

## Diversité floristique des steppes A *Stipa Tenacissima* L. en Algérie

Halima KADI-HANIFI

Professeur

Laboratoire d'Écologie Végétale et Environnement, Faculté des Sciences Biologiques Université des Sciences et Technologie, Algérie

SADJI Ahmed

Laboratoire d'Écologie Végétale et Environnement, Faculté des Sciences Biologiques Université des Sciences et Technologie, Algérie

**Halima KADI-HANIFI** : Halima KADI-HANIFI est titulaire d'un Doctorat d'État en écologie végétale et environnement, elle est professeur à la faculté des sciences biologiques de l'université des sciences et technologie d'Alger où en plus de l'enseignement dispensé, elle dirige une équipe de recherche sur l'impact des changements climatiques et de l'action anthropique sur la biodiversité et le sol dans les formations steppiques.

Elle est membre de plusieurs conseils scientifiques d'institutions dont le ministère algérien de l'Environnement et de l'Aménagement du territoire et l'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS : organisation internationale).

### Résumé

En Algérie la steppe est localisée entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien. Parmi les plantes caractéristiques de ce paysage, l'alfa, du nom latin *Stipa tenacissima* L. en est incontestablement la plus typique. La steppe était principalement colonisée par cette espèce qui la couvrait sur d'immenses étendues, à telle enseigne que le terme usité pour la caractériser était « mer d'alfa ». C'est une espèce d'une grande importance du point de vue écologique pour la lutte contre la désertification et aussi économique pour la fabrication de la pâte à papier.

Le suivi des changements environnementaux a fait l'objet d'une attention accrue ces dernières années. Au niveau mondial, cette évolution est liée à la prise de conscience de l'ampleur des dégradations liées notamment à la destruction de certains habitats fragiles dont la valeur est aujourd'hui encore difficile à évaluer.

La steppe à alfa qui constitue un habitat d'intérêt national, voire international, compte tenu de sa diversité floristique et faunistique, n'échappe pas à ce fléau. En effet, à l'instar des autres formations steppiques de grandes importances (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) 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.

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 et le gouvernement à réfléchir sur les actions de conservation et de préservation de cet écosystème. Cependant pour atteindre d'une manière efficace ces objectifs, la connaissance de l'écologie de ces steppes, de leur diversité biologique et son évaluation est nécessaire.

Cette étude est abordée à travers :

- l'identification des groupements végétaux,
- leur caractérisation sur le plan phyto-écologique, biologique, pastoral et phytogéographique,
- la mesure de leur diversité floristique par les indices mathématiques.

Les résultats obtenus 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.

À 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.

## **INTRODUCTION**

Le suivi des changements environnementaux a fait l'objet d'une attention accrue ces dernières années. Au niveau mondial, cette évolution est liée à la prise de conscience de l'ampleur des dégradations liées notamment à la destruction de certains habitats fragiles dont la valeur est aujourd'hui encore difficile à évaluer.

La steppe à alfa qui constitue un habitat d'intérêt national, voire international, compte tenu de sa diversité floristique et faunistique, n'échappe pas à ce fléau. En effet, à l'instar des autres formations steppiques de grandes importances (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) (**LEHOUEIROU, 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. (**AIDOU, 1997**)

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 et le gouvernement à réfléchir sur les actions de conservation et de préservation de cet écosystème. Cependant pour atteindre d'une manière efficace ces objectifs, la connaissance de l'écologie de ces steppes, de leur diversité biologique et son évaluation est nécessaire.

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 d'une part l'identification des groupements végétaux et leur caractérisation sur le plan phytoécologique, pastoral et phytogéographique et l'évaluation de la diversité floristique par les indices mathématiques et d'autre part la détermination de l'influence de l'atropisme et de l'aridité sur la

dégradation de la biodiversité globale. Ceci constitue 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 plusieurs aspects. Pour les études phytoécologiques qui nous intéressent notons les travaux de **OZENDA (1954)**, **BARRY et CELLES (1973)**, **POUGET (1974, 1980)**, **MEZIANI (1976)**, **BENSETITI (1979)**, **ACHOUR (1983)** **ABDELKRIM (1984)**, **BOUAZZA (1995)**, **AIDOU-LOUNIS (1997)**, **KADI-HANIFI (1998)** et enfin (**AMGHAR, 2002**).

La première partie de notre travail est consacrée aux aspects méthodologiques relatifs à l'échantillonnage, le traitement numérique (Analyse Factorielle des Correspondances et Classification hiérarchique Ascendante), le calcul des spectres et des indices mathématiques pour l'évaluation de la diversité (indice de Shannon, l'équitabilité), dans la deuxième partie nous présenterons les résultats et leur interprétation et nous terminerons par une conclusion générale.

## **I- 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 compose et des effectifs des populations de chaque espèce. C'est la richesse spécifique qui est l'un des caractères fondamentaux caractéristiques 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 alfatière 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 qui régiraient la distribution et la répartition de la végétation dans ces groupements.
- Caractérisation de ces groupements sur le plan floristique, écologique, biologique, phytochorique et pastoral.
- Évaluation de la diversité floristique des différents groupements par l'utilisation des indices mathématiques à savoir l'indice de Shannon et l'équitabilité.

### **I.1- Récolte des données**

Les données utilisées dans le cadre de ce travail sont celles de **KADI HANIFI –ACHOUR (1998)** . Les relevés ont été réalisés 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 toutes les formations à savoir pré-forestières, les matorrals, les steppes arborées et les steppes à alfa. Pour notre cas nous sommes limités aux deux dernières formations. Il faut signaler en outre que plus de 70 % des relevés sont localisés dans la partie centre ouest de la steppe (Fig 1)

Les relevés ont consisté en une description des caractères généraux de la station, des caractères physiologiques et floristiques, des caractères de la surface du sol (**KADI-HANIFI,1998**)

Par ailleurs, dans les relevés chaque espèce a été affectée d'un coefficient d'abondance-dominance dont les appréciations ont été établies selon l'échelle de **BRAUN-BLANQUET et al (1952)**:

## **I.2- Traitement des données**

### **I.2.1- analyse statistique multivariée**

L'ensemble des données floristiques a été traité par l'analyse factorielle des correspondances (AFC) combinée à la classification hiérarchique ascendante (CAH) qui est le complément de toute analyse factorielle des correspondances. 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.

#### **I.2.1.1- Principe de l'analyse factorielle des correspondances (AFC):**

C'est une méthode dite métrique basée sur le calcul des distances entre un certain nombre d'objets (les relevés) en fonction des variables (les espèces). Elle permet de représenter sur une même carte plane ou spatiale l'ensemble des relevés et celui des espèces de « façons à ce que chaque relevé se trouve cerné par ses espèces et chaque espèce par les relevés où elle figure, du même coup les relevés ressemblants et les espèces associées se trouvent groupés. (**GUINOCHET 1973**). La proximité entre deux relevés signifie que leur composition floristique est voisine.

L'originalité de l'AFC réside dans l'utilisation d'une forme quadratique pour le calcul des corrélations (la métrique du Khi 2) qui conduit à comparer non pas des valeurs, mais des profils c'est à dire, des données divisées par leurs effectifs totaux au poids (**BRIANE et al , 1974 in BOUCHNEB, 1999**) . Cette technique nous a ainsi permis à travers la recherche de la signification écologique des axes factoriels de déterminer les facteurs prépondérants responsables dans la distribution de la végétation.

**I.2.1.2- Principe de la classification hiérarchique ascendante** : La CAH est le complément de toute AFC. En tant que technique de classification, elle cherche à regrouper par similitude les individus d'un ensemble de données (exemple les relevés). Cette similitude est estimée par un critère de proximité. La CAH bien utilisée permet la détection de la délimitation efficace de classes « homogènes » (**BRIANE et al , 1974 in BOUCHNEB , 1999**). Elles nous ont hiérarchisé les différents relevés et les ont séparés en groupes que nous avons considérés comme groupements végétaux.

#### **I.2.1.3- Démarche**

Le traitement a été réalisé selon plusieurs étapes :

Une Analyse globale qui a porté sur une matrice constituée de 183 relevés et 500 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 en nombre de 13 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 pour la poursuite de l'analyse. Cette opération permet l'éclatement de l'ensemble des relevés qui se concentraient autour de l'origine.

## **I.2.2- Determination des facteurs régissant la distribution de la végétation des formations à alfa**

La disposition des différents relevés sur les cartes factorielles résultant de l'analyse factorielle des correspondances possède un sens écologique. En effet l'objectif principal d'une ordination selon **WARTENBERG et al (1987 in AIDOU, 1997)** est de trouver ce sens écologique en s'appuyant sur les directions d'allongement privilégié du nuage déterminées indirectement par la distribution des espèces sous le contrôle des facteurs du milieu.

Pour chaque axe la recherche de la signification des axes s'effectue en considérant uniquement les valeurs élevées des contributions et des corrélations des relevés et des espèces et dont le seuil inférieur a été fixé empiriquement (**CELLES, 1975 ; ACHOUR, 1983 et LEBART et al, 1996 in AMGHAR, 2002**).

## **I.2.3- Distinction et caractérisation des groupements végétaux**

### **I.2.3.1- Caractérisation physiologique et floristique**

À l'aide du logiciel ANAPHYTO, nous avons constitué pour chaque groupement un tableau phytosociologique dans lequel figurent 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 exclusives et celles qui lui sont particulièrement liées

### **I.2.3.2- 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.

### **I.2.3.3- Caractérisation pastorale**

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

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 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 autres 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 ( $V_p$ ) est donc obtenue en multipliant pour chaque espèce, sa contribution spécifique ( $C_{si}$ ) au tapis végétal par un indice de qualité ( $I_s$ ) 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 ( $I_{si}$ ) et celui de la quantité est apprécié par la contribution spécifique au tapis végétal ( $C_{si}$ ).

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

$$V_p = 0.1 \times \sum_{n=1}^n C_{si} \times I_{si} \quad \text{avec } C_{si} = F_{si} / \sum F_{si} \times 100$$

**C<sub>si</sub>** = Contribution spécifique de l'espèce définie comme le rapport de la fréquence spécifique F<sub>si</sub> (absolue) à la somme des fréquences spécifiques de toutes les espèces recensées sur 100 points échantillonnés.

**I<sub>si</sub>** = Indice spécifique de qualité.

#### **I.2.3.3.1- Rappel sur l'indice de qualité spécifique (I<sub>si</sub>) :**

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, la digestibilité, 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.

#### **I.2.3.3.2- Calcul de l'indice de perturbation (IP) :**

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

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

#### **I.2.3.4- Caractérisation biologique et phytochorique des groupements**

##### **I.2.3.4.1- Détermination des spectres biologiques et phytochoriques**

Les groupements dégagés par les analyses numériques ont été caractérisés du point de vue 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 phanéophytes, les chamaephytes, les hemicryptophytes, les cryptophytes et les therophytes.

Plusieurs flores et travaux ont été utilisés pour ce travail à savoir 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**), et les travaux de mémoires et de thèses de **KADI-HANIFI (1998)**, **MEDAIL (1996)** **AIDOU-LOUNIS (1997)** et **ARBADI et al (1999)**.

En ce qui concerne la caractérisation des groupements du point de vue phytochorique (phytogéographique) 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 **LEHOUEIROU (1996)**, **KADI-HANIFI (1998)**, **MEDAIL (1996)** et **AIDOU-LOUNIS (1997)**.

Ces caractérisations biologiques et phytochorique consistent à établir des spectres bruts et réels d'une part pour le type biologique et d'autre part pour le type phytochorique. Pour les spectres bruts on ne considère que la présence de l'individu, par contre pour le réel le paramètre de pondération utilisé est celui de l'abondance – dominance calculé suivant la méthode de **TOMASELI (in LONG, 1954)**.

#### **I.2.4- Les indices de diversité**

Pour décrire la diversité spécifique d'une communauté ou d'un peuplement, plusieurs indices mathématiques ont été mis au point. Les plus utilisés sont ceux de Simpson de Gleason et de Shannon-Weaver (**BARBAULT, 1992 ; FRONTIER et PICHOD-VIALE, 1993**). Ils prennent en compte l'abondance relative des espèces en plus de leur nombre.

En outre, on calcule parallèlement à ces indices, l'indice d'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 peuplement différents ou de l'état d'un même peuplement saisi à des moments différents

Dans notre cas nous avons retenu pour le calcul de la diversité spécifique des dix groupements déterminés, l'indice de Shannon-Weaver dont la formule est la suivante :

$$H' = \sum p_i \log_2 p_i$$

(In **DAGET, 1976**)

avec  $p_i$  : fréquence relative ou contribution spécifique (Csi) =  $N_i/N$

$N_i$  : nombre d'espèces dans l'échantillon  $i$

$N$  : nombre total d'espèces

Cet indice s'exprime en bit par individus (bit/ind) avec des valeurs comprises entre 0 et 5 bits (**FRONTIER, 1983 ; FRONTIER et ETIENNE, 1990**)

La fréquence des espèces a été exprimée par l'utilisation du coefficient d'abondance-dominance selon la méthode proposée par **TOMASELI (in LONG, 1954)**.

L'évaluation de la diversité spécifique des différents groupements a été complétée par l'indice d'équitabilité (E) qui est le rapport entre la diversité spécifique de Shannon maximale théorique et le logarithme de richesse spécifique de chaque groupement. La formule de cet indice est la suivante :

$$E = H' / \log_2 N$$

(In **DAGET, 1976**)

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

## II- RÉSULTATS

### II.1/- RÉSULTATS DE L'ANALYSE GLOBALE

#### II.1.1- Signification écologique des axes

Une matrice de 183 relevés et 499 espèces a été soumise à l'analyse factorielle des correspondances (AFC) qui nous a permis la détermination des facteurs qui expliqueraient la distribution et la répartition de la végétation dans ces groupements par le biais de la recherche de la signification écologique des axes factoriels.

Les cinq premiers axes de cette analyse totalisent 12.13 % d'inertie. L'examen des taux d'inertie montre que les trois premiers axes réunissent 67 % de l'information.

#### - Signification écologique de l'axe 1 :

##### Carte des relevés (Fig.3):

Les valeurs seuils retenues pour l'axe 1 sont : 7 pour les CTR et 20 pour les COR.

Du côté positif : l'axe 1 fait apparaître les relevés suivants à fortes contributions et corrélations.

Relevés	contributions	Corrélations	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



Du côté négatif apparaissent les relevés suivants :

Relevés	contributions	Corrélations	Pluviosité	Bioclimat	Formations
0658	115	246	518.4	Semi-aride tempéré	Alfa + <i>Calycotome+Ampelodesm a</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 négatif au pôle positif 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. 4)

Les espèces à forte contribution se répartissent comme suit. :

Sens	Espèces	CTR	COR	DJEBAILI,1978	POUET,1980	LEHOUEIROU 1969,75,95	Autres auteurs
CÔTÉ POSITIF	<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, 1996)
	<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 1983,1996)
	<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 1996)
	<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 1996)
	<i>Astragalus hamosus</i>	7	114		Aride moyen	Limonophile, Aride sup. P<200mm	200<P<300mm (KADI HANIFI ;1983 1996)

	<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 1996)
	<i>Koelipinea 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 1996)
	<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 1996) bioclimat aride (DJELLOULI, 1981)
CÔTÉ NÉGATIF	<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 caerulea</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 1996)
	<i>Teucrium pseudochamae-Pitis</i>	15	258			Relique forêt. 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 1996)
	<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 1996)

Du côté négatif de l'axe 1, se regroupent essentiellement des 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

Du côté positif, 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.

L'axe 1 semble représenté un gradient bioclimatique global croissant allant du côté négatif vers le côté positif des stations sous conditions semi-arides vers celles à caractères arides à saharien. Pour ce qui est de la recherche de la signification écologique des autres axes, la même démarche a été adoptée. Les résultats auxquels nous avons abouti sont les suivants :

- l'axe 2 semble mettre en évidence une ambiance tempérée des steppes arborées de l'oranie.
- L'axe 3 exprimerait la dégradation d'origine anthropique du côté négatif vers le côté positif.
- L'axe 4 semble exprimer un gradient thermique allant du pôle négatif vers le pôle positif.
- L'axe 5 traduirait l'état de la surface du sol à savoir la présence plus ou moins importante des éléments grossiers.

### Conclusion

Les facteurs intervenant dans la répartition de la végétation des formations à alfa étudiées seraient :

La pluviosité

La thermophilie

La dégradation d'origine anthropique

La moyenne des minima du mois le plus froid (m)

L'état de la surface du sol.

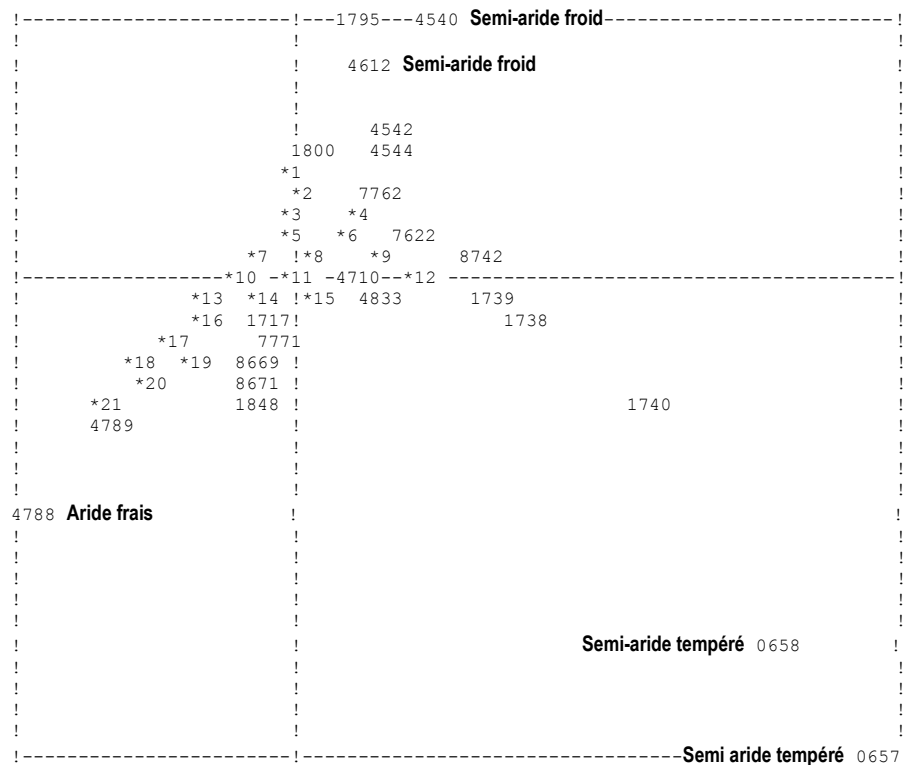


Figure 2 : Répartition des relevés sur le système d'axe 1-2 de l'analyse factorielle globale

```

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 -----!
Scismus barbatus*23 *24 !*25 *26 *27 1042
! *28 *29 *30 4982 *31
! *32 *33 ! 2190 Fumana thymifolia
! Cutandia *34 *35 *36 !0276 2613 2581
dichotoma *37 *38 !
! *39 0466 ! 1167
! 2965 ! 4199 3786
! *40
! 0460 ! 1259 Chamaerops humilis
!4972 Thymelea microphila!
!
! 4624 Sideretis incana
!
! 0463 0254 Ampelodesma mauritanicum
! 3788 Phaghalon saxatile
! 0824 Bromus madritensis
4611 Seseli varium atlanticum
!
! 0867 Bupleurum montanum
! 2098 Festuca caerulescens
! 4075 Pulicaria odora
2407 Hedysarum pallidum
!
! 0941 Calycotome villosa
0442 Arisarum vulgare
-----!-----*1686 Daphnegnidium

```

**Figure 3 : Répartition des espèces sur le système d'axe 1-2 de l'analyse factorielle globale**

## II.2- RÉSULTATS DES ANALYSES PARTIELLES

Les analyses partielles ont été abordées selon la démarche méthodologique suivie pour l'analyse globale. Cette dernière analyse a montré une position marginale de deux relevés (0657et 0658) qui ont été éliminés pour permettre l'éclatement du reste des relevés se concentrant autour de l'origine. Ceci est la première des analyses partielles qui sont en nombre de treize (13).

### II.2.1- Signification écologique des axes

À chaque analyse partielle, la recherche de la signification écologique des axes a été effectuée. Nous nous limiterons aux analyses où les groupements ont été discriminés.

**Tableau 1 : Signification des axes pour les analyses partielles (AP : Analyse partielle)**

N° AP	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	Axe 5
2	pluviométrie	physionomie	Géomorphologie	m	Recouvrement de la végétation
3	pluviométrie	Géomorphologie	Voile éolien	—	Éléments grossiers
4	pluviométrie	Voile éolien	—	Éléments grossiers	—
7	Voile éolien	—	m	Géomorphologie	—
8	Éléments grossiers	m	Voile éolien	—	Recouvrement de la végétation
9	Action anthropique	—	m	Voile éolien	—
11	Éléments grossiers	—	Voile éolien	m	topographie
13	Voile éolien	—	—	Recouvrement de la végétation	ensablement

### II.2.2- 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 lors de ces analyses partielles et ont été caractérisés sur le plan floristique et écologique. Il s'agit des groupements suivants :

- **Le groupement A** : Il correspond à une steppe arborée à *Stipa tenacissima Juniperus phoenicea* et *Globularia alipum*
- **Le groupement B** : Ce groupement correspond aux formations steppiques présahariennes à *Stipa tenacissima* et *Arthrophytum scoparium*.
- **Le groupement C** : Il correspond à la steppe à *Stipa tenacissima*, *Atractylis humilis* et *Rosmarinus tounifortii*.
- **Le groupement D** : Il correspond à une steppe à *Stipa tenacissima* et *Lygeum spartum* et *Cutandia dichotoma*.
- **Le groupement E** : Il correspond à une steppe à *Stipa tenacissima* et *Launea acanthoclada*.
- **Le groupement F** : il correspond à la steppe à *Stipa tenacissima*, *Artemisia herba alba* et *Asphodellus microcarpus*.
- **Le groupement G** : C'est un groupement correspondant à une steppe à *Stipa tenacissima*, *Atractylis humilis* et *Helianthemum hirtum*.
- **Le groupement H** : Il correspond à la steppe à *Stipa tenacissima*, *Eruca vesicaria* et *Artemisia herba alba*.
- **Le groupement I** : Ce groupement correspond aux formations à *Stipa tenacissima*, *Schismus barbatus* et *Artemisia herba alba*.
- **Le groupement J** : Il correspond à une steppe pure à *Stipa tenacissima*.

Pour la caractérisation écologique, 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.

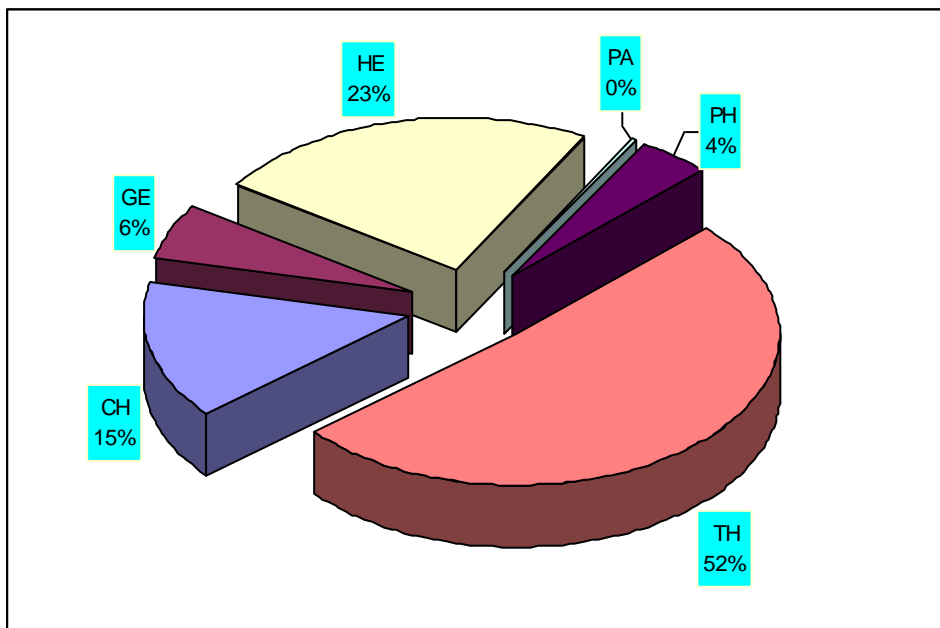
La situation géomorphologique de la plupart des groupements est variable (versants des djebels, glacis) exception faite pour les groupements A et C qui sont localisés sur les versants des djebels. Par ailleurs, nous remarquons la présence des éléments grossiers dans tous les groupements avec des taux qui varient de 14 % dans le groupement A à 40 % dans le groupement H.

## II.3- Caractérisation biologique et phytochorique

### II.3.1- Spectre biologique

#### II.3.1.1- Spectre biologique global (fig 5) :

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.



**Figure 4: Spectre biologique global** (TH : therophyte; CH : chamaephyte; GE : géophyte; HE : hemicryptophyte; PH : phanerophyte; PA : parasite)

Les groupements discriminés par les différentes analyses partielles ont été reportés sur les plans factoriels (1-2) et (3-4) pour nous permettre de voir leur dynamique suivant un gradient écologique à travers l'évolution des types biologiques et phytochoriques.

Rappelons que l'axe 1 et l'axe 3 expriment respectivement un gradient pluviométrique et un gradient anthropique. Nous nous limiterons dans le cadre de ce résumé à l'interprétation des spectres suivant le gradient pluviométrique.

### II.3.1.2- Spectres biologiques bruts des groupements (Fig. 5).

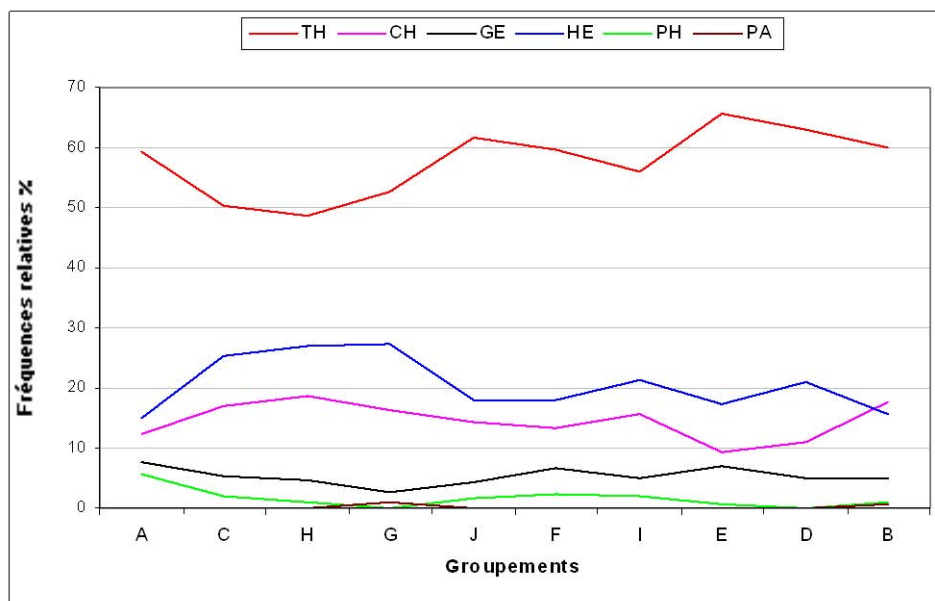
Exception faite pour le groupement B où les chamaephytes devancent les hémicryptophytes, la contribution à la richesse floristique suit dans tous les groupements, le schéma suivant :

$$\mathbf{TH > HE > CH > GE > PH > PA}$$

Trois types biologiques, les therophytes, les hémicryptophytes et les chamaephytes totalisent à eux seuls en moyenne dans tous les groupements un pourcentage de plus de 90 %. 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, 1977,1980;AIDOU LOUNIS 1984 , 1989a ; DANIN et al 1990; FLORET et al 1990 in AIDOU—LOUNIS, 1997 KADI HANIFI, 1998).

Il faut noter également, comme l'a déjà souligné KADI HANIFI (1998), EMBERGER (1939) et SAUVAGE (1961) la nette corrélation négative entre les therophytes et les hémicryptophytes (Fig ). 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 %.

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 (Fig. 5)



**Figure 5: Spectres biologiques bruts des différents groupements classés selon un gradient pluviométrique**

Par ailleurs, la dégradation d'origine anthropique semble favoriser l'augmentation des chamaephytes puisqu'on assiste à une légère augmentation de ces dernières avec l'anthropisation du milieu.

### II.3.1.3- Spectres biologiques réels des groupements (Fig.6)

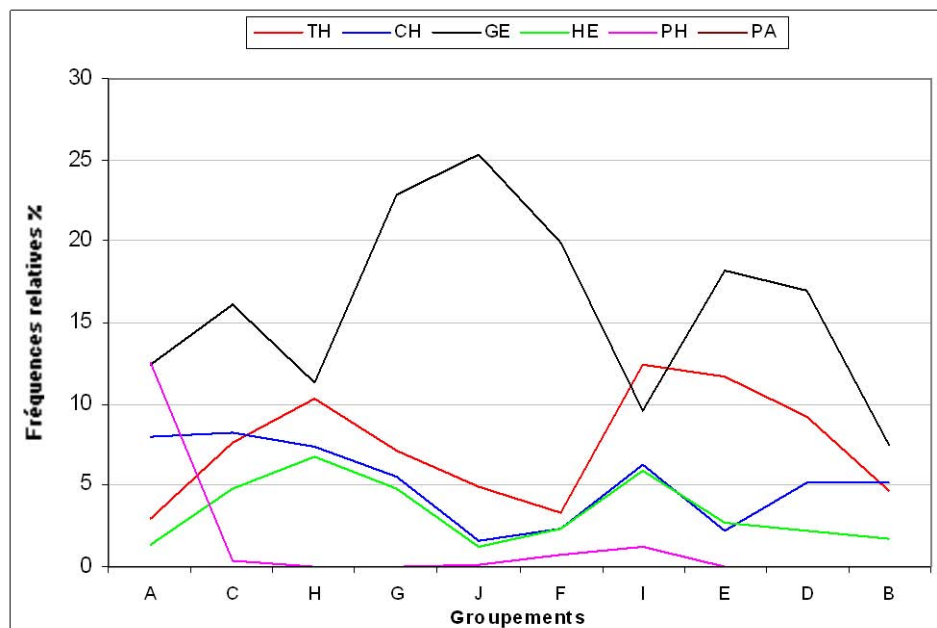
Les spectres biologiques réels diffèrent des précédents par la prédominance nette des géophytes dans la plupart des groupements. Ce taux élevé des géophytes est dû à la dominance de *Stipa tenacissima* dans la majorité des relevés constituant les groupements. Nous constatons dans ce type de spectre que 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.

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 phanerophytes dont les taux diminuent avec la sécheresse (Fig.6). Par contre en fonction de l'anthropisation comme pour les spectres bruts le taux des chamaephytes augmente mais celui des géophytes diminue.

**Conclusion :** À 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 therophytes. 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 avec la prolifération des espèces épineuses telle *Astragalus armatus*. 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 où l'alfa est de moins en moins importante.

Quant aux chamaephytes, une légère augmentation du taux est remarquée en fonction de ce gradient anthropique.



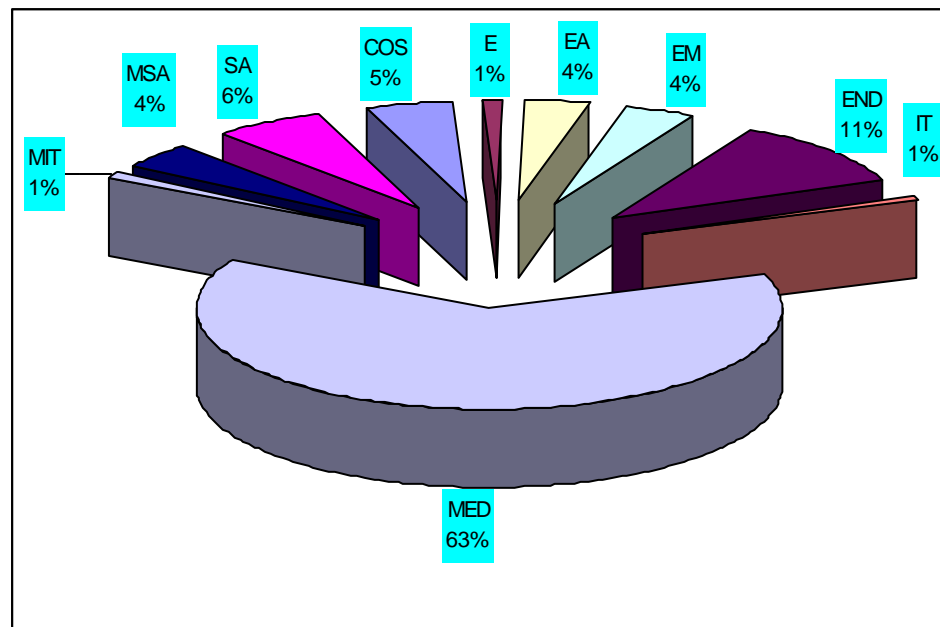
**Figure 6: Spectres biologiques réels des différents groupements classés selon un gradient pluviométrique**



## II.3.2- Spectres phytochoriques

### II.3.2.1- Spectre phytochorique global (Fig 7)

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 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.



**Figure 7: Spectre phytochorique global** (COS : Cosmopolite ; E: Européen; EA : Euro asiatique; EM: Euro méditerranéen; END : endémique; IT: Irano touranien; MED : Méditerranéen; MIT : Méditerranéo-Irano-touranien; MSA : Méditerranée saharo arabique; SA : Saharo-arabique)

### II.3.2.2- Répartition des éléments phytochoriques en fonction des types biologiques (Fig 11)

- **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.

- **L'élément endémique** : l'endémisme est représenté par 34 % d'hemicryptophyte, 28.3 % de chamaephyte, 26.4 % de thérophyte et 5.66 % de géophyte et de phanerophyte. Par ailleurs, il a été recensé 53 espèces endémiques 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, résultat auquel nombreux chercheurs sont arrivés citons entre autres **LEHOUEIROU, (1995); KADI HANIFI, (1998)**

- **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 % d'hemicryptophyte et 23,3 % de chamaephyte..

- **L'élément cosmopolite ou pluri-régional** : Il est évalué à 4.65 % avec 23 taxons, dont 19 therophytes (82.6 %), 3 hemicryptophytes (13 %) et une chamaephyte (4.35 %).

- **L'élément de liaison (connecting species) Méditerranéo-saharo-arabique (MSA) et Euro-méditerranéen(EM)** : Rassemblé en un groupe dit de « liaison » (**OZENDA, 1977**), cet élément 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 géophyte 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.

- **L'élément irano-touranien** : C'est l'élément le plus faiblement représenté de notre dition avec un taux de 1 %.

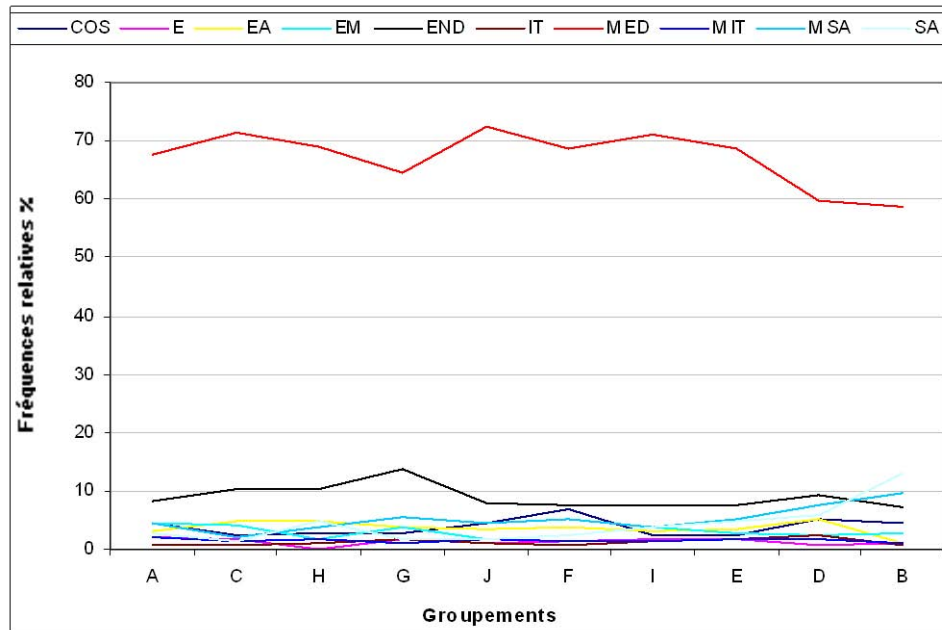
### **II.3.2.3- Spectres phytochoriques bruts des groupements (Fig 8)**

L'analyse des spectres phytochoriques bruts montrent la prédominance des espèces méditerranéennes des tous les groupements distingués. 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. Les endémiques viennent en deuxième position exception faite dans le groupement B où ils occupent la quatrième place. Les proportions en endémiques ne varie 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 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.

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, et ce, malgré leur faible recouvrement.



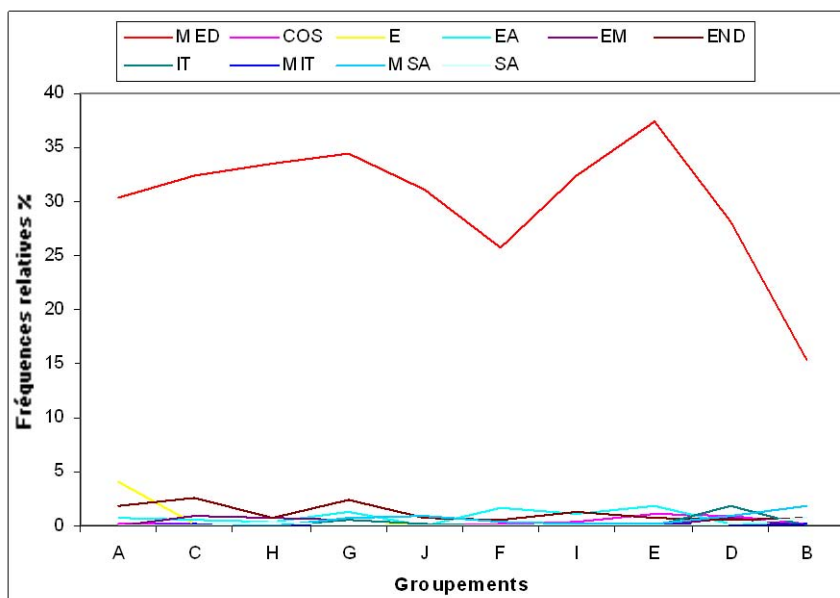
**Figure 8: Spectres phytochoriques bruts des différents groupements classés selon un gradient pluviométrique**

#### **Spectres phytochoriques réels des groupements (Fig. 9) :**

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*.

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

**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. 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



**Figure 9 : Spectres phytochoriques réels des différents groupements classés selon le gradient pluviométrique**

## II.4- Composition systématique

### II.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 astéracées (19,5 %), les poacées (10,4 %), les brassicacées (10,2 %), les fabacées (10,2%), les caryophyllacées (7,25 %), les apiacées (4,63 %), les lamiacées (4,23 %), les cistacées (4,03 %), les borraginacées (3,22 %), les liliacées (2,82 %) et les papavéracées (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 astéracées, les poacées, les brassicacées et les fabacées et totalisent 50.60 % soit un peu plus de la moitié des taxons enregistrés.

Parmi ces quatre familles, la prédominance des astéracées est nette aussi bien sur le plan générique que spécifique. Elle enregistre une proportion d'espèces équivalente à 19.5 % contre 11,3 % pour les poacées, 10,1 % pour les brassicacées et 6,64 % pour les fabacées.

En ce qui concerne la caractérisation phytochorique des principales familles, la prédominance de l'élément méditerranéen ressort dans la plupart des familles. 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 aux Brassicacées avec 56,9 %.

Les endémiques sont présentes dans presque toutes les familles, le taux le plus élevé (21.05 %) se trouve chez les Lamiacées considérées en effet comme étant la plus riche en endémiques en Afrique du Nord avec 56.7 % (LEHOUEIROU,1995).le taux le plus faible se trouve chez les Poacées (3,846 %).

#### II.4.2- La rareté

Globalement 30 % des taxons recensés dans le cadre de ce travail est classé rare au sens large du terme. Parmi ces taxons 46 sont classées 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).

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

Sur les 146 espèces classées rares (s.l.) 29 d'entre elles soit 20 % sont endémiques réparties dans 12 familles dont la plus importante est celle des astéracées qui en compte 10 espèces (Tab. 2). 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. 3).

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 provoquée par la réduction d'un couvert végétal pérenne qui joue un rôle primordial dans la fixation et la conservation des sols au niveau de ces régions arides.

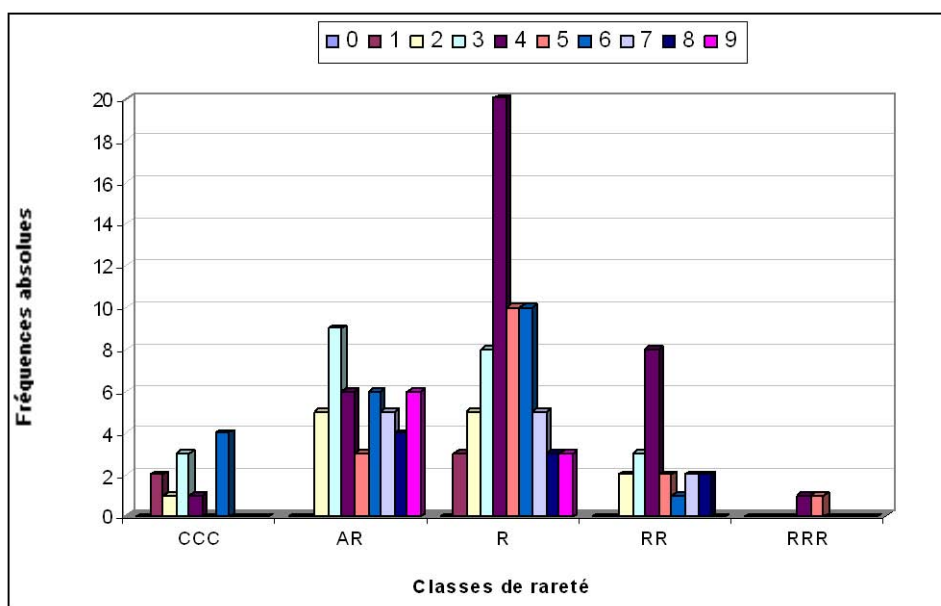
**Tableau 2 : Répartition des espèces endémiques par familles selon les classes de rareté.**

<i>Familles</i>	<i>Nbre de taxons</i>	<i>AR</i>	<i>R</i>	<i>RR</i>	<i>RRR</i>
<i>Astéracée</i>	<b>10</b>	6	2	1	1
<i>Fabacée</i>	<b>4</b>	1	1	2	
<i>Apiacée</i>	<b>3</b>		2	1	
<i>Lamiacée</i>	<b>3</b>		1	2	
<i>Scrophylariacée</i>	<b>2</b>		2		
<i>Brassicacée</i>	<b>1</b>		1		
<i>Caryophyllacée</i>	<b>1</b>		1		
<i>Chénopodiacée</i>	<b>1</b>		1		
<i>Cistacée</i>	<b>1</b>	1			
<i>Linacée</i>	<b>1</b>			1	
<i>Valériianacée</i>	<b>1</b>	1			
<i>Cynarée</i>	<b>1</b>	1			
<i>Total</i>	<b>29</b>				

**Tableau 3 : Taux des types biologiques rares (menacés)**

Rareté	Taxons		Annuelle		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	<b>79</b>	15.83	<b>65</b>	13.02

Pour rechercher le facteur qui expliquerait la disparition ou la rareté de ces espèces l'affectation d'un indice de qualité spécifique à chaque espèce classée rare et celle classée très commune a permis de montrer d'une manière claire l'abondance des espèces assez rares, rares et très rares ayant des indices pastoraux élevés pouvant atteindre l'indice 9 comparées aux espèces communes parmi lesquelles abondent celles qui présentent des indices faibles ou nuls c'est à dire toxique ou refusées par le bétail.(Fig.16).



**Figure 10 : Caractérisation des classes d'abondance par les indices pastoraux**

#### II.4.3- Composition par genre

Le coefficient générique obtenu (51.30 %) indique une relative richesse de la flore couvrant dans notre dition la totalité des steppes à alfa.

Le classement générique 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-maghebines (**LEHOUEIROU, 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.

#### II.4.3.1- 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 (**LEHOUEIROU, 1995; CHERIGEUN et al 1997; AMGHAR; 2002**) nous remarquons que ce sont les mêmes genres qui se distinguent au point de vue richesse en espèces endémiques, il s'agit souvent des 4 genres suivants: *Genista; Centaurea; Astragalus* et *Bupleurum*

#### II.5- Caractérisation pastorale

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

**Tableau 4 : Valeurs pastorales 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



**Figure 11 : Valeurs pastorales des différents groupements classés selon le gradient pluviométrique**



**Figure 12 : Valeurs pastorales des différents groupements classés selon le gradient anthropique**

En général, la variation de la valeur pastorale entre les différents groupements n'est pas importante. D'après les figures 17 et 18 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. Néanmoins, nous pouvons 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 dû au fait que ce groupement renferme le plus grand nombre d'espèces (21) refusé par le bétail ou toxiques ainsi que le plus grand 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.

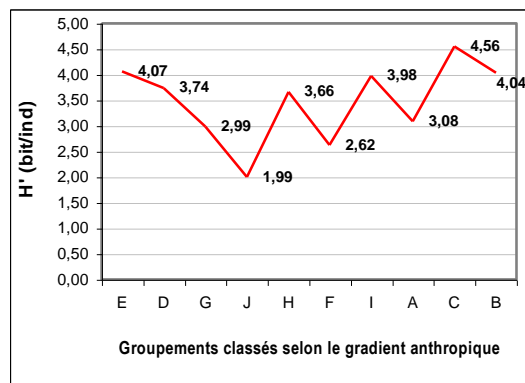
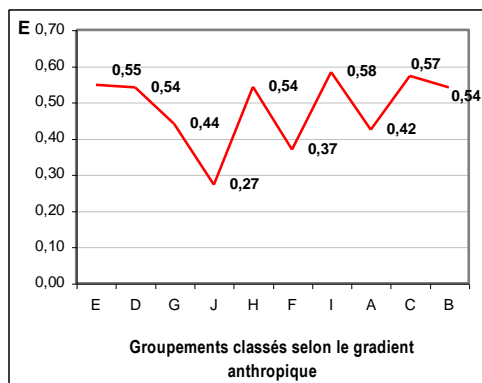
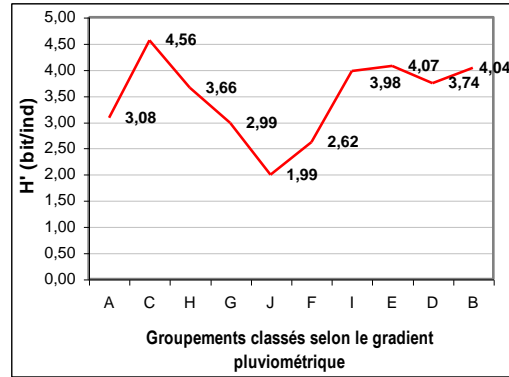
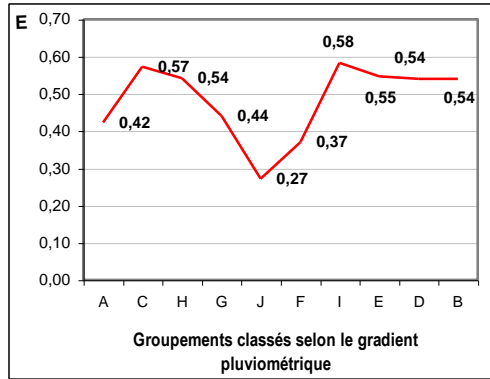
Le groupement J est caractérisé par la plus faible valeur pastorale (33,20), il renferme en effet 43 espèces fourragères médiocres avec une importante contribution au tapis végétal (79,57 %) cependant les 77 espèces classées bonnes fourragères n'en couvrent que 12,96 %.

## II.6- Les indices de diversité

Les valeurs de l'indice de Shannon varient entre 1.99 bit/ind. dans le groupement J correspondant aux formations à *Stipa tenacissima pure* et 4.56 bit /ind dans celui correspondant aux formations à *Stipa tenacissima*, *Rosmarinus tounifortii* et *Atractylis humilis*. En effet si on se réfère au gradient anthropique nous remarquons que ce dernier groupement se situe dans les milieux les plus anthropisés (Fig. 19) par rapport au groupement J. ce qui explique peut-être la valeur élevée de son indice.

Pour l'indice d'équitabilité qui varie entre 0.27 et 0.58 dans ces deux groupements les mêmes remarques sont émises.





**Figure 13 : Indices de Shannon (H') et d'équitabilité (E) des différents groupements classés selon les gradients pluviométrique et anthropique**

## CONCLUSION GÉNÉRALE

Le travail présenté a eu pour objectif l'étude de la diversité floristique des nappes alfatières de l'Algérie. L'analyse factorielle des correspondances nous a permis d'effectuer une analyse globale faisant intervenir la totalité des relevés et des analyses partielles afin d'affiner notre interprétation.

L'analyse globale nous a permis de déterminer les facteurs intervenant 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.

Avec les analyses partielles qui sont en nombre de 13 nous avons discriminé 10 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. À 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.

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 astéracées, les poacées et les brassicacées. 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 astéracées, les brassicacées et les fabacées.

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*.

La caractérisation pastorale des groupements classés selon les gradients pluviométriques et anthropiques ne montre pas une corrélation avec la valeur pastorale.

L'évaluation de la diversité spécifique par l'indice de Shannon et l'équitabilité montre une certaine relation avec la perturbation du milieu.

## RÉFÉRENCES

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.

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

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.

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<sup>ème</sup> cycle. Univ. H. Boumediene, Alger, 256p + ann.

AÏDOUD-LOUNIS F., 1989 a.– Les groupements végétaux du bassin versant du chott ech-cherghi (hauts plateaux du sud oranais) ; caractérisation phytoécologique. *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.

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.

BARBAULT M., 1992.– Ecologie des peuplements, Structure, dynamique et évolution. Masson. Paris.

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., 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.

BENSETTETI F., 1973.– Etude caryosystématique de *Stipa tenacissima*\_L dans les régions de Djelfa, Boussaâda et Batna. Ann. INA. Alger. 10, (2), 20-29.

BOUAZZA M., 1995– Etude phytoécologique de la steppe à *Stipa tenacissima* L. au sud de Sebdou . Thèse .Doct. Univ. AIX-MARSEILLE III 109 p.

BOUCHENEB N.,1999.– Contribution à l'étude de la végétation de la région de TAMENRASSET AHAGGAR. Thèse Magister, Univ. Sci. Technol. H.Boumediene, Alger, 103 p.+ ann

BOUGHANI A., HIRCHE, A. (1991).– Rapport phyfoecologique et pastoral de la wilaya de Biskra. URBT, Alger.

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.

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.

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

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.

EMBERGER, L., 1939.– Aperçu général sur la végétation du Maroc. *Verof. Geobot. Inst. Rübel Zurich*, 14 :40-157.

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<sup>ème</sup> 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.

GUINOCHET M., 1980.– Essai sur quelques syntaxons discisto-rosmarinetea et des quercetea illicis d'Algérie et de Tunisie. *Phytocoenologia*, 7 : 736 -466.

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

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.

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.

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.

NEGRE R., 1962.– Petite flore des régions arides du Maroc Occidental. Tome I et II. CNRS. Paris. 413 + 566p.

OZENDA P., 1954.– Observation sur la végétation d'une région semi-aride: les hauts plateaux du sud Algérois.

OZENDA P., 1977.– Flore du Sahara septentrional et central. 1 vol. 486 p. CNRS.Paris.

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.

RAUNKIAER C., 1934.– The life form of plants and statistical plant geography. Collected papers, clarendon press, Oxford, 632p.

SAUVAGE CH., 1961.– Recherche botanique sur les suberaies marocaines. *Trav. Inst. Sci. Cherifien bot.* 21: 1-462.