; ecotone forêt-steppe ; 300<P<400mm	
<i>Sisymbrium torulosum</i>	10	86	TH			Pâturage rocailleux (QUEZEL et SANTA, 1963)	

1.1.4- Signification écologique de l'axe 4

Carte des relevés : L'axe 4 oppose les relevés situés en altitude supérieure à 1000m avec des températures moyennes des minima du mois le plus froid (m) négative dans le côté positif à ceux situés en altitude inférieure à 1000m avec « m » positive. Il oppose par conséquent les steppes à variante froide à des steppes à variante fraîche.

Tableau 13: Caractéristiques des relevés à fortes contributions et corrélations à l'axe 4 (coté positif)

Relevés	Contribution	Corrélation	m(°C)	Altitude (m)	Bioclimat
1730	37	56	+0.8	1350	Semi-aride frais
4809	18	42	-0.4	1190	Semi-aride froid
1720	16	54	-0.8	1350	Semi-aride froid
4830	15	53	-1.2	1300	Semi-aride froid
4719	15	53	-0.8	1350	Semi-aride froid
4829	11	50	-1.2	1300	Semi-aride froid
0736	10	19	-1.4	1150	Semi-aride froid

Tableau 14 : Caractéristiques des relevés à fortes contributions et corrélations à l'axe 4 (coté négatif)

Relevés	Contribution	Corrélation	m(°C)	Altitude (m)	Bioclimat
4788	73	125	+1.2	850	Arde frais
4786	19	58	+1.6	792	Arde frais
4791	19	76	+1.3	835	Arde frais
4815	13	36	0	960	Limite Arde-froid et Frais
8748	11	32	+1.75	850	Arde frais

Carte des espèces : L'interprétation de cet axe par l'autoécologie des espèces n'est pas aisée. Le coté négatif de l'axe 4 se compose d'espèces d'affinité saharienne telles *Arthrophytum scoparium* et de *Astragalus armatus* qui se localisant essentiellement sur steppe présaharienne à bioclimat aride frais s'opposant ainsi au groupe d'espèces se développant dans les régions qui se situent plus au Nord et qui se caractérisent par une ambiance froide.

L'axe 4 semble traduire un gradient thermique « m » séparant le froid dans le pôle positif du frais dans le pôle négatif.

Tableau 15 : Résumé bibliographique de l'autoécologie des espèces à forte contribution à l'axe 4

s e n s	Espèces	CTR	COR	DJEBAILI , 1978	POUGET ,1980	LEHOUEIROU 1969,75,95	Autres auteurs
P O S I T I F	<i>Lygeum spartum</i>	35	72	200<P<220mm 900<alt<1000 Sah.FRs à AFRd, steppe	Sols divers bien drainés,aride frs à frd sur versant et surface + ou – encroûté, text ; très gross. à gross. gypsovaque	50<P<600mm, gypsophile, psamolimonophyte sur schiste	
	<i>Helianthemum virgatum</i>	11	112	Forêt et steppe arborées		Liée au sol squelettique, lithosol,sur croûte calc.+ou- superf., croûte gypseuse	Clairière des forêts rocher et rocailles arides, pâturage (QUEZEL et SANTA ; 1963)
	<i>Poa bulbosa</i>	9	49	Forêt et steppe arborées, text. limono- sableuse	Sols faiblement salé text.fine à très fine		
	<i>Alyssum granatense</i>	8	70		Milieux de transition , text.moy en surface variable en prof.	Cultigène	
	<i>Alyssum linifolium</i>	7	12	Sur glacis	Sols divers bien drainés,aride frs à frd sur versant et surface + ou – encroûté		Steppe (QUEZEL et SANTA ; 1963)
	<i>Papaver hybridum</i>	7	93		Milieux cultivés text.moy à gross. en surface, variable en prof.	Cultigène indifférent à la text du sol	Champs (QUEZEL et SANTA ; 1963)
	<i>Artemisia atlantica</i>	6	43				Forêts claire, pente pierreuse, rocaille (QUEZEL et SANTA ; 1963)
	<i>Erysimum incanum</i>	6	81				Forêts claire, rocaille (QUEZEL et SANTA ; 1963)
N E G A T I F	<i>Arthrophytum scoparium</i>	46	134	Sah.sup.Frd et Frs .			
	<i>Astragalus armatus</i>	24	129			Campagne forestière relique	
	<i>Helianthemum pilosum</i>	13	130				
	<i>Argyrolobium uniflorum</i>	12	103	hallophyte	Sol de text très gross. à gross.	Transgressive Psammophile Psammocline	Liée au sable (CELLES ; 1975) Rocaille, lit d'oued (QUEZEL et SANTA ; 1963)
	<i>Stipa retorta</i>	8	75	Gypsophile sah à aride Frs et Frd	Milieux de transition , text.moy en surface variable en prof	Milieux de transition Semi-aride inf. à aride inf. FRd à CHd. Calcicole thermophile, sol squelettique	Liée au limon (CELLES ; 1975) Broussaille claire steppe (QUEZEL et SANTA ; 1963)

1.1.5- Signification écologique de l'axe 5

Carte des relevés : L'axe 5 oppose les stations où l'élément grossier est important dans le pôle positif à celles où il est faible dans le pôle négatif. Il semble exprimer l'état de la surface du sol (Tab. 16)

Tableau 16: Caractéristiques des relevés à fortes contributions et corrélations à l'axe 5 (coté positif)

Relevés	Contribution	Corrélation	Eléments Grossiers
7771	155	225	25
8768	74	173	39
8671	44	83	40
8769	25	93	39
8750	24	80	20
8669	24	44	40
4707	14	22	25

Tableau 17: Caractéristiques des relevés à fortes contributions et corrélations à l'axe 5 (coté négatif)

Relevés	CTR	COR	Eléments Grossiers
1738	148	185	10
1739	83	182	10
1740	63	76	10
1802	27	55	2
1801	15	45	2

Carte des espèces : L'interprétation de cet axe par l'autoécologie des espèces est également difficile. Néanmoins, nous remarquons que le groupe d'espèces qui se place du coté négatif paraît être lié aux surfaces pierreuses ou rocailleuses (Tab.18).

Par conséquent l'axe 5 pourrait bien exprimer l'état de la surface du sol puisqu'il sépare les stations à fort taux en éléments grossiers de celles à faible taux.

Tableau 18: Résumé bibliographique de l'autoécologie des espèces à forte contribution à l'axe 5

sens	Espèces	CTR	COR	QUEZEL et SANTA, 1963	POUGET, 1980	LEHOUEIROU 1969,75,95	CELLES, 1975)
P O S I T I F	<i>Diploaxis harra</i>	47	172		Gypsovague		Groupe édaphique saxicole
	<i>Echium trigorhizome</i>	29	216	Pâturage désertique	Aride inf. (hivers FRd) milieu steppique, steppe climatiques sur versant et surface +ou- encroûté.		Steppe saharienne
	<i>Reseda decursiva</i>	32	178	Steppe			
	<i>Arthrophytum schmittianum</i>	22	223				Steppe psammophile
	<i>Anagalis arvensis</i>	17	175	Champs, broussailles, forêts			lié au limon
	<i>Pteranthus dichotomum</i>	16	156	Souvent sur gypse			
	<i>Genista microcephala</i>	10	47	Broussaille, steppe			
	<i>Aizon hispanicum</i>	10	63	pâturage aride argileux	Sol hallomorpe tex très fine à fine en surface (pelohalophile)	Rudérale et de surpâturage ; nitratophile, post culturale	
	<i>Astragalus sinaicus</i>	12	132	Pâturage aride			liée au limon
	<i>Lonchophora capiomontia</i>	11	130	Steppe		Steppique (SL)	Encroûtement
<i>Herniaria fontanesii</i>	9	58	Rocaille	Sols à croûte calc. Sur vers.et surface +ou- encroûté, gypsovague	Calcicole thermophile ; sol squelettique		
N E G A T I F	<i>Hyparhenia hirta</i>	37	149	Clairière, pâturage, rocaille	Affleurement rocheux	Chasmophile ; forestière résiduelle écotone forêt-steppe aride moy. 200<P<300mm ; thermophile subtrop et trop..	
	<i>Thymus ciliatus</i>	33	191	Pelouse et broussaille		forestière résiduelle-stepp. ; aride moy 200<P<300mm	
	<i>Fumana calycina</i>	19	132	Clairière et broussaille et basses montagnes		forestière résiduelle-stepp. ; aride moy 200<P<300mm	
	<i>Thymelea hirsuta</i>	18	149	Sables, pâturage		Liées au sable grossier +ou- fixé ; steppique (SL)	
	<i>Elichrysum stoechas</i>	14	167	Rocher , falaise, forêt claire			
	<i>Ferula tingitana</i>	14	239	Rocaille, pelouse			
	<i>Hyoseris radiata</i>	12	140	Rocher, rocaille, pâturage			
	<i>Onopordon acaule</i>	12	52	Pâturage pierreux et argileux montagnard	Milieu forestier Aride sup. hiver FRd: P>300mm. Sur marne et marno-calc encroûté		
	<i>Carthamus pectinatus</i>	10	133	Forêt claire, pâturage pierreux			
	<i>Scabiosa arthropurpurea</i>	10	206	Champs, pâturage			
	<i>Satureja graeca</i>	9	149	Pelouse, rocaille			
	<i>Anthyllis vulneraria</i>	9	142	Broussaille		Aride sup. ; P>200mm	
	<i>Convolvulus cantabrica</i>	9	125	Pelouse, rocaille		Steppe aride sup 300<P<400mm	

1.2- Conclusion

Cette analyse met en évidence les variables qui synthétisent l'information à travers les axes factoriels. L'AFC a ainsi permis de déterminer les principaux facteurs intervenant dans la répartition de la végétation des steppes à alfa. Ce sont le bioclimat (La pluviosité), la thermophilie, la dégradation d'origine anthropique (les coupes), la moyenne des minima du mois le plus froid (m), l'état de la surface du sol (éléments grossiers).

Cependant, si l'interprétation des deux premiers axes a été plus ou moins facile, celle des autres axes (3, 4 et 5) n'a pas été toujours aisée. En effet, seuls les premiers axes factoriels ont une signification biologique interprétable (BECKER, 1979), ils fournissent le maximum d'information contenu dans le nuage de points (CIBOIS, 1987 ; DERVIN, 1988 ; BONIN et TATONI, 1990).

2- Analyses partielles

L'examen des cartes factorielles résultant de la première analyse (analyse globale) a montré une position marginale de deux relevés (0657 et 0658) et un nuage de points centrés sur l'origine. Ces deux relevés appartiennent tous deux aux stations se situant dans un bioclimat semi-aride tempéré et qui correspondent aux steppes buissonnantes à alfa, calycotome et le diss (*Ampelodesma mauritanicum*). Ils ont été éliminés pour permettre l'éclatement du reste des relevés se concentrant autour de l'origine, c'est la première analyse partielle.

L'interprétation des axes factoriels au niveau de ces analyses partielles a été abordée selon la même démarche suivie dans l'analyse globale. Elle s'est basée sur la prise en compte des fortes contributions et corrélations des relevés et des espèces ainsi que les caractéristiques écologiques des relevés et l'autoécologie des espèces. Le tableau 19 résume les résultats de ces analyses partielles notamment celles qui nous ont permis la discrimination des différents groupements.

Tableau 19: Signification écologique des axes des analyses partielles

N° de l'analyse partielle	Axe 1	Axe 2	Axe3	Axe 4	Axe 5
2	pluviométrie	physionomie	géomorphologie	m	anthropisation
3	bioclimat (pluviométrie)	géomorphologie	voile éolien	Topographie (pente)	éléments grossiers
4	géomorphologie	texture	état de la surface du sol (roche mère)	anthropisation	--
7	voile éolien	altitude	m	géomorphologie	éléments grossiers
8	voile éolien	m	altitude	géomorphologie	anthropisation
9	pluviométrie	géomorphologie	m	anthropisation	
11	éléments grossiers	m	pluviométrie	ensablement	
13	pluviométrie	m	voile éolien	anthropisation	ensablement

2.1- Individualisation des groupements

Pour l'obtention d'ensembles significatifs de relevés, nous avons sollicité la CAH (classification hiérarchique ascendante) qui procède à leur classement de proche en proche sur la base de leur similitude floristique jusqu'à obtention d'unité floristique relativement homogène.

Dix (10) groupements ont été distingués à partir de 13 analyses partielles (Fig.6). Ces groupements (Tab. 20) sont dénommés respectivement : A (12 relevés), B (27 relevés), C (25 relevés), D (19 relevés), E (24 relevés), F (10 relevés), G (16 relevés), H (12 relevés), I (9 relevés) et J (20 relevés).

Tableau 20: Les différents groupements individualisés et leur relevés correspondants

Groupements	N° des relevés correspondants
A	4540 ;4612 ; 1795 ; 4707 ; 4542 ; 4706 ; 4544 ; 4793 ; 1800 ; 1794 ; 1797 ; 1796
B	7771 ;8671 ;8669 ;8769 ;8768 ;4691 ;8750 ;8748 ;4698 ;8753 ;8752 ;4788 ;4791 ;4790 ;4789 ;4815 ;4786 ;4704 ; 6857 ;4792 ;4813 ;4784 ;4812 ;4811 ;4787 ;4814 ; 4785
C	8634 8742 8741 7624 7629 7622 8635 7628 7623 7621 8772 7763 8777 8776 7762 1505 1660 7761 7759 8773 7760 7758 8774 8778 8775
D	4672 4673 1644 1783 4810 4676 1848 8747 4690 1801 4809 1856 1781 1780 1782 4808 1835 4821 1847
E	1733 1732 1731 1720 1715 4818 1714 2725 4842 1717 1718 1716 4830 4824 4826 4825 1855 1836 4829 4828 1839 4841 4827 4817
F	1729 8755 8754 1804 4719 1798 4807 1803 1816 1799
G	4843 1819 4844 4834 1846 4711 1840 1854 1838 4823 1851 4833 1845 1837 1852 1820
H	8757 8756 8744 8743 8746 737 4615 1668 4832 1664 8745 1643
I	4822 8637 8636 4687 4686 1641 1577 4709 1713
J	1659 1666 1662 1667 1661 1665 1663 4703 8751 8749 1640 1575 4806 1642 4708 1712 4614 4710 4831 1853

2.2- Caractérisation floristique des groupements

2.2.1- Le groupement A :

Il a été obtenu lors de la deuxième analyse partielle effectuée sur une matrice comportant 178 relevée et 483 espèces. Ce groupement est formé de relevés effectués dans la région des hauts plateaux algérois et oranais (Ain oussera et El Bayadh) et de l'atlas saharien algérois (Djelfa et Aflou). Il correspond à une steppe arborée à *Stipa tenacissima* *Juniperus phoenicea* et *Globularia alipum*. Sur le plan floristique, il comprend des espèces indicatrices d'un milieu forestier. Il s'agit essentiellement des espèces exclusives suivantes :

Juniperus phoenicea
Phyllyrea angustifolia
Quercus ilex
Carex halleriana

Asparagus angustifolius
Rosmarinus tournifortii
Globularia alypum
Cistus monspeliensis

Cistus salvifolius
Cistus villosus
Cistus libanotis
Polycnemum fontanesii

Ce groupement correspondrait à l'association à *Juniperus phenicea* et *Cistus libanotis* (KADI-HANIFI, 1998)

2.2.2- Le groupement B :

Il a été mis en évidence à partir de la troisième analyse partielle qui a porté sur une matrice comportant 166 relevés et 462 espèces. Au niveau du pôle positif de l'axe 1 se positionnent la majeure partie des relevés de ce groupement qui s'opposent à ceux du groupement C au pôle négatif (Tab.21) distinguant ainsi les steppes bien arrosées des steppes arides et sèches. En effet le groupement B compte les stations les plus arides de notre région. Il est formé de relevés appartenant aux secteurs de l'Atlas saharien algérois et oranais avec des altitudes en général inférieures à 1000m et en majeure partie située sur des glacis ou autres formes plates. Au point de vue physiognomique ce groupement correspond aux formations steppiques présahariennes à *Stipa tenacissima* et *Arthrophytum scoparium*. Il est caractérisé par un recouvrement végétal global le plus faible de tous les groupements (19.08%).

Floristiquement les espèces exclusives qui le compose, sont notamment:

Arthrophytum scoparium
Aristida obtusa
Anabasis articulata

Argyrolobium uniflorum
Fagonia microphylla
Stipa retorta

Echium trigorhizum
Arthrophytum schmittianum
Gymnocarpos decander

L'examen de ce lot d'espèces confirme l'appartenance de ce groupement aux milieux arides où la pluviosité ne dépasse pas 200mm/an (DJEBAILI, 1978).

Tableau 21: Interprétation de l'axe 1 de la troisième analyse partielle

coté	N° relevé	CTA	CTR	Pluviosité mm/an	Bioclimat
P O S I T I F	4789	51	176	276.9	Aride frais
	4791	30	165	274.4	Aride frais
	4813	26	110	301.1	Aride froid
	4815	25	95	273	Aride limite froid-frais
	4812	23	112	296.4	Aride froid
	4704	22	84	276	Aride frais
	4786	20	89	262.2	Aride frais
	4792	13	88	302	Limite semi-Aride-aride frais
	4698	12	43	305.1	Aride frais
	4787	12	81	276.9	Aride frais
	6857	11	41	319.4	Limite semi-Aride-aride frais
N E G A T I F	7762	43	109	487.9	Semi-aride frais
	7763	26	92	487.9	Semi-aride frais
	8775	16	111	502.6	Semi-aride froid
	8774	15	143	502.6	Semi-aride froid
	7758	15	55	462.4	Semi-aride frais
	8773	11	63	495	Semi-aride froid
	8778	11	55	444.3	Semi-aride froid

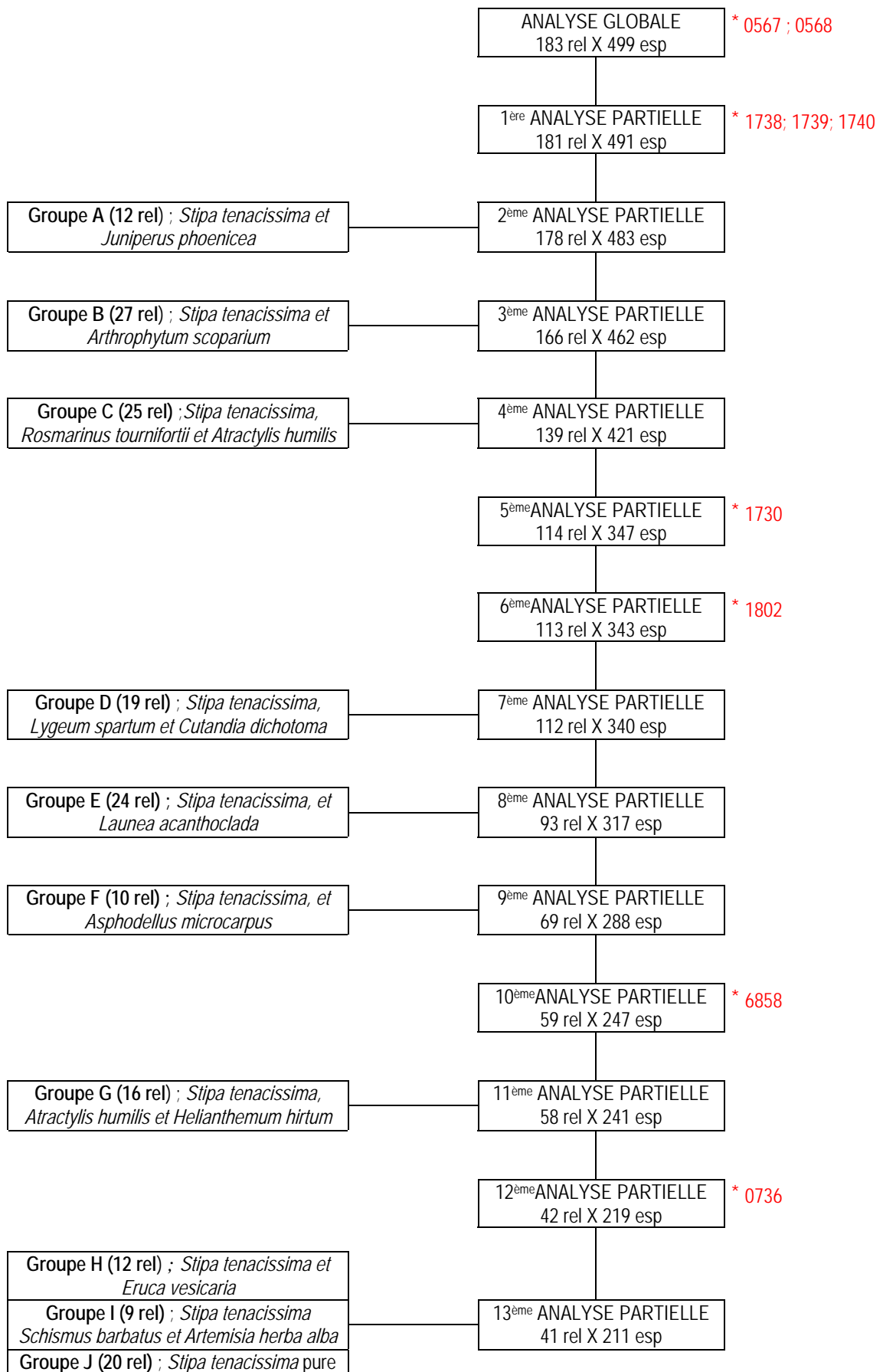


Figure 6 : Démarche relative aux différentes étapes de l'analyse factorielle des correspondances (* : relevés supprimés)

2.2.3- Le groupement C :

Il a été distingué à partir de la quatrième analyse partielle effectuée sur une matrice de 139 relevés et de 421 espèces. Ce groupement est constitué de relevés effectués dans la partie Est de la steppe algérienne englobant les régions des hauts plateaux constantinois et de l'atlas saharien constantinois. Ce sont les stations les plus arrosées, elles se situent sur des altitudes dépassant 1000m. Sur le plan géomorphologique, elles se localisent pour la majeure partie au niveau de versants des djebels dont l'orientation générale est Nord-ouest ou Nord-nord-ouest. En effet l'axe 1 de cette analyse met en évidence sur son pôle positif un ensemble de relevés effectués pour la plupart sur des versants et se caractérisant par une pluviosité dépassant les 400mm d'eau par an (Tab. 22).

Ce groupement correspond à la steppe à *Stipa tenacissima*, *Atractylis humilis* et *Rosmarinus tournifortii*. Les espèces qui lui sont particulièrement liées indiquent en général une ambiance forestière parmi lesquelles nous citons *Hellianthemum cinereum rubelum*, *Asperula hirsuta*, *Thymus hirtus*, *Arabis auriculata*, LEHOUEIROU (1995) les considèrent comme forestières résiduelles de la zone aride moyenne où la pluviosité est comprise entre 200 et 300mm/an. Quant aux espèces exclusives de ce groupement la liste est longue nous nous limiterons à celles qui apportent une indications sur le milieu telles :

Avena bromoides

Ampelodesma mauritanica

Ammoides atlantica

Ces espèces indiquent toutes le milieu forestier (CELLES, 1975 ; DJEBAILI, 1978 ; LEHOUEIROU, 1995).

Tableau 22: Interprétation de l'axe 1 de la quatrième analyse

coté	N° relevés	CTA	CTR	Pluviométrie mm/an	Géomorphologie
P O S I T I F	8634	42	104	491.4	Mi-versant
	7763	32	101	487.93	Mi-versant
	8774	22	171	502.6	Sommet d'une butte
	8775	22	131	502.6	Sommet d'une butte
	8772	19	65	495	Mi-versant
	7758	12	39	462.4	Mi-versant
	8778	11	51	444.3	Mi-versant
N E G A T I F	4809	44	114	319.5	Glacis
	1781	27	74	319.4	mi-pente
	1856	10	110	363.5	Glacis
	1718	10	64	285.8	Sommet de versant
	1714	10	61	298.5	Glacis
	2725	10	55	210	mi-versant

2.2.4- Le groupement D :

Ce groupement a été mis en évidence par la septième analyse partielle qui a porté sur une matrice de 112 relevés et 340 espèces. L'axe 1 de cette analyse montre bien la séparation entre les espèces psammophiles (*Lygeum spartum*, *Aristida Pungens*, *Erodium triangulare*, *Onopordon arenarium*) (CELLES, 1975 DJEBAILI, 1978, LE HOUEROU, 1995) et les espèces liées au limon telle *Teucrium polium* (CELLES, 1975, LE HOUEROU, 1995) ou celles des sols compact comme *Achillea santolina* (LE HOUEROU, 1995). Physionomiquement ce groupement correspond à une steppe à *Stipa tenacissima* et *Lygeum spartum* et *Cutandia dichotoma*. Les espèces qui lui sont particulièrement liées sont : *Bromus tectorum* ; *Ctenopsis pectinella* * ; *Onopordon acaule*

Les espèces exclusives sont :

<i>Amaranthus angustifolius</i>	<i>Hedysarum spinosissimum</i> *	<i>Silene apetala</i>
<i>Anchusa indulata</i>	<i>Heleocharis uniglumis</i>	<i>Silene colorata</i>
<i>Aristida plumosa</i>	<i>Herniaria glabra</i>	<i>Stipa barbata</i>
<i>Aristida pungens</i> *		

On remarque que dans cette liste figurent quelques espèces (*) psammophiles (LE HOUEROU, 1995 ; DJEBAILI,1978)

2.2.5- Le groupement E :

Il a été déterminé à partir de la huitième analyse partielle sur une matrice de 93 relevés et 317 espèces. C'est le groupement dont le recouvrement global de la végétation est relativement le plus élevé avec un taux de 41,65%. Ceci est lié au fait que ce groupement est le plus riche en thérophytes dont le taux avoisine 68%. L'examen de la carte factorielle du plan 1/2 nous révèle que l'axe 1 oppose ce groupement au groupement H à cause apparemment de l'ensablement ou de la texture (Tab.23). La présence d'espèces psammophiles et celles affectant des sols à texture grossière telles *Lygeum spartum*, *Anacyclus lepidioïdes*, *Erodium triangulare*, *Hordeum murinum* (LE HOUEROU,1995 ; POUGET 1980) dans le pôle négatif confirme la caractéristique de ce groupement lié à l'ensablement. Par contre dans le pôle positif se positionnent surtout des espèces liées aux sols du milieu forestier dégradés à texture diverse (rocaïlle, encroûtement etc.....) comme *Telephium imperati*, *Teucrium polium*, *Teucrium pseudochamaepitis* (QUEZEL et SANTA, 1962 ; LEHOUEROU, 1969 ; POUGET, 1980). Au point de vue physionomique ce groupement correspond à une steppe à *Stipa tenacissima* et *Launea acanthoclada*. Floristiquement deux espèces lui sont particulièrement liées, il s'agit de *Rochelia disperma* et *Diplotaxis virgata*.

Les espèces exclusives de ce groupement sont :

<i>Agropyron buonapartis</i>	<i>Eryngium tricuspida</i>	<i>Ornithogalum umbellatum</i>
<i>Agropyron orientale</i>	<i>Ferula communis</i>	<i>Rhaponticum acaule</i>
<i>Arabis verna</i>	<i>Lolium multiflorum</i>	<i>Sinapis alba</i>
<i>Biscutella auriculata</i>	<i>Matthiola lunata</i>	<i>Sinapis pubescens</i>
<i>Centaurea acaulis</i>	<i>Ononis ornithopoiders</i>	<i>Vallerianella pomellii</i>

Tableau 23: Interprétation de l'axe 1 de la huitième analyse

coté	N° relevés	CTA	CTR	Voile éolien (%)
POSITIF	8744	78	167	0
	8743	38	100	0
	8756	24	65	0
	1664	16	135	--
NEGATIF	1731	50	125	10 (sable)
	1720	49	105	10
	1716	47	118	15
	1715	43	112	50 (sable)
	1714	39	158	50 (sable)
	1718	36	151	--

2.2.6- Le groupement F :

C'est la neuvième analyse partielle qui l'a mis en évidence. Elle a porté sur une matrice de 69 relevés et 288 espèces. Physionomiquement il correspond à la steppe à *Stipa tenacissima*, *Artemisia herba alba* et *Asphodellus microcarpus*. Deux espèces lui sont particulièrement liées, *Sysimbrium irio* et *Tulipa sylvestris* la première est une rudérale liée au surpâturage prolongé (LE HOUEROU, 1995) et la seconde une forestière (QUEZEL et SANTA ; 1963)

Les espèces exclusives de ce groupement sont :

<i>Carthamus lanatus</i>	<i>Matricaria aurea</i>	<i>Schismus barbatus</i>
<i>Centaurea dimorpha</i>	<i>Phagnalon rupestre</i>	<i>Launea nudicaulis</i>
<i>Coris monspelliensis</i>	<i>Stachys brachyclada</i>	<i>Eruca vesicaria</i>
<i>Fumaria vaillantii</i>	<i>Stipa tenacissima</i>	<i>Thymelea tartanreira</i>

C'est un groupement de dégradation lié au froid comme témoignent certaines espèces telles *Eruca vesicaria* et *Asphodellus microcarpus* liées à la dégradation d'une part et d'autre part *Thymelea tartanreira* et *Tulipa sylvestris* indiquant la froid.

2.2.7- Le groupement G :

Il a été dégagé à partir de la onzième analyse partielle sur une matrice de 58 relevés et 243 espèces. C'est un groupement correspondant à une steppe à *Stipa tenacissima*, *Atractylis humilis* et *Helianthemum hirtum*. Les espèces qui lui sont particulièrement liées sont : *Jurinea humilis* et *Centaurea parviflora*, la première espèce est liée aux milieux forestiers de l'aride supérieur où la pluviosité est supérieure à 300mm/an (POUGET ,1980).

Les espèces exclusives de ce groupement sont :

<i>Catananche coerulea</i>	<i>Hypochoeris radicata</i>	<i>Alyssum montanum</i>
<i>Herniaria mauritanica</i>	<i>Orobancha mutelii</i>	<i>Bupleurum montanum</i>

Les groupements H, I, J : ces trois derniers groupements ont été mis en évidence par la dernière analyse partielle qui a porté sur une matrice de 41 relevés et 211 espèces. La distinction entre ces trois groupements est difficile, nous pouvons remarquer, en effet, que les groupements H et I se ressemblent en quelque sorte sur le plan physiognomique sachant que tout deux sont caractérisés par la présence de *Artemisia herba alba*.

2.2.8- Le groupement H :

Il correspond à la steppe à *Stipa tenacissima*, *Eruca vesicaria* et *Artemisia herba alba*. Les espèces exclusives de ce groupement sont :

<i>Carduncellus rhaponticoides</i>	<i>Haplophyllum linifolium</i>	<i>Picris coronopifolia</i>
<i>Carthamus pectinatus</i>	<i>Linum tenue tenue</i>	<i>Scirpus supinus</i>
<i>Teucrium ramosissimum</i>		

2.2.9- Le groupement I :

Ce groupement correspond aux formations à *Stipa tenacissima*, *Shismus barbatus* et *Artemisia herba alba*. Deux espèces lui sont particulièrement liées, *Helianthemum salicifolium* et *Limonium echioides*

Les espèces exclusives sont :

<i>Aegylops ventricosa</i>	<i>Phleum pratense</i>
<i>Genista ferox</i>	<i>Stipa lagascae</i>
<i>Helianthemum ledifolium</i>	

2.2.10- Le groupement J :

Il correspond à une steppe pure à *Stipa tenacissima*. Les espèces exclusives de ce groupement sont :

<i>Allium flavum</i>	<i>Clypéola cyclodentea</i>	<i>Loefflingia hispanica</i>
<i>Astragalus gryphus</i>	<i>Gallium murale</i>	<i>Spergularia diandra</i>

2.3- Caractérisation écologique des groupements végétaux

Pour la caractérisation écologique des groupements végétaux déterminés, nous avons retenu les valeurs extrêmes de chacune des variables pour chacun des groupements. (Tab 24). Cependant vu le chevauchement de l'intervalle de variation de ces valeurs entre les différents groupements nous avons calculer pour chaque variable sa moyenne arithmétique pour mieux distinguer et faciliter la caractérisation de chacun des groupements avec une valeur fixe.

Les dix groupements végétaux distingués appartiennent en majeure partie au bioclimat semi-aride à variante fraîche et froide exception faite pour le groupement B qui appartient à l'aride frais. En effet, il correspond aux formations steppiques les plus xériques et les plus dégradés par l'effet de l'aridité et le

surpâturage. Sa pluviosité est la plus faible de tous les groupements avec une valeur moyenne calculée de 294.09mm/an.

Le groupement C se distingue des autres groupements par sa pluviosité relativement supérieure avec 465.19mm/an de pluie en moyenne. Ce groupement occupe en effet les stations se localisant dans la partie Est de la steppe algérienne (hauts plateaux constantinois et atlas saharien constantinois) connue comme étant plus arrosée que les parties centre et ouest de la région steppique.

La situation géomorphologique de la plupart des groupements est variable (versants des djebels, glacis). Néanmoins la plupart des relevés présents dans les groupements A et C sont localisés sur les versants des djebels.

Concernant les éléments de la surface du sol c'est le groupement D (Steppe à *Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum* et *Cutandia dichotoma*) qui présente relativement le taux moyen le plus élevé en voile éolien avec 19.78% puis le groupement B (Steppe à *Stipa tenacissima* et *Arthrophytum scoparium*) avec 15.31%.

Par ailleurs nous remarquons la présence des éléments grossiers dans tous les groupements avec des taux qui varient de 14% dans le groupement A à 40% dans le groupement H.

2.4- Conclusion

A l'issue de la recherche de la signification écologique des axes des différentes analyses partielles, il semble que les facteurs déterminants qui reviennent le plus souvent dans la répartition de la végétation dans les formations à alfa, seraient :

La pluviométrie

La variante thermique

La géomorphologie

Le voile éolien et l'ensablement

L'état de la surface du sol (éléments grossiers, roche mère, recouvrement de la végétation)

L'action anthropique.

Par ailleurs concernant les groupements discriminés, une nette distinction entre les trois premiers groupements (A, B et C) issus des premières analyses partielles est observée. Le bioclimat notamment la pluviométrie semble être le facteur responsable de leur séparation. Par contre la différenciation entre le reste des groupements (D, E, F, G, H, I et J) est difficilement décelable. Etant tous dans le bioclimat semi-aride la répartition de ces groupements semble être régie par l'interaction de plusieurs facteurs dont les plus importants semblent être la moyenne des températures minimales du mois le plus froid (m) et l'état de la surface du sol (ensablement, éléments grossiers, affleurement de la roche mère etc.) lié à la dégradation d'origine anthropique.

Tableau 24: Caractéristiques écologiques des groupements végétaux individualisés

Groupements	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Formations	Steppe arborée à <i>Stipa tenacissima</i> et <i>Juniperus phoenicea</i>	Steppe à <i>Stipa tenacissima</i> et <i>Arthrophytum scoparium</i>	Steppe à <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Rosmarinus tournifortii</i> et <i>Atractylis humilis</i>	Steppe à <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Lygeum spartum</i> et <i>Cutandia dichotoma</i>	Steppe à <i>Stipa tenacissima</i> et <i>Launea acanthoclada</i>	Steppe à <i>Stipa tenacissima</i> et <i>Asphodellus microcarpus</i>	Steppe à <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Atractylis humilis</i> et <i>Helianthemum hirtum</i>	Steppe à <i>Stipa tenacissima</i> et <i>Eruca vesicaria</i>	Steppe à <i>Stipa tenacissima</i> <i>Schismus barbatus</i> et <i>Artemisia herba alba</i>	Steppe pure à <i>Stipa tenacissima</i>
Bioclimat	Semi-aride froid à frais	Aride frais	Semi-aride froid à frais	Limite Semi-aride et Aride frais	Semi-aride froid	Semi-aride frais à froid	Semi-aride froid	Semi-aride frais à froid	Semi-aride frais à froid	Semi-aride frais à froid
Pluviosité (mm/an)	299 – 358.1 337.07	189.43 – 45.43 294.09	283.5-536.7 465.19	183-359 306.59	210-395.8 315.66	235.9-423.43 341.87	297.36-395.8 323.64	200-462.4 375.79	254.56-505.8 391.63	200-431 306.29
m (C°)	-1.2 à +1	-0.1 à 3.15	-2.6 à 0.9	-1.7 à 1.9	-2.36 à 1.4	-0.8 à 1.4	-1.8 à -0.3	-2.03 à 1.73	-1.9 à 2.46	-2.08 à 3.15
M (C°)	33 à 35.9	33.49 à 36.3	0.09 à 34.2	32.6 à 37.2	32.52 à 37.2	31.75 à 36.38	32.8 à 34.3	31.39 à 36.04	31.5 à 36.9	30.82 à 36.9
Q2	29.71-35.01	24.64-40.6	40.38-55.09	16.87-35.95	27.55-41.97	28.98-47.23	29.42-41.97	26.16-48.82	31.41-52.61	24.68-45.6
Altitude (m)	970-1280	500-1000	1200-1400	850-1200	1140-1450	1000-1350	1070-1400	1050-1200	1040-1365	1080-1370
Exposition	Variable	Variable	Variable	S-SE ou sans	Variable	S-SE ou sans	N-NNW ou sans	N-NW-NNW	Variable	Variable
Pente (%)	20-35	5-25	5-30	0-5	0-25	2-20	2-15	0-10	0-15	0-15
Géomorphologie	Djebel mi-versant	Glacis djebel mi-versant	Djebel mi-versant	Glacis	Glacis/mi-versant	Glacis (butte)	Glacis mi-versant	Glacis	Glacis	Glacis
Sol	Calcaire	Grès-calcaire	/	/	Grès calcaire	Calcaire	Grès ou grès calcaire	Calcaire		
Pellicule de glaçage (%)	0	0-25	0-20	0-10	0-10	0-5	5-15	3-10	0	5-25
Voile éolien (%)	0	0-40	0	10--47	0-50	0	0-20	0	2-15	2-28.5
Litière (%)	5-7	0-15	5-10	0-15	4-20	1-10	5-20	5-15	5-15	5-15
Sol nu (%)	0-5-	0-15	0-20	0-10	5-25	0-30	5-10	3-15	5-30	0-30
Éléments grossiers (%)	10-40	5-70	20-60	2-65	0-55	5-60	15-40	15-60	15-53	15-60
Roche mère (%)	0-50	0-20	0-40	0-3	0-20	10-30	0	0-5	0	0-20
Recouvrement de la végétation (%)	37.35	19.08	37.1	33.7	41.65	29.25	40.31	35.83	35.55	33.17

3- Caractérisation biologique et phytochorique des groupements

Les groupements discriminés par les différentes analyses partielles ont été reportés sur les plans factoriels (1-2) et (3-4). La projection de ces groupements sur l'axe 1 nous a permis d'apprécier l'évolution des types biologiques et des types phytochoriques selon un gradient climatique (pluviométrie) et sur l'axe 3 pour voir leur évolution selon le gradient anthropique.

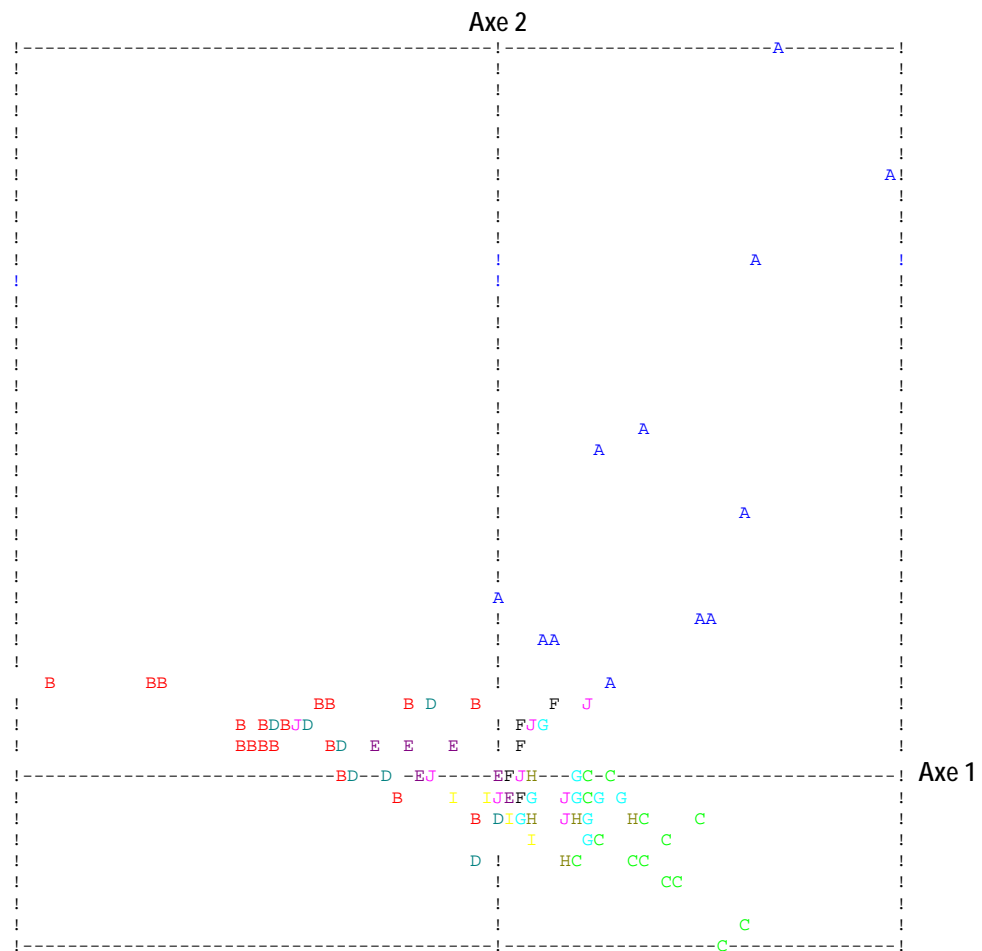


Figure 7 : Répartition des 10 groupements sur le système d'axe factoriel (1-2) de l'analyse globale

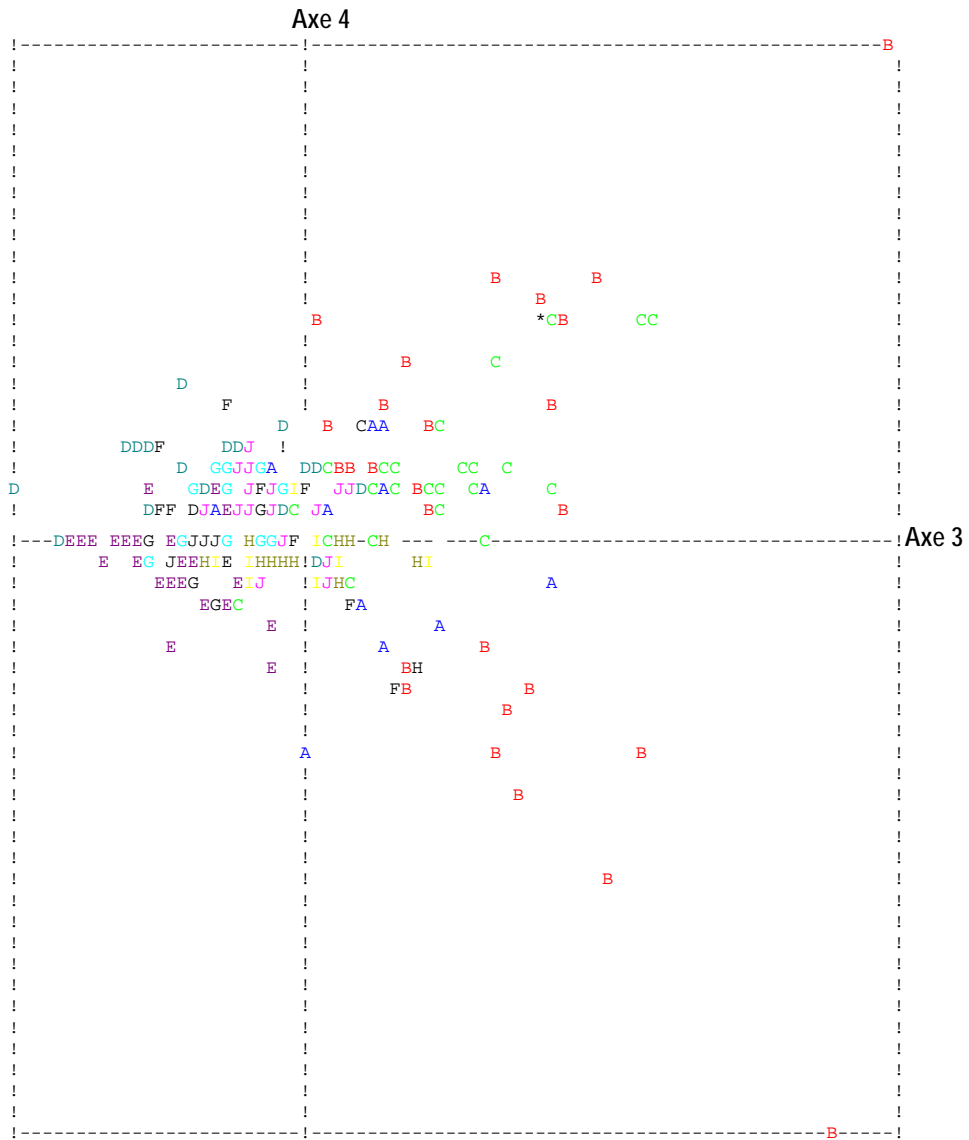


Figure 8 : Répartition des 10 groupements sur le système d'axe factoriel (3-4) de l'analyse globale

3.1- Spectres biologiques

3.1.1- Spectre biologique global :

Sur 499 espèces inventoriées au niveau de notre zone d'étude, il existe 253 therophytes soit 52%, 116 hemicryptophyte (23.4%), 73 chamaephytes (14.8), 29 géophytes (5.86%) 21 phanerophytes (4.2%) et 2 parasites (0.4%). Notons cependant que cinq espèces n'ont pas été renseignées faute de détermination de l'espèce (Fig 9 et Tab 25).

Tableau 25: Spectre biologique global (FA : Fréquence absolue ;FR : Fréquence relative)

Type biologique	CH	GE	HE	PA	PH	TH	total
FA	73	29	116	2	21	253	494
FR %	14,75	5,86	23,4	0,4	4,2	51,79	100

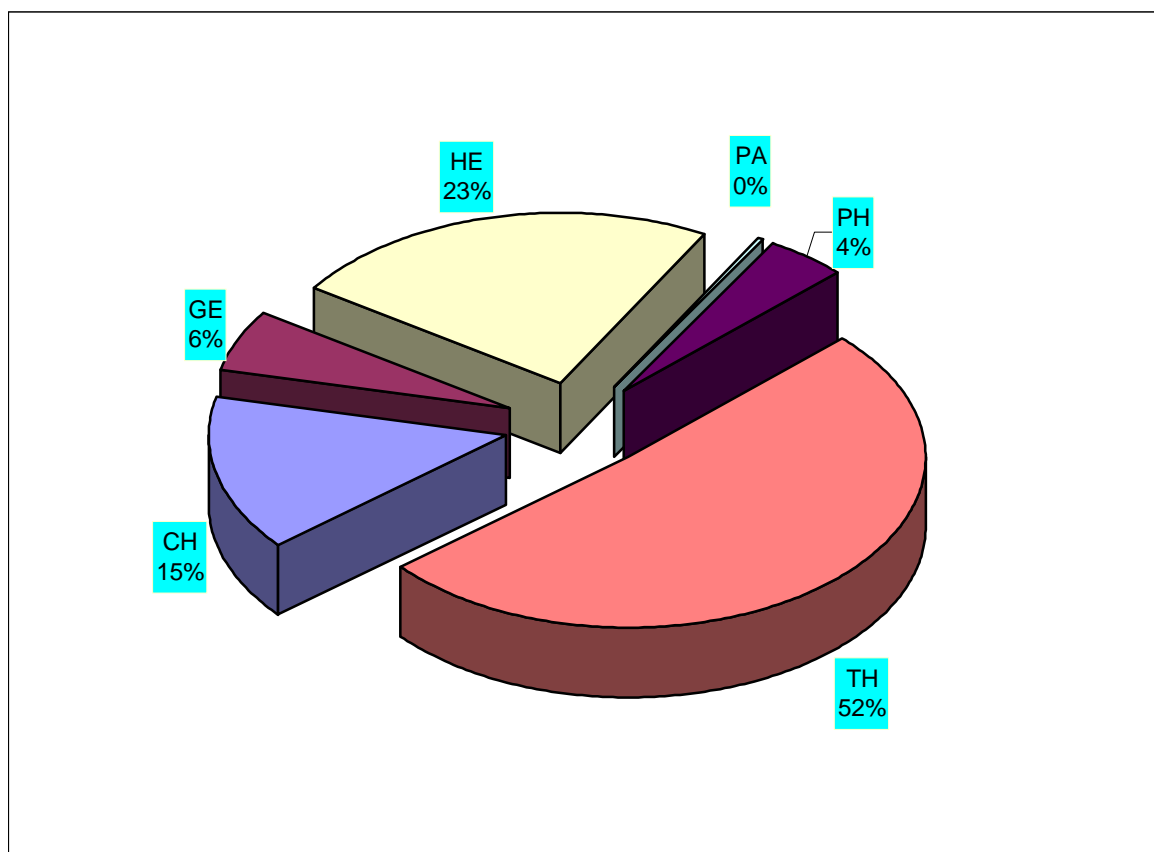


Figure 9 : Spectre biologique global (TH : therophyte ; CH : chamaephyte ; GE : geophyte ; HE : hemicryptophyte ; PH : phanerophyte ; PA : parasite)

3.1.2- Spectres biologiques bruts

Exception faite pour le groupement B où les chamaephytes devancent les hémicryptophytes, les tableaux et les figures montrent que la contribution à la richesse floristique suit dans tous les groupements, le schéma suivant :

$$TH > HE > CH > GE > PH > PA$$

Trois types biologiques, les therophytes, les hemicryptophytes et les chamaephytes totalisent à eux seuls en moyenne dans tous les groupements un pourcentage de plus de 90% (Tab 26). Le taux le plus élevé revient aux therophytes qui dominent nettement les autres catégories, taux qui ressort d'ailleurs de plusieurs travaux en zone méditerranéenne (DAGET, 1977 et 1980 ; AIDOU LOUNIS 1984 et 1989a ; DANIN et al 1990 ; FLORET et al 1990 *in* AIDOU-LOUNIS, 1997 ; KADI HANIFI, 1998). Cette therophytisation trouve son origine dans plusieurs causes telle que l'aridisation qui engendre une forme de résistance des plantes soumises au fort stress du bioclimat méditerranéen (NEGRE, 1966 ; DAGET, 1980 ; BARBERO et al, 1990 ; MEDAIL, 1996 ; KADI HANIFI, 1998 etc...), l'anthropisation (GRIM, 1977) par le biais du pâturage qui enrichit le sol en nitrate et permet le développement des rudérales ainsi que le self mulching¹ dans les milieux à évaporation rapide et intense (KADI HANIFI, 1998).

Il faut noter également, comme l'a déjà souligné EMBERGER (1939), SAUVAGE (1961) et KADI HANIFI (1998), la nette corrélation négative entre les therophytes et les hemicryptophytes (Fig 10) . Les géophytes sont peu représentés et ne dépassent guère les 7 %. Enfin le taux des phanerophytes est négligeable dans la plupart des relevés excepté le groupement A correspondant à une steppe arborée où le pourcentage atteint 6%.

Tableau 26: Spectres biologiques bruts des groupements végétaux individualisés

Groupements	Fréquences	Therophyte (TH)	Chamaephyte (CH)	Geophyte (GE)	Hemicryptophyte (HE)	Phanerophyte (PH)	Parasite (PA)	total
A	FA	92	19	12	23	9		155
	FR	59,4	12,3	7,74	14,8	5,81	0	100
B	FA	106	31	9	28	2	1	177
	FR	59,9	17,5	5,08	15,8	1,13	0,56	100
C	FA	124	42	13	62	5		246
	FR	50,4	17,1	5,28	25,2	2,03	0	100
D	FA	75	13	6	25			119
	FR	63	10,9	5,04	21	0	0	100
E	FA	113	16	12	30	1		172
	FR	65,7	9,3	6,98	17,4	0,58	0	100
F	FA	80	18	9	24	3		134
	FR	59,7	13,4	6,72	17,9	2,24	0	100
G	FA	58	18	3	30	0	1	110
	FR	52,7	16,4	2,73	27,3	0	0,91	100
H	FA	52	20	5	29	1		107
	FR	48,6	18,7	4,67	27,1	0,93	0	100
I	FA	89	25	8	34	3		159
	FR	56	15,7	5,03	21,4	1,89	0	100
J	FA	69	16	5	20	2		112
	FR	61,6	14,3	4,46	17,9	1,79	0	100

En ce qui concerne la dynamique des groupements en fonction de l'aridité, nous constatons que l'allure générale de la courbe des therophytes montre une légère augmentation du taux de ces derniers avec l'accentuation de l'aridité du milieu.

Par ailleurs la dégradation d'origine anthropique semble favoriser l'augmentation des chamaephytes puisque l'on assiste à une légère augmentation de ces dernières avec l'anthropisation du milieu (Fig.11)

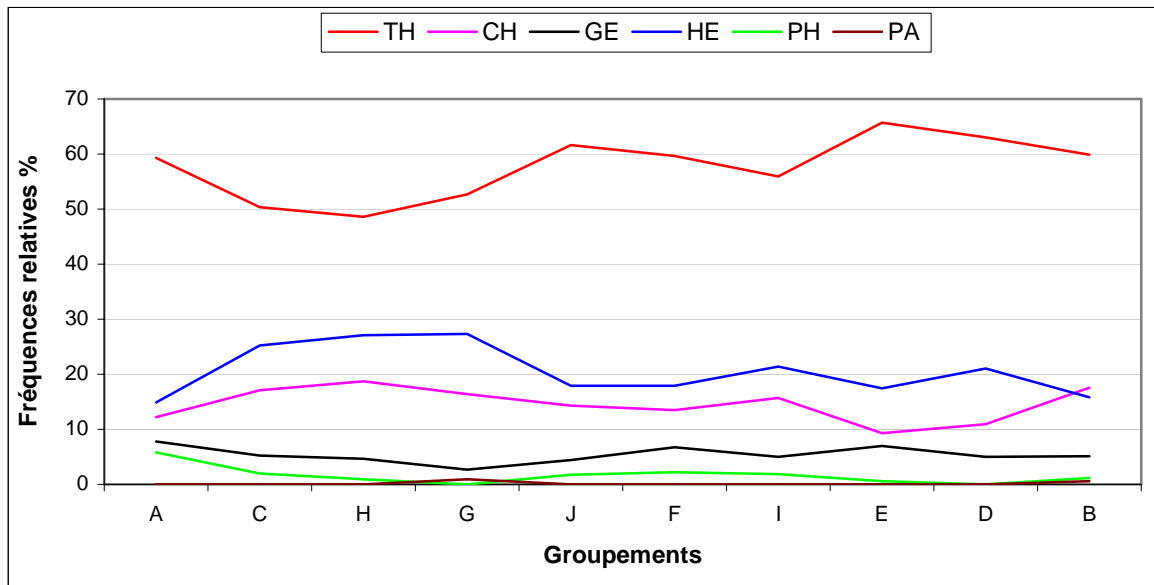


Figure 10 : Spectres biologiques bruts des groupements classés selon leur projection sur l'axe 1 exprimant le gradient pluviométrique

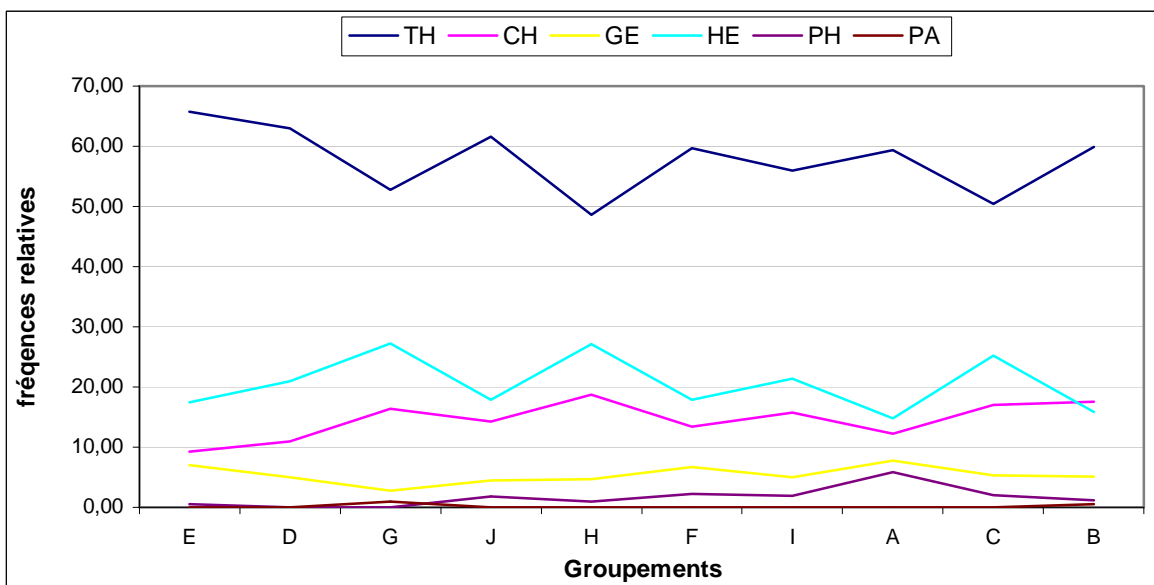


Figure 11 : Spectres biologiques bruts des groupements classés selon leur projection sur l'axe 3 exprimant le gradient anthropique

3.1.3- Spectres biologiques réels

Les spectres biologiques réels diffèrent des précédents par la prédominance nette des géophytes dans la plupart des groupements (Tab 27 ; Fig 12 et 13). Ce taux élevé des géophytes est dû à la dominance de *Stipa tenacissima* dans la majorité des relevés constituant les groupements. Nous constatons dans ce type de spectre que les therophytes abondant numériquement dans les spectres bruts sont peu représentés dans la plupart des groupements néanmoins ils dominent dans le groupement I.

Ainsi la contribution des types biologiques au tapis végétal suit le schéma **GE > TH > HE > CH > PH** notamment dans les groupements B, C, D, E, F, G, H et J .

Les phanerophytes quasiment absents dans tous les groupements, dominent dans le groupement A correspondant à une steppe arborée à *Stipa tenacissima* et *Juniperus phoenicea*. En effet dans ce groupement les espèces comme *Quercus ilex*, *Phillyrea angustifolia*, *Rhamnus licioides*, *Cistus villosus* *C. salvifolius*, *C.monspelienensis*, etc. ... présentent relativement une forte contribution au tapis végétal.

Les hemicryptophytes en seconde position après les therophyte dans les spectres bruts se trouvent en quatrième position montrant ainsi leur faible recouvrement de l'espace dû à leur volume réduit.

Tableau 27: Spectres biologiques réels des groupements végétaux individualisés

Groupements Types biologiques	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Therophyte (TH)	3,00	4,69	7,63	9,21	11,74	3,27	7,09	10,38	12,45	4,94
Chamaephyte (CH)	7,95	5,13	8,20	5,21	2,21	2,32	5,50	7,33	6,26	1,58
Geophyte (GE)	12,44	7,47	16,05	16,98	18,21	19,93	22,93	11,35	9,64	25,28
Hemicryptophyte (HE)	1,36	1,76	4,83	2,16	2,65	2,28	4,77	6,75	5,91	1,17
Phanerophyte (PH)	12,59	0,003	0,37	0	0,005	0,72	0	0,006	1,25	0,09
Parasite (PA)	0	0,001	0	0	0	0	0,01	0	0	0

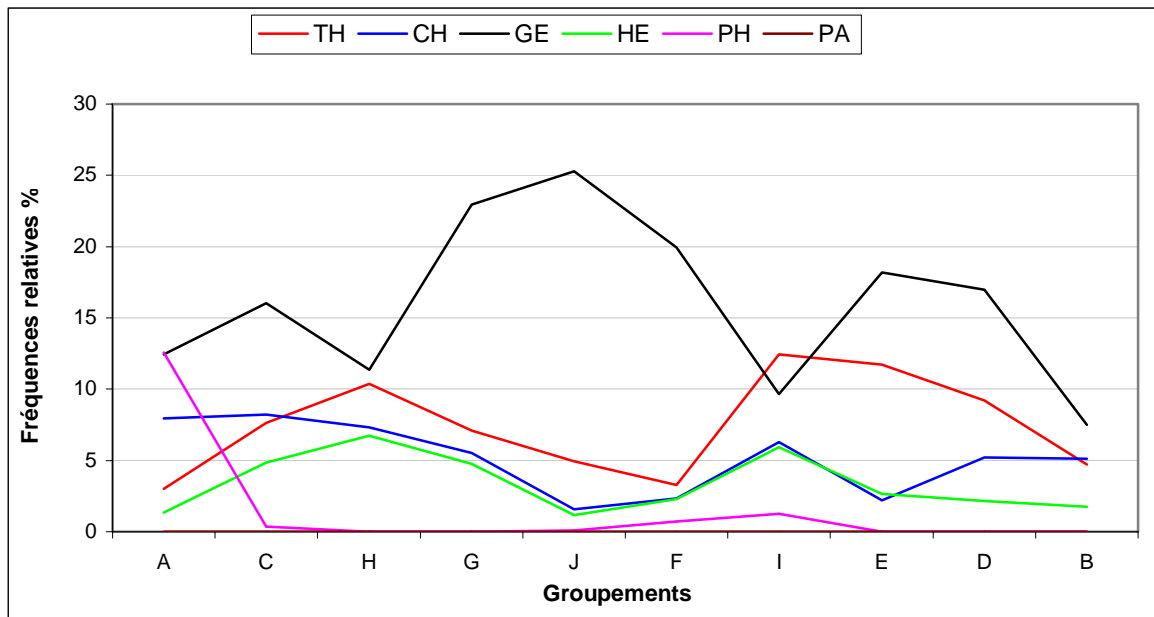


Figure 12 : Spectres biologiques réels des groupements classés selon leur projection sur l'axe 1 exprimant le gradient pluviométrique

Dans ces spectres biologiques réels, l'évolution des différents types biologiques ne semble pas suivre le gradient d'aridité exception faite pour les chamaephytes et les phanérophytes dont les taux diminuent avec la sécheresse (Fig.12).

Par contre en fonction de l'anthropisation comme pour les spectres bruts, le taux des chamaephytes augmentent mais celui des géophytes diminue (Fig.14).

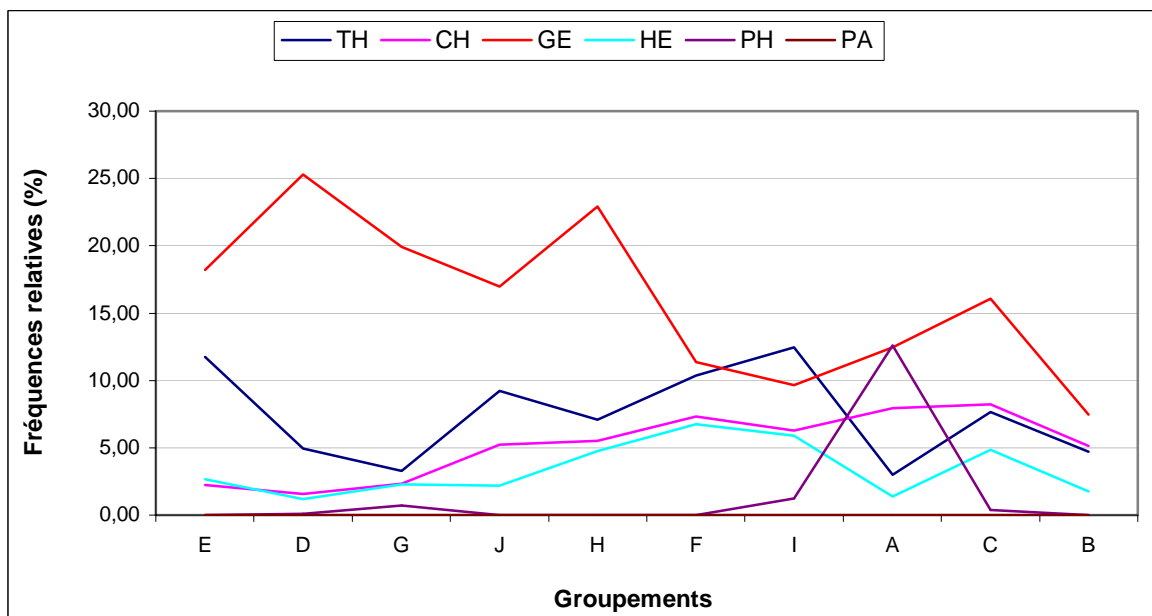


Figure 13 : Spectres biologiques réels des groupements classés selon leur projection sur l'axe 3 exprimant le gradient anthropique.

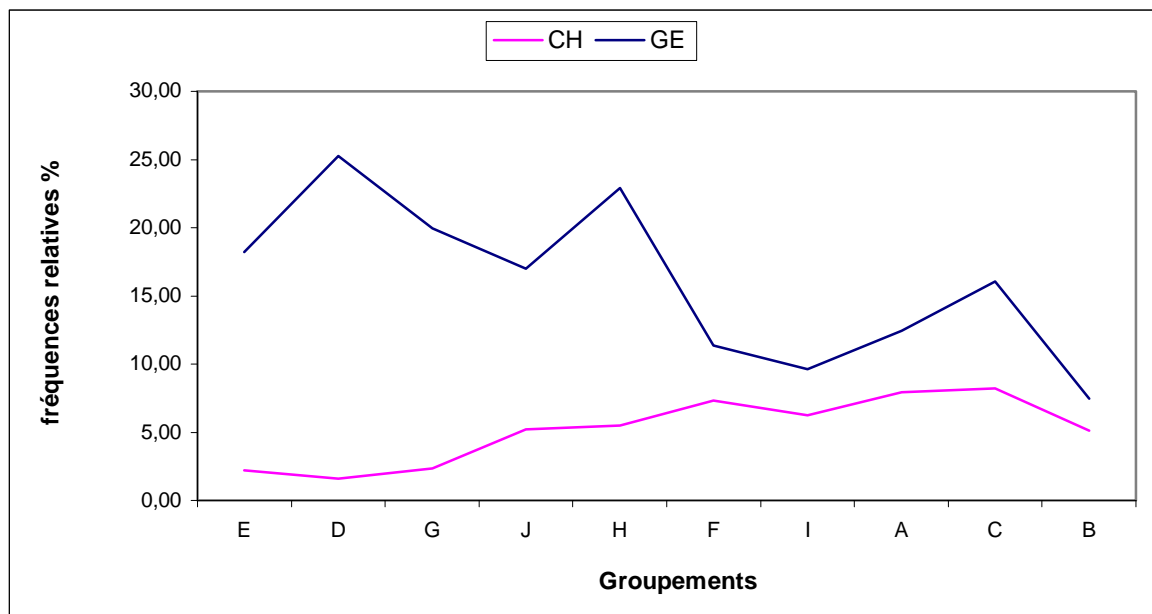


Figure 14 : Evolution des chamaephytes et des geophytes dans les différents groupements classés selon leur projection sur l'axe 3 exprimant le gradient anthropique

3.1.4- Conclusion :

A l'issue de cette analyse des spectres biologiques nous constatons à travers les spectres bruts qui donnent la contribution des types biologiques à la richesse spécifique une prépondérance des thérophytes. Cette therophytisation est d'autant plus importante que l'accentuation de l'aridité du climat. D'un autre côté la chamaephytisation semble être liée à la dégradation d'origine anthropique du milieu. Pour ce qui est des spectres réels qui expriment la participation des types biologiques au tapis végétal les géophytes dominent grâce à l'omniprésence de l'alfa dans tous les groupements. Néanmoins nous notons une diminution du taux tout en allant vers les milieux les plus anthropisés avec cependant une légère augmentation des chamaephytes.

3.2- Spectres phytochoriques

3.2.1- Spectre phytochorique global

La zone d'étude dans le présent travail appartient à l'empire holarctique, à la région méditerranéenne et à l'Afrique septentrionale.

De l'analyse du spectre phytochorique global (Tab 28 et Fig 15), il ressort la prédominance de l'élément méditerranéen avec un taux élevé de 64% soit 314 espèces, suivi de loin de l'élément endémique avec seulement 11% soit 53 espèces. Quant aux autres éléments ils contribuent faiblement à la richesse floristique.

Tableau 28: Spectre phytochorique global (FA : Fréquence absolue ; FR : Fréquence relative)

Types phytochoriques	COS	E	EA	EM	END	IT	MED	MIT	MSA	SA	total
FA	23	6	18	19	53	5	314	5	21	30	494
FR	4,656	1,21	3,64	3,8	11	1	64	1	4,3	6,1	

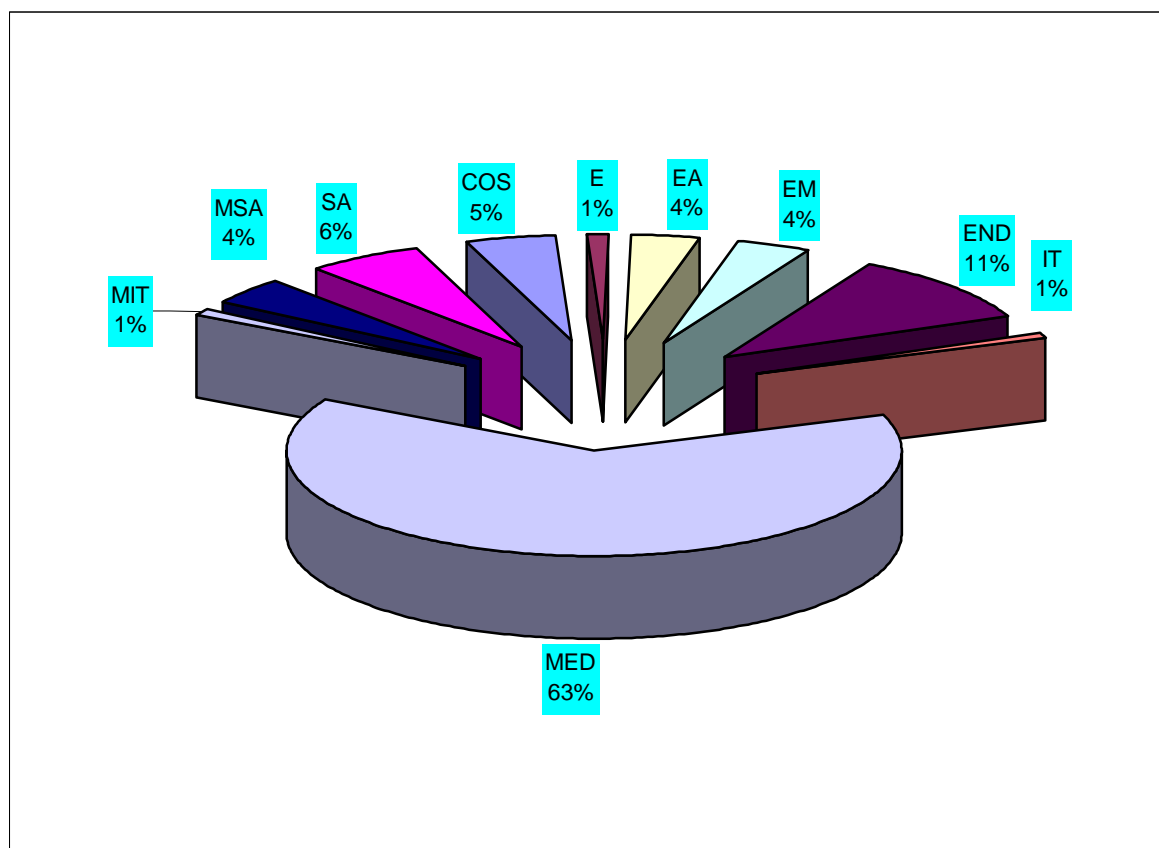


Figure 15 : Spectre phytochorique global (COS : Cosmopolite; E: Européen; EA : Euro-asiatique;; END : Endémique
EM: Euro-méditerranéen IT: Irano-touranien ; MED : Méditerranéen ; SA : Sahara-arabique ; MSA : Méditerranéo-saharo-arabique ; MIT : Méditerranéo-Irano-touranien)

3.2.1.1- Répartition des éléments phytochoriques en fonction des types biologiques

Les définitions des différents types phytochoriques se trouvent exposer dans plusieurs ouvrages et études (OZENDA, 1977 ; DENISOT et SAUVAGE, 1980 ; LE HOUEROU, 1995 ; BOUGHANI, 1995), il n'est donc pas utile de les rappeler dans le cadre de cette étude.

- - L'élément méditerranéen:

Il est représenté par 51% de thérophytes, 23.9% d'hemicryptophytes, 12.1% de chamaephyte, 7.32% de géophytes, 5.41% de phanerophyte et 0.32% de parasite (Tab 29 et Fig 16) .

- L'élément endémique :

L'endémisme est représenté par 34% d'hemicryptophyte, 28.3% de chamaephyte, 26.4% de therophyte et 5.66% de geophyte et de phanerophyte.

Selon LE HOUEROU (1995) «les steppes nord-africaines présentent deux zones principales d'endémisme, orientale et occidentale, un faible endémisme central et un assez fort endémisme global».

Pour notre cas, la flore recensée est riche de 53 espèces endémiques (Tab 30) parmi lesquelles 16 Algéro-marocaines (30.18%), 11 Algéro-tunisiennes (20.75%), 23 nord-africaines (43.39%) et 3 Algériennes (5.66%).

Ainsi nous remarquons que la proportion la plus élevée revient aux espèces nord-africaines suivies des Algéro-marocaines. Quant aux espèces endémiques Algériennes, elles sont peu représentées. Ces résultats montrent l'importance de l'endémisme occidental par rapport à l'endémisme oriental.

Tableau 29: Répartition des éléments phytochoriques en fonction des types biologiques.

(FA : fréquence absolue ; FR : fréquence relative)

		CH	GE	HE	TH	PH	PA
Cosmopolite (COS)	FA	1	0	3	19	0	0
	FR	4,35	0	13	82,6	0	0
Européen (E)	FA	1	1	2	2	0	0
	FR	16,7	16,7	33,3	33,3	0	0
Euro-asiatique (EA)	FA	1	1	8	8	0	0
	FR	5,56	5,56	44,4	44,4	0	0
Euro-méditerranéen(EM)	FA	2	1	1	15	0	0
	FR	10,5	5,26	5,26	78,9	0	0
Endémique (END)	FA	15	3	18	14	3	0
	FR	28,3	5,66	34	26,4	5,66	0
Irano-touranien (IT)	FA	1	0	1	3	0	0
	FR	20	0	20	60	0	0
Méditerranéen(MED)	FA	38	23	75	160	17	1
	FR	12,1	7,32	23,9	51	5,41	0,32
Méditerranéo-Irano-touranien (MIT)	FA	0	0	0	5	0	0
	FR	0	0	0	100	0	0
Méditerranéo-saharo-arabique (MSA)	FA	7	0	1	11	1	1
	FR	33,3	0	4,76	52,4	4,76	4,76
Sahara-arabique (SA)	FA	7	0	7	16	0	0
	FR	23,3	0	23,3	53,3	0	0

- **L'élément saharo-arabique :**

Il compte 30 taxons soit 6.07 du total. Il est représenté par 3 types biologiques , 53,3% de therophyte 23,3% de hemicryptophyte et 23,3% de chamaephyte. Selon QUEZEL et BARBERO (1993 in KADI HANIFI, 1998) ces lignées saharo – arabique progressent vers le nord notamment en Oranie où la limite du Sahara se superpose à l'isoyète 150mm et non plus 100mm.

- **L'élément cosmopolite ou plurirégional**

Cet élément comprend des plantes à large répartition et dont l'aire de distribution s'étale sur au moins trois régions floristiques(OZENDA, 1977). Il est évalué à 4.65% avec 23 taxons dont 19 therophytes(82.6%), 3 hemicryptophytes (13%) et une chamaephyte (4.35%). Cet élément est «un

témoin de l'impact de l'action anthropique dans l'uniformisation et la therophytisation des flores » (KADI HANIFI, 1998

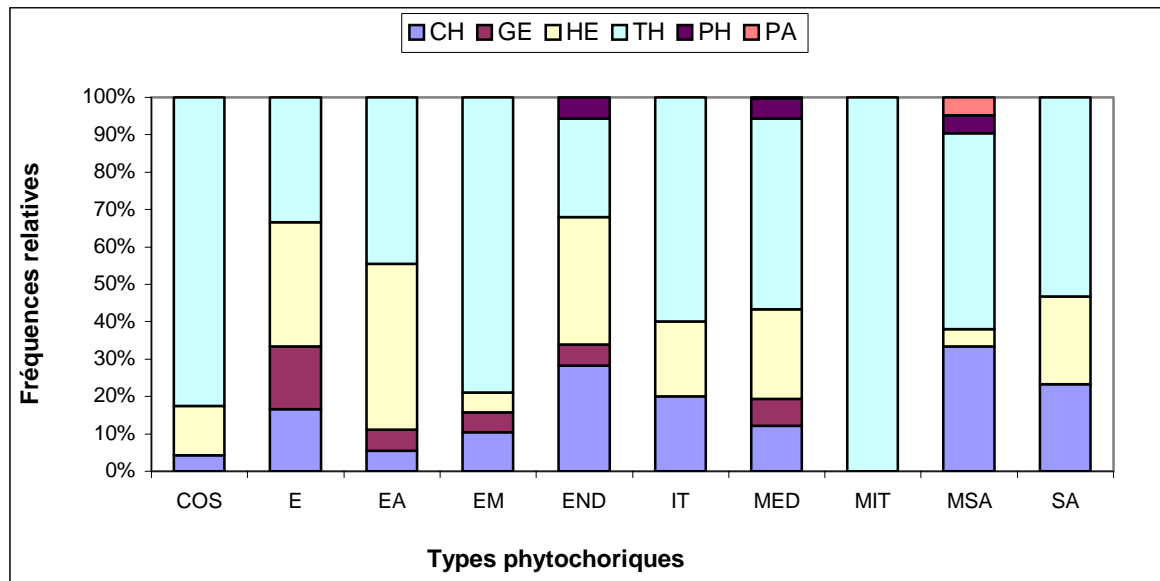


Figure 16 : Répartition des éléments phytocoriches en fonction des types biologiques

- Les éléments euroasiatique et européen :

Ces deux éléments sont peu représentés, ils totalisent 4.85%. Selon QUEZEL (1978 *in* KADI HANIFI, 1998) ces deux éléments qui font partie du bloc eurasiatique sont arrivés en Afrique septentrionale lors des phases pluviales quaternaires.

- L'élément de liaison (connecting species) Méditerranéo-saharo-arabique (MSA) et Euro-méditerranéen (EM) :

Il est formé d'espèces qui ont des aires de répartition s'étalant sur deux régions contiguës (EIG, 1931 *in* AIDOUUD-LOUNIS, 1997). Compte tenu de la difficulté d'établir des spectres phytocoriches avec ces espèces OZENDA (1977) a jugé nécessaire de les rassembler en un groupe dit de « liaison ». Ainsi ce dernier est formé de 4.25% de MSA et 3.85% de EM avec respectivement 11 et 15 therophytes, 7 et 2 chamaephytes, une hemicryptophyte chacun et une geophyte pour les euroméditerranéens, ce qui totalise 40 taxons soit 8.1%.

- L'élément méditerranéo-irano-touranien :

Cet élément est très faiblement représenté (0.01%), il comprend uniquement des espèces therophytiques. Selon EIG (1931 *in* KADI HANIFI, 1998) la présence de plantes communes aux deux régions méditerranéennes et irano-touraniennes est due au fait qu'elles soient mitoyennes depuis les temps géologiques et appartiennent au même type de climat.

- L'élément irano-touranien :

C'est l'élément le plus faiblement représenté de notre dition (1%). Actuellement assez mal représenté en Afrique septentrionale (QUEZEL, 1983, 1995 in KADI HANIFI, 1998), les éléments irano-touraniens ont existé très tôt sur le pourtour méditerranéen à l'occasion de phases climatiques sèches et froides et au moins depuis le miocène, les glaciations plio-pleistocène leur ont été particulièrement favorables (KADI HANIFI, 1998). Ce faible taux a été également signalé par BOUZENOUN (1984) et BOUGHANI (1995) dans les groupements steppiques du sud oranais et du sud algérois ainsi que KADI HANIFI (1998) dans l'étude des nappes alfatières et AIDOU-DLOUNIS (1997) dans son étude du complexe steppe alfa-armoïse-sparte. Cet élément est évalué à 11% par LEHOUEIROU (1995) dans les steppes de l'Afrique du Nord.

Tableau 30 : Liste des espèces endémiques selon QUEZEL et SANTA (1962-1963)

Endémiques Algéro-marocaines	Endémiques Algéro-tunisiennes	Endémiques nord-africaines	Endémiques Algériennes
<i>Alyssum macrocalyx</i> <i>Anarrhinum fruticosum</i> <i>Astragalus gryphus</i> <i>Atractylis phaeolepis</i> <i>Bupleurum atlanticum</i> <i>Bupleurum montanum</i> <i>Carduncellus rhapsodicus</i> <i>Carthamus pectinatus</i> <i>Catananche caespitosa</i> <i>Clypeola cyclodonta</i> <i>Ferula cossoniana</i> <i>Fumana calycina</i> <i>Genista erioclada</i> <i>Polycnemum fontanesii</i> <i>Saccocalyx saturoide</i> <i>Valerianella pomelii</i>	<i>Astragalus armatus</i> <i>Broteroa amethystina</i> <i>Carduncellus plumosus</i> <i>Centaurea acaulis</i> <i>Centaurea parviflora</i> <i>Galium petraeum</i> <i>Hertia cheirifolia</i> <i>Linaria dissita</i> <i>Picris duriae</i> <i>Seseli varium.atla</i> <i>Silene reticulata</i>	<i>Alyssum scutigerum</i> <i>Ammochloa pungens</i> <i>Artemisia atlantica</i> <i>Bunium fontanesii</i> <i>Bupleurum oligactis</i> <i>Centaurea dimorpha</i> <i>Ebenus pinnata</i> <i>Enarthrocarpus clavatus</i> <i>Genista ferox</i> <i>Genista microcephal</i> <i>Hedysarum pallidum</i> <i>Helianthemum apertum</i> <i>Helianthemum helianthemo</i> <i>Herniaria mauritanica</i> <i>Linum tenue.tenue</i> <i>Muricaria prostrata</i> <i>Nardurus cynosuroide</i> <i>Ormenis africana</i> <i>Pituranthos chloranthus</i> <i>Rhaphonticum acaule</i> <i>Teucrium ramosissimu</i> <i>Thymus algeriensis</i> <i>Thymus ciliatus</i>	<i>Ammoides atlantica</i> <i>Chrysanthemum macrotum</i> <i>eu-macrotrum</i> <i>Euphorbia calyprata</i>

3.2.2- Caractérisation phytochoriques des différents groupements

3.2.2.1- Spectres phytochoriques bruts

L'analyse des spectres phytochoriques bruts des différents groupements distingués montre la prédominance des espèces méditerranéennes (Tab 31 ; Fig 17 et 18). Leur taux varie entre 72.3% dans le groupement J correspondant à la steppe à alfa pure et 58.8% dans le groupement B correspondant à la steppe à alfa et remt (*Arthrophytum scoparium*), formation la plus dégradée. C'est la caractéristique

des steppes nord africaines qui font indiscutablement partie de la région méditerranéenne. (LE HOUEROU, 1995)

Les endémiques viennent en deuxième position dans tous les groupements exception faite dans le groupement B où ils occupent la quatrième place. Les proportions en endémiques ne varient pas beaucoup, le taux est maximal dans le groupement G à *Stipa tenacissima* et *Atractylis humilis* avec 13.6% et minimal dans le groupe B avec 7.34%.

Les saharo-arabiques caractérisent le groupement B qui occupe la deuxième position après les méditerranéennes. Il se trouve dans les conditions les plus arides de tous les groupements. En effet LE HOUEROU (1995) a montré que l'élément écologique saharo-arabique augmente avec l'aridité tandis que celui des espèces méditerranéennes décroît dans les mêmes proportions.

Tableau 31: Spectres phytochoriques bruts des groupements

		COS	E	EA	EM	END	IT	MED	MIT	MSA	SA	TOTAL
Groupement A	FA	7	3	5	7	13	1	105	3	7	4	155
	FR	4,52	1,94	3,23	4,52	8,39	0,65	67,7	1,94	4,52	2,58	100
Groupement B	FA	8	2	2	5	13	1	104	2	17	23	177
	FR	4,52	1,13	1,13	2,82	7,34	0,56	58,8	1,13	9,6	13	100
Groupement C	FA	6	4	12	10	25	2	176	3	5	3	246
	FR	2,44	1,63	4,88	4,07	10,2	0,81	71,5	1,22	2,03	1,22	100
Groupement D	FA	6	1	6	3	11	3	71	2	9	7	119
	FR	5,04	0,84	5,04	2,52	9,24	2,52	59,7	1,68	7,56	5,88	100
Groupement E	FA	4	3	6	5	13	3	118	3	9	8	172
	FR	2,33	1,74	3,49	2,91	7,56	1,74	68,6	1,74	5,23	4,65	100
Groupement F	FA	9	2	5	3	10	1	92	2	7	3	134
	FR	6,72	1,49	3,73	2,24	7,46	0,75	68,7	1,49	5,22	2,24	100
Groupement G	FA	3	2	4	4	15	2	71	1	6	2	110
	FR	2,73	1,82	3,64	3,64	13,6	1,82	64,5	0,91	5,45	1,82	100
Groupement H	FA	3	0	5	2	11	1	74	2	4	5	107
	FR	2,8	0	4,67	1,87	10,3	0,93	69,2	1,87	3,74	4,67	100
Groupement I	FA	4	3	5	6	12	2	113	2	6	6	159
	FR	2,52	1,89	3,14	3,77	7,55	1,26	71,1	1,26	3,77	3,77	100
Groupement J	FA	5	1	4	2	9	1	81	2	5	2	112
	FR	4,46	0,89	3,57	1,79	8,04	0,89	72,3	1,79	4,46	1,79	100

En fonction du gradient pluviométrique nous constatons que les éléments méditerranéens et ceux endémiques diminuent légèrement avec l'aridité alors que les saharo-arabiques et les méditerranéo-saharo-arabiques augmentent d'une manière significative (Fig.20).

Le facteur anthropique ne semble pas influencer l'évolution des éléments phytochoriques dans les groupements exception faite pour les irano-touraniens qui voient leur taux diminuer avec l'anthropisation (Fig.19) et ce malgré leur faible recouvrement.

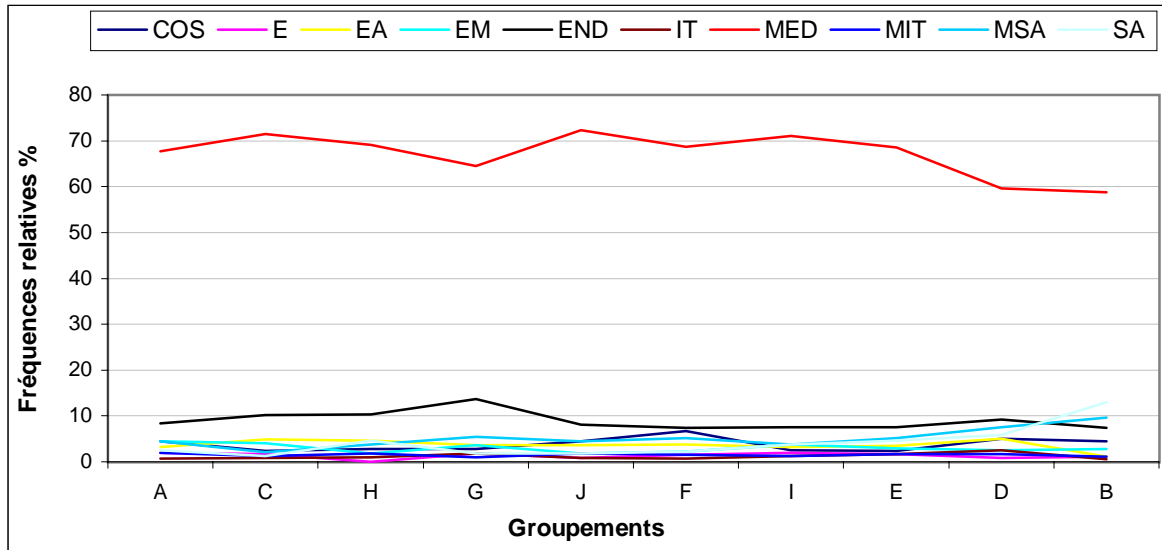


Figure 17 : Spectres phytochoriques bruts des groupements classés selon leur projection sur l'axe 1 exprimant le gradient pluviométrique.

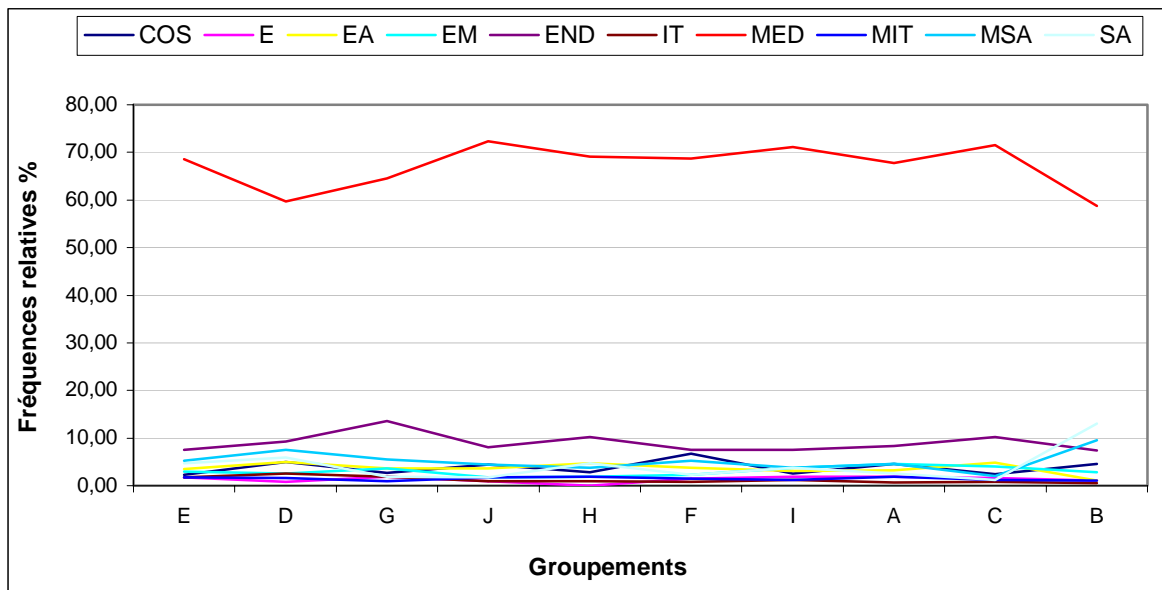


Figure 18 : Spectres phytochoriques bruts des groupements classés selon leur projection sur l'axe 3 exprimant le gradient anthropique

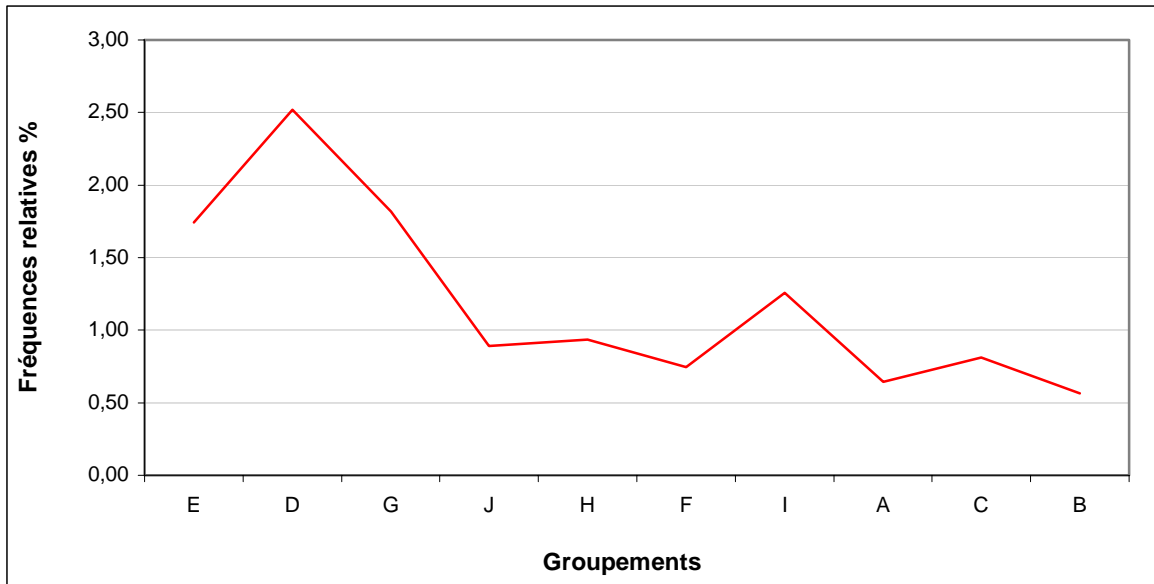


Figure 19 : Evolution de l'élément irano-touranien dans les différents groupements classés selon leur projection sur l'axe 3 exprimant le gradient anthropique.

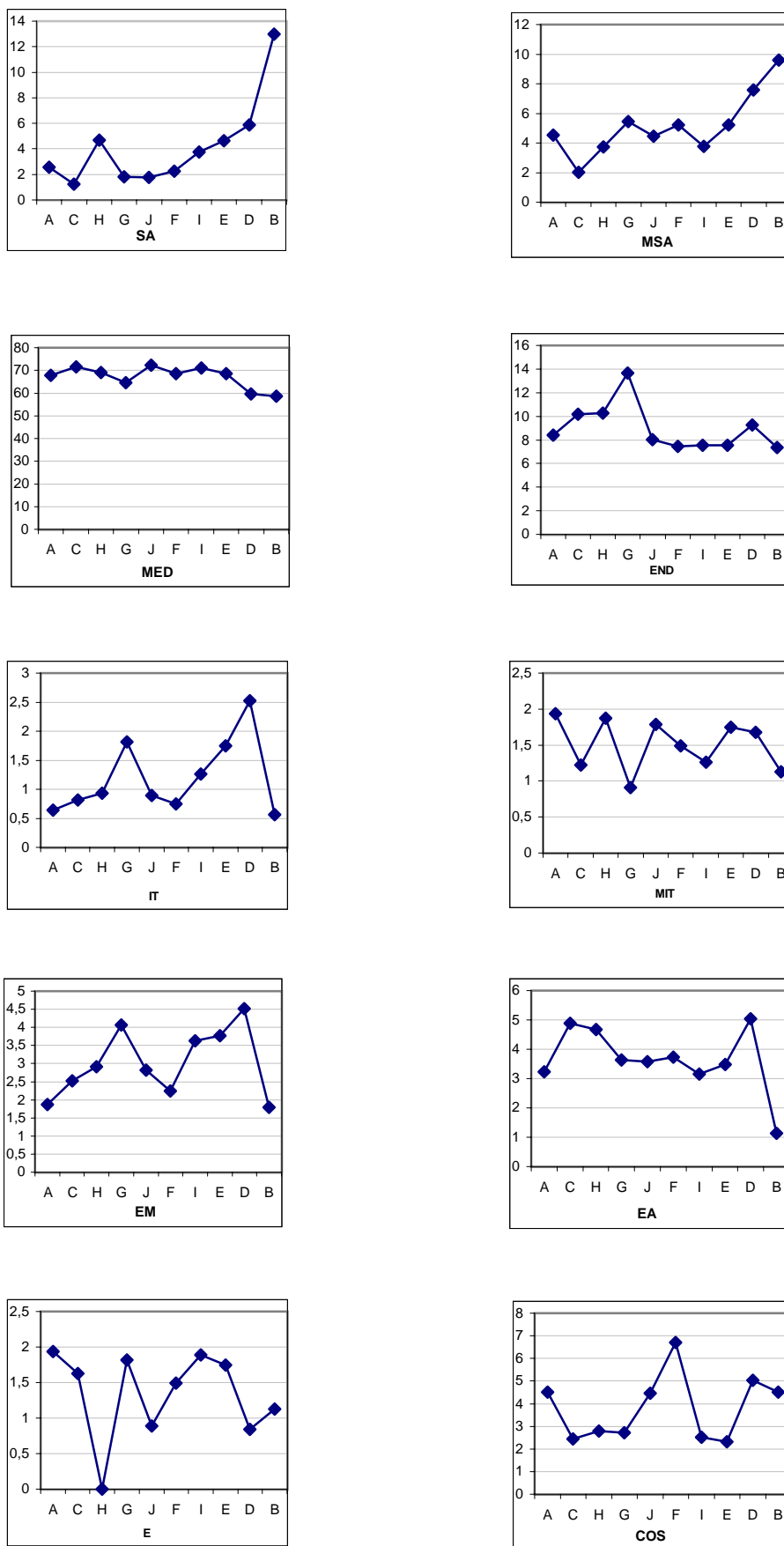


Figure 20 : Taux des différents éléments phytocoriches dans les groupements classés selon leur projection sur l'axe 1 exprimant le gradient pluviométrique (Européen (E) ;Euro-asiatique (EA) ; Euro-méditerranéen(EM) ; Endémique (END) ; Irano- touranien (IT) ; Méditerranéen (MED) ; Méditerranéo-Irano-touranien (MIT) ; Méditerranéo-saharo-arabique (MSA) ; Sahara-arabique (SA)).

3.2.2.2- Spectres phytochoriques réels :

L'analyse des spectres phytochoriques réels montre que l'écart entre l'élément méditerranéen et les autres types phytochoriques est encore plus marqué. Les espèces méditerranéennes dominent avec un maximum de recouvrement dans le groupement E (37,48%) correspondant à la steppe *Stipa tenacissima* et *Launea acanthoclada* et un minimum dans le groupement B qui correspond à la steppe *Stipa tenacissima* et *Arthrophytum scoparium* (Tab. 32 ; Fig.21 et 22).

Pour le reste des types phytochoriques nous pouvons faire les remarques suivantes

- les endémiques dominent relativement dans les groupements C, G et A.
- les espèces européennes sont relativement bien représentées (4,113%) dans le groupement A constitué de relevés dans les steppes arborées à *Stipa tenacissima* et *Juniperus phoenicea*.
- Comme pour les spectres bruts, les saharo-arabiques caractérisent le groupement B.
- les irano-touraniennes et les méditerranéo-irano-touraniennes contribuent très faiblement au tapis végétal.

Tableau 32: Spectre phytochorique réel des différents groupements

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
MED	30,3	15,36	32,44	28,06	37,48	25,66	34,52	33,48	32,43	31,06
COS	0,257	0,096	0,094	0,835	1,036	0,11	0,072	0,026	0,42	0,021
E	4,113	0,003	0,175	0,002	0,041	0,012	0,051	0	0,014	0,101
EA	0,696	0,005	0,619	0,259	1,923	1,752	1,235	0,408	1,095	0,025
EM	0,045	0,088	0,868	0,823	0,067	0,024	0,597	0,693	0,021	0,105
END	1,857	0,757	2,545	0,608	0,702	0,471	2,47	0,764	1,337	0,714
IT	0,004	0,003	0,082	1,901	0,056	0,016	0,607	0,013	0,021	0,202
MIT	0,019	0,241	0,176	0,009	0,097	0,016	0,021	0,026	0,036	0,009
MSA	0,037	1,862	0,013	0,933	0,185	0,454	0,7	0,065	0,128	0,835
SA	0,022	0,661	0,086	0,147	0,067	0,016	0,041	0,356	0,036	0,012

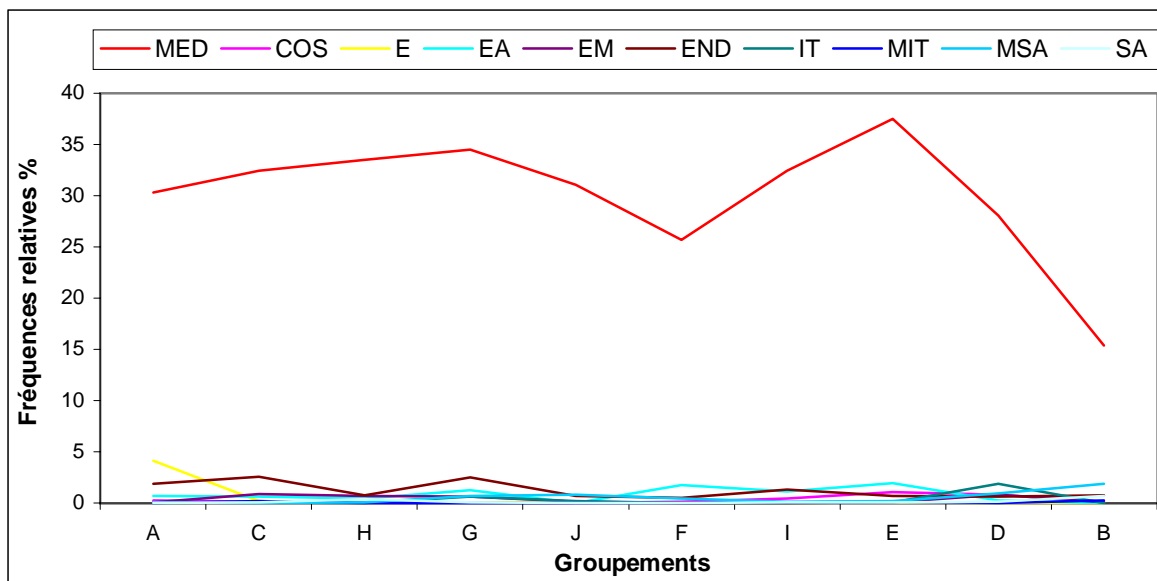


Figure 21 : Spectres phytochoriques réels des groupements classés selon leur projection sur l'axe 1 exprimant le gradient pluviométrique

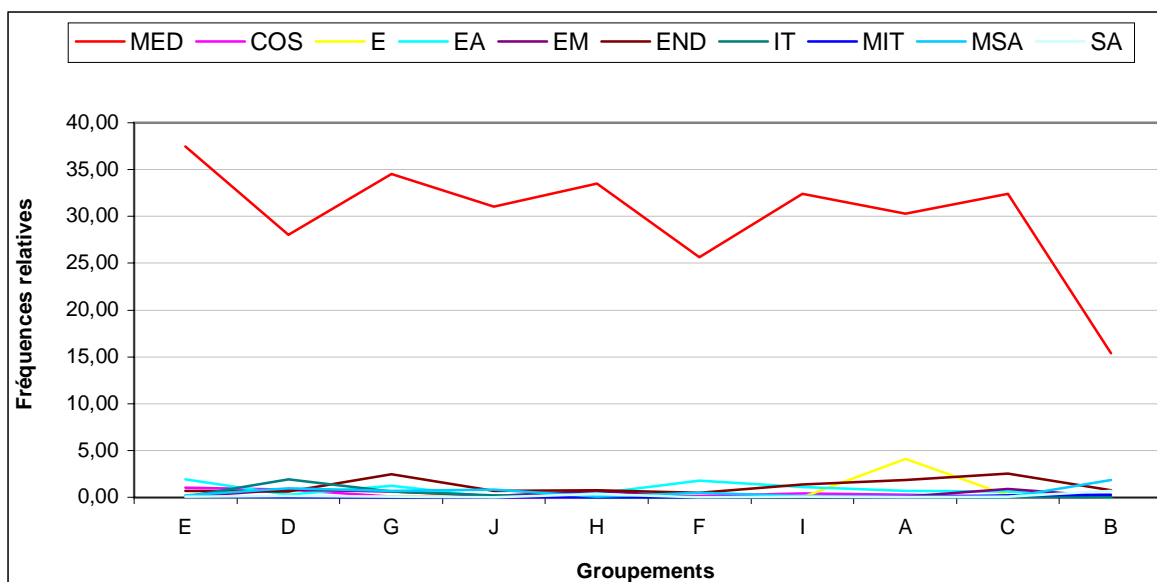


Figure 22 : Spectres phytochoriques réels des groupements classés selon leur projection sur l'axe 3 exprimant le gradient anthropique

Nous remarquons une légère décroissance des méditerranéennes des milieux relativement les moins anthropisés vers les milieux les plus anthropisés (Fig. 22). Par ailleurs le facteur pluviométrique ne semble pas influencer l'évolution du taux des éléments phytochoriques dans les différents groupements.

3.2.3.-Conclusion

La diversité phytochorique exprimée par les spectres bruts et réels, montre la prédominance de l'élément méditerranéen sur l'ensemble des éléments phytochoriques. La seconde place revient aux endémiques notamment par le nombre (spectres bruts). Le classement des groupements selon le gradient pluviométrique montre par le biais des spectres bruts une diminution des méditerranéennes et

des endémiques et l'augmentation des saharo-arabique et méditerranéo-saharo-arabiques avec l'aridité. La contribution des méditerranéennes au tapis végétal (spectres réels) est en corrélation avec le facteur anthropique puisqu'on assiste à leur décroissance tout en allant vers les milieux les plus anthropisés.

4- Composition systématique

Pour l'étude de la composition de la flore, les taxons sont rattachés à un groupe systématique qui est ici la famille

4.1- Composition par famille

La flore du présent travail est riche de 496 espèces réparties parmi 46 familles et 256 genres. Les familles les plus représentées sont les Asteracées (19,5%), les Poacées (10,4%), les brassicacées (10,2%), les Fabacées (10,2%), les Caryophylacées (7,25%), les Apiacées (4,63%), les Lamiacées (4,23%), les Cistacées (4,03%), les Boraginacées (3,22%), les Liliacées (2,82%) et les Papaveracées (2,01%). Elles totalisent 194 genres soit 75.78% et 391 espèces soit 78.83%.

Cependant les quatre familles prédominantes avec un nombre dépassant 40 espèces sont par ordre croissant les Asteracées, les Poacées, les Brassicacées et les Fabacées et totalisent 50.60% soit un peu plus de la moitié des taxons enregistrés. C'est le résultat auquel **AIDOUD-LOUNIS (1997)** est arrivée. La famille des Asteracées semble être la famille qui domine les steppes aussi bien algérienne que nord africaine (**LE HOUEROU, 1995 ; AIDOUD LOUNIS, 1997 ; DAHMANI, 1997 ; AMGHAR,2002**). Quant aux trois autres familles elles ressortent dans un ordre différent.

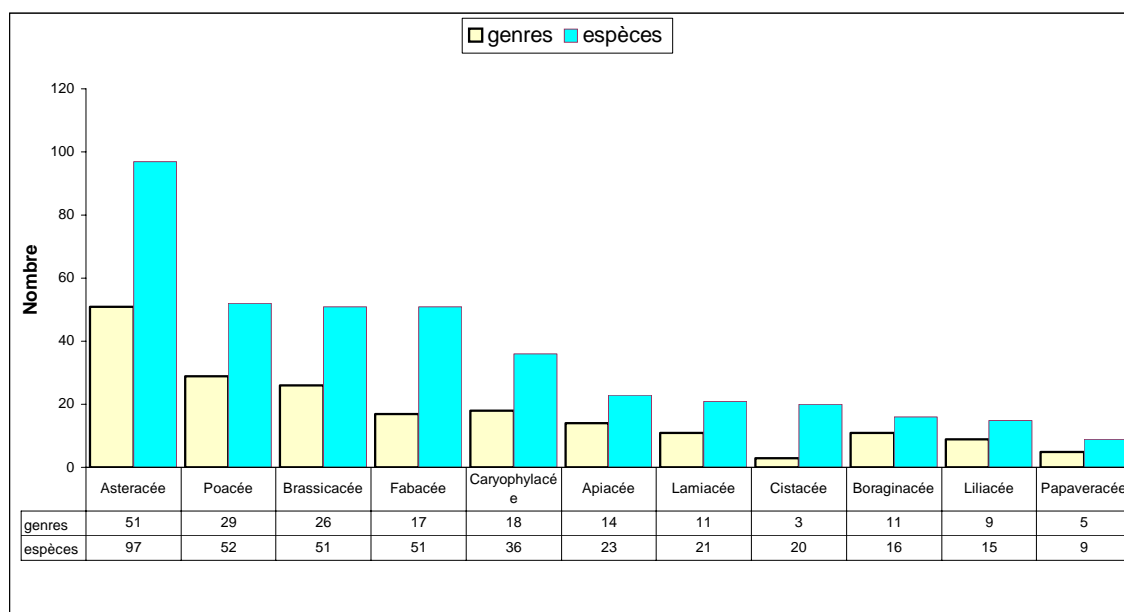


Figure 23 : Caractérisation générique et spécifique des principales familles

Parmi ces quatre familles, la prédominance des Asteracées est nette aussi bien sur le plan générique que spécifique. Elle enregistre une proportion d'espèce équivalente à 19.5% contre 11,3% pour les

Poacées, 10,1% pour les Brassicacées et 6,64% pour les Fabacées. En effet les Asteracées, les Poacées et les Fabacées sont prédominantes dans les régions sahariennes et steppiques puisqu'elles représentent à elles trois 35 à 40% de la flore dans chaque secteur saharien (OZENDA, 1977), 39% (LE HOUEROU, 1995) et 39.1% (AIDOU-LOUNIS, 1997) de la flore steppique. Selon GOOD (1974 in AIDOU LOUNIS, 1997) ces trois familles sont de répartition presque cosmopolite ou subcosmopolite. Par contre l'importance des autres familles dans les différentes flores locales serait fonction des conditions climatiques globales.

Les brassicacées qui occupent la troisième place dans notre dition sont des espèces herbacées de type tempéré (SHMIDA,1985 in AIDOU-LOUNIS,1997). Très répandu dans l'empire holarctique, elles déploient des avancées vers le Sahara. D'après SHMIDA (Ibid in AIDOU LOUNIS 1997), cette famille n'apparaît pas parmi les 16 familles les plus importantes des zones arides.

Tableau 33: Nombre (FA) de taxons relevés pour chaque famille et proportion en % (FR) par rapport au nombre total de taxons décomptés dans l'ensemble des familles.

Familles	genres		espèces		Familles	genres		espèces	
	FR	FA	FR	FA		FR	FA	FR	FA
Asteracée	19,9	51	19,5	97	Plantaginacée	0,3	1	0,6	3
Poacée	11,3	29	10,4	52	Thymelaeacée	0,7	2	0,6	3
Brassicacée	10,1	26	10,2	51	Malvacée	0,7	2	0,6	3
Fabacée	6,64	17	10,2	51	Polygonacée	0,3	1	0,4	2
Caryophyllacée	7,03	18	7,25	36	Polygalacée	0,3	1	0,4	2
Apiacée	5,46	14	4,63	23	Rosacée	0,7	2	0,4	2
Lamiacée	4,29	11	4,23	21	Butonacée	0,3	1	0,4	2
Cistacée	1,17	3	4,03	20	Crassulacée	0,3	1	0,2	1
Boraginacée	4,29	11	3,22	16	Rhamnacée	0,3	1	0,2	1
Liliacée	3,51	9	2,82	14	Abietacée	0,3	1	0,2	1
Papaveracée	1,95	5	2,01	10	Aizoacée	0,3	1	0,2	1
Rubiacee	1,56	4	1,81	9	Alcinoidée	0,3	1	0,2	1
Chenopodiacee	2,34	6	1,41	7	Anacardiacee	0,3	1	0,2	1
Rannunculacee	1,56	4	1,41	7	Caparidacee	0,3	1	0,2	1
Gerniacee	0,39	1	1,41	7	Convolvulacee	0,3	1	0,2	1
Primulacee	1,95	5	1,41	7	Cupressacee	0,3	1	0,2	1
Valerianacee	1,17	3	1,41	7	Cynarée	0,3	1	0,2	1
Scrophylariacee	1,56	4	1,41	7	Ephedracee	0,3	1	0,2	1
Euphorbiacee	0,39	1	1,21	6	Globulariacee	0,3	1	0,2	1
Linacee	0,39	1	1,00	5	Oleacee	0,3	1	0,2	1
Iridacee	1,17	3	0,80	4	Rutacee	0,3	1	0,2	1
Zygophylacee	1,17	3	0,60	3	Santalacee	0,3	1	0,2	1
Dipsacacee	0,39	1	0,60	3	Violacee	0,3	1	0,2	1
					Total		256		496

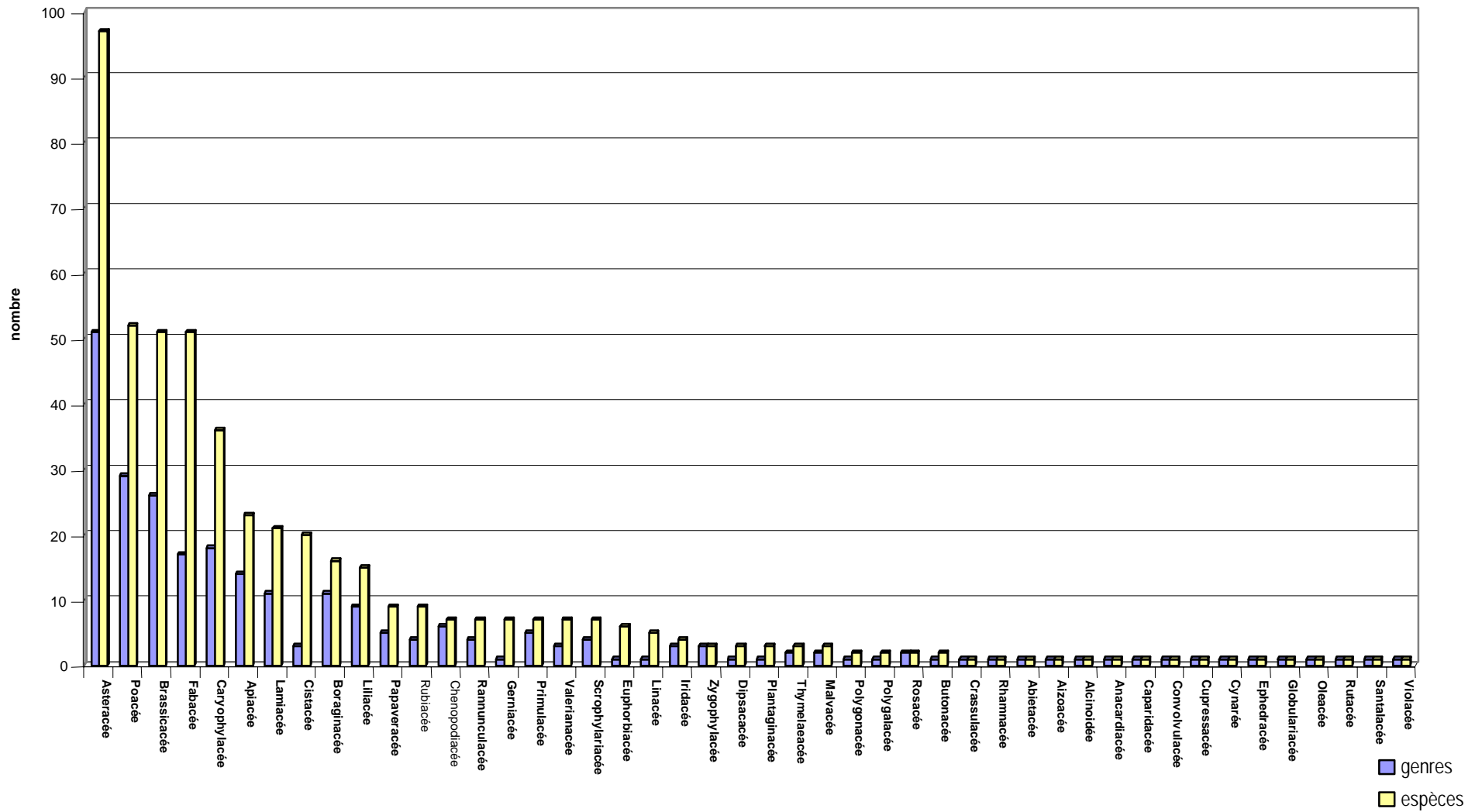


Figure 24 : Classification des familles en fonction du nombre de taxons

4.2- Caractérisation phytochorique des principales familles

La prédominance de l'élément méditerranéen ressort dans la plupart des familles (Fig. 25). Parmi les sept principales familles, ce sont les Fabacées qui possèdent le taux le plus élevé (72.5%) en méditerranéennes, la plus faible proportion revient au Brassicacées avec 56,9% (Tab.34).

Les endémiques sont présentes dans presque toutes les familles, le taux le plus élevés (21.05%) se trouve chez les Lamiacées considérées en effet comme étant la plus riche en endémiques en Afrique du Nord avec 56.7% (LE HOUEROU, 1995). Le taux le plus faible se trouve chez les Poacées (3,846%). Les cosmopolites apparaissent surtout chez ces dernières avec 11.54%, les Fabacées en sont dépourvues. Les rares méditerranéo-irano-touraniennes n'apparaissent que chez les Brassicacées.

Les méditerranéo-saharo-arabiques absentes dans la famille des Apiacées sont relativement abondantes dans la famille des Caryophyllacées (8.33%). Quant aux saharo-arabiques, elles apparaissent surtout chez les Asteracées et les Poacées, mais absentes chez les Apiacées et les Lamiacées. L'élément européen semble être présent que dans trois familles, les Lamiacées (5.263%), les Brassicacées (3.922%) et les Asteracées (1.031%) (Tab.17).

Tableau 34: Composition phytochorique des principales familles

Famille		COS	E	EA	EM	END	MED	MSA	SA	IT	MIT
Asteracée	FA	4	1	1	5	18	56	3	9	0	0
	FR	4,12	1,03	1,03	5,15	18,6	57,7	3,09	9,28	0	0
Poacée	FA	6	0	5	1	2	33	0	4	1	0
	FR	11,5	0	9,62	1,92	3,85	63,5	0	7,69	1,92	0
Brassicacée	FA	4	2	2	2	5	29	1	3	1	2
	FR	7,84	3,92	3,92	3,92	9,8	56,9	1,96	5,88	1,96	3,92
Fabacée	FA	0	0	0	2	7	37	2	3	0	0
	FR	0	0	0	3,92	13,7	72,5	3,92	5,88	0	0
Caryophyllacée	FA	2	0	2	1	3	22	3	2	1	0
	FR	5,56	0	5,56	2,78	8,33	61,1	8,33	5,56	2,78	0
Apiacée	FA	2	0	1	2	4	14	0	0	0	0
	FR	8,7	0	4,35	8,7	17,4	60,9	0	0	0	0
Lamiacée	FA	1	1	0	1	4	12	0	0	0	0
	FR	5,26	5,26		5,26	21,1	63,2	0	0	0	0
Cistacée	FA	0	0	0	0	3	15	1	0	0	0
	FR	0	0	0	0	15,8	78,9	5,26	0	0	0
Boraginacée	FA	0	0	0	0	0	9	3	2	0	0
	FR	0	0	0	0	0	64,3	21,4	14,3	0	0
Liliacée	FA	0	0	0	1	0	14	0	0	0	0
	FR	0	0	0	6,67	0	93,3	0	0	0	0
Papaveracée	FA	1	0	0	0	0	5	1	0	0	2
	FR	11,1	0	0	0	0	55,6	11,1	0	0	22,2

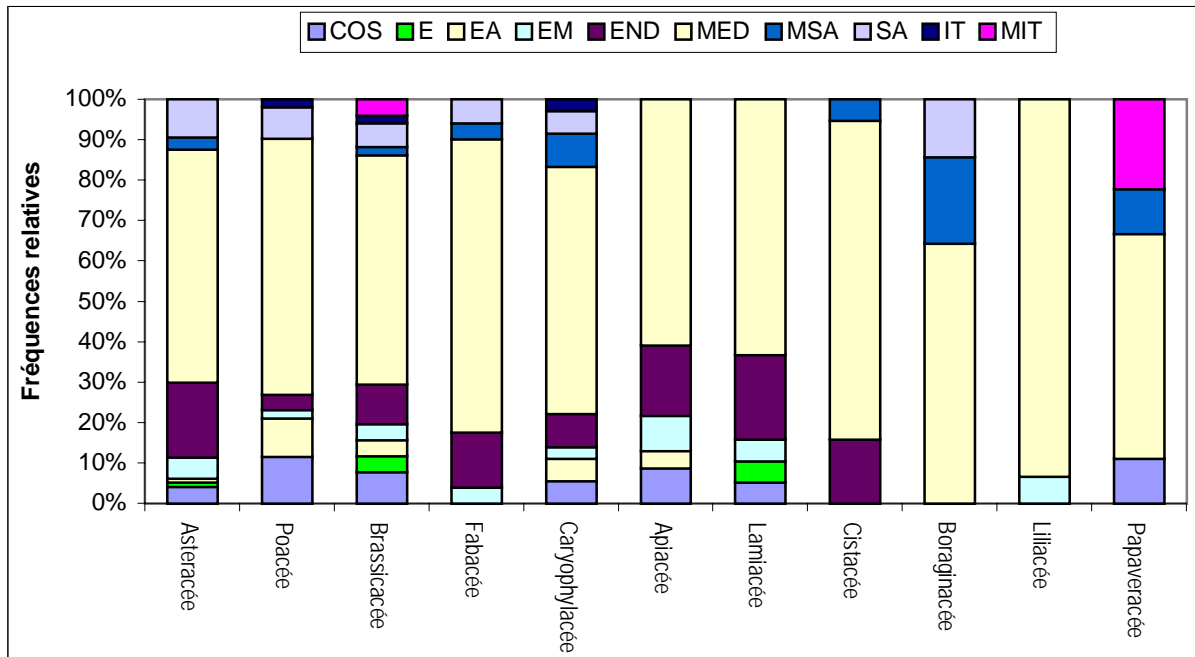


Figure 25 : Composition phytochimique des principales familles

4.3- La rareté (l'abondance)

L'indice de rareté affecté à chaque espèce est celui indiqué par la flore de QUEZEL et SANTA (1962-1963). Globalement 30% des taxons recensés dans le cadre de ce travail est classé rare au sens large du terme. Parmi ces taxons 46 sont classés assez rares (AR), 73 rares (R), 24 très rares (RR) et 2 rarissimes (RRR). Un taux de rareté rien que pour les sept principales familles atteint 18%. Pour ce qui est des autres taxons nous avons dénombré 124 espèces classées communes (C), 117 assez communes (AC), 97 très communes (CC), 11 particulièrement répandues (CCC) (Fig. 26).

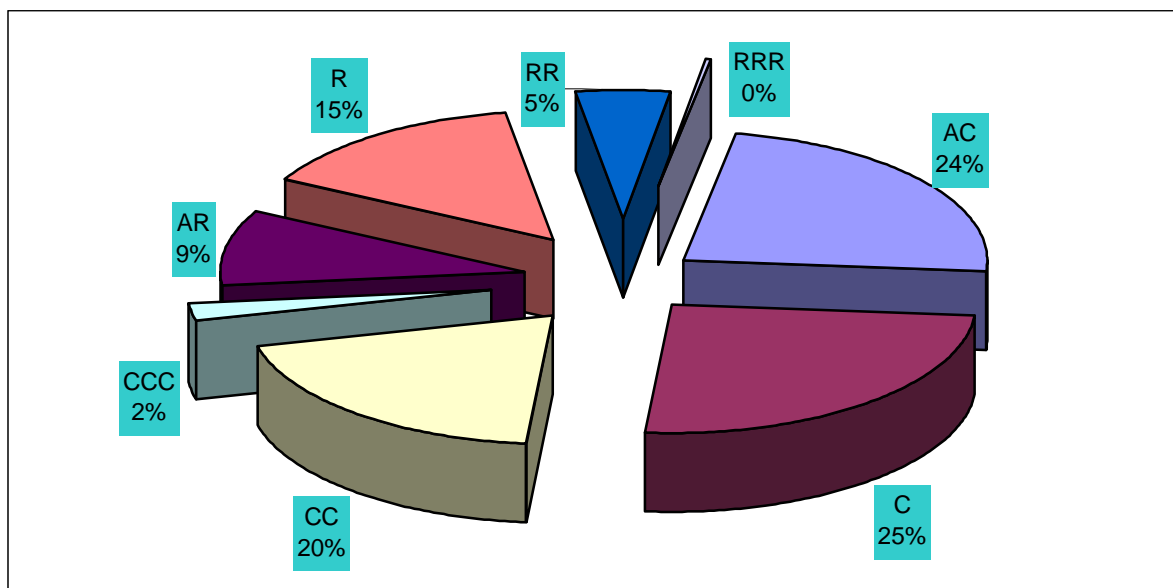


Figure 26 : Proportion des classes de rareté

Parmi les sept principales familles (Fig.27 et Tab.35), la rareté touche surtout les Asteracées qui comptent 23 taxons (8 espèces assez rares, 13 rares, 6 très rares et 2 rarissimes), suivie des Brassicacées et des Fabacées avec chacune 19 taxons.

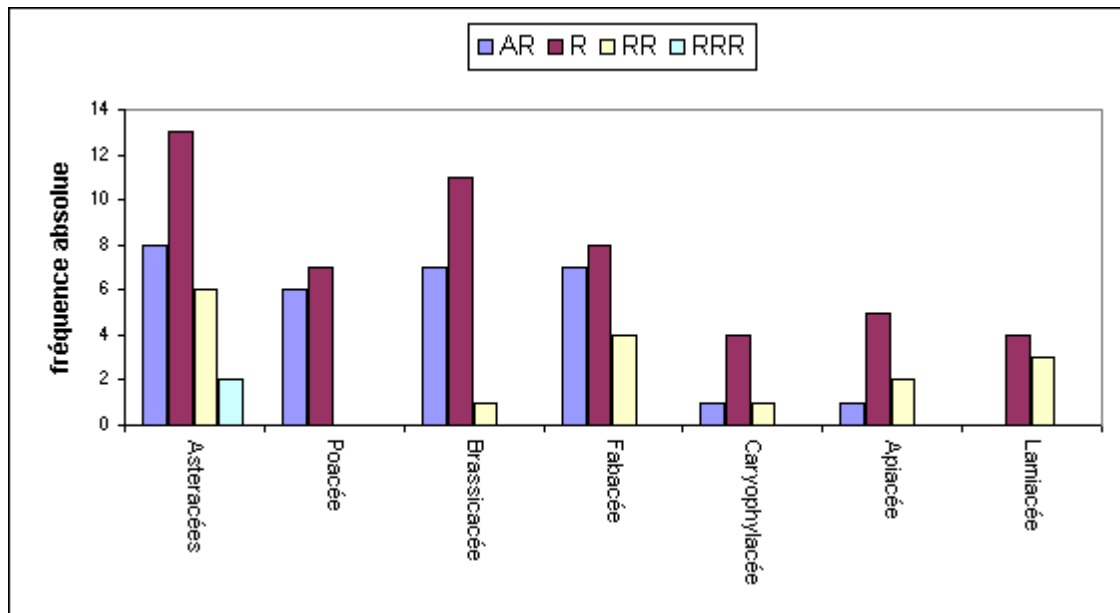


Figure 27 : Classe de rareté dans les principales familles

Tableau 35: Répartition des espèces par famille selon les classes de rareté

Familles	Nbre de taxons	Assez rare (AR)	rare (R)	très rare (RR)	rarissime (RRR)
Asteracées	97	<i>Anthemis pedunculata</i> <i>Bupleurum atlanticum</i> <i>Bupleurum montanum</i> <i>Carduncellus plumosus</i> <i>Carthamus lanatus</i> <i>Carthamus pectinatus</i> <i>Catananche caespitosa</i> <i>Centaurea parviflora</i>	<i>Artemisia atlantica</i> <i>Bunium fontanesii</i> <i>Carduncellus pinnatus</i> <i>Catananche coerulea</i> <i>Centaurea granatensis</i> <i>Evax argentea</i> <i>Launaea resedifolia</i> <i>Leontodon hispidulus</i> <i>Leontodon hispidulus.</i> <i>Matricaria aurea</i> <i>Picris coronopifolia</i> <i>Reichardia tingitana</i> <i>Tragopogon porrifolius</i>	<i>Achillea ligustica</i> <i>Atractylis phaeolipis</i> <i>Centaurea incana</i> <i>Centaurea incana amourensis</i> <i>Onopordon acaule</i> <i>Phagnolon rupestre</i>	<i>Carduncellus rhapsodicoides</i> <i>Crupina vulgaris</i>
Poacée	52	<i>Aegilops ventricosa</i> <i>Ammochloa palestina</i> <i>Aristida obtusa</i> <i>Bromus madritensis</i> <i>Nardurus maritimus</i> <i>Stipa parviflora</i>	<i>Agropyrum buonapartis</i> <i>Avena filifolia</i> <i>Avena pilosa</i> <i>Festucacaerulescens</i> <i>Scleropoa rigida</i> <i>Trisetaria flavescens</i> <i>Vulpia sicula</i>		
Brassicacée	51	<i>Alyssum alpestre</i> <i>Alyssum linifolium</i> <i>Arabis verna</i> <i>Hutchinsia petraea</i> <i>Maresia nana</i> <i>Pseudorucaria teretifolia</i> <i>Reseda decursiva</i>	<i>Alyssum parviflorum</i> <i>Alyssum scutigerum</i> <i>Arabis auriculata</i> <i>Diploaxis acris</i> <i>Diploaxis muralis</i> <i>Diploaxis virgata</i> <i>Erysimum bocconeii</i> <i>Notoceras bicornis</i> <i>Rapistrum rugosum</i> <i>Rapistrum rugosum.rugosum</i> <i>Reseda phyteuma</i>	<i>Diploaxis erucooides</i>	
Fabacée	51	<i>Astragalus scorpioides</i> <i>Astragalus sinaicus</i> <i>Genista cinerea</i> <i>Genista erioclada</i> <i>Ononis ornithopodioides</i> <i>Vicia lathyroides</i> <i>Vicia sativa</i>	<i>Anthyllis vulneraria</i> <i>Astragalus</i> <i>Monspessulanus</i> <i>Genista microcephala</i> <i>Hedysarum spinosissimum</i> <i>Lotus pusilus</i> <i>Medicago truncatula</i> <i>Ononis natrix</i> <i>Trigonella polycerata</i>	<i>Astragalus gryphus</i> <i>Astragalus mareoticus</i> <i>Genista ferox</i> <i>Ononis alopecurooides</i>	
Caryophyllacée	36	<i>Silene apetala</i>	<i>Arenaria serpyllifolia</i> <i>Dianthus caryophyllus</i> <i>Silene reticulata</i> <i>Silene tridentata</i>	<i>Cerastium pentandrum</i>	
Apiacée	23	<i>Eryngium campestre</i>	<i>Ferula lutea</i> <i>Ferula tingitana</i> <i>Hircomarathrum libanotis</i> <i>Pituranthos chloranthus</i> <i>Seseli varium atlanticum</i>	<i>Ferula cossoniana</i> <i>Scandix australis</i>	
Lamiacée	21		<i>Rosmarinus tournifortii</i> <i>Salvia sicarea</i> <i>Salvia verbenaca</i> <i>Thymus algeriensis</i>	<i>Ajuga iva</i> <i>Saccocalyx saturooides</i> <i>Teucrium ramosissimum</i>	

Sur les 146 espèces classées rares (s./) 29 d'entre elles, soit 20%, sont endémiques réparties dans 12 familles dont la plus importante est celle des Asteracées qui en compte 10 espèces (Tab.36). Nous constatons en outre en ce qui concerne les types biologiques rares et endémiques que les vivaces (18 espèces) sont relativement plus nombreuses que les annuelles (10 espèces). Cependant si nous considérons toutes les espèces rares (sl), nous remarquons que 79 espèces sont des annuelles et 65 espèces sont vivaces (Tab 37).

Tableau 36: Répartition des espèces endémiques par familles selon les classes de rareté.

Familles	Nbre de taxons	AR	R	RR	RRR
Asteracée	10	<i>Bupleurum Atlanticum</i> (HE) <i>Bupleurum Montanum</i> (HE) <i>Carduncellus plumosus</i> (CH) <i>Carthamus pectinatus</i> (HE) <i>Catananche caespitosa</i> (HE) <i>Centaurea parviflora</i> (CH)	<i>Artemisia atlantica</i> (CH) <i>Bunium fontanesii</i> (GE)	<i>Atractylis phaeolepis</i> (HE)	<i>Carduncellus rhapsodicoides</i> (HE)
Fabacée	4	<i>Genista erioclada</i> (PH)	<i>Genista microcephala</i> (PH)	<i>Astragalus gryphus</i> (TH) <i>Genista ferox</i> (PH)	
Apiacée	3		<i>Pituranthos chloranthus</i> (CH) <i>Seseli varium atlanticum</i> (HE)	<i>Ferula cossoniana</i> (HE)	
Lamiacée	3		<i>Thymus algeriensis</i> (CH)	<i>Saccocalyx satureioides</i> (CH) <i>Teucrium ramocissimum</i> (HE)	
Scrophylariacée	2		<i>Anarrhinum fruticosum</i> (TH) <i>Linaría dissita</i> (TH)		
Brassicacée	1		<i>Alyssum scutigerum</i> (TH)		
Caryophyllacée	1		<i>Silene reticulata</i> (TH)		
Chenopodiacée	1		<i>Polycnemum fontanesii</i> (CH)		
Cistacée	1	<i>Helianthemum apertum</i> (TH)			
Linacée	1			<i>Linum tenue tenue</i> (TH)	
Valerianacée	1	<i>Valerianella pomellii</i> (TH)			
Cynarée	1	<i>Broteroa amethystina</i> (CH)			
Total	29				

Les types biologiques entre parenthèse

Tableau 37 : Taux des types biologiques rares (menacées)

Rareté	Taxons		Annuelles		Vivaces	
	FA	FR %	FA	FR %	FA	FR %
Assez rare (AR)	45	9.01	26	5.21	19	3.81
Rare (R)	73	14.62	41	8.22	32	6.41
Très rare (RR)	24	4.80	11	2.20	13	2.60
Rarissime (RRR)	2	0.40	1	0.20	1	0.20
Total	144	28.85	79	15.83	65	13.02

De ce constat, il ressort que les espèces vivaces notamment les endémiques auraient tendance à disparaître. Ce qui expliquerait l'érosion et la dégradation des sols à la suite de la réduction d'un couvert végétal pérennes qui joue un rôle primordial dans la fixation et la conservation des sols au niveau de ces régions arides.

Par ailleurs, la rareté ou la disparition de ces espèces est probablement liée à leur utilité. Dans cette région qui est à vocation pastorale, les espèces palatables ont tendance à disparaître laissant place à une végétation sans un grand intérêt fourrager (AIDOU, 1989 ; LE HOUEROU, 1995 ; AIDOU et TOUFFET 1996). En effet l'affectation d'un indice de qualité spécifique à chaque espèce a montré d'une manière claire que les espèces assez rares, rares et très rares présentaient des indices pastoraux élevés pouvant aller jusqu'à 9, valeur maximale de l'indice (espèces fortement recherchées par le cheptel), alors que parmi les espèces communes abondent celles qui présentent des indices faibles ou nuls c'est à dire toxique ou refusées par le bétail (Fig.28).

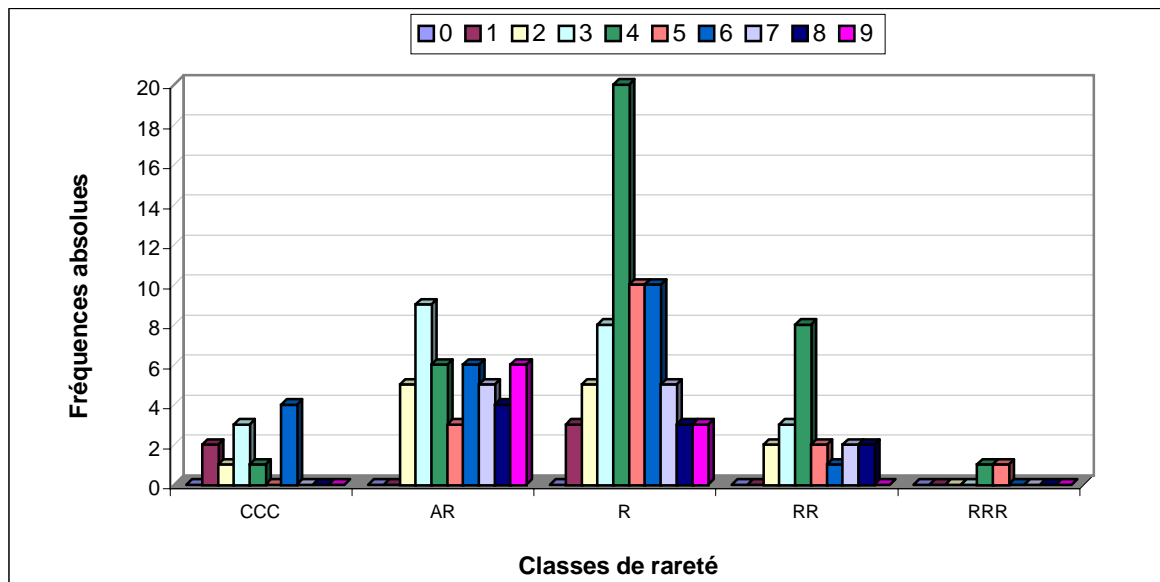


Figure 28 : Caractérisation des classes d'abondance par les indices pastoraux

4.4- Composition par genre

Pour avoir une idée sur la richesse ou la pauvreté d'une flore d'un territoire donné on a souvent recour au calcul du coefficient générique exprimé en pour-cent et qui est le rapport entre le nombre de genre sur celui des espèces. De faibles valeurs de ce coefficient sont caractéristiques des flores riches comme celles observées en Europe. A l'opposé, les flores appauvries comme celles se trouvant dans les déserts présentent des coefficients élevés. A titre d'exemple pour le Sahara central MAIRE (1938 in OZENDA, 1958) a indiqué le chiffre de 63% et CORTI (1942, in OZENDA, 1958)) un chiffre de 72% pour le Fezzan en Tunisie. Dans les régions qui nous intéressent c'est à dire steppiques ce coefficient a

atteint 56% dans le sud oranais (BOUZENOUNE, 1984), 69% et 57% respectivement dans le sud algérois et le sud constantinois (BOUGHANI, 1995) et 45% dans les formations steppiques de dégradation en Algérie (AMGHAR, 2002).

Pour notre part le coefficient générique obtenu est de 51.30% indiquant ainsi une relative richesse de la flore couvrant dans notre dition la totalité des steppes à alfa.

Le classement générique (OZENDA, 1958) qui est le classement des genres dans l'ordre décroissant du nombre d'espèces qui les représentent (Tab.38) a montré que c'est le genre *Helianthemum* qui présente le plus grand nombre d'espèces avec 14 espèces suivis de *Astragalus* (12 espèces) et *Centaurea* (10 espèces). Ce sont les genres les plus répandus dans les régions steppiques et sahariennes notamment *Astragalus* qui est souvent présent parmi les premiers genres aussi bien dans la flore des steppes ibéro-maghrébines (LE HOUEROU, 1995) que celle du sahara central (OZENDA, 1958).

Ce classement nous a également permis de dénombrer 20 genres multispécifiques possédant 135 espèces, 46 bispécifiques renfermant 92 espèces et 130 genres monospécifiques.

Tableau 38: Classement des genres présentant plus de cinq taxons

Genres	Fréquences absolues
<i>Helianthemum</i>	14
<i>Astragalus</i>	12
<i>Centaurea</i>	10
<i>Ononis</i>	8
<i>Alyssum ; Erodium ; Gallium</i>	7
<i>Sisymbrium ; Medicago ; Avena ; Bromus ; Thymelea</i>	6
<i>Diploaxis ; Cistus ; Euphorbia ; Atractylis ; Leontodon ; Papaver ; Stipa ; Valerianella</i>	5

4.4.1- Les principaux genres endémiques

L'endémisme dans notre zone d'étude concerne 42 genres dont 3 genres sont trispécifiques , 5 genres sont bispécifiques et 34 genres sont monospécifiques. Comparé aux résultats de certains travaux (LE HOUEROU, 1995 ; CHERIGEUN et al 1997 ; AMGHAR ; 2002) nous remarquons que ce sont les mêmes genres qui se distinguent au point de vu richesse en espèces endémiques, il s'agit souvent des 4 genres suivants: *Genista*, *Centaurea*, *Astragalus* et *Bupleurum* (Tab.39).

Tableau 39: Les principaux genres comportant le plus d'endémiques

Steppes maghrebines (LEHOUEIROU, 1995)	FA	En Algérie (CHERIGUEN et al, 1997)	FA	Formations de dégradation (AMGHAR, 2002)	FA	Présent travail	FA
<i>Teucrium</i>	19	<i>Silene</i>	25	<i>Genista</i>	6	<i>Bupleurum</i> ; <i>Centaurea</i> ; <i>Genista</i>	3
<i>Astragalus</i>	15	<i>Astragalus</i> ; <i>Centaurea</i>	12	<i>Bupleurum</i> ; <i>Centaurea</i> <i>Linaria</i>	4		
<i>Centaurea</i> ; <i>Limonium</i>	12	<i>Limonium</i> ; <i>Genista</i>	11	<i>Carduncellus Galium</i>	3		
<i>Atractylis</i> ; <i>Euphorbia</i> ; <i>Linaria</i>	9	<i>Erodium</i> ; <i>Euphorbia</i> ; <i>Thymus</i>	10	<i>Alyssum</i> ; <i>Astragalus</i> <i>Atractylis</i> <i>Catananche</i> ; <i>Hedysarum</i> ; <i>Linum</i> ; <i>Silene</i> ; <i>Valerianella</i> <i>Helianthemum</i> <i>Thymus</i>	2	<i>Alyssum</i> ; <i>Astragalus</i> <i>Carduncellus</i> ; <i>Helianthemum</i> ; <i>Thymus</i>	2
<i>Chrysanthemum</i> ; <i>Fagonia</i> ; <i>Helianthemum</i>	6	<i>Chrysanthemum</i> ; <i>Campanula</i> ; <i>Ononis</i>	9				
<i>Pithuranthos</i> ; <i>Hedysarum</i> ; <i>Daucus</i> ; <i>Genista</i> ; <i>Anthemis</i> ; <i>Salvia</i> , <i>Atriplex</i> ; <i>Medicago</i>	5	<i>Linaria</i> <i>Helianthemum</i>	8				
<i>Limoniastrum</i> ; <i>Ferula</i> ; <i>Anabasis</i> ; <i>Dianthus</i> ; <i>Onopordon</i> ; <i>Diplotaxis</i> ; <i>Crepis</i> ; <i>Lotus</i> ; <i>Convolvulus</i>	4	<i>Atractylis</i> ; <i>Crepis</i>	7				
<i>Anarrhinum</i> ; <i>Coronilla</i> ; <i>Herniaria</i>	3	<i>Galium</i> ; <i>Picris</i> ; <i>Satureja</i>	6				
<i>Marrubium</i> ; <i>Bupleurum</i>	2	<i>Bupleurum</i> ; <i>Convolvulus</i> ; <i>Valerianella</i> ; <i>Tamarix</i> ; <i>Festuca</i> ; <i>Gagea</i> ; <i>Fagonia</i> ; <i>Hedysarum</i> ; <i>Teucrium</i> ; <i>Spergularia</i> ;	5				
		<i>Scabiosa</i> ; <i>Senecio</i> , <i>Pituranthos</i> ; <i>Aristida</i> ; <i>Cynosorus</i> ; <i>Romulea</i> ; <i>Brassica</i> ; <i>Andryala</i> ; <i>Pulicaria</i> ; <i>Bunium</i> ; <i>Celsia</i> ; <i>Heracium</i> ; <i>Linum</i>	4				

4.5- Conclusion

D'après les résultats obtenus, un peu plus de la moitié de la flore de la steppe à alfa est dominée par quatre familles : ce sont les Asteracées, les Poacées, les Brassicacées et les Fabacées. Parmi ces dernières la prédominance des Asteracées est nette aussi bien sur le plan générique que spécifique.

Concernant la phytochorie, l'élément méditerranéen qui ressort dans la plupart des familles possède le taux le plus élevé chez les Fabacées. Les Lamiacées se caractérisent par une proportion relativement plus élevée en endémiques.

La rareté qui enregistre 30% de la flore de notre dition, touche surtout les Asteracées. En outre, les espèces vivaces rares semblent être relativement plus nombreuses que les annuelles.

Par ailleurs, le classement générique a montré que c'est le genre *Helianthemum* qui domine suivi du genre *Astragalus* et *Centaurea*. Pour ce qui est des genres endémiques les plus importants, ce sont *Genista*, *Centaurea*, *Astragalus* et *Bupleurum* qui reviennent le plus souvent.

5- Utilité

Plusieurs travaux ont été utilisés pour le dénombrement des espèces utiles, médicinales notamment, des formations à alfa. Touchant aussi bien la flore de l'Algérie ou du Maghreb que la flore des autres régions du monde. Ces travaux sont ceux de **BONNIER (1990)**, **TATAI (1992)**, **BELOUED (1998)**, **BABA AISSA (1999)**, **AMGHAR (2002)** et ainsi que les encyclopédies des plantes médicinales.

Nous avons ainsi dénombré dans le cadre de notre travail 113 espèces médicinales appartenant à 33 familles et 74 genres. Des informations utiles concernant leurs propriétés thérapeutiques suivies de leurs principes actifs et les parties utilisées ont été également apportées (Tab. 40).

Tableau 40: Extrait de la banque de donnée des plantes médicinales

Familles	Espèces	Propriétés pharmaceutiques	Principe actif	Partie utilisée
ASTERACEE	<i>Achillea santolina</i>	Antiseptique, antispasmodique, carminative, expectorante, stomachique vermifuge vulnérable	Huile essentielle (Azulène, terpènes), principe amer (alcaloïde : achilléine) tanin, résine	sommités fleuries
ROSACEE	<i>Alchemilla arvensis</i>	Antiinflammatoire, astringente, cicatrisante, detersive, decongestionnante, hémostatique, sédative, stomachique, tonique	Tanin, résine, glucoside, saponine acide organique, glucide	Plante entière, racine
BORRAGINACEE	<i>Alkanna tinctoria</i>	astringente	Alkannine	Racine
FABACEE	<i>Anthyllis vulneraria</i>	Astringente, béchique, laxatif, vulnérable	Saponine, tanin, mucilage, flavonoïde, carotène,	Racine, feuilles, fleurs
ASTERACEE	<i>Artemisia campestris</i>	Emménagogue, vermifuge, vulnérable	Glucosides, flavone, stéroles, tanin	Feuilles , sommités fleuries
ASTERACEE	<i>Artemisia herba alba</i>	Antigastralgique, antispasmodique, emménagogue, stomachique, vermifuge	Thuyone (huile essentielle), sitosterol , principe amer, tanin, santonine	Plante entière
ASTERACEE	<i>Bellis annua</i>	Analgesique, antiinflammatoire (rhumatisme), astringente, dépurative, detersive, diurétique, expectorante, sudorifique, tonique, usage externe cicatrisation des plaies	Huile essentielle, résine, tanin, mucilage, principe amer saponine	Feuilles et fleurs
CISTACEE	<i>Cistus salvifolius</i>	Astringent, hémostatique, purgatif, revulsif, stimulant	Huile essentielle, résine, tanin, principe amer	Feuilles et fleurs
APIACEE	<i>Eryngium campetre</i>	Diurétique, sudorifique, antispasmodique	Saponine, tanin, cynesine, inuline, résine, gomme	racine

Concernant les principales propriétés thérapeutiques, on a remarqué que les espèces présentaient souvent des propriétés diurétiques, antispasmodiques, astringentes et toniques. D'ailleurs, à partir de cette banque de données, l'extraction des taxons présentant les mêmes propriétés thérapeutiques et dont le nombre est supérieur ou égal à 5 nous a permis de dénombrer 27 espèces diurétiques, 22 antispasmodiques, 20 astringentes, 19 toniques, 12 dépuratives, 10 laxatives, 9 stimulantes, 9 vermifuges, 8 antiseptiques, 8 stomachiques, 8 sédatives, 8 sudorifiques, 8 anti-inflammatoires, 8 résolutive, 8 emménagogues, 7 emollientes, 6 fébrifuges, 6 vulnérables, et 5 taxons pour les adoucissantes, les béchiques et les analgésiques. (Tableau en annexe)

5.1- Composition floristique

Les familles les plus représentatives avec un taux qui dépasse 50% sont celles qui sont dominantes dans la flore de notre dition à savoir les Asteracées avec 17 espèces, les Lamiacées (12 espèces), les Apiacées (9 espèces), les Fabacées (8 espèces), les Caryophyllacées (7 espèces), les Brassicacées, les Thymelacées et les Papaveracées avec chacune 6 espèces et enfin les Liliacées avec 5 espèces. Un taux de 57.52% de ces espèces médicinales sont vivace soit 65 espèces. Tous les types biologiques sont présents avec une dominance des therophytes et des hemicryptophytes, ils suivent le schéma suivant :

TH>HE>CH>PH>GE

Sur le plan phytochorique, les espèces méditerranéennes sont prédominantes (Tab 41) avec 80 espèces devançant les cosmopolites (8 espèces) et les endémiques (6 espèces).

Tableau 41: Répartition des espèces médicinales en fonction des types biologiques et phytochoriques

	COS	E	EA	EM	END	MED	MSA	SA	MIT	IT	Total
CH	1	1	1	1	4	14	2	0	0	0	24
GE	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	7
HE	1	1	2	0	1	24	1	1	0	1	32
PH	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	9
TH	6	0	2	1	0	27	2	2	1	0	41
Total	8	2	5	2	6	80	5	3	1	1	113

En se basant sur l'indice pastoral des espèces nous avons discriminé celles qui sont strictement médicinales, de celles qui sont à usage multiples à savoir pastorales et médicinales. En effet parmi les 113 espèces médicinales il existe 40 espèces fourragères considérées comme bonnes et très bonnes (indice pastoral compris entre 4 et 9) soit 35.4% du total et 45 espèces fourragères médiocres (indice pastoral compris entre 1 et 3) soit 39.8% et enfin 28 espèces refusées par le bétail ou toxiques dont l'indice pastoral est égal à 0.

Si on tient compte des plantes toxiques qui ont des vertus médicinales (**BERNADET, 1987 in BOUFASSA et al, 2002**) il ressort de cette analyse que 73 espèces soit 64.6% sont à dominance médicinales.

Au point de vu de l'abondance 28 espèces sont classées communes (C), 23 assez communes (AC), 28 très communes (CC), 3 particulièrement répandues (CCC) soit au total 72.5% des plantes médicinales recensées dans notre dition. Concernant la rareté, 31 taxons sont rares au sens large avec 14 espèces rares, 10 assez rares et 7 très rares (Tab.42).

Tableau 42: Répartition des espèces en fonction de l'abondance et de l'indice pastoral.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
CCC	0	0	0	0	1	0	2	0	0	3
CC	11	3	1	2	2	4	2	2	1	28
C	8	4	5	6	0	3	2	0	0	28
AC	5	2	4	6	3	3	0	0	0	23
AR	4	2	1	2	0	0	1	0	0	10
R	0	0	2	2	1	8	0	1	0	14
RR	0	1	2	0	0	2	0	2	0	7
Total	28	12	15	18	7	20	7	5	1	113

Parmi les taxons rares, trois espèces sont endémiques. Il s'agit de *Artemisia atlantica*, *Saccocalyx saturoides* et *Thymus algeriensis*. Si l'on tient compte de l'endémisme et de la rareté de ces espèces d'une part et leur utilité (médicinale et pastorale) d'autre part, nous pouvons dire sans aucun doute qu'elles sont menacées de disparaître. Par conséquent nous pensons qu'une protection prioritaire de ces trois espèces est nécessaire en attendant une étude détaillée et actualisée.

6- Caractérisation pastorale des groupements

En se basant sur l'indice de qualité spécifique (Is) affecté à chaque espèce, nous avons dénombré 48 espèces classées très bonnes fourragères, 244 espèces bonnes fourragères et 134 espèces médiocres. Pour le reste, 44 espèces sont toxiques ou refusées par le bétail et 25 espèces pour lesquelles nous n'avons pas trouvé d'indice. Ainsi la flore de notre zone d'étude est constituée de 60% de bonnes et très bonnes espèces pastorales.

Rappelons que ces espèces ont été classées en quatre catégories :

Is= 0 : espèces refusées et/ou toxiques (LE HOUEROU et IONESCO, 1973 in FLORET, 1988)

1 < Is < 3 : espèces fourragères médiocres ; 4 < Is < 6 : bonnes espèces fourragères ; 7 < Is < 9 : très bonnes espèces fourragères (C.R.B.T, 1978)

Pour les types biologiques, les therophytes classées bonnes et très bonnes fourragères dominent avec un taux de 33.2% suivies des hemicryptophytes (12%) et des chamaephytes (9%). Quant aux géophytes et aux phanérophytes, leur participation est faible (Tab. 43).

Tableau 43: Répartition des types biologiques en fonction des indices de qualité spécifique des espèces

Types biologiques	Indices de Qualité	Toxiques ou refusées	Médiocres			Bonnes			Très bonnes		
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CH	6	6	6	6	9	10	19	10	4	0	0
			21			39			4		
GE	4	4	4	6	3	7	1	1	6	0	0
			13			9			6		
HE	12	7	14	10	13	24	17	0	4	1	
			31			54			5		
TH	20	10	13	39	39	43	50	24	8	0	
			62			132			32		
PH	0	3	2	2	6	2	2	0	1	0	
			7			10			1		
Pa	2		0			0			0		
Total	44	44	30	41	63	75	89	80	34	13	1
			134			244			48		

Par ailleurs, parmi ces espèces pastorales, les annuelles comptent 175 taxons contre 117 vivaces. Les familles les mieux représentées sont les Asteracées avec 52 espèces, les Poacées (47), les Fabacées (40) et les Brassicacées (33).

6.1- Valeurs pastorales des groupements

De la plus forte à la plus faible valeur pastorale les groupements végétaux se succèdent comme suit :

Groupement à *Stipa tenacissima*, *Shismus barabtus* et *Artemisia herba alba* ;

Groupement à *Stipa tenacissima* et *Eruca vesicaria* ;

Groupement à *Stipa tenacissima* et *Juniperus phoenicea* ;

Groupement à *Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum* et *Cutandia dichotoma* ;

Groupement à *Stipa tenacissima*, *Atractylis humilis* et *Heliathemum hirtum* ;

Groupement à *Stipa tenacissima* et *Launea acanthoclada* ;

Groupement à *Stipa tenacissima* et *Arthrophytum scoparium* ;

Groupement à *Stipa tenacissima*, *Rosmarinus tounifortii* et *Atractylis humilis* ;

Groupement à *Stipa tenacissima* et *Asphodelus microcarpus* ;

Groupement à *Stipa tenacissima* pure

Dans le tableau 44 sont données les différentes valeurs pastorales des 10 groupements distingués par les analyses numériques avec leurs caractéristiques correspondantes.

Tableau 44 : Valeur pastorale des groupements

Groupes	formations	Valeur Pastorale	Richesse floristique	Pluviosité (mm/an)	Taux de therophyte (%)	Indice de Perturbation (%)
A	<i>Stipa tenacissima et Juniperus phoenicea</i>	41,03	155	340,52	59,35	71,61
B	<i>Stipa tenacissima et Arthrophytum scoparium</i>	37,56	178	294,17	59,89	76,96
C	<i>Stipa tenacissima, Rosmarinus tounifortii et Atractylis humilis</i>	35,94	247	473,09	50,41	66,40
D	<i>Stipa tenacissima, Lygeum spartum et Cutandia dichotoma</i>	40,63	121	323,07	63,03	72,73
E	<i>Stipa tenacissima et Launea acanthoclada</i>	39,47	172	315,66	65,70	75,00
F	<i>Stipa tenacissima et Asphodelus microcarpus</i>	33,71	136	333,72	59,70	72,06
G	<i>Stipa tenacissima, Atractylis humilis et Heliathemum hirtum</i>	39,92	110	324,23	52,73	69,09
H	<i>Stipa tenacissima et Eruca vesicaria</i>	42,30	107	408,48	48,60	66,67
I	<i>Stipa tenacissima, shismus barabtus et Artemisia herba alba</i>	44,51	113	408,8	55,97	75,22
J	<i>Stipa tenacissima pure</i>	33,20	161	302,95	61,61	70,81

En général, la variation de la valeur pastorale entre les différents groupements n'est pas importante. D'après les figures 29 et 30 où les groupements sont classés respectivement selon les gradients pluviométrique et anthropique, il n'existe pas de corrélation entre ces derniers et la valeur pastorale.

D'un autre côté, si nous considérerions l'indice de perturbation calculé, nous remarquons qu'il dépasse 70% dans la majeure partie des groupements indiquant ainsi une forte dégradation liée probablement à l'intensité du pâturage qui inhiberait l'effet bénéfique de la pluviosité.

Nous pouvons également faire une remarque en ce qui concerne la valeur pastorale du groupement C à alfa et romarin qui est relativement faible si l'on considère sa pluviosité (473.09 mm/an) et sa richesse floristique (247 espèces) qui sont les plus élevées de tous les groupements cependant avec le deuxième faible taux de therophytes (50,41%). Cette faible valeur pourrait être due au fait que ce groupement renferme le plus grand nombre d'espèces (21) refusé par le bétail ou toxiques ainsi que le plus grands nombre d'espèces (24) pour lesquelles nous n'avons pas pu trouver d'indice pastoral. Ainsi le groupement C renferme au total 45 espèces ayant l'indice 0 considérant ainsi les 24 espèces automatiquement par le calcul comme étant des espèces refusées.

Le groupement J est caractérisé par la plus faible valeur pastorale (33,20), il renferme en effet 43 espèces fourragères médiocres avec une importante contribution au tapis végétal (79,57%) cependant les 77 espèces classées bonnes fourragères n'en couvrent que 12.96%.

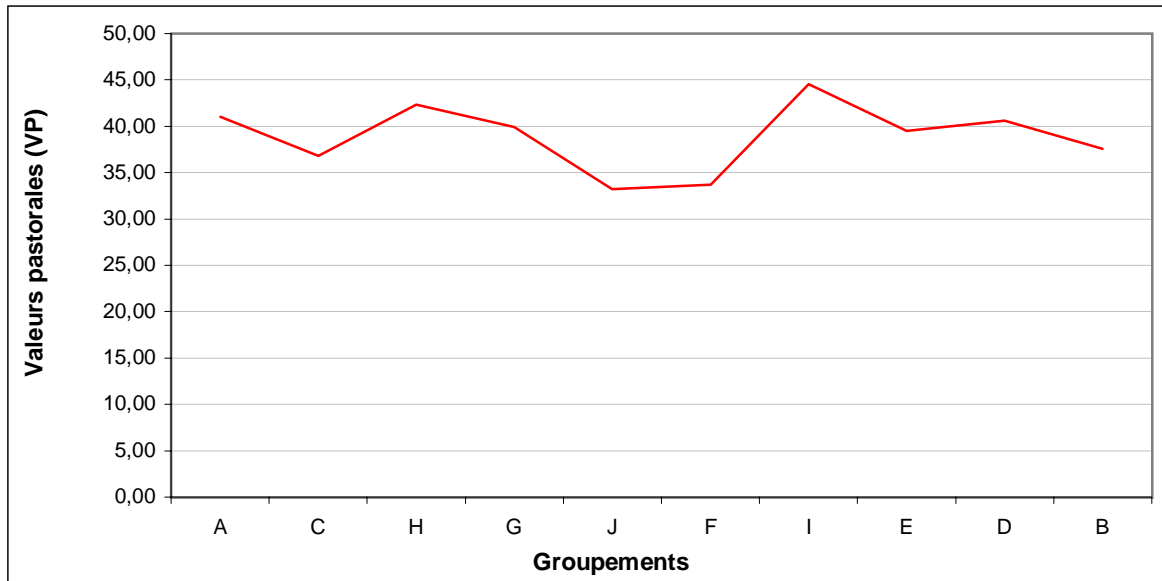


Figure 29 : Valeur pastorale des groupements classés selon leur projection sur l'axe 1 exprimant le gradient pluviométrique

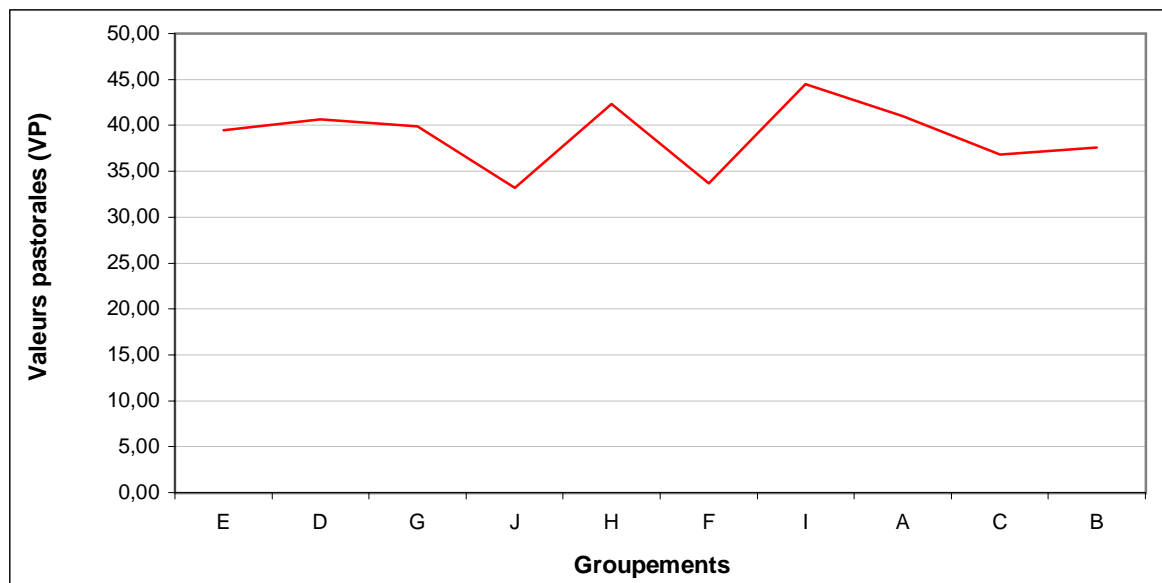


Figure 30 : Valeur pastorale des groupements classés selon leur projection sur l'axe 3 exprimant le gradient anthropique

7- Les indices de diversité

Comme pour l'interprétation des spectres, les groupements végétaux ont été classés selon leur projection sur l'axe 1 exprimant le gradient d'aridité (pluviométrie) et sur l'axe 3 exprimant le gradient anthropique. Ceci dans le but de voir l'évolution des indices de diversité entre les différents groupements en fonction de ces deux gradients.

En général nous constatons d'après les figures 31 et 32 que la richesse spécifique, l'indice de Shannon et l'équitabilité ne suivent pas de gradient aussi bien d'aridité qu'anthropique.

Néanmoins nous pouvons faire les constatations suivantes :

- Les groupements C, E et B sont caractérisés par une diversité élevée puisque les valeurs de l'indice de Shannon dépassent les 4 bits par individu ; l'indice de Shannon étant compris entre 0 et 5 bits/ind.
- Les valeurs de l'indice d'équitabilité sont moyennes (0.5) à faibles (0.2) dans tous les groupements. Ces résultats pourraient être dus au fait qu'il y a toujours une seule espèce (*Stipa tenacissima*) qui, plus ou moins domine par son recouvrement, sachant que cet indice tend vers 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance et vers 0 quand la quasitotalité des effectifs est concentrée sur une seule espèce. A titre d'exemple dans le groupement I, caractérisé par la plus forte équitabilité (0.58), la dominance de l'alfa recouvrant 25% n'est pas quasi totale puisque trois autres espèces, *Shismus barbatus*, *Plantago albicans* et *Artemisia heba alba*, ont présenté des recouvrements proches respectivement de 14%, 12% et 11%. Par contre dans le groupement J où la valeur de l'indice d'équitabilité est la plus faible (0.27), l'alfa est nettement dominant avec un recouvrement de 76%
- D'après les figures 31 et 32 la richesse spécifique ne suit pas toujours la diversité spécifique et l'équitabilité. Ceci prouve qu'une communauté végétale riche n'est pas obligatoirement diversifiée.
- L'allure générale de la courbe de la richesse spécifique montre une légère augmentation de celle-ci avec l'anthropisation (Fig.32).

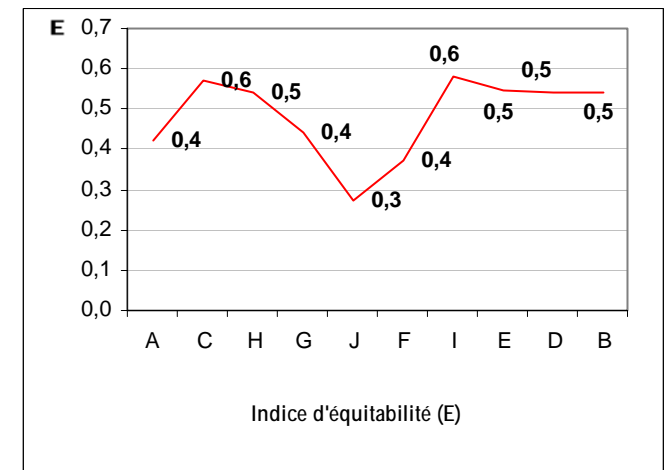
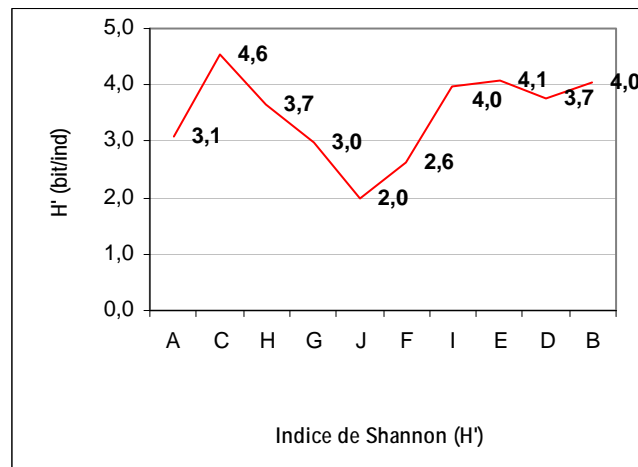
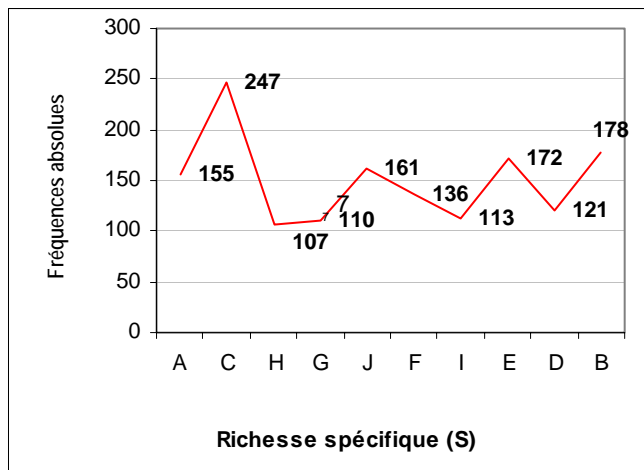


Figure 31 : Richesse spécifique (S), Indice de Shannon (H') et Indice d'équitabilité (E) des groupements classés selon le gradient pluviométrique

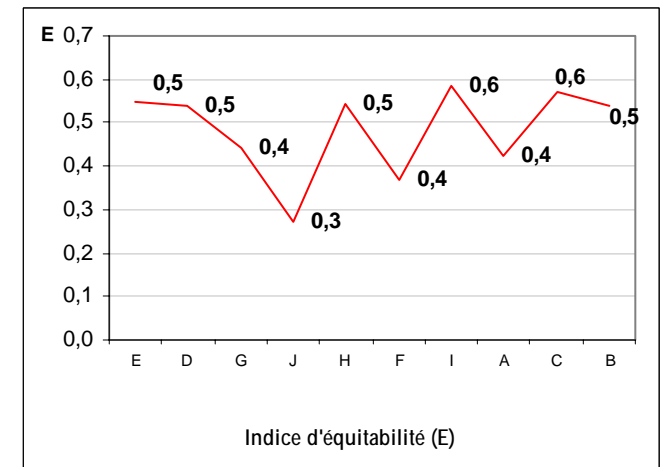
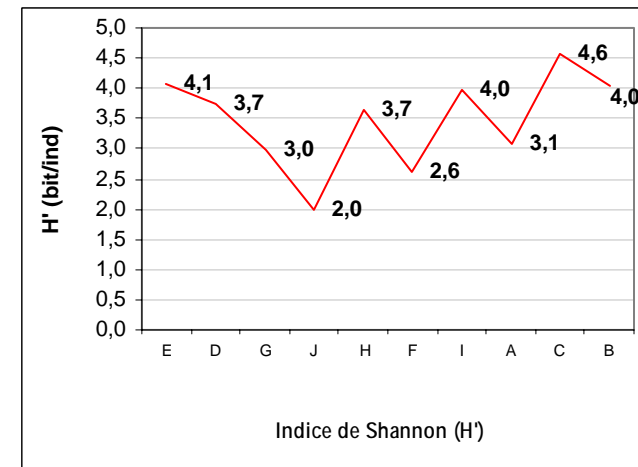
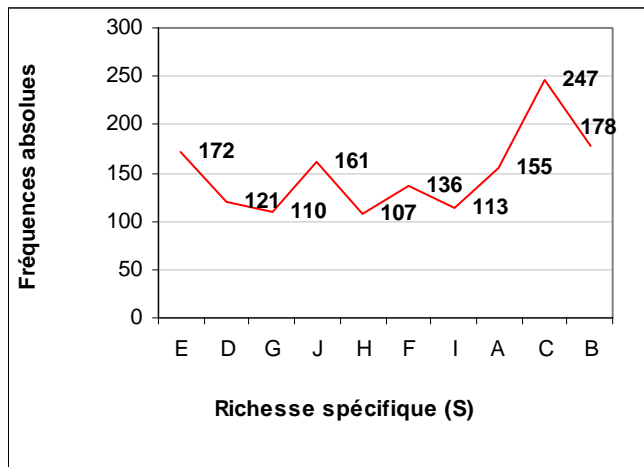


Figure 32 : Richesse spécifique (S), Indice de Shannon (H') et Indice d'équitabilité (E) des groupements classés selon le gradient anthropique

8- Diagrammes rang-fréquences

Dans l'ensemble, la construction des diagrammes rang-fréquences fait apparaître des courbes présentant 3 différentes allures (Fig.33 et 34.):

- Courbes convexes pour les groupements A, H et I : ces courbes traduisent une bonne équitabilité entre la richesse floristique et l'abondance-dominance des espèces, autrement dit une répartition équitable des effectifs entre les espèces dominantes. En effet dans le groupement A qui est une steppe arborée à *Stipa tenacissima* et *Juniperus phoenicea* il y a une co-dominance entre ces deux espèces avec un recouvrement de 32% pour l'alfa et 30% pour le genévrier. Pour les groupements H (*Stipa tenacissima* et *Eruca vesicaria*) et I (*Stipa tenacissima*, *Shismus barbatus* et *Artemisia herba alba*) nous pouvons faire les mêmes remarques avec toutefois une légère dominance de l'alfa (respectivement 32% et 25%) sur les autres espèces co-dominantes à savoir *Eruca vesicaria* (19%), *Shismus barbatus* (14%).
- Courbes intermédiaires pour les groupements B, C, D et E. La diversité et l'équitabilité dans ces groupements sont normalement faibles et où une espèce est largement dominante, dans notre cas c'est l'alfa. Si l'on examine en outre ces courbes nous remarquons qu'elles sont rectilignes au début, creusées au milieu et deviennent convexes dans leurs parties droites indiquant pour cette dernière forme que les espèces présentent des effectifs ou recouvrements voisins. Par exemple pour le groupement B à *Stipa tenacissima* et *Arthrophytum scoparium*, l'alfa est largement dominant avec un recouvrement de 39%. Ce taux chute jusqu'à 7% et 6 % respectivement pour *Arthrophytum scoparium* et *Artemisia herba alba* puis un grand nombre d'espèces présentant des recouvrements faibles et très proches qui se traduisent par la convexité de la courbe dans la partie droite.
- Courbes concaves (légère concavité) pour les groupements F, G et J. la diversité et l'équitabilité sont ici encore plus faibles que dans le cas précédent. En effet l'espèce *Stipa tenacissima* domine nettement les autres espèces puisqu'elle recouvre dans les trois groupements plus de 50% (63% dans le groupement F ; 57% dans le groupement G ; 76% dans le groupement J).

Par ailleurs, le classement des DRF des différents groupements selon les gradients pluviométrique et anthropique ne montre pas une corrélation entre ces deux gradients et la régularité (Fig.33 et 34). Cette dernière varie d'une manière aléatoire entre les groupements. Ceci s'expliquerait peut être par la forte intensité des deux perturbations (aridité et anthropisation) dans tous les groupements distingués et qui provoqueraient une dégradation importante et prolongée du tapis végétal dépassant ainsi le seuil en deça

duquel ces deux perturbations influent sur cette diversité. Cette dernière est plutôt influencée par les conditions écologiques stationnelles tels le voile sableux et l'ensablement.

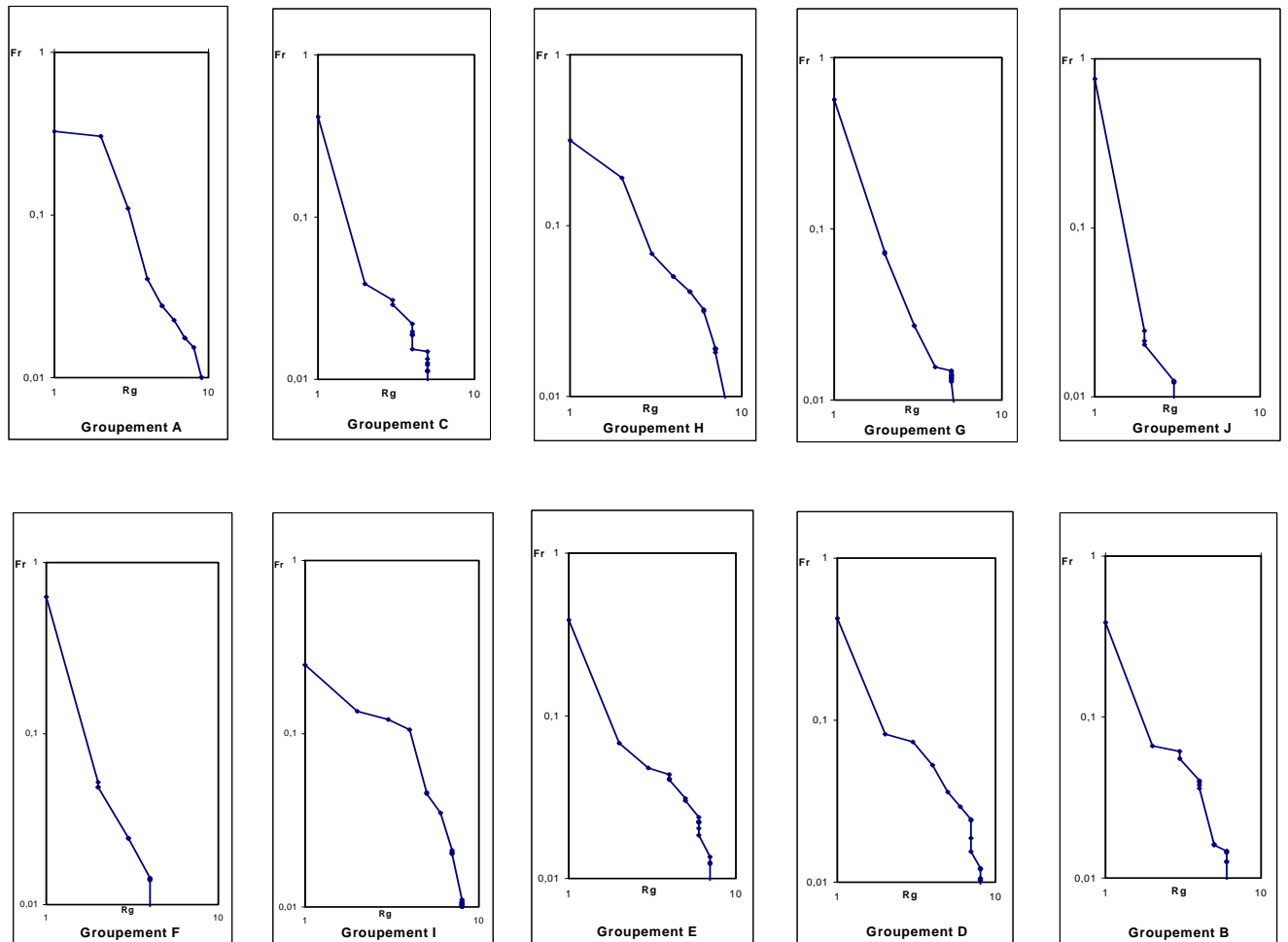


Figure 33 : Diagrammes Rang-fréquences des groupements classés selon leur projection sur l'axe 1 exprimant le gradient pluviométrique

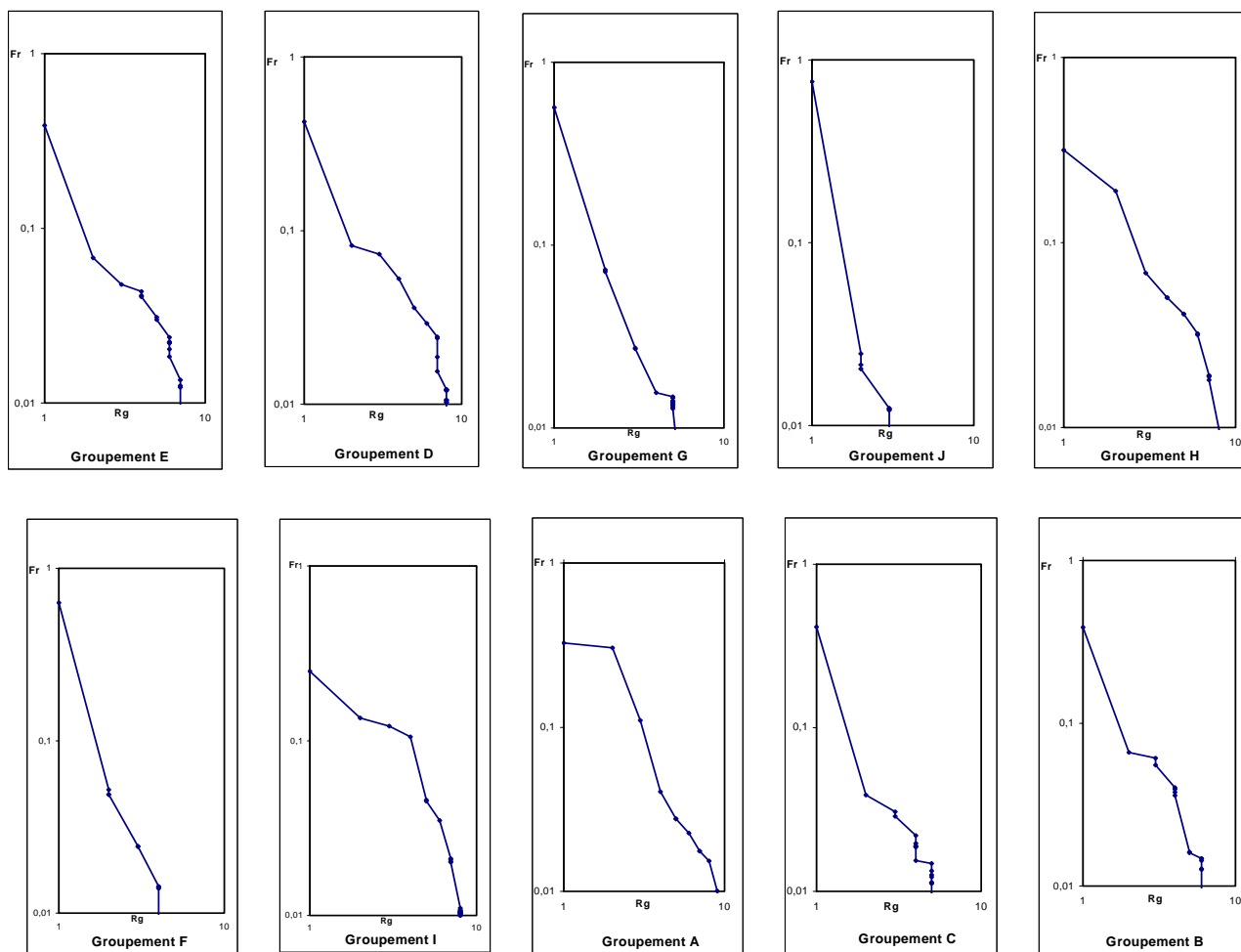


Figure 34 : Diagrammes Rang-fréquences des groupements classés selon leur projection sur l'axe 3 exprimant le gradient anthropique.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

La nécessité dans le contexte mondial actuel de promouvoir la conservation de la biodiversité et le développement durable des écosystèmes, justifie le travail entrepris. Il a eu pour objectif l'étude de la diversité floristique des nappes alfatières de l'Algérie.

La réalisation de cet objectif a été possible grâce au traitement de 183 relevés phyto-écologiques effectués sur l'ensemble des steppes à alfa et qui ont été soumis à des analyses multivariées d'ordination (analyse factorielle des correspondances -AFC-) et de classification (classification ascendante hiérarchique –CAH-).

Une analyse globale faisant intervenir la totalité des relevés a permis de déterminer les facteurs intervenants dans la répartition de la végétation des formations à alfa. Ce sont la pluviosité, la thermophilie, la dégradation d'origine anthropique, la moyenne des minima du mois le plus froid et l'état de la surface du sol. D'autres facteurs tels que la géomorphologie, le voile éolien, la texture ont été dégagés par les 13 analyses partielles. Ces dernières qui ont pour but d'affiner notre interprétation, ont mis en évidence dix groupements végétaux qui correspondent à la steppe arborée à alfa, les steppes à alfa plus ou moins dégradées du semi-aride frais et froid et enfin les formations steppiques présahariennes à base d'*Arthrophytum scoparium*.

La caractérisation biologique des groupements utilisant les spectres bruts a montré une prépondérance des therophytes. Cette therophytisation est d'autant plus importante que l'aridité du climat est plus accentuée. La chamaephytisation est exprimée par un gradient croissant d'anthropisation. A travers les spectres réels nous avons noté la dominance des Géophytes due à l'omniprésence de l'alfa dans tous les groupements, une diminution du taux de ces Géophytes est néanmoins perceptible en allant vers les milieux les plus anthropisés.

La caractérisation des groupements sur le plan phytochorique à travers les spectres bruts et réels, montre une prédominance de l'élément méditerranéen sur l'ensemble des éléments phytochoriques. Le classement des groupements selon le gradient pluviométrique montre, par le biais des spectres bruts, la diminution des méditerranéennes et des endémiques et l'augmentation des saharo-arabiques et des méditerranéo-saharo-arabiques avec l'aridité. D'autre part, la contribution des méditerranéennes au tapis végétal est en corrélation avec le facteur anthropique puisqu'on assiste à leur décroissance tout en allant vers les milieux les plus anthropisés.

L'analyse systématique nous a permis d'identifier les familles les plus représentées, ce sont : les Asteracees, les Poacees et les Brassicacees. La caractérisation phytochorique de ces dernières montre la prédominance de l'élément méditerranéen.

Par ailleurs 30 % des taxons recensés dans le cadre de ce travail sont classés rare (sl) touchant particulièrement les familles des Asteracés, les Brassicacées et les Fabacees.

La composition par genre indique une dominance floristique de trois (3) genres essentiellement : Helianthemum, Astragalus et Centaurea. Les genres endémiques qui se rencontrent souvent sont Genista, Centaurea, Astragalus et Bupleurum.

Concernant la caractérisation pastorale, le classement des groupements selon les gradients pluviométrique et anthropique, ne montre pas de corrélation entre ces derniers et la valeur pastorale calculée pour chaque groupement. L'effet bénéfique de la pluviosité serait inhibé par la forte intensité du pâturage.

L'évaluation de la diversité spécifique par l'indice de Shannon et l'équitabilité ne montre pas d'une manière claire de relation avec la perturbation du milieu liée à l'aridité ou l'anthropisation. Les profils des courbes rang-fréquences qui ont pour objectif de visualiser la structure d'un écosystème mieux que ne le ferait l'analyse et l'interprétation des seules valeurs obtenues par les indices de diversité, ne montrent pas une corrélation entre l'équitabilité (régularité) et les facteurs bioclimatique et anthropique. Elle varie en effet d'une manière aléatoire entre les groupements classés selon ces deux gradients. Ceci s'expliquerait par la **forte intensité de ces deux perturbations** qui provoqueraient une dégradation intense et prolongée du tapis végétal dépassant ainsi le seuil en deça duquel ces deux perturbations influent sur cette diversité. Cette dernière serait plutôt influencée par **les conditions écologiques stationnelles** comme le voile sableux et l'ensablement.

Ces résultats en définitive constituent une importante valeur informative au plan écologique et dynamique devant servir de base pour orienter tout programme d'action visant la conservation et la gestion de ces formations à alfa. Ces dernières ont, en effet révélé une diversité floristique non négligeable mais cependant exposée à une dégradation intense et continue qui risque dans un avenir proche de faire disparaître les espèces utiles (pastorales, médicinales, industrielles) pour l'homme. A cet effet, la création d'une collection de référence pour ces espèces et le stockage de leurs semences est d'une importance primordiale non seulement pour leur préservation mais aussi pour leur caractérisation et l'étude des possibilités de leur domestication en vue de leur utilisation à des fins de revégétalisation.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- ABDELKRIM H., 1984.**– Approche phytoécologique et phytosociologique de quelques nappes alfatières de la région de Djelfa et de Tebessa. Thèse de Magister. Inst., Nat. Agron. Alger, 128 p.+ ann.
- ABDELKRIM H., BENSETTITI F., 1988.**– Contribution à la connaissance autoécologique, syntaxonomique de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.). Ann. Inst. Nat. Agro. El Harrach, vol.12 (1),7.2, pp : 405-417.
- ABDESSAMED KH., 1981.**– Le cedre de l'atlas (*Cedrus atlantica* L.) dans les massifs de l'Aures et du Belezma. Etude phytosociologique. Problème de conservation et d'aménagement. Thèse Doct. Ing., UNIV. AIX-MARSEILLE III , France , 199p.
- ACHOUR H., 1983.**– Etude phytoécologique des formations à alfa (*Stipa tenacissima* L.) du sud oranais-wilaya de Saida. Thèse Doct. 3^{ème} cycle, Univ. Sci. Technol. H.Boumediene, Alger, 216 p.+ ann.
- ACHOUBI L., BOUZNOUN A., MEDIOUNI K., 1980.**– Carte de l'occupation des terres de l'Algérie au 1/200 000, feuille de Mecheria, CRBT, Alger.
- AIDOUD, A., 1989.**– Contribution à l'étude des écosystèmes pâturés (Hautes Plaines Algéro-Oranaises, Algérie).Thèse Doct. Etat, Univ. Sci. Technol. H.Boumediene, Alger, 240 p.+ ann.
- AIDOUD, A., TOUFFET J., 1996.**– La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima*), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes Algériennes. Sécheresse, 7(3): 187-193.
- AIDOUD A., AÏDOUD-LOUNIS F., BOUZENOUN A., 1981.**– Carte de l'occupation des terres de l'Algérie au 1/200 000, feuille de EIKreider, , CRBT, Alger.
- AÏDOUD-LOUNIS F., 1984.**– Contribution à la connaissance des groupements à sparte (*Lygeum_spartum*) des hauts plateaux Sud Oranais : Etude phytoécologique et syntaxonomique. Thèse Doct. 3 ème cycle. Univ. H. Boumediene, Alger, 256p + ann.
- AÏDOUD-LOUNIS F., 1989 a.**– Les groupements végétaux du bassin versant du chott ech-cheroui (hauts plateaux du sud oranais) ; caractérisation phytoecologique. *Biocenoses*, 4 (1/2) : 2-26.

- AIDOUD-LOUNIS F., 1997.**– Le complexe à alfa –armoise-sparte (*Stipa tenacissima* L., *Artemisia herba alba* Asso., *Lygeum spartum* L.) des steppes arides d'Algérie ; structure et dynamique des communautés végétales . Thèse Doct. Etat , UNiv. AIX-MARSEILLE III , France , 214 p. +ann.
- ALCARAZ C., 1977.**– Carte de la végétation d'Oran au 1/500.000. Mem. Soc. Hist. Nat. Afr. N. Univ. Alger.
- AMGHAR F., 2002.**– Contribution à l'étude de la biodiversité de quelques formations de dégradation en Algérie. Thèse Magister, Univ. Sci. Technol. H.Boumediene, Alger, 188 p.+ ann.
- BABA AISSA F., 1999.**– Encyclopédie des plantes utiles. Flore d'Algérie et du Maghreb. Substances végétales d'Afrique, d'orient et d'occident. Edit. Librairie moderne. Rouiba.
- BARBAULT M., 1992.**– Ecologie des peuplements, Structure, dynamique et évolution. Masson. Paris.
- BARBERO M., QUEZEL P., LOISEL R., 1990.**– Les apports de la phytoécologie dans l'interprétations des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. Forêt méditerranéenne, XII : 194-215.
- BARRY J.P., CELLES J.C., 1972, 1973.**– Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien (entre 0° et 6° Long-Est). *Naturalia Monspeliensia*. Fasc. 23- 24.5-48.
- BARRY J.P., FAUREL L., 1973.**– Notice de la feuille de Ghardaïa : carte de la végétation de l'Algérie au 1 :500.000. Mem. Soc. Hist. Nat. Afr. N., 11, 1325p.
- BARRY J.P., CELLES J.C., FAUREL L., 1974.**– Carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques au 1/ 1 000 000, feuille d'Alger, Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. N. Alger.
- BECKER M., 1979.**– Une étude phytoecologique sur les plateaux calcaires du Nord –est (Massif de la Haye 54). Utilisation de l'analyse des correspondances dans la typologie des stations. *Annales des sciences forestières*. 36 (2), 93 – 124.
- BELLOUAM., BERAUD-FAVEDE F., CLAUDIN J., 1975.**– Etude écologique de la Z.D.I.P. d'El Biodh (Mecheria). Etude D.E.M.R.H., Alger, 73p. + cartes.
- BELOUED A., 1998.**– Plantes médicinales d'Algérie. OPU 218p. + ann.

- BENALI A., 1988.**– Contribution à l'étude climatique et bioclimatique de la Wilaya de Djelfa. Mem., DES., Univers.Sci.Tech. Houari Boumedienne. Alger. 82p.
- BENSETTETI F., 1985.**– Etude caryosystématique de *Stipa tenacissima*_L dans les régions de Djelfa, Boussaâda et Batna. Ann. INA. Alger. 10, (2), 20-29.
- BENZECRI J.P. et coll., 1973.**– l'analyse des données. 1- la taxinomie. 2- l'analyse des correspondances. Paris, Dunod, 2 vol., 675p.
- BENZECRI J.P. et BENZECRI F., 1980.**– Pratique de l'analyse des données. 1: Analyse des correspondances, exposé élémentaire. Dunod, Paris, 424 p.
- BINET D., GABORIT M., DESSIER A., et ROUX M., 1972.**– Premières données sur les Copépodes pélagiques de la région congolaise. II. Analyse des correspondances. Cahier de l'ORSTOM, Sér. Océanog., 125-137
- BONIN G., et TATONI Th., 1990.**– Réflexions sur l'apport de l'analyse factorielle des correspondances dans l'étude des communautés végétales et de leur environnement. *Ecol. Médit.*, 16, 403-414.
- BONNIER G., 1990.**– La grande flore en couleur. Ed. BELLIN. Nov. 1990., Vol. 1n 2, 3, 4 et 5.
- BOUAOUNE DJ., 1988.**– Contribution à l'étude et à la cartographie bioclimatique du Sud - Est Algérien. Mém., Ing. Univ. Sci. Technol. H.Boumediene, Alger, 57p.
- BOUAZZA M., 1991.**– Etude phytoécologique de la steppe à *Stipa tenacissima* L. au sud de Sebdou . Thèse .Doct. Univ. AIX-MARSEILLE III 109 p.
- BOUCHENEB N., 2000.**– Contribution à l'étude de la végétation de la région de TAMENRASSET AHAGGAR. Thèse Magister, Univ. Sci. Technol. H.Boumediene, Alger, 103 p.+ ann
- BOUDJADA S., BELGHANEM T., 1989.**– Contribution à l'étude phytoécologique des nappes alfatières (*Stipa tenacissima* L) dans la région de Djelfa. Mem. Ing d'Etat. Univ. H. Boumediene, Alger, 82p.
- BOUDJADA S., BENDJAFFER A., 1994.**– Les recherches sur la régénération et la mécanisation de la récolte des nappes alfatières (*Stipa tenacissima* L.).Rap.. I.N.R.F. 72p.
- BOUDJADA S., 2003.**– Contribution à l'étude de la variabilité géographique de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) en Algérie. . Thèse Magister, Univ. Sci. Technol. H.Boumediene, Alger, 85 p.

- BOUDY P., 1950.**– Economie forestière Nord – Africaine : Monographie et traitement des ensembles forestiers. Paris, Larose, 887 p en 2 fasc.
- BOUFASSA et al., 2002.**– Contribution à l'étude des espèces non ligneuses en milieu forestier. Mem. Ing. Ecol. Univ. H. BOUMEDIENE, Alger, 120p. + ann.
- BOUGHANI A., 1995.**– Contribution à l'étude de la flore et des formations végétales au sud des monts du zab (Ouled Djellal, wilaya de Biskra) : Phytomasse, application cartographique et aménagement. Thèse de Magister. Univ. H. BOUMEDIENNE.
- BOUGHANI A., HIRCHE, A. (1991).**– Rapport phyfoecologique et pastoral de la wilaya de Biskra. URBT, Alger.
- BOUROCHE JM, SAPORTA G., 1980.**– L'analyse des données. Col. Que sait-je ? PUF. Paris. 127p.
- BOUZENOUN A., 1984.**– Etude phytoécologique et phytosociologique des groupements végétaux du sud Oranais (Wlaya de Saida). Thèse Doct. 3 ème Cycle. Univ. H. BOUMEDIENNE. Alger. 225 p + ann.
- BRAUN-BLANQUET J., ROUSSINE N., et NEGRE R., 1952.**– Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. Paris, CNRS. 287p.
- BRIANE J.P., 1994** – ANAPHYTO. Manuel d'utilisation (version 1/1/94).Doc. Polyc. Univ. Paris-sud. Centre d'Orsay. 43p.
- CARLES J., 1949.**– Le spectre biologique réel. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 95: 340-343.
- CELLES, J.C., 1975.**– Contribution à l'étude de la végétation des confins saharo-constantinois (Algérie). Thèse Doct. Etat, Univ. Nice, 366 p.+ ann.
- CHERIGUEN K., LATRECHE N.,1997.**– Contribution à une étude de l'endémisme végétal en Algérie. Mem. Ing. USTHB Alger. 92 p + ann.
- CIBOIS Ph., 1987.**– L'analyse factorielle, analyse en composantes principales et analyse des correspondances. Ed. Que sais-je ? 1-27.

- CPCS., 1967.**– Commission de Pédologie et de Cartographie de sols. Labo. de Géologie – Pédologie de l'E.N.S.A.Paris – Grignon, 87p.
- CRBT (1978).**– Rapport phytoécologique et pastoral sur les hautes plaines steppiques de la wilaya de Saida. CRBT, Alger. 256p. + ann + cartes.
- DAGET J., 1976.**– Les modèles mathématiques en écologie. Masson. Paris 172p.
- DAGET Ph., 1977.**– Le bioclimat méditerranéen, caractères généraux, méthodes de classification. *Vegetatio*, 34, 1 : 20
- DAGET Ph., 1980.**– Sur les types biologiques en tant que stratégie adaptative. (cas des thérophytes). *in* : Recherche d'écologie théorique, les stratégies adaptatives. Paris : 89-114.
- DAGET Ph., et POISSONET J., 1969.**– Analyse phytologique des prairies . Applications agronomiques., Document n° 48 du Centre National de la recherche Scientifique., Montpellier., 67p.
- DAGNELIE P., 1960.**– Contribution à l'étude des communautés végétales par l'analyse factorielle. Bull. Serv. Carte phytogéogr., Sér. B. 93 195.
- DAHMANI M., 1984** – Contribution à l'étude des groupements de chêne vert des monts de Tlemcen (Ouest algérien). Approche phytosociologique et phytoécologique. Thèse Doct. 3^{ème} cycle, Univ. Sci. Technol. H.Boumediene, Alger, 238p.+ ann.
- DAHMANI M., 1989** – Les groupements végétaux des monts de Tlemcen (Ouest algérien). Syntaxonomie et phytodynamique. *Bulletin d'écologie terrestre*. Biocenoses N° 12., Tome 4., 1989. pp 28-69.
- DAHMANI M., 1997.**– Le chêne vert en Algérie, syntaxonomie, phytoécologie et dynamique des peuplements. Thèse. Doct. Etat. Univ. H. BOUMEDIENNE. Alger, 330p + ann.
- DAHMANI M., et DJELLOULI Y., 1981.**– Carte de l'occupation des terres de l'Algérie au 1/200 000, feuille de Djebel Arrar, CRBT, Alger
- DANIN A., et ORSHAN G., 1990.**– The distribution of Raunkiaer life forms in Israel in relation to the environment. *Journal of vegetation science* 1 : 41-48.
- DE BOLOS O., BRAUN BLANQUET J.P., 1957.**– Les groupements végétaux de l'Ebre et leur dynamique. Ann. Estac. Exp de Aula dei, 5 (1-4), 266p + tabl.h.t.

- DEL VILLAR H. ,1925.- Degenere nederetia hispanico-africano. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 16/pp : 59-105.
- DENISOT M., et SAUVAGE Ch., 1980. – La mise en place, l'évolution et la caractérisation de la flore et de la végétation circumméditerranéenne. Actes. Coll. Inst. Montpellier. 9 et 10 Avril 1980. Rev. *Naturalia Mospeliensia*. 237 p.
- DERVIN C., 1988. – Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle des correspondances ? Coll. STAT-ITCF . INRA. Paris. 75 p.
- DJEBAILI S., 1978.- Recherche phytosociologiques et écologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'atlas saharien. Thèse Doct. Etat. Univ. Sci. Tech. Languedoc, Montpellier. 229 p + ann.
- DJEBAILI S., 1984.- Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'atlas saharien. OPU.Alger, 177p + ann.
- DJEBAILI S., et DJELLOULI Y., 1984.- Synthèse des relations flore-climat en zone aride : cas de la wilaya de Saida. *Bull. Soc. Bot. Fr* 181, Actual. Bot.2, 3, 4: 249-264.
- DJELLOULI Y., 1981.- Etude climatique et bioclimatique des hauts plateaux du sud-oranais (wilaya de Saida). Thèse Doct. 3^{ème} cycle, Univ. Sci. Technol. H.Boumediene, Alger, 178p.+ ann
- DJELLOULI Y., 1991.- Flore et plantes en Algérie septentrionale. Déterminisme de la répartition des plantes. Thèse Doct. Es sci. Univ. Sci. Technol. H.Boumediene, Alger, 262p + ann.
- DUCHAUFOR Ph., 1995.- Pédologie. Sol, végétation, environnement. Masson, Paris 4^{ème} édition, 317p.
- EMBERGER L., 1933.- Répartition géographique au Maroc de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.). Compte rendu. Sommaire des séances de la société de biogéographie, 61-63.
- EMBERGER, L., 1939.- Aperçu général sur la végétation du Maroc. *Verof. Geobot. Inst. Rübel Zurich*, 14 :40-157.
- ESCOFIER B., et PAGES J., 1990.- Analyses factorielles simples et multiples, objectifs, méthodes et interprétation. Dunod, Paris, 267 p.

- FERNANDES A., QUEIROS M., 1969.**– Contribution à la connaissance cytotaxonomique des spermaphytes du Portugal. Graminée. Bull. Soc. Bot. 43, (série 2), 3-140.
- FLORET CH., 1988.**– Méthodes de mesure de la végétation pastorale. CIHEAM, Montpellier.
- FLORET CH., et PONTANIER R.; 1982.**– L'aridité en Tunisie présaharienne. Trav. Et Doc. De L'ORSTOM, n° 150, Paris, 544p.
- FRONTIER S., 1983.**– L'échantillonnage de la diversité spécifique. In stratégie d'échantillonnage en écologie, Frontier et Masson edit., Paris (coll. d'écologie)., XVIII + 494p.
- FRONTIER S., et PICHOD-VIALE D., 1993.**– Ecosystème : Structure, fonctionnement, évolution. Coll. écologie, 21. 2^{ème} édit. Masson, Paris 447p.
- FRONTIER S., et ETIENNE M., 1990.**–Etude de la diversité spécifique par le moyen des diagrammes rang-fréquences : Modélisation, variabilité d'échantillonnage. *Biométrie et océanographie, 10, Actes de colloques, IFREMER : 145-177.*
- GAUSSEN H., et VERNET A., 1958.**– Carte internationale du tapis végétal. Feuille de Tunis-Sfax au 1/1000 000. *Bull. serv. Cartes phytogéogr. Ser. A, 3 (2) CNRS., Paris, 34p.*
- GHRAB S., 1981.**– Etude de la variabilité écophénologique de l'alfa en Tunisie centrale. Thèse Doct. Ing, Univ. Aix Marseille, 134p.
- GRIM JP., 1977.**– Evidence for existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *The american Naturalist* 111 : 1169-1194.
- GOUNOT M., 1969.**– Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson et Cie, Paris, 314p.
- GUINOCHET M., 1980.**– Essai sur quelques syntaxons discisto-rosmarinetea et des quercetea illicis d'Algérie et de Tunisie. *Phytocoenologia, 7 : 736 -466.*
- HARCHE M., 1978.**– Contribution à l'étude de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) d'Algérie : Germination, croissance de feuilles, de différenciation des fibres. Thèse Doct. 3^{ème} cycle, Univ, Lille, 78p.
- HIRCHE, A., 1995.**– Sur la notion de la valeur pastorale. Sémin. Intern. Tabarka (Tunisie).,13-15 Octobre 1994. *Parcours demain. num. Spéc. 1995., 161p.*

- HEBRARD J.P., LOISEL R., ROUX C., GOUMILA H., ET BOUNI G.,1995.**– Incidence of clearing on phanerogamic and cryptogamic vegetation in South Eastern France disturbance indices. Ext. de technique et documentation. Lavoisier. Intercept Ltd. 747-758
- IONESCO T., SAUVAGE CH.,1962.**– Les types de végétation du Maroc, essai de nomenclature et de définition. Rev. Géogr. Maroc. 1-2 : 75-86.
- KAABECHE M., 1991.**– Les groupements végétaux de la région de Boussaâda (Algérie). Essai de synthèse sur la végétation steppique du Maghreb. Thèse Doct. Es-Sci. Univ. Paris-Sud Centre Orsay, 104p. + ann.
- KADI-HANIFI H., 1998.**– L'alfa en Algérie : Syntaxonomie, relation milieu-végétation, dynamique et perspectives d'avenir. Thèse. Etat. Univ. USTHB, Alger. 228 p + ann.
- KENT M., et COKER P., 1992.** – Vegetation description and analysis. A practical approach. Belhaven press. London. 363p.
- KHELIL A., 1984.**– Bioécologie de la faune alfatière dans la région steppique de Tlemcen. Thèse Magister. INA. El Harrach, 79 p.
- KIHEL M., 1986.**– Contribution à l'étude de la microflore des sols alfatières au cours de l'année. Recherches des micro-organismes cellulotiques. Thèse Magister. Univ, Oran, 105 p.
- LABADIE L., 1979.**– Etude caryosystématique de la flore de l'Algérie. Nat. Monsp. Bot, 32 : 1-11 +pl.
- LEBANE Y., et ZIDANE A., 1995.**– Carte bioclimatique de l'Algérie septentrionale au 1/500 000. Mem. Ing. USTHB, Alger., 42p.+ ann.
- LEGENDRE L., et LEGENDRE P., 1984.**– Ecologie numérique : la structure des données écologiques. 2^{ème} ed. Tome 2., coll. d'écologie, 13 : 261p.
- LEHOUEIROU H.N., 1969.**– La végétation de la Tunisie steppique. Ann. Inst. Nat. Rech. Agro. Tunisie, 42,5, 624p.
- LE HOUEIROU H.N., 1975.**– The nature and causes of desertification. Cambridge Cof. Desert., 7p.

- LE HOUEROU, H.N., 1995.**– Bioclimatologie et Biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertisation, Options méditerranéennes, sér. B : recherches et études : 1-396p.
- LONG G., 1954.**– Contribution à l'étude de la végétation de la Tunisie centrale. Ann. Serv. Bot. Agron. Tunis. 27, 388p.
- MAIRE R., 1926.**– Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie (Notice). Gouv. Gen. Alg. Serv. Cart, Alger : 78p.
- MALOS O., et MEZIANI S.A., 1978.**– Les recherches expérimentales sur l'alfa (*Stipa tenacissima*L.) : mesure de la production et les effets sarclage sur cette production. Projet Alfa. Rapp, n°6, 20p. I.N.A, El Harrach.
- MONJAUZE A., 1947.**– La touffe d'alfa. Arch. Gouver. Série. Algérie, 1vol, 29 p.
- MONJAUZE A., FAUREL L., SCOLTER G., 1955.**– Note préliminaire sur un itinéraire botanique dans la steppe et le Sahara Septentrional Algérois. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr du nord, Alger, 46 : 206 - 230.
- MEDAIL F., 1996.**– Structuration de la biodiversité de peuplements végétaux méditerranéens en situation d'isolement. Doct. Es Science, Univ. De droit, d'économie et des sciences d'Aix Marseille III. 299 p.
- MEZIANI SA., 1976.**– Contribution à l'étude de la nappe alfatière du sud-ouest de la wilaya de Tebessa. Thèse d'ing. Agron. INA , 106 p.+ ann.
- MORGAN J.A., BROWN R.H., 1979.**– Photosynthesis in gram species differing in carbon dioxide fixation pat ways. II : A search for species with intermediate gas exchange and anatomical characteristics. Plant physiol, 64, 257 – 262.
- NEDJRAOUI D., 1990.**– Adaptation de l'alfa (*Stipa tenacissima* L) aux conditions stationnelles : contribution à l'étude du fonctionnement de l'écosystème steppique. Thèse Doct. Univ. H.Boumediene, Alger, 240p.
- NEGRE R., 1962.**– Petite flore des régions arides du Maroc Occidental. Tome I et II. CNRS. Paris. 413 + 566p.

- NEGRE R., 1966.– Les thérophytes. *Mem. Soc. Bot. Fr.* : 92-108.
- OZENDA P., 1954.– Observation sur la végétation d'une région semi-aride: les hauts plateaux du sud Algérois. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.*, 45 (3/4): 189-223
- OZENDA P., 1958.– Flore du Sahara. 2^{ème} ed. CNRS .Paris, 622p.
- OZENDA P., 1977.– Flore du Sahara septentrional et central. 1 vol. 486 p. CNRS.Paris.
- POLININ N., 1967.– Eléments de géographie botanique. Ouvr., Ed., Gauthier – Villars- Paris. 532p.
- POUGET M., 1973 – Etude écologique et pédologique de la région de Messaâd. Etude D.E.M.R.H., Alger, 50p.
- POUGET M., 1980.– Les relations sol-végétation dans les steppes sud algéroises. Thèse de doctorat d'état. Université d'Aix-Marseille III, 555p.
- QUEZEL P et SANTA S., 1962-1963.– Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. 2 vol. CNRS. Ed. ; Paris. 1170p.
- RAFFAELLI M., RICCERI C., 1989.– Contribution à la connaissance de la flore de la Tunisie du centre nord. *Candolle*, 44 : 75-102.
- RAUNKIAER C., 1934.– The life form of plants and statistical plant geography. Collected papers, clarendon press, Oxford, 632p.
- REJEB M. N. ; 1980.– Contribution à l'étude de la matière organique dans les sols des nappes alfatières en Tunisie Centrale. Thèse. Doct. Univ. Sci., Tunis, 130p.
- RIVAS MARTINEZ S., 1977.– Sur la végétation des pelouses thérophytiques de l'Europe occidentale in. La végétation des pelouses sèches à thérophytes. Colloque. *Phytosociologique*, 6 : 55-71.
- RODIN L.E., et al 1970.– Etude géobotanique des pâturages du secteur Ouest du département de Médéa de la République Algérienne Démocratique et Populaire. Naouka, Leningrad, 124 p.
- ROUX G., LAZARE J.J., 1979.– quelques groupements végétaux des hauts plateaux du sud ouest de Boussaâda (Algérie). *Doc. Phytosocio. N.S. Vol IV*, Lille, pp 585 – 596.

- RUELLAN A., 1970.**– Les sols à profil calcaire différencié des plaines de basses Moulouya (Maroc oriental).
Contribution à la connaissance des sols méditerranéens. Mém. ORSTOM n°54 , 302p
- SAUVAGE CH., 1961.**– Recherche botanique sur les suberaies marocaines. *Trav. Inst. Sci. Cheriffen bot. 21:*
1-462.
- SELTZER P., 1946.**– Le climat de l'Algérie. Inst. Météo. Et de Phys. Du Globe. Univ. Alger.219p+ carte h.t.
- 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
Magister, Univ. Sci. Technol. H.Boumediene, Alger, 123p.+ ann.
- TADJEDDINE A., 1986.**– Rapport sur le projet de synthèse du xylitol à partir du xylose extrait de l'alfa.
Comm. Sem. Nat sur l'alfa, El Bayadh, 5p.
- TATAI J., 1992.**– Contribution à l'étude de la flore médicinale de la région de Messaâd (Djelfa).Mém. Ing.
Protection des végétaux. INA. 116 p. + ann.
- TAZAIRT K., 1992.**– Etude de la variabilité morphologique, caryologique et électrophorétique de l'alfa (*Stipa
tenacissima L.*) dans 3 régions d'Algérie selon un gradient longitudinal. Résultats préliminaires
d'un essai de révision de la systématique de l'alfa.Thèse Magist, Univ. H . Boumediene, Alger,
130p+ann .
- TOMASSONE R., 1988.**– Conférence sur l'analyse de données. 4. Analyse factorielle des correspondances.
Univ. Agron. D'état de Gembloux, 25-29 avril 1988, 14 – 19.
- TRABUT L., 1889.**– Etude sur l'halfa. Jourdan, Alger, 90p.
- TRICART J., 1969.**– Le modelé des régions sèches. Sedes, Paris, 472p.

ANNEXES

ANNEXE I

Les relevés supprimés lors des analyses partielles

N° de l'analyse partielle	N° du relevé	Formation végétale	Bioclimat
1	0567	Steppe buissonnante à alfa, calycotome et diss	Semi-aride tempéré
	0568	Steppe buissonnante à alfa, calycotome et diss	Semi-aride tempéré
2	1738	Steppe à alfa, Chamaerops, <i>Thymelea tartanrera</i>	Semi-aride frais
	1739	Steppe à alfa, Chamaerops, <i>Thymelea tartanrera</i>	Semi-aride frais
	1740	Steppe à alfa, Chamaerops, <i>Thymelea tartanrera</i>	Semi-aride frais
6	1730	Steppe à alfa, Ferula et genévrier rouge	Semi-aride frais
7	1802	Steppe à alfa, <i>Cutandia dichotoma</i>	Semi-aride frais
11	6858	Steppe à alfa dégradée	Semi-aride frais
13	0736	Steppe à alfa pure et <i>Eruca vesicaria</i>	Semi-aride froid

1800*	1	1
4707--*-*-*		1
4542*-*	1	1
4706*	1	1
4544*	1	1
1794*---*		1
4614*		1
17981		1
1797*		1
1796*		1
1733*-*-----*		1
17311	1	1
17161	1	1
17181	1	1
17171	1	1
2725*	1	1
17131	1	1
46721	1	1
18161	1	1
4686*	1	1
17321	1	1
8751*	1	1
8749*	1	1
1799*	1	1
1644*-*		1
47091		1
15771		1
17121		1
48221		1
18401		1
4687*		1
46731		1
86361		1
46151		1
6858*		1
87451		1
16641		1
4828*		1
16621		1
1641*		1
1846*		1
1643*		1
1730-*---*		1
1729**	1	
48301	1	
47191	1	
1720*	1	
4829*	1	
4818*	1	
4833*---*		
471111		
471011		
4807*1		
484311		
185111		
166711		
1845*1		
183711		
157511		
4832*1		
1852*1		
1668*1		
1804**		
1803*1		
4823*1		
4806*1		
4841**		
48421		
48271		
18551		
48251		
18391		
18361		
48241		
48171		
1819*		
18201		
16661		
18381		
15051		
48311		
16651		
1663*		
16611		
4826*		
4708*		
16421		
1640*		
1854*		
1853*		

ANNEXE III

CALCUL DES SPECTRES

Pour le calcul des spectres réels TOMMASSELI (in LONG 1954) a proposé l'échelle suivante :

- Une espèce affectée du degrés de dominance + recouvre 0,1%
- Une espèce affectée du degrés de dominance 1 recouvre 5 %
- Une espèce affectée du degrés de dominance 2 recouvre 17,5%
- Une espèce affectée du degrés de dominance 3 recouvre 37.5%
- Une espèce affectée du degrés de dominance 4 recouvre 62.5%
- Une espèce affectée du degrés de dominance 5 recouvre 87.5%

soit un groupement de 20 relevés où l'espèce *Alyssum linifolium* a présenté les degrés de dominance suivants :

206 <i>Alyssum linifolium</i>	.	2	+	2	+	3	1	+	4	+	+	2	1	1	+	+	4	3	+	+	+
-------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- 2 fois avec le degré de dominance de 4
- 2 fois avec le degré de dominance de 3
- 3 fois avec le degré de dominance de 2
- 3 fois avec le degré de dominance de 1
- 10 fois avec le degré de dominance de +

Les valeurs brutes de recouvrement sont :

- 4 x 62.5 = 250
- 2 x 37.5 = 75
- 3 x 17.5 = 52.5
- 3 x 5.0 = 15
- 10 x 0.1 = 1
- total = A= 393.5

Le recouvrement moyen "P" correspond au rapport de A sur S:

$$P = \frac{A}{S} = \frac{393.5}{20} = 19.67$$

Le calcul de la somme des recouvrements de toutes les espèces nous donne un total égal à X
Le taux de recouvrement relatif de chaque espèce est calculé suivant la formule suivante:

$$Y\% = \frac{\text{valeur de recouvrement de l'espèce}}{X} \times 100$$

Pour X = 4150 le taux de recouvrement relatif pour cet exemple est égal à:

$$Y = \frac{19.67}{4150} \times 100 = 0.47\%$$

Ceci est pour une espèce, l'addition des pourcentages pour toutes les espèces donne évidemment un total égal à 100% autrement dit un recouvrement de la végétation de 100% de la surface du sol ; le sol nu et les espaces sans végétation n'étant pas pris en considération. Pour rapprocher la réalité du terrain tenant compte du sol nu on doit ramener le pourcentage de recouvrement relatif "Y" au recouvrement global de végétation calculé ou estimé par l'opérateur. Supposons qu'il est égal à 40%, le recouvrement réel se calcule alors d'après la formule suivante:

$$Y' = Y \times \frac{40}{100} \Rightarrow Y' = 0.47 \times \frac{40}{100} \Rightarrow Y' = 0.18\%$$

ANNEXE IV

METHODE DE CALCUL DES INDICES DE DIVERSITE

Calcul de l'indice de Shannon (H') et de l'équitabilité (E) :

* Soit un groupement formé de 4 relevés renfermant 10 espèces avec leur contribution spécifique (Csi) au tapis végétal.

La démarche entreprise pour le calcul de l'indice de Shannon de ce groupement est résumée dans le tableau suivant :

Espèces	Csi	Log2 Csi	Csi Log2 Csi	H' (bit/ind)
<i>Alyssum granatense</i>	0.06	-4.06	-0.24	0.24
<i>Anacyclus cyrtolepidioides</i>	0.02	-5.64	-0.11	0.11
<i>Arnebia decumbens</i>	0.04	-4.64	-0.19	0.19
<i>Brachypodium distachyum</i>	0.11	-3.18	-0.35	0.35
<i>Bromus rubens</i>	0.09	-3.47	-0.31	0.31
<i>Bromus squarrosus</i>	0.02	-5.64	-0.11	0.11
<i>Carex halleriana</i>	0.02	-5.64	-0.11	0.11
<i>Helianthemum apertum</i>	0.02	-5.64	-0.11	0.11
<i>Juniperus phoenicea</i>	0.3	-1.74	-0.52	0.52
<i>Stipa tenacissima</i>	0.32	-1.64	-0.53	0.53
Total	1.00			2.59

La somme des indices spécifiques de chaque espèce donne l'indice spécifique du groupement [H' = 2.59 (bit/ind.).

Pour le calcul de l'équitabilité il suffit de diviser le résultat de l'indice de Shannon par le logarithme de la richesse spécifique « N » de l'échantillon qui est égal à 10 :

$$E = \frac{H'}{\log_2 N} = \frac{2.59}{3.32} = 0.78$$

ANNEXE V

LISTE DES ESPECES MEDICINALES PRESENTANT PLUS DE QUATRE PROPRIETES THERAPEUTIQUES

Propriétés thérapeutiques espèces	Diurétique	Antispasmodique	Astringente	Tonique	Dépurative	Laxative	Vermifuge	Stimulante	Stomachique	Sédative	Sudorifique	Anti-inflammatoire	Résolutive	Antiseptique	Emménagogue	Emolliente	Fébrifuge	Vulnéraire	Adoucissante	Béchuque	Analgésique	Calmante	
<i>Achillea santolina</i>		X					X		X					X				X					
<i>Ajuga iva</i>	X	X		X													X						
<i>Alchemilla arvensis.fl</i>			X	X					X	X		X											
<i>Alkanna tinctoria</i>			X																				
<i>Amaranthus album</i>																X							
<i>Anagallis arvensis</i>	X											X											
<i>Androsace maxima</i>	X																						
<i>Anthyllis vulneraria</i>			X			X												X		X			
<i>Artemisia campestris</i>							X								X			X					
<i>Artemisia herba.alba</i>		X					X		X						X								
<i>Asparagus acutifolius</i>	X			X	X	X																	
<i>Asparagus stipularis.</i>	X			X	X	X																	
<i>Asphodelus microcarpus</i>		X											X										
<i>Bellis annua</i>	X		X	X	X						X	X										X	
<i>Calendula arvensis</i>		X			X			X							X								
<i>Carthamus lanatus</i>				X											X		X	X					
<i>Cistus salvifolius</i>			X					X															
<i>Cleome arabica</i>	X																					X	
<i>Daucus carota</i>	X			X	X										X								
<i>Daucus crinitus</i>	X			X	X										X								
<i>Dianthus caryophyllus</i>		X		X			X				X			X							X		
<i>Diplotaxis eruroides</i>																					X		
<i>Ephedra major</i>		X	X																				
<i>Erodium cicutarium</i>			X																				
<i>Erodium glaucophyllum</i>			X																				
<i>Eruca vesicaria</i>	X			X	X				X														
<i>Eryngium campestre</i>	X	X									X												
<i>Ficus carica</i>						X						X											
<i>Fumaria vaillantii</i>	X							X															

<i>Globularia alypum</i>	X		X		X	X			X		X									
<i>Herniaria glabra</i>	X	X																		
<i>Herniaria hirsuta</i>	X	X																		
<i>Inula montana</i>	X						X						X							X
<i>Juniperus phoenicea</i>			X	X	X			X					X							
<i>Lithospermum apulum</i>	X																			
<i>Lithospermum arvense</i>	X																			
<i>Malva aegyptiaca</i>			X			X						X	X		X			X	X	X
<i>Malva parviflora</i>			X			X				X		X	X	X	X			X	X	X
<i>Marrubium vulgare</i>				X				X	X			X				X				
<i>Muscari comosum</i>																			X	
<i>Ormenis africana</i>		X																		
<i>Papaver rhoeas</i>		X							X					X				X		X
<i>Paronychia arabica</i>								X												
<i>Paronychia argentea</i>	X																			
<i>Paronychia capitata</i>	X																			
<i>Peganum harmala</i>							X													
<i>Phillyrea angustifolia</i>	X												X			X				X
<i>Pinus halepensis</i>			X										X							
<i>Plantago psyllium</i>						X					X				X				X	
<i>Reseda lutea</i>	X						X			X		X								
<i>Rhamnus alaternus</i>			X			X														
<i>Rosmarinus tournifortii</i>		X	X					X			X						X			
<i>Rumex vesicarius</i>			X	X																
<i>Ruta montana</i>		X							X		X			X						X
<i>Salvia sicarea</i>		X		X			X													
<i>Salvia verbenaca</i>	X	X		X			X													
<i>Sanguisorba minor</i>	X		X	X				X												
<i>Satureja graeca</i>		X							X											
<i>Scorzonera undulata</i>		X						X	X							X				
<i>Sedum album</i>			X												X					
<i>Sedum sediforme</i>			X												X					
<i>Senecio vulgaris</i>		X		X																
<i>Sinapis alba</i>						X		X												
<i>Stipa tenacissima</i>	X			X	X	X	X					X								
<i>Teucrium polium</i>			X	X							X					X				
<i>Teucrium pseudo-chamaepitis</i>	X	X							X											
<i>Thymelaea hirsuta</i>	X					X							X							
<i>Thymelaea microphylla</i>													X							
<i>Thymus algeriensis</i>		X					X		X	X										X
<i>Thymus hirtus</i>		X																		
<i>Tragopogon porrifolius</i>				X	X					X										
<i>Viola tricolor</i>	X				X					X	X						X			

ANNEXE VI

LEXIQUE DE QUELQUES PROPRIETES THERAPEUTIQUES

Diurétique : au sens large qui augmente le volume de la sécrétion urinaire (diurèse)

Antispasmodique : qui agit contre les spasmes, les convulsions, les crampes etc.

Astringente : qui resserre les tissus, modère les sécrétions, assèche les écoulements et facilite la cicatrisation.

Tonique : qui stimule de façon durable certains organes ou l'organisme dans son ensemble ; reconstituant

Dépurative : qui purifie l'organisme en le débarrassant des toxines et des déchets organiques

Laxative : qui purge légèrement

Vermifuge : chasse les vers intestinaux

Stimulante : excitant des fonctions organiques et, ou, psychiques, généralement d'effets passagers

Stomachique : stimulant de l'estomac ; qui favorise la digestion

Sédative : calmant organique ou psychique

Sudorifique : qui favorise la production de sueur (sudation)

Anti-inflammatoire : qui combat l'inflammation

Résolutive : qui peut résoudre les engorgements, les œdèmes, les enflures.

Antiseptique : qui détruit les microbes et empêche leur prolifération.

Emménagogue : qui provoque ou régularise les règles

Emolliente : exerce une action adoucissante ; relâche les tissus

Fébrifuge : qui combat la fièvre, qui la fait baisser

Vulnéraire : qui guérit les blessures, les plaies et les ulcères

Adoucissante : qui adoucit, atténue les irritations, les inflammations et les douleurs

Béchique : qui calme la toux

Analgésique : qui calme ou atténue les douleurs

Calmante : qui apaise; atténue les douleurs et l'excitation nerveuse ou les fait disparaître

RESUME

L'état actuel des parcours steppiques est le résultat des contraintes d'un milieu précaire (aridité climatique et édaphique) et d'une exploitation anthropique ancienne et de plus en plus intense. Pour évaluer la diversité floristique des steppes à alfa, une matrice de 183 relevés et 499 espèces récoltées dans toutes les formations à alfa de l'Algérie, a été soumise à des analyses factorielles des correspondances combinées à la classification hiérarchique ascendante.

Les facteurs écologiques déterminant dans la répartition de la végétation mis en évidence par le premier traitement numérique (analyse globale) seraient la pluviosité, la thermophilie, la dégradation d'origine anthropique, la moyenne des températures minimales du mois le plus froid (m) et l'état de la surface du sol.

Le deuxième traitement qui a consisté en des analyses partielles a permis la discrimination de **dix (10) groupements** de relevés caractérisés d'une part sur le plan biologique et phytochorique à travers la détermination de leurs spectres bruts et réels et d'autre part sur le plan pastorale par l'indice pastoral (Is). Par ailleurs la diversité floristique a été exprimée à travers le calcul des indices de diversités (Shannon et équitabilité) et la construction de diagrammes Rang Fréquences (DRF) pour chaque groupement.

Les résultats de ces analyses montrent sur le plan biologique une **thérophytisation** et une **chamaephytisation** traduisant ainsi une dynamique régressive de la végétation. Au point de vue phytochorique cette dernière est caractérisée par une réduction relative des éléments méditerranéens et endémiques l'augmentation des saharo arabiques dû essentiellement à l'aridité du climat.

La flore de notre dition est riche de 496 espèces réparties sur 46 familles et 256 genres. Les familles les plus représentées sont les Astéracées (19.5%), les Poacées (10.4%), les Brassicacées (10.2%) et les Fabacées (10.2%). Globalement 30% de ces taxons sont classés rares parmi lesquels figurent des espèces à intérêt fourrager.

Sur le plan pastoral la flore de notre région d'étude est constituée de 60% d'espèces classées bonnes et très bonnes pastorales. La caractérisation pastorale des différents groupements par le calcul de leur valeur pastorale ne montre pas de corrélation entre cette dernière et les gradients pluviométrique et anthropique.

Les indices testés (Shannon et équitabilité) ainsi que les diagrammes Rang Fréquences ont montré que la diversité spécifique serait influencée par les conditions écologiques stationnelles (voile sableux et ensablement).

Mots clés : Diversité floristique, Aridité, Action anthropique, Désertification