

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE HOUARI BOUMEDIENNE

INSTITUT DES SCIENCES DE LA NATURE

THESE DE MAGISTER

SPECIALITE : ECOLOGIE VEGETALE

Thème :

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA VEGETATION
DE LA REGION DE TAMANRASSET
(AHAGGAR)

Présentée en Novembre 2000 par : **BOUCHENEB Nacéra ép. SALMI**

JURY:

Président	: Mme N. NEDJRAOUI	Professeur	USTHB
Rapporteur	: Mme Y. DJELLOULI	Professeur	Univ. du Maine, le Mans
Co-Rapporteur	: Mme S. BENHOUBOU	Chargé de cours	INA
Examineurs	: Mr M. KAABECHE	Maître de conférences	Univ. de Sétif
	Mr H. ABDELKRIM	Maître de conférences	INA
	Mr A. NF. DTAFFI	Maître de recherches	INRF

Avant-Propos

Au terme de ce travail, il m'est agréable d'exprimer mes plus vifs remerciements à tous ceux qui, par leur aide, leurs conseils et leur compétence, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Qu'il me soit d'abord permis de remercier Madame Y. Djellouli qui, malgré ses nombreuses occupations et son éloignement, a bien voulu assurer la direction de ce travail. Qu'elle trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance pour m'avoir permis de mener ce travail à terme, tout en me laissant entière liberté pour le conduire.

Je suis très heureuse de manifester ma profonde reconnaissance à Madame S. Benhouhou, co-promoteur. Son intérêt, ses conseils, tant sur le plan phytosociologique, qu'au plan de l'élaboration du mémoire et sa connaissance approfondie de la végétation saharienne, m'ont été précieux pour mener à terme cette étude. Je la remercie pour la confiance, qu'elle m'a témoignée et pour son amitié toujours renouvelée.

Que Madame D. Nedjraoui, trouve ici ma reconnaissance pour avoir accepté de présider ce jury, et ce, malgré ses nombreuses occupations.

J'exprime ma profonde gratitude à Monsieur M. Kaabeche qui a bien voulu examiner ce travail, je ne saurais le remercier suffisamment pour l'aide qu'il m'a apportée lors des premières analyses effectuées à l'Université de Setif.

Je remercie Monsieur H. Abdelkrim pour avoir bien voulu examiné ce travail et ce malgré ses nombreuses tâches et pour ses encouragements constants.

Que Monsieur A. Nedjahi, Directeur de l'INRF, trouve ici l'expression de ma profonde gratitude pour avoir bien voulu examiné ce travail et surtout pour avoir mis à ma disposition le matériel et la logistique nécessaire à la réalisation de ce travail

Je tiens aussi à exprimer ma reconnaissance à mes collègues des stations INRF de Tamnarasset et de Baraki pour leur aide, leur disponibilité et leurs encouragements.

Je ne saurais oublier de remercier vivement Monsieur H. Meddour, département de Foresterie et Protection de la Nature (MA), pour avoir mis à ma disposition tous les éléments nécessaires à la finalisation de mes analyses.

Que Mesdames Y. Kadid et H. Khelifi, trouvent ici l'expression de ma profonde reconnaissance pour leurs éternels encouragements, leur aide, leurs suggestions et leur amitié.

Que A. Benadjaoud soit remercié pour sa précieuse aide et son amitié sincère.

Quant à ma famille et en particulier, mon époux et ma petite Bouchra, quoique je dise, quoique je fasse, rien ne suffirait à les remercier de leur patience, de leur peine et de leurs efforts sinon aller de l'avant. Enfin, que tous ceux qui je n'ai pas cités, considèrent ce travail comme un témoignage de mon amitié.

SOMMAIRE

INTRODUCTION

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I-SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	6
2-CARACTERISTIQUESOROTOPOGRAPHIQUES.....	6
2-1 Géologie.....	6
2-2-Sol et Géomorphologie.....	9
3-CLIMATOLOGIE.....	10
3-1-Paléoclimat.....	10
3-2-Climat.....	11
3-2-1-Mécanismes atmosphériques.....	11
3-2-2-Pluviométrie.....	11
3-2-3-Température.....	14
3-2-4-Autres facteurs climatiques.....	16
3-3-Bioclimat.....	16
4-LES RESSOURCES EN EAU.....	18
5-LA FLORE.....	20
5-1 -Caractères généraux de la flore saharienne.....	20
5-2-La flore dans l'Ahaggar.....	21
5-3-Types biologiques et Adaptations.....	22
5-4-Divisions phytogéographiques.....	24
6-LA VEGETATION.....	26
6-1-Principales formations végétales décrites en Ahaggar.....	27
7-CONCLUSION.....	28

CHAPITRE II : METHODOLOGIE

1-INTRODUCTION.....	31
2-PRINCIPES ET CONCEPTS FONDAMENTAUX.....	31
2-1-Définitions et Propriétés de l'Association Végétale.....	31
2-2-L'individu d'association.....	31
3-ETAPE ANALYTIQUE.....	32
3-1-Echantillonnage.....	33
3-1-1-Période d'échantillonnage.....	33
3-2-L' Aire minimale.....	33
3-3-Réalisation du relevé phytosociologique.....	34
4-ETAPE SYNTHETIQUE.....	35
4-1-Analyse Factorielle des Correspondances (AFC).....	36
4-2-Classification hiérarchique ascendante (CAH).....	38
4-3-Tableaux phytosociologiques.....	39

CHAPITRE III : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

1-INTRODUCTION.....	41
2-ANALYSE.....	41
2-1-Individualisation des Groupes de Relevés.....	41
2-1-1-Cartes Factorielles des Relevés.....	42
2-1-2-Résultats de la classification hiérarchique.....	44
2-2-Caractérisation Ecologique et Floristique des sous-ensembles.....	45
2-3-Signification Ecologique des Axes Factorielles.....	49
2-3-1-Signification de l'Axe 1.....	50
2-3-2-Signification de l'Axe 2.....	51
3-CONCLUSION.....	52

CHAPITRE IV : SYNTAXONOMIE

1-ETUDE PHYTOSOCIOLOGIQUE AU SAHARA CENTRAL.....	54
2-L'EDIFICE PHYTOSOCIOLOGIQUE AU SAHARA CENTRAL.....	54
2-1-La Classe des <i>Pergularieto-Pulicarietea</i>	55
2-2-La Classe des <i>Asterisceto-Forskholetea</i>	57
2-3-La Classe des <i>Lavanduletea antineae</i>	59
2-4-La Classe des <i>Helianthemeto-Paronychietea</i>	61
3-SYNTAXONOMIE DES GROUPEMENTS MIS EN EVIDENCE.....	61
3-1-Groupement à <i>Olea laperrini</i>	61
3-2-Association à <i>Cassia aschrek</i> et <i>Panicum turgidum</i>	65
3-3-Association à <i>Tamarix gallica</i> et <i>Desmostachya bipinnata</i>	70
3-4-Association à <i>Tamarix aphylla</i> et <i>Farsetia ramosissima</i>	74
3-5-Groupement à <i>Acacia raddiana</i> et <i>Salvadora persica</i>	78
3-6-Association à <i>Leptadenia pyrotechnica</i> et <i>Chrozophora brocchiana</i>	81
4-DISCUSSION DES RESULTATS.....	85
CONCLUSION GENERALE.....	87
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	92
ANNEXES.....	104

INTRODUCTION

Le Sahara appartient à tout un ensemble de déserts chauds. Séparant le monde méditerranéen du monde tropical, de l'Atlantique à la mer rouge, le Sahara occupe une bande de 5000 km de long sur 1800 km de large. Avec ses 9 millions de km², le Sahara est le plus grand désert du monde. Il comprend le cinquième des terres émergées de la planète, le quart de l'ensemble des terres arides, la moitié des surfaces désertiques et les trois quart des déserts accentués (OZENDA, 1983). Dans ce vaste territoire, existent plusieurs entités floristiques, biogéographiques et bioclimatiques. Ces seules observations soulignent tout l'intérêt que l'on peut accorder à des titres divers la connaissance de ces régions.

L'exploration du Sahara algérien remonte à la fin du dix neuvième siècle et au début du vingtième siècle. Les travaux portant sur la géographie générale et la climatologie reviennent à BERNARD (1939), CAPOT REY (1952, 1953), BAGNOULS et GAUSSEN (1957), MONOD (1957), GAUSSEN et VERNET (1958), DUBIEF (1953, 1963), BARRY et CELLES (1973), BARRY et FAUREL (1973).

Les sols sahariens ont intéressé pour leur part DURANT (1954, 1967), KILLIAN (1940, 1953), KILLAN et FEHER (1938) et PONS et QUEZEL (1956). Sur le plan floristique et géographie botanique, l'exploration du Sahara algérien revient à de nombreux explorateurs. Pour ce qui est du Sahara septentrional, son exploration est « dans ses débuts tout au moins, difficilement dissociable de celle de l'Algérie » QUEZEL (1965). Il est important de rappeler les noms de COSSON (1855), GUINET (1952,1954) et MONJAUZE et *al.* (1955) pour ce dernier. BATTANDIER (1900), BATTANDIER et TRABUT (1911-1913), BONNET (1912), KILLIAN (1940), LEREDDE (1953, 1954) et MAIRE (1933-1940) pour le Sahara central. MAIRE (1922 à 1936) et MONOD (1938) pour le Sahara nord occidental.

Les premières études synthétiques sur la flore et la végétation saharienne, reviennent à MAIRE (1933) pour l'Ahaggar, GUINET (1954) pour la région de Béni-Abbès, LEREDDE (1957) pour le Tassili N'Ajjer et QUEZEL et SIMONEAU (1960) pour le Sahara nord occidental.

Un jalon important sur les travaux de la flore et de la végétation est posé suite à la publication de la Flore du Sahara septentrional et central par OZENDA (1954). Une synthèse précieuse est réalisée par QUEZEL (1965) sur la végétation du Sahara. D'autres travaux ont suivi, citons BARRY et *al.* (1976, 1981), BARAKOUDAH et VAN DER SAR (1982), BENHOUHOU (1991), BENMENSEUR et *al.* (1994).

Au cœur de ce vaste territoire, surgissent quatre principaux massifs qui peuvent prétendre au titre de montagne. D'ouest en Est, l'Adrar des Ifoghas, l'Ahaggar, le Tassili N'Ajjer et le Tibesti. L'Ahaggar est le plus haut massif d'Algérie (Mont Tahat à 3003 m d'altitude), il couvre une superficie de l'ordre de 450.000 Km². Cette vaste contrée fait partie de la subdivision du Sahara central (QUEZEL, 1965).

Depuis plus de 3 milliards d'années l'Ahaggar renferme un patrimoine naturel unique et très dense dans toutes ses composantes : la faune et la flore sont très diversifiées en raison des grandes différences latitudinales entre les limites Nord et sud de l'Ahaggar, altitudinales notamment dans les hauts massifs de l'Atakor et la Tefedest. La variété géologique, géomorphologique, les influences climatiques (tropicales et méditerranéennes) et la présence de nombreux points d'eau confèrent à cette région une diversité paysagère remarquable (volcanisme, erg, reg, canyon, tassili) à laquelle participe de nombreuses curiosités naturelles (bois pétrifié de In Salah, salines de l'Amadrour...). Sur le plateau de l'Assekrem (2700 m d'altitude) se trouve l'ermitage du Père Foucauld, lieu de pèlerinage international. Sites archéologiques, gravures et peintures rupestres sont les témoins de centre d'activités humaines de l'épisode pluvial de l'Holocène à nos jours. Les peintures et gravures rupestres les plus remarquables sont celles de la Tefedest, étudiées et répertoriées par Maitre (1970).

En raison de toutes ses particularités et ses richesses, l'Ahaggar justifiait pleinement son classement en Parc National. Le Parc National de l'Ahaggar a été donc créé en novembre 1987. Son objectif étant la protection, la conservation et la mise en valeur des richesses du patrimoine culturel et naturel de cette contrée. Sa gestion a été confiée à l'Office du Parc National de l'Ahaggar (OPNA) dont le siège est fixé à Tamanrasset. Ce parc est à la fois naturel et culturel.

Le parc de l'Ahaggar et le parc du Tassili n'Ajjer sont les seuls en Algérie, à jouir d'un tel statut.

L'Ahaggar tient une place privilégiée dans le domaine du tourisme. Jusqu'à cette dernière décennie, cette région attirait les deux tiers du tourisme étranger en Algérie et de nombreux touristes nationaux. Tout au long de cette décennie, le tourisme a représenté la principale activité économique dans l'Ahaggar.

Par ailleurs, l'Ahaggar présente un intérêt naturel appréciable. En effet, les oueds encaissés et humides sont nombreux et les points d'eau fréquents. Une végétation variée, où les

arbres sont bien représentés, s'installe. Savane et Tarnariçaie caractérisent les abords du massif. En pénétrant au coeur de ce dernier, l'altitude atteint les 3000 m et la pluviosité dépasse les 100 mm. Le relief s'accroissant, alors «les niches écologiques se multiplient et le contraste topographique favorise le phénomène de spéciation. Le massif devient un véritable creuset où se forgent les formes adaptatives et un refuge où s'arrêtent les espèces dans leur migration ». A la lisière de frontières biogéographiques, l'Ahaggar est un massif où le monde méditerranéen et le monde tropical entrent en contact. L'expression floristique de cette contrée résulte donc de l'intrication de plusieurs éléments phytogéographiques. A la flore saharo-arabique (commune à l'ensemble des régions désertique) se surajoutent une flore méditerranéenne, une flore tropicale, ensuite une personnalité propre que marque nettement l'existence d'espèces endémiques. L'interpénétration de ces types de flores crée la singularité et l'attrait de la végétation de l'Ahaggar (KILLIAN, 1922). Elles font la richesse et l'unicité de cette région florale saharienne (HALEM, 1990).

Sur le plan socio-économique, la végétation spontanée de l'Ahaggar participe activement dans la vie des populations locales. Elle offre de multiples usages : énergie, artisanat, pharmacopée, divers produits (tannin, latex, huiles...). Mais l'élevage reste la principale activité. Les pâturages naturels de cette contrée sont utilisés à cette fin depuis le Néolithique. Par ailleurs, cette flore adaptée aux conditions extrêmes de xéricité représente un stock de gènes précieux dont la conservation et la valorisation sont primordiales dans la lutte contre la désertification, la mise en valeur des régions arides et la sauvegarde d'une biodiversité à part entière.

C'est dans cet ensemble dynamique que se placent des travaux sur la flore et la faune occupant des biotopes susceptibles d'être concernés par les bouleversements, que le développement actuel, ne peut manquer d'apporter dans ces écosystèmes particulièrement fragiles. La protection d'un tel patrimoine naturel ne peut se faire qu'à travers une meilleure connaissance de ce milieu et de son fonctionnement.

Ainsi depuis 1990, l'Institut National de Recherches Forestières (INRF) a initié un projet de recherche sur la conservation et la valorisation des ressources phytogénétiques sahariennes. Dans le cadre de ce projet, il nous a été proposé d'effectuer l'inventaire des principaux groupements végétaux de l'Ahaggar. L'analyse numérique des inventaires phytoécologique devrait permettre d'actualiser et d'approfondir les synthèses écologiques antérieures (Quézel, 1965, Barry *et al.*, 1973-1981) d'une part, et d'autre part contribuer à une meilleure

connaissance de ces formations végétales, indispensable à la maîtrise de ces écosystèmes fragiles et marginaux.

Pour cela, l'approche phytosociologique nous a paru la plus adéquate pour une diagnose des groupements végétaux. Elle permet d'apprécier les problèmes inhérents à la conservation de ces structures par l'établissement d'une typologie cohérente et la mise en évidence de la dynamique de ces formations. Selon GEHU (1980), «la phytosociologie est sans doute plus que toute autre science indispensable à l'étude et à la solution des problèmes délicats d'environnement (notamment d'évaluation et de valorisation des territoires) auxquels l'humanité est confrontée ».

L'objectif premier de notre travail est donc, de parvenir à une meilleure connaissance des groupements végétaux de l'Ahaggar, sur laquelle n'existe que relativement peu de travaux, dont les plus importants sont ceux de MAIRE (1933-1940), QÛEZEL (1954, 1957, 1965) et BARRY et CELLES (1981) et plus récemment HALEM (1990), BENCHARJF *et al.* (1991), ABDELKRIM (1992), DJELLOULI et BOUCHENEB (1997) et BOUCHENEB (1999). Concernant l'étude de terrain, et devant l'immensité du territoire, nous avons limité nos investigations à la région de Tamanrasset (Feuille de Tamanrasset au 1/200.000), Après un premier chapitre consacré à la présentation du Parc national de l'Ahaggar et de la zone d'étude choisie, la méthodologie adoptée fait l'objet du deuxième chapitre. Nous avons couplé la collecte des données sur le terrain, basée sur les principes de la phytosociologie «sigmatiste », avec les techniques actuelles d'analyse numérique (AFC et CAH).

Les résultats obtenus et les différentes interprétations sont présentés dans le troisième chapitre. La définition des groupements et les diagnoses en résultant (tableaux phytosociologiques), constituent l'essentiel du quatrième et dernier chapitre.

Enfin, une conclusion générale synthétisera les points importants de ce travail et présentera éventuellement les perspectives de recherches dans cette région fragile et marginale aux ressources diverses mais limitées par les conditions extrêmes du milieu désertiques.

1- Situation géographique

L'ahaggar, vaste territoire au centre du Sahara, est situé à 2000 km à l'extrême sud de l'Algérie (Fig.1), couvrant une superficie de 450.000 km². L'Ahaggar s'étend approximativement entre le 12° et le 25° parallèle de l'hémisphère Nord et le 3° et le 6° degré Est du méridien Greenwich. Il est traversé par le tropique du cancer au point de coordonnées 22°33'.

L'ahaggar ou massif central présente deux ensembles montagneux, le pays cristallin au centre et l'enceinte Tassilienne à la périphérie. Le pays cristallin intègre une zone centrale fortement montagneuse ; Atakor ou Koudia avec une altitude atteignant les 3000 m (Mont Tahat, plus haut sommet d'Algérie). La Tefedest d'orientation Nord sud (point culminant à 2400 m d'altitude et une altitude moyenne de 1500 m) et un troisième massif montagneux à l'est du premier, l'Anahef.

La seconde zone de ce pays cristallin est représenté par des hautes plaines, des plateaux et des dépressions au pourtour de l'ensemble montagneux. La plus importante des plaines étant l'Amadror (célèbre par ses salines) située au Nord-Est de la Tefedest. A la périphérie de ce pays se trouve l'enceinte Tassilienne. A l'est se rencontrent les Tassilis de l'Ahnet, du Mouydir et du Tassili N'ajjer. Au sud le Tassili Timissao, les Tassilis de l'Ahaggar et une partie de l'Adrar des Ifoghas sans oublier le Tassili Tin Rero (Fig. 2).

Notre zone d'étude correspond à la région de Tamanrasset qui se situe à la lisière sud de l'Atakor et à cheval sur plusieurs régions naturelles (Tahaigha, Afedafeda, Ouahelladjen, Arefsa et Atakor) (Fig.3). Cette zone est représentée par la carte de Tamanrasset au 1/200.000 dont les coordonnées sont les suivantes : 5 à 6° de longitude Est et 21 à 22 ° de latitude Nord. Les altitudes dans cette zone sont comprises entre un minimum de 760 m et un maximum de 1900 m au niveau de certains petits massifs éparpillés dans cette zone.

2- Caractéristiques orotopographiques

2.1- Géologie

N'ayant pas d'influence directe sur la végétation, la géologie sera présentée car elle est à l'origine de la nature lithologique et des formes géomorphologiques.

L'ahaggar, se prolongeant au sud-ouest par l'Adrar des Ifoghas et au sud-est par l'Air, est un massif précambrien (KILLIAN, 1922) formé de roche cristallophyliennes et granitiques.

Ses périphéries se trouvent recouvertes par des sédiments paléozoïques marqués au Nord et au sud, les Tassilis. Des sédiments crétacés et tertiaires recouvrent le socle à l'Est et à l'ouest (GIROT, 1971).

Le socle précambrien est représenté par un ensemble de séries d'âge allant de 3,5 milliards à 600 millions d'années. On y observe des formations métamorphiques variées (gneiss, amphibolites, cipolins etc...) recoupées par des granités d'âge différents.

Le socle précambrien est divisé en trois grands domaines :

- Ahaggar occidental
- Ahaggar central
- Ahaggar oriental.

A la fin du tertiaire début du quaternaire, le massif de l'Ahaggar a subi un bombement du socle d'amplitude maximale estimée à 3000 m au centre du massif (ref). Résultant de ce bombement, un volcanisme se développe largement dans ce massif. Deux régions principales: Atakor (1800 à 2900 m d'altitude) et Tahaigha (1000 à 1500 m d'altitude). Ce volcanisme, de type alcalin, essentiellement basique est représenté par trois types d'édifices :

- Coulées basaltiques
- Cumulodômes phonolitiques (Asskrem)
- Neck trachitiques (lhaghen)

L'âge de ce volcanisme était considéré jusqu'à présent comme étant la fin du tertiaire début du quaternaire. Toutefois, AIT HAMOU et DAUTRIA (1994) montrent que ce volcanisme à débiter dès l'éocène.

2.2- Sols et Géomorphologie

Par définition le sol est le produit d'altération des roches par différents agents atmosphériques (pluie, gel, vent...) ou biologiques (racines, micro-organismes). Ces facteurs de pédogenèse ne sont guère favorables à la constitution des sols en milieu désertique, en raison de la dureté et de la rareté de ces paramètres (pluies irrégulières, variations thermiques trop importantes, rareté de la végétation).

MAIRE (1940) exclu toute existence de sol au sens pédologique du terme, dans le Sahara Central.

Les sols sahariens sont donc des substrats géologiques modifiés par l'érosion éolienne et par l'eau. Comme le souligne également DUTIL (1971), les sols sahariens sont des substrats minéraux véritablement squelettiques. Faute d'humidité suffisante, les processus naturels d'hydrolyse, de dissolution et d'oxydation de la roche mère sont réduite à leur plus simple

expression et la rareté de la végétation ne permet pas d'accumuler la matière organique nécessaire à la formation d'humus (DUBOST, 1992). Les organismes ne pouvant être évoqués que comme preuve de l'existence des sols et non comme facteur de formation. Toutefois, ces sols présentent une activité microbiologique certaine mais de faible intensité (KILLIAN et FEHER, 1938). Dans le cadre de la classification française, les sols désertiques sont regroupés en trois classes (DUTIL, 1971) :

- Sols minéraux bruts : ils résultent de l'action du vent, soit par ablation, soit par accumulation ou apport. Ces sols concernent la plus grande partie du Sahara.

- Sols peu évolués : le substrat de ces sols est perméable, l'eau s'y infiltre rapidement et l'évolution pédologique reste faible.

- Sols halomorphes : sols à substrat peu perméable, l'évolution pédologique est donc orientée obligatoirement vers les phénomènes de salure et généralement d'une manière accentuée par suite des conditions d'évaporation intense.

La nature du substrat détermine la typologie du paysage. Ainsi, la morphologie de l'Ahaggar est caractérisée par la présence de rochers escarpés, adrars, oueds, hamadas, et regs. On peut observer également des nebkhas (CAPOT REY *et al.*, 1963).

3- Climatologie

3.1- Paléoclimat

Pour de nombreux auteurs, le dessèchement actuel du Sahara s'inscrit dans un phénomène d'oscillations climatiques « évoluant inéluctablement vers l'aride »

Ces oscillations sont à présent bien connues grâce aux travaux des palynologues, palynoécologues et de géomorphologues. Ces auteurs montrent, durant le quaternaire, l'existence de trois terrasses alluviales correspondant à des cycles d'érosion fluviales (ROGNON, 1962 ; DUTIL *et al.*, 1959 ; BONNET, 1961). Ces cycles liés à des phases pluviales séparées par des périodes d'aridité, se sont ainsi succédées dans le Sahara Central pendant cette période géologique.

Par ailleurs, des études de pollen et de charbon de bois (PONS et QUEZEL, 1956 ; QUEZEL et MARTINEZ, 1961) montrent que chaque pluvial correspond au Sahara à une avancée vers le sud de la flore méditerranéenne. Au cours des vingt derniers millénaires le climat a encore connu des oscillations : une période post WURMIENNE (10.000 ans av. JC) caractérisée par une végétation méditerranéenne riche, témoignant d'un climat sub-humide. Puis un dessèchement progressif, phase méditerranéenne, phase sahéenne, savane à épineux (- 3000 à 500 ans) et enfin installation du désert actuel (OZENDA, 1983).

3.2- Climat

3.2.1- Mécanismes atmosphériques

Traversé par le tropique du cancer (22° 33' lat. Nord), l'Ahaggar subit l'influence de deux régimes climatiques. Le régime tempéré (méditerranéen) et le régime tropical (soudanais). Le premier, traverse la région entre novembre et février, il est associé à des dépressions appartenant au courant du Front polaire (F.P) Le second (mousson soudanaise) lié au Front intertropical (FIT) est perçu dès le mois de mai jusqu'en septembre. Le bilan pluviométrique en cette période, représente en moyenne 70 % du total annuel. Ces pluies sont orageuses et de courte durée. Ces orages sont liés à la remontée du Front intertropical (FIT) , Ce dernier entame sa remontée septentrionale dès le mois d'avril pour occuper une position maximale au mois d'août. Le repli s'effectue vers la fin septembre début octobre (MATTARI, 1987). Entre ces deux régimes intervient l'inter saison (période de transition), pouvant donner naissances à des pluies importantes suite à l'interaction des deux régimes. Ces pluies, si le système est bien alimenté, sont de quantité importante et par la même très bénéfiques pour la région : Faible évaporation en cette période, par conséquent, on assiste à une infiltration maximale (MIMOUNI, 1988).

3.2.2- Pluviométrie

Nous disposons pour caractériser la pluviométrie de la région de Tamanrasset, des données de précipitations depuis 1930. Données récoltées à la station ONM* de Tamanrasset pour la période :1930 -1992.

Moyenne annuelle

La pluviosité annuelle donne une idée générale des variations climatiques inter-annuelles de la station de Tamanrasset.

Calculée sur 63 années, la pluviosité moyenne annuelle est de **46,6 mm**. Cette valeur est relativement proche de celle de DÜBIEF (1963) avec 42,6 mm pour une période de 24 ans (1926-1950) et de celle calculée par DJELLOULI et DAGET (1992) pour une durée de 59 (1930-1990). L'évolution des pluies sur cette période (Fig. 4) révèle une variation inter-annuelle des hauteurs d'eau oscillant entre un maximum de **169,3 mm** (1933) et un minimum de **0,9 mm** (1973) avec un coefficient de variation de 8,4 %.

D'autre part, il ne se passe pas une année sans que le massif de l'Ahaggar ne reçoivent quelques pluies. Ce qui lui confère un régime de pluie régulier, ce qui l'est moins c'est la quantité d'eau tombée (DUBIEF, 1963).

Par ailleurs, cette variabilité se traduit par 3 périodes inférieures à la moyenne, une période supérieure à la moyenne. Cette variabilité est exprimée par un intervalle de confiance calculé sur 63 ans. La moyenne globale est donc de **46,6 mm** plus ou moins 9,22 (taux de sécurité 95%). Ainsi les moyennes significativement déficitaires, moyennes et excédentaires sont déterminées (Tab. 1):

**Tableau 1 : Périodes déficitaires, moyennes et excédentaires
Station de Tamanrasset 1930-1992**

Périodes	Déficitaires	Moyenne	Excédentaires
1934 – 1939	6 années		
1945 – 1949	5 années		
1970 – 1974	5 années		
1978 – 1992		15 années	
1951 – 1957			7 années
	3 périodes	1 période	1 période

La présence de périodes déficitaires et excédentaires semble être liée à la position du front intertropical. LEROUX (1988 et 1992) distingue deux scénarios possibles (Fig, 5) :

- Lorsque le FIT est maintenu en position méridionale (les anticyclones polaires mobiles du pôle Sud sont moins actifs ou bien que leurs homologues du pôle Nord sont plus actifs et durent plus longtemps) le déficit est généralisé sur le Sahel et l'Afrique de l'Ouest. C'est le cas des périodes 1940 à 1950 et 1970 à 1975. Ceci se traduit dans l'Ahaggar par la présence de périodes sèches : 1940 à 1949 et 1970 à 1974.

-Lorsque le FIT remonte haut vers le nord sous la forte poussées des anticyclones mobiles; un excédant pluviométrique est observé dans la région. Les années humides sont comprises entre 1951 et 1957, ce qui correspond à la période humide déterminée pour l'Ahaggar : 1951-1952-1953-1955-1957. Ainsi, le mouvement du FIT sous l'influence des masses d'air venant de chaque hémisphère conditionne les fluctuations de l'humidité et des températures.

Moyenne mensuelle

La répartition mensuelle des précipitations dans la zone considérée, tout en mettant en évidence la grande variabilité de la pluviosité (Fig. 6) permet de voir que le mois de septembre est le plus arrosé suivi du mois d'août, les mois de février à avril sont les plus secs. D'autre part, cette répartition conduit à y reconnaître une période pluvieuse s'étalant de mai à septembre. En effet, 73,1 % des pluies interviennent en cette période, correspondant ainsi aux pluies d'orages amenées par les dépressions tropicales, ayant pris naissance le long du FIT par adjonction d'air humide (MATTARI, 1987). Ce qui fait ressortir le caractère nettement tropical des pluies dans l'Ahaggar.

Malgré leur grande variabilité, ces pluies par l'intermédiaire de la nappe phréatique permettent l'alimentation et le maintien de la végétation spontanée.

Une seconde période de moindre importance peut être observée de novembre à février. Ces pluies d'origine méditerranéennes même régulières, sont trop modestes pour permettre à elles seules une recharge de la nappe phréatique et donc le maintien de la végétation.

3.2.3- Températures

Les températures enregistrées à la station de Tamanrasset pour la période 1930-1992 nous donnent les valeurs suivantes :

Température minimale moyenne du mois le plus froid (janvier)

$$m = 5,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Température maximale moyenne du mois le plus chaud (juin)

$$M = 34,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

La station présente un régime thermique régulier (Fig. 7). Les températures minimales et Maximales augmentent progressivement pour atteindre un maximum en juin et diminuent de la

même façon pour atteindre un minimum en janvier . L'écart entre les deux courbes demeure relativement constant.

Toujours est-il que l'Ahaggar présente des écarts thermiques importants entre l'hiver et l'été d'une part, et le jour et la nuit d'autre part.

3.2.4- Autres facteurs climatiques

- Les vents

A la latitude du tropique du cancer, le régime des vents se traduit par des courants chauds et secs. Dans l'Ahaggar, les vents sont locaux, ils se font sentir essentiellement au niveau des plaines et vallées (basses altitudes) ou plateaux (hautes altitudes).

D'après les données de la Station ONM de Tamanrasset, nous constatons que les vents sont de faible vitesse mais fréquents sur toute l'année. Le mois de juillet présente la vitesse maximale avec 4,5 m/s et le mois de décembre la vitesse minimale avec 2,5 m/s. Les vents dominants sont ceux de direction Est, Sud-Est et Nord-Ouest (fig.8).

- L'humidité

La sécheresse de l'air 44 % est importante. Cependant au sommet des massifs les phénomènes de rosée, de brouillard sont fréquents et ont un impact certain sur la végétation.

L'humidité relative moyenne est de 22 % à Tamanrasset. Le maximum est atteint au mois de novembre avec 28 % . Le minimum est enregistré au mois de juin avec 17 %

- L'insolation

L'insolation moyenne annuelle est de 9,2 h/jour, ce qui représente une luminosité intense. La plus longue insolation se produit en juillet et août avec 10 h et la plus courte en décembre avec 8,6 h.

3.3- Bioclimat

En vue de l'expression synthétique du bioclimat, de nombreux auteurs ont établi différents indices d'aridité et d'expressions graphiques, notamment le quotient pluviométrique et le climagramme d'EMBERGER (1955), l'indice d'aridité de CAPOT REY (1953), l'indice xérothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1957), l'indice d'aridité de DUBIEF (1959). L'application du diagramme ombrothermique et de l'indice xérothermique (BAGNOULS et GAUSSEN, 1957) révèle l'existence d'une période sèche à Tamanrasset s'étalant sur toute l'année (fig.9) et l'indice est de 350 jours biologiquement secs. Le Q2 d'EMBERGER (7,8), classe cette région dans l'étage bioclimatique saharien à hiver tempéré (fig. 10).

Ces différents indices ont été établis dans des régions à climat méditerranéen et saharien. S'ils nous renseignent sur le climat général il en est très peu sur le climat régional. Selon BARRY et CELLES (1972-1973) ces indices ne sont plus d'aucuns secours dans ces régions, en effet ils réunissent des contrées à flore et à végétation différente au sein d'un même bioclimat. Le seul critère tangible reste la distribution spatiale de la végétation.

Ces auteurs expliquent qu'au-delà de l'Atlas saharien, à la steppe buissonneuse dense succède la steppe diffuse et que cette limite symbolise la frontière entre l'étage méditerranéen aride et l'étage érémiq ue méditerranéen (= étage saharien sensu EMBERGER, LE HOUEROU, 1990). Par ailleurs l'apparition de la végétation contractée (steppe désertique sensu GAUSSEN) correspond, selon ces auteurs et QUEZEL (1965) à un changement d'étage bioclimatique. Cette limite plus ou moins parallèle à l'isohyète 30 mm marque la limite septentrionale de l'étage érémiq ue moyen, modulé soit par l'influence méditerranéenne soit par le front inter tropical.

Ces auteurs ont donc opté pour le critère de distribution spatiale de la végétation et l'absence de certains types biologiques et donnent les étages bioclimatiques suivants :

- Un étage érémiq ue méditerranéen à steppe buissonneuse diffuse, à pluviosité annuelle comprise entre les isohyètes 50 et 30 mm.
- Un étage érémiq ue moyen à steppe désertique, à pluviosité aléatoire pouvant connaître deux rythmes l'un méditerranéen l'autre tropical.
- Un étage érémiq ue saharien à pluviosité capricieuse, arythmique à steppe désertique dépourvue ou presque de phanérophyte.

Notre zone d'étude appartiendrait donc à l'étage érémiq ue moyen tropical (fig 1).

4- Ressources en eau

L'hydrographie saharienne est difficilement comparable aux réseaux fluviaux ordinaires. Climat, relief et perméabilité du terrain font que les parcours du ruissellement dans le Sahara central sont très brefs ou inexistants, à l'exception des bassins supérieurs présentant des talwegs à très fortes pentes où les eaux dévalent en torrent (DURANT, 1988).

Cette hydrographie est organisée en « bassin » alimentés par les eaux pluviales. Dans l'Ahaggar, trois grands bassins sont observés (DUBIEF, 1953) :

- Au Nord, le bassin de l'Igharghar
- Au sud, le bassin de Tamanrasset
- A l'Est et au sud Est ceux du Tafassasset et d'in Azaoua

Tous les oueds prennent leurs sources dans les montagnes de l'Atakor. Les massifs montagneux fonctionnent comme de véritables « châteaux d'eau » qui alimentent l'important réseau hydrographique encore actif. Une quantité d'eau non négligeable s'infiltré dans les couches alluvionnaires des oueds et dans les granités.

L'Ahaggar ne présente pas d'importantes nappes souterraines comme dans le reste du Sahara, cependant l'hypothèse d'une nappe phréatique généralisée n'est pas exclue (comm. orale). Ce serait en particulier cette nappe qui entretient la végétation dans cette région. Seul l'acheb dépend directement des précipitations.

5 - Flore

Le Sahara constitue une large barrière séparant le monde méditerranéen au Nord du monde tropical au sud. Ces deux faits fondamentaux tracent les cadres de sa biogéographie et les grandes lignes qui ont présidé à son peuplement (SCHNELL, 1976) :

- Pénétration dans sa marge septentrionale, de groupes holarctiques, et dans ses régions méridionales, de groupes tropicaux.
- Existence de groupes xériques à large répartition africano-asiatique traduisant des migrations plus ou moins anciennes entre l'Afrique et l'Asie aride.

5.1 Caractères généraux de la flore saharienne

Une grande pauvreté floristique, un taux d'endémisme élevé et une adaptation remarquable à la sécheresse représentent les principales caractéristiques de la flore du Sahara.

Avec ses neuf millions de km^2 , le Sahara abrite une flore estimée à 1200 espèces (OZENDA, 1983). Il s'agit le plus souvent d'une pauvreté aréale ; des distances considérables séparent les écosystèmes végétaux (MANIERE, 1989). Cependant, c'est à la conjonction d'un substrat ingrat avec une pluviosité aléatoire et d'une forte évapotranspiration que l'on doit cette pauvreté floristique (BARRY et *al*, 1976).

Cette flore est répartie en 104 familles d'angiospermes et seulement 10 familles de cryptogames (QUEZEL, 1978). Les principales familles sont : les Astéracées, les Fabacées et les Poacées. Ces familles représentent à elles seules 35 à 40 % de la flore saharienne. Trois autres familles sont également bien représentées, il s'agit : des Chénopodiacées, des crucifères et des Zygophyllacées. Cette dernière famille est le seul exemple de famille typiquement saharienne (OZENDA, 1983).

Les spécificités biologiques du Sahara, ainsi que l'existence de vastes étendues constituant des obstacles certains à la dissémination des espèces, font que l'endémisme est particulièrement

développé et atteint la valeur remarquable de 25% (OZENDA, 1983). Notons également, que l'endémisme se distingue au niveau du genre et surtout de l'espèce (Tab. II).

Tableau 11 : Richesse floristique et endémisme des principales Familles (QUEZEL, 1978)

Famille	Genre	Espèces	Espèces endémiques
Astéracées	80	164	13
Brassicacées	44	73	12
Caryophyllacées	22	73	13
Chénopodiacées	23	64	02
Fabacées	30	154	21
Poacées	74	203	19

5.2 La Flore de l'Ahaggar

L'exploration floristique de l'Ahaggar a été entreprise depuis plus d'un siècle. De nombreux travaux ont été consacrés à la flore et la végétation de cette contrée. Les plus importants sont ceux de MAIRE (1940), QUEZEL (1954, 1956, 1965), BARRY et CELLES. (1972-1973, 1976, 1981).

L'Ahaggar présente une flore diversifiée estimée généralement à 350 espèces végétales (MAIRE, 1940 ; QUEZEL, 1965). Cette flore compte de nombreuses endémiques (olivier, myrte, lavande...) et relique (Pistachier de l'Atlas). Toutefois le taux d'endémisme de 25 % signalé par de nombreux auteurs est vivement discuté par LEBRUN (1983) pour qui seule une douzaine d'espèces sont endémiques réellement.

De récentes prospections dans l'Ahaggar ont permis de déterminer de nouvelles stations à *Pistacia atlantica* (BENCHARIF et al., 1990) et *Acacia seyal* (SAHKI, 1991) ce qui confirme la présence de cet *Acacia* aux côtés de *l'Acacia ehrenbergiana* (CELLES et MANIERE, 1981). Au cours du quaternaire, le Sahara a connu des alternances de périodes humides (pluviaux) provoquant la pénétration des flores méditerranéenne et soudanaise, des périodes sèches (interpluviaux) entraînant le recul massif de ces flores et leurs refuges dans les zones les plus favorables. La flore actuelle reflète de ces vicissitudes historiques (BARRY et al., 1972) résulte donc de l'intrusion d'éléments floristiques mésogéen (Holarctis) et d'éléments tropicaux (Paleotropis). L'élément mésogéen présente trois ensembles :

- Flore Méditerranéenne proprement dite
- Flore Irano-touranienne
- Flore Saharo-arabique (Saharo-sindienne)

De la même façon l'élément tropical non xérophile à l'origine, a différencié des espèces désertiques (OZENDA, 1978).

Les proportions ci-dessus sont empruntés à la Flore d'OZENDA, elles concernent le Sahara central (Ahaggar, Tassili N'ajjer, Tibesti).

Tableau III : Pourcentage de chaque élément floristique

Flores	Taux
Elément Méditerranéen	
Elément à liaison Méditerranéo-Saharo-arabique	28 %
Elément Saharo-arabique	47 %
Elément saharo-arabique-soudano-deccanien	17 %
Elément Pluri-régional	8 %

Une nette dominance de l'élément Saharo-arabique est observée, près de la moitié de la flore du Sahara Central est d'origine Saharo-arabique (Saharo-sindienne).

5.3- Types biologiques et adaptations

Evolution et sélection naturelle ont donné naissance à des types de végétaux étroitement adaptés aux rigueurs du climat des régions arides et semi-arides. Ils peuvent supporter sécheresse, chaleur torride, rayonnements intenses, résistent à l'assaut des vents violents ainsi qu'à celui des tempêtes de sables et siroccos.

Des types biologiques ou forme de vie ont été distingués en fonction de leur adaptation à la saison défavorable, saison froide ou sèche.

La classification la plus utilisée est celle de RUNKTAER (1905-1918) ; basée sur la localisation des bourgeons de rénovation par rapport au sol. Ce critère est utilisé pour exprimer la capacité de la plante à endurer la saison défavorable, mieux que toute autre caractéristique (ORSCHAN, 1953). Ces principales formes de vie (HERTZ et LAMPS, 1970) sont les suivantes :

- Phanérophytes (Ph)
- Chamaephytes (Ch)
- Hémicryptophytes (H)
- Cryptophytes (G)
- Thérophytes (Th).

Selon la participation de chaque forme de vie à l'ensemble de la flore, le spectre biologique peut être dressé. Ainsi au niveau des groupements du territoire étudié, les chamaephytes apparaissent majoritaires suivi des thérophytes :

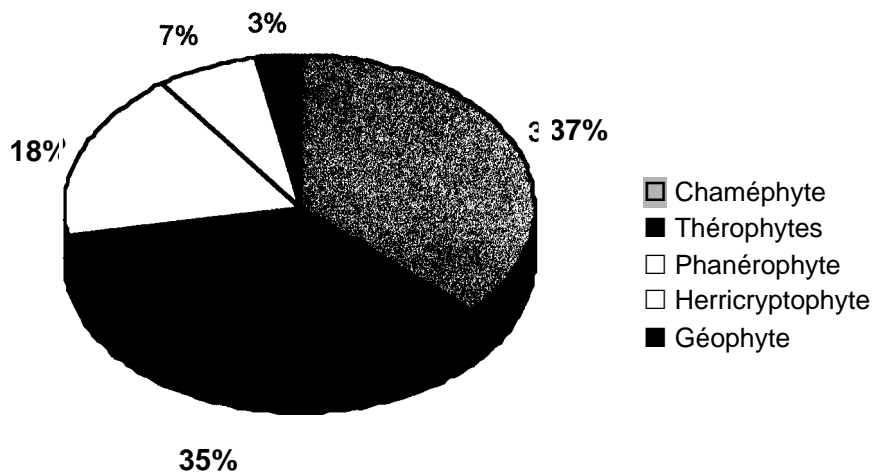


Figure 12 : Spectre biologique des espèces végétales inventoriées

Dans les régions arides où l'eau est le facteur le plus décisif, la localisation du bourgeon de rénovation seule ne semble pas exprimer le comportement écologique des plantes. Il n'est pas important de savoir si les bourgeons sont localisés à quelques centimètres du sol comme pour les cryptophytes ou à la surface du sol comme pour les hémicryptophytes, dès lors que ces deux formes de vie échappent à la sécheresse et n'ont pas de pousses aériennes durant la saison sèche. Il n'y a pas non plus de différence entre les phanérophytes et les chamaephytes dans leur exposition aux effets externes dans les régions arides, car les deux types ont une série de pousses portant les organes assimilateurs et tissus transpirants pendant la saison sèche indépendamment de la localisation du bourgeon de rénovation (ORSCHAN, 1953).

De là, une modification du système de RAUNKIAER sur les formes de vie est proposée par ORSCHANSKY (1951) et ZOHARY (1951). Celle-ci se basant sur les parties perdues de la plantes à chaque saison :

- Perte complète des pousses : thérophytes
- Ensembles des pousses perdues : plantes perdant périodiquement tout leur système de pousses, qui sont renouvelés chaque année. Ce groupe inclue les hémicryptophytes et les cryptophytes.
- Perte des branches : plantes perdant périodiquement la partie supérieure de leur branches, sans égard à la hauteur de leur bourgeon de rénovation. Ce groupe inclut la plupart des chamaephytes de RAUNKIAER et quelques phanérophytes.
- Perte de feuilles : phanérophytes et quelques chamaephytes.

Ces quatre formes de vie peuvent être divisées en deux groupes : végétaux temporaires (thérophytes et géophytes) et végétaux permanents (phanérophytes et chamaephytes).

5.4- Divisions phytogéographiques

De nombreux auteurs se sont penchés très tôt sur le problème des divisions phytogéographiques du Sahara : ENGLER (1910), EIG (1931), CHEVALLIER (1932), TROCHAIN (1952), MONOD (1945, 1957), QUEZEL (1965), BARRY et *col.* (1972-1973, 1976, 1981) et LEHOUEIROU (1990).

L'appartenance de ce vaste territoire à l'empire florale holarctique ou au paleotropique n'a pas cessé de soulever de vives discussions. Dans un premier temps, le Sahara est rangé par ENGLER (1910) dans l'empire tropical, toutefois l'opinion inverse l'emporte et le Sahara se retrouve dans l'empire holarctique. Toujours est-il, que la présence de la flore de souche tropicale et l'importance de son rôle ont poussé MONOD (1944) à distinguer dans la région Saharo-sindienne, un domaine Saharo-méditerranéen et un domaine Saharo-africain. Mais dès 1957, cet auteur ne distingue plus qu'un seul domaine (le Saharo-méditerranéen) dans la région Saharo-sindienne. Le domaine Saharo-africain est intégré dans le Paléotropis. En définitif, le domaine Saharo-sindien ne comprend plus que le Sahara Septentrional et le Sahara Nord Occidental et maintenant par la même les sommets de l'Ahaggar et du Tibesti dans la région méditerranéenne, domaine Saharo-montagnard. Le reste du Sahara Central et le Sahara Méridional sont à leur tour rangés dans le domaine Saharo-africain.

Voilà donc que ce Sahara se retrouve à cheval entre deux empires et l'idée d'accepter la notion «d'une bande de territoire mixte à séparer des deux ensembles en cause » s'impose à MONOD. QUEZEL (1965), après une analyse de la flore et de la végétation du Sahara se rallie à ce point de vue afin de trouver une solution logique au problème tant débattu des divisions phytogéographiques du Sahara. Pour cet auteur. Le Sahara Septentrional, Nord Occidental et Océanique demeurent dans la région Méditerranéenne. Les hautes montagnes du Sahara Central ne figurent plus dans cette région. Elles se retrouvent au sein du paléotropis, dans un complexe dit «méditerranéo-saharo-sindien ». Un deuxième complexe est défini, le «Saharo indien-soudano angolais » au sein duquel se retrouve le reste du Sahara Central et Occidental.

La classification que donnent BARRY et CELLES (1972-1973) ne diffère pas beaucoup des deux précédentes, si ce n'est que ces derniers distinguent deux groupes dans le paléotropis ; le Tropico-africain et le Méditerranéo-tropico africain (Tab.IV).

Ce qu'il en ressort, c'est qu'il est admis par ces auteurs que le Sahara Septentrional, Nord Occidental et Océanique sont inclus dans l'empire floral holarctique, région méditerranéenne. Le territoire Central demeure entre les deux empires à l'exception de la conception de QUEZEL.

En effet, le Sahara Central tant du point de vue climatique que floristique ne peut représenter une entité strictement définie (QUEZEL, 1965), Sur le plan climatique, il participe aussi bien au régime méditerranéen (pluies hivernales) qu'au régime tropical (pluies d'été). Sur le plan floristique, trois types de flores se côtoient dans ce vaste territoire. Aux éléments floristiques méditerranéens et saharo-sindiens se substituent les éléments sahéliens (soudano-deccanien). Ce vaste territoire où s'affrontent en un combat passif le monde tropical et le monde méditerranéen (BARRY et CELLES, 1972-1973), ne représente qu'une zone de contact entre ces deux mondes.

Le cadre biogéographique adopté dans ce travail est celui qui a été défini par BARRY et CELLES (1972-1973). La zone étudiée dépendrait donc des territoires suivants :

- Paléotropis
- Région sino-angolane, sous région saharienne, groupe tropico-africain
- Domaine saharo-africain
- Sous domaine du Sahara Central
- Secteur des basses et moyennes altitudes
- Sous secteur de l'Ahaggar.

6- Végétation

Peu d'auteurs ont produit de véritables synthèses sur la végétation du Sahara. Parmi les plus récents, nous pouvons citer : MAIRE (1933-1940), QUEZEL (1965), BARRY et *al.* (1970, 1972, 1976, 1981), OZENDA (1958, 1977) et LEREDDE (1957).

A l'inverse du Sahara septentrional, la végétation du Sahara central et donc par la même celle de l'Ahaggar, se caractérise par un mode d'occupation du sol tout à fait particulier.

La végétation se rencontre, en effet, le long des vallées, dans les lits d'oueds qui entaille les massifs montagneux ou sur les zones d'épandages là où un inféro-flux est permanent. Dans ce cas, la végétation est dite contractée (MONOD, 1954) et indique un degré de xéricité spécifique caractéristique de l'ensemble du Sahara central (irrégularité des pluies, existence de périodes sèches sur plusieurs années, écarts thermique importants ...).

En tant que type de formation, la végétation de l'Ahaggar doit sa physionomie à caractère arborée et arbustive à la présence de phanérophtes pour la plupart d'origine tropicale (*Acacia, Balanites, Calotropis, Maerua ...*) et de chaméphytes d'origine saharo-arabique (*Artenisia, Salvia, Aristida, Calligonum...*).

Dans les régions à basse et moyenne altitude deux types de communautés sont observées suivant la nature du substrat. Lorsque celui-ci est relativement compact, graveleux ou plus

moins sablonneux sur fond argileux non salé ; il porte la « savane désertique à *Acacia-Panicum* ». Au contraire quand le substratum est formé de sable atteignant une grande épaisseur et peu salé, cette savane est remplacée par la « forêt steppe à *Tamarix aphylla* » ou par la steppe à *Aristidapungens* ou Drinn.

Au delà de 1800 m d'altitude, s'individualise sur le massif une végétation particulière où seul l'élément floristique méditerranéen et/ou saharo-méditerranéen forment de véritables groupements végétaux.

6.1- Principales formations décrites en Ahaggar

MAIRE (1933, 1940) distingue trois étages de végétation dans l'Ahaggar : étage saharo-tropical, étage saharo-méditerranéen inférieur et étage saharo-méditerranéen supérieur. QUEZEL (1954) définit pour sa part, deux étages de végétation dans cette région : étage inférieur (altitude inférieure à 1700 m) et un étage supérieur (altitude supérieure à 1700 m).

BARRY et al. (1981) tenant compte de l'étagement altitudinal et de la variabilité latitudinale de l'aridité déterminent pour le Sahara l'étagement suivant :

- Entre 450 et 500 m d'altitude : étage bioclimatique érémitique saharien où les formations arborescentes ne sont pas présentes.

- A partir de 500 m d'altitude : une claire steppe à *Acacia-Panicum* apparaît, dont la composition varie entre 700 et 900 m.

- Au-dessus de 900 m d'altitude : cette steppe s'enrichit en éléments sahéliens qui augmentent en diversité jusqu'à 1500 m d'altitude. Parallèlement un cortège méditerranéen apparaît et s'affirme vers les 2000 m.

- Au-delà de 2000 m d'altitude : domaine des hautes montagnes, flore à éléments sino-méditerranéen, étage érémitique moyen tropical à variante froide.

L'ahaggar est donc concernée par la tranche altitudinale comprise 700 et plus de 2000 m, correspondant à deux étages de végétation au sens de QUEZEL (1954).

Le premier étage (700 à 1700 m d'altitude) est caractérisé par deux grandes formations végétales à savoir, la végétation des oueds sur substrat caillouteux formant un paysage particulier dénommé par MAIRE (1933-1940) «savane désertique à *Acacia-Panicum* ». Et la végétation des oueds sur substrat sableux, la «forêt steppe à *Tamarix gallica* » MAIRE (1933-1940).

Dans la région supérieure (1700 à 2700 m d'altitude), est rencontrée une végétation des oueds sur substrat rocailleux caractérisée par la présence de deux phanérophytes (*Olea laperrini* *Pistacia allantica*).

Outre ces types majeurs, sont développées certaines formations végétales particulières :

- La végétation des regs et éboulis
- La végétation hygrophile caractérisée par la ripisylve à Tamarix du groupe *gallica* et les groupements héliophiles à Typha.
- Les thérophytes sur sables humides
- Au-dessus de 2400 m d'altitude, les plateaux culminaux et les pentes rocailleuses sont colonisées par une végétation de «pelouse» et de «steppe culminale», caractérisées par *Artemisia herba-alba* et *Pentzia monodiana*.

Toutes ces formations végétales caractérisant les paysages végétaux de l'Ahaggar, présentent une végétation de type contractée (MONOD, 1957) dans les oueds et les rocailles qui les entourent. Sur les pelouses et les steppes culminales, la végétation reprend son mode diffus. La végétation concernée par notre zone d'étude correspondrait donc à la végétation des oueds et des rocailles de l'étage de végétation inférieur (au sens de QUEZEL, 1954). Toutefois, certains petits massifs éparpillés dans cette zone peuvent atteindre les 1900 m d'altitude et donc présenter une végétation propre à l'étage supérieur.

7- Conclusion

La région de Tamanrasset présente les caractéristiques suivantes :

- cette région est située à la lisière Sud de l'Atakor et à cheval sur plusieurs régions naturelles.
- L'altitude varie entre un minimum de 720 m et un maximum de 1900 m.
- Sur le plan géomorphologique, les différents habitats rencontrés sont principalement les oueds et leurs variantes (affluents, chaabates, ravinelle), les fissures de rochers, les zones d'éboulis, les zones d'épandages et les nebkhas. Le substrat présente des textures souvent sablo-graveleuse, rocailleuses et sableuse dans d'autres cas.
- L'analyse climatique de la station de Tamanrasset permet de faire ressortir le caractère tantôt tropical tantôt tempéré de cette région. Cette dernière appartient à l'étage bioclimatique érémiqne moyen tropical avec une pluviosité moyenne de 46,6 mm pour la période allant de 1930 à 1992.

- sur le plan floristique trois types de flores se côtoient, à savoir, une flore saharo-arabique, une flore méditerranéenne et une flore tropicale. Ce qui caractérise également cette région est la présence d'espèces endémiques

- Sur le plan phytogéographique, notre zone d'étude dépend de la région sindo-angolane, sous région saharienne, groupe tropico-africain, domaine saharo-africain, sous domaine du Sahara central, secteur des basses et moyennes altitudes et sous secteur de l'Ahaggar.

- les principaux paysages végétaux rencontrés dans cette région sont la savane désertique à épineux, les Tamariciaies à *Tamarix aphylla* et une végétation de rocailles dans les fissures de rocher et les zones d'éboulis.

Ce premier chapitre nous a donc permis de présenter notre zone d'étude sur le plan physique, climatique et floristique. Nous pouvons à présent aborder l'objet même de cette étude, à savoir, l'analyse de la végétation de la région de Tamanrasset.

I- INTRODUCTION

L'étude de la végétation de la région de Tamanrasset (Feuille de Tamanrasset au 1/200.000) envisagée dans ce travail, est menée selon la méthode phytosociologique dite « sigmatiste » (BRAUN-BLANQUET, 1932).

Les étapes historiques, les principes et les techniques de la phytosociologie sigmatiste sont développés dans les travaux de REICHLING (1949), GLJINCHET (1955, 1973) GOIJNOT (1969), GEHU (1980), GEHU et RIVAS-MARTINEZ (1981).

Nous ne rappellerons que les concepts fondamentaux qui nous ont permis la conduite de ce travail, tout en essayant de suivre les définitions et la méthodologie préconisée par GEHU et RIVAS-MARTINEZ (1981). Cette méthode «comporte deux étapes », l'une analytique de prise de relevés sur le terrain et la seconde, synthétique, de comparaison analogique des relevés.

2- PRINCIPES ET CONCEPTS FONDAMENTAUX

La phytosociologie est la science des groupements végétaux ou des syntaxons ; science ordonnée en un système hiérarchisé où l'association végétale est l'unité fondamentale élémentaire (GEHU et RIVAS-MARTINEZ, 1981).

L'objectif de la phytosociologie est la description et la compréhension de la végétation, l'organisation dans l'espace et dans le temps, sur les plans qualitatifs des espèces végétales qui la constituent (RAMEAU, 1987).

2.1-Définition et propriétés de l'association végétale

La phytosociologie repose sur le postulat suivant : l'espèce végétale, et mieux encore l'association végétale, sont considérées comme les meilleurs intégrateurs de tous les facteurs y écologiques responsables de la répartition de la végétation (BEGUIN et al., 1979). De là, comme en taxonomie où l'individu est la réalité concrète de l'espèce, « l'individu d'association» est aussi le seul objet concret de la phytosociologie. L'association végétale, unité élémentaire de la phytosociologie est donc comme l'espèce, un concept abstrait qui se dégage d'un ensemble « d'individus d'association » possédant en commun à peu près les mêmes caractères floristiques, statistiques, écologiques, dynamiques, chorologiques et historiques (GEHU, 1980).

- **Caractères floristiques** : la qualité essentielle de l'association réside dans les espèces végétales constitutives parce qu'elles sont porteuses d'information génétiques précises peuvent être utilisées (notamment celles d'ordre écologiques et

chorologiques). Pour cette raison, la combinaison floristique des espèces est le fondement même du système phytosociologique. Mais comme toutes les espèces n'ont pas la même valeur informative ni le même degré de fidélité, on distingue des espèces caractéristiques, des espèces différentielles et des espèces compagnes .

- **Caractères statistiques** : l'association doit posséder une combinaison statistique répétitive des espèces caractéristiques, différentielles et compagnes (ensemble spécifique).
- **Caractères écologiques** : l'association doit se situer dans un contexte écologique précis. Elle doit posséder et contribuer à définir un biotope particulier.
- **Caractères chorologiques** : chaque association possède une aire géographique particulière. Une association ne peut être considérée comme bien connue et bien délimitée que si l'on connaît exactement ses limites géographiques.
- **Caractères dynamiques** : l'association possède une signification évolutive à l'intérieur d'une série climacique ou de groupements spécialisés mûrs. Elle est l'un des chaînons initiaux, intermédiaires, finaux ou déviants (nitrophiles par ex.) de la dynamique végétale progressive ou régressive.
- **Caractères historiques** : les groupements végétaux sont plus ou moins jeunes ou anciens. Ils appartiennent à des séries actuelles ou correspondent à des vestiges de séries anciennes informant sur l'histoire du peuplement végétal de la région.

L'expression « groupement végétal » désigne une catégorie phytosociologique de rang indéterminé et « communauté végétale » est considérée en général, comme synonyme (GUINOCHET, 1973).

2.2- L'individu d'association

L'individu d'association, surface de végétation représentative sur le terrain d'associations végétales, est le seul objet concret de la phytosociologie (GUINOCHET, 1973). Celui-ci repose sur le principe implicite de l'existence de discontinuité décelable dans le tapis végétal. Actuellement, la tendance à abandonner la définition de l'association par les espèces caractéristiques pour adopter une conception plus générale et plus souple est fréquente (OZENDA, 1982). On utilise de plus en plus de simples différentielles pour définir les associations (GOUNOT, 1969; BARKMAN et al., 1986; RAMEAU, 1988). A ce propos, GEHU (1980) souligne que beaucoup de caractéristiques locales et mêmes territoriales, ne sont souvent que des différentielles. Ces dernières sont des taxons liés préférentiellement et

souvent localement à une unité de rang inférieur (variante, sous association, association) et permettent de séparer deux syntaxons (GEHU et RIVAS-MARTINEZ, 1981).

3- ETAPE ANALYTIQUE

Cette étape consiste en la prise de relevé sur le terrain. Le relevé phytosociologique est un inventaire floristique accompagné de coefficients qualitatifs et quantitatifs (abondance-dominance, sociabilité) et de notations écologiques (topographie, sol, microclimat, influence anthropozoogènes...) (GEHU et RIVAS-MARTINEZ, 1981). L'élaboration des relevés sur terrain exige deux conditions : le choix de l'emplacement du relevé auquel répond l'utilisation des techniques d'échantillonnage, et la surface du relevé à laquelle répond l'aire minimale de l'individu d'association.

3.1- Echantillonnage

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

L'échantillonnage retenu est de type subjectif, considéré comme le plus simple et le plus intuitif. GOUNOT (1969) le définit comme étant une méthode de reconnaissance qualitative rapide qui permet de déblayer le terrain en vue d'études plus précises. GUINOCHET (1973) le considère comme étant le plus approprié à la description des groupements végétaux. La surface à échantillonner, doit être plus ou moins homogène du point de vue floristique et géomorphologique pour qu'elle soit représentative du reste de la zone . Il convient de faire le plus grand nombre de relevés floristiques même si, apparemment, les variations paraissent peu distinctes et noter constamment ce qui est observable (BARRY et al., 1985).

Les différents habitats géomorphologiques à savoir ; oueds graveleux ou sablonneux, zones d'épandages, ravinelles d'érosions, zones d'éboulis et fissures de rochers ont orienté le choix des stations. La topographie, la texture du substrat et l'altitude sont les facteurs prépondérants dans cette région.

La zone échantillonnée a porté sur une maille de (10 x 10 km), choisie au préalable dans la feuille de Tamanrasset au 1/200.000 (Annexe 2)

3.1.1- Période d'échantillonnage

Le relevé phytosociologique défini précédemment représente donc un ensemble d'observations de la végétation et du biotope d'une station donnée. Pour ce qui concerne les régions

sahariennes, il n'est pas facile de connaître la composition floristique optimale du relevé, car l'apparition des espèces annuelles reste aléatoire (BARRY *et al.*, 1976).

En effet les relevés en mauvaises saisons sont souvent similaires ; seules les espèces vivaces sont représentées. Au contraire, en bonne saison les annuelles qui étaient à l'état de graines sont présentes. De là, l'information apportée par les relevés n'est plus la même. Ainsi dans la première situation, les espèces vivaces restent la seule « réalité tangible » par contre la représentativité du relevé demeure insuffisante. Dans la seconde situation, les thérophytes sont le reflet de la station mais aussi l'empreinte fugace de la pluie et de son intensité (BARRY *et al.*, 1976).

Au cours des périodes d'échantillonnage, nous nous sommes heurtés à cette difficulté. Afin de pallier au problème des relevés en mauvaise saison nous avons échantillonné tout au long de l'année et ce durant deux campagnes (1990-1991 et 1991-1992). Ceci nous a permis d'effectuer des relevés en mauvaise saison (absence de pluie) et en bonne saison (après la pluie, Août 1991 et 1992).

Le système pluvieux reste aléatoire même si l'étude climatique fait ressortir en moyenne une période pluvieuse à une époque donnée. Ainsi, quelque soit la période d'échantillonnage, l'ensemble des relevés a été pris en considération. Ceci a permis de remédier quelque peu au manque d'informations apportées par les relevés de mauvaise saison.

3.2- Aire minimale

Un des critères fondamentaux pour la réalisation de relevé floristique représentatif d'une zone à étudier est la surface de ce dernier. «L'exécution du relevé floristique consiste en une analyse des individus d'associations, chaque relevé, ne doit porter que sur un seul individu d'association C'est à dire sur une surface de végétation de composition floristique homogène.» (GUINOCHET, 1986). Cette surface étant étroitement liée à la notion d'aire minimale.

GOUNOT (1969) définit l'aire minimale comme étant « l'aire sur laquelle la quasi totalité des espèces de la communauté végétale sont représentées». Pour GUTNOCHET (1973), l'aire minimale est « une surface n'offrant pas ou peu d'écarts de composition floristique appréciables entre les différents relevés réalisés dans les différentes parties de la zone étudié. Concernant le type de communautés végétales étudiées dans ce travail, les données bibliographiques fournissent peu d'informations. Toujours est-il que pour les zones arides, 100 m² est la surface conventionnellement admise (KASSAS, 1953). Pour le Sahara central QUEZEL (1965) précise que « pour les associations de rocailles et celles des lits d'oueds, des relevés de 200 m² étaient toujours largement significatifs ». BARRY *et al.* (1981) ne

donnent pas d'informations sur l'aire minimale utilisée et considèrent que cette dernière « est largement atteinte, se superposant le plus souvent à l'aire de distribution spatiale toujours restreinte de la végétation contractée ». HALEM (19~) a tenté d'utiliser une aire minimale calculée selon les techniques classiques. Il s'est avéré très rapidement qu'elle était très variable selon l'état de conservation du tapis végétal et de sécheresse du milieu.

Pour notre part, nous avons choisi une aire minimale de 200 m' (QJEZEL, 1954) tout en tenant compte des situations particulières, de la géomorphologie, du type de substrat et de la physiologie de la végétation.

Ainsi le choix de l'emplacement et de la limite du relevé relèvent de deux critères fondamentaux, l'homogénéité floristique et l'homogénéité géomorphologique (WRIGHT, 1973). Ces deux critères étant particulièrement importants pour les zones arides.

3.3- Réalisation du relevé phytosociologique

Une fois les habitats définis, l'aire minimale retenue, la réalisation du relevé phytosociologique constitue la phase cruciale de l'étape analytique. Les espèces présentes dans chacun des relevés sont affectées de deux coefficients: l'abondance-dominance et la sociabilité. Critère semi quantitatif, l'abondance-dominance exprime d'une part le nombre d'individus d'une espèce dans le relevé (abondance) et d'autre part, la surface recouverte par les individus d'une espèce (dominance). Le second coefficient correspond à la sociabilité et qui exprime le mode de répartition des individus sur la surface étudiée. Pour la présente étude, seul le premier coefficient, d'abondance-dominance a été retenu car jugé suffisant pour répondre à l'objectif de description de la couverture végétale (GUINOCHET, 1973).

Echelle d'abondance-dominance (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% : individus très abondants .
- 1 : recouvrement faible de 1 à 5%: individus assez abondants .
- + : simplement présent , recouvrement < 1% et abondance très faible .

Concernant le caractère de sociabilité, SAUVAGE (1951) et BARTOLI (1966) relèvent l'imprécision de cette échelle. Ce caractère est effectivement plus subjectif que celui de l'abondance-dominance car il n'a pas la même signification pour chaque espèce (RAMEAU,1988)

La sociabilité est souvent en relation avec le type biologique des espèces et possède donc une valeur informative moindre que le coefficient de recouvrement (abondance-dominance) ; c'est pourquoi certains auteurs ne l'utilisent plus (GEHU & RIVAS- MARTINEZ,1981 ; OZENDA, 1982) . Dans les régions sahariennes, la sociabilité est le plus souvent le fait des espèces pérennes (BARRY *et al.*, 1981). Nous n'avons pas retenu ce coefficient qui dans les conditions particulières du milieu désertique n'apparaît pas clairement Les espèces ne forment que rarement des peuplements denses mais se retrouvent le plus souvent éparpillées. De ce fait d'une station à l'autre l'espèce connaît la même sociabilité.

Par ailleurs, chaque relevé est accompagné des caractères stationnels immédiatement accessibles à savoir, l'altitude, l'exposition, le recouvrement global et la texture du substrat.

4- ETAPE SYNTHETIQUE

L'étape synthétique permet l'élaboration et l'identification des syntaxons comme le souligne GEHU & RIVAS-MARTINEZ (1981) : « elle consiste essentiellement dans l'élaboration des tableaux phytosociologiques dont se dégageront les caractères synthétiques des groupements, en particulier la présence et la fidélité...».

Cette étape consiste en la comparaison analogique des relevés par la technique des tableaux, décrite très en détail par ELLENBERG (1956). Elle peut également être réalisée par ordination. Les deux techniques aboutissent à l'élaboration du système phytosociologique.

L'une des meilleures techniques d'ordination appliquée au traitement des données phytosociologiques est certainement l'analyse factorielle des correspondances, développée par l'équipe du professeur GUINOCHET (GEHU, 1980). Nous retiendrons cette technique pour le traitement de nos données. Elle sera combinée à la classification hiérarchique ascendante qui est le complément de toute analyse factorielle des correspondances.

4.1- Analyse factorielle des correspondances (AFC)

Depuis sa mise au point mathématique (CORDIER, 1965; BENZECRI *et al.*, 1973; FENELON, 1981) l'AFC est maintenant utilisée depuis déjà de nombreuses années pour les traitements des données phytosociologiques (ROUX, G. et M. 1967; LACOSTE et ROUX, 1971).

C'est une méthode d'analyse multivariable ou ordination dont les premières applications remontent à RAMENSKY (1930). Elle est dite métrique et a pour objectif d'élaborer et de décrire sous forme graphique, le maximum d'information contenu dans un tableau de données croisant variables et individus (tableau de contingence). L'originalité de l'AFC, réside dans l'utilisation d'une forme quadratique pour le calcul des corrélations (la métrique du chi deux)

qui conduit à comparer non pas des valeurs mais des profils, c'est à dire, des données divisées par leur effectif total au poids (BRIANE *et al*, 1974). Ce profil sous entend que les valeurs relatives des variables vont être mises en évidence beaucoup plus que les valeurs absolues (TOMASSONE, 1976). De plus, les relevés et les espèces sont plongés dans le même espace à l'aide d'une fonction canonique et y jouent des rôles symétriques (LACOSTE et ROUX, 1971).

Ainsi, l'AFC permet de représenter deux ensembles R (relevés) et E (espèces) sur une même carte plane ou spatiale, de telle sorte que chaque relevé se trouve entouré de ses espèces et chaque espèce des relevés où elle figure; ceci permet de visualiser simultanément les relevés ressemblants et les espèces associées (GUINOCHET, 1973).

L'AFC est basée sur l'analyse des données floristiques indépendamment de toutes notions préconçues concernant les facteurs contrôlant le milieu et les séries successives. Tout l'intérêt de ce type d'ordination réside dans 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 variations du milieu (KENT et COKER, 1992).

Ainsi, les facteurs contrôlant le milieu et les relations entre la végétation et son environnement ne sont explorés qu'après étude des variations floristiques sur les graphes obtenus par l'analyse. Les données du milieu ne seront utilisées lors d'aucune phase de l'analyse, mais introduites seulement durant la phase de l'interprétation (KENT et COKER, 1992). Notre objectif s'inscrit dans ce contexte.

C'est surtout par un retour aux données observées qu'on pourra éventuellement analyser les graphiques. Nous devons donc tenir compte de certains paramètres non introduits dans l'ordination. Ce qui montre bien la valeur discriminante de la composition floristique, qui intègre en définitive l'ensemble des caractères stationnels (LACOSTE, 1975).

Au cours de cette analyse, les données sont représentées par un nuage de points relevés et par un nuage de points espèces parfaitement symétriques et superposables (BINET *étal.*, 1972).

L'interprétation de ces graphiques passe par les étapes suivantes :

- L'extraction des axes factoriels ou axes d'inertie qui représentent les directions d'allongement privilégié au nuage de points étudié. Les premiers axes factoriels contiennent le maximum d'information. BECKER (1979) estime que seuls les premiers axes factoriels ont une signification biologique interprétable.
- Le calcul d'un certain nombre de coefficients permettent une meilleure interprétation des résultats, il s'agit :

- du taux d'inertie et des valeurs propres qui permettent d'évaluer l'importance de chaque axe ;
- du cosinus carré de l'angle entre un point et l'axe factoriel qui permet d'apprécier la qualité et la représentation graphique, cette qualité est d'autant plus forte qu'un élément est lié à l'axe considéré, indépendamment de sa contribution relative au facteur,
- des contributions relatives constituées du pourcentage de l'inertie de l'axe considéré dont est responsable tel ou tel point. Les éléments ayant les plus fortes contributions relatives sont les plus explicatifs pour l'axe factoriel considéré (BRIANE, 1994).
- La comparaison des graphiques espèces et relevés : si deux points sont proches dans l'espace factoriel cela signifie que les profils des espèces représentés par ces relevés sont voisins (BACHACOU *et al.*, 1979).

4.2- Classification hiérarchique ascendante (CAH)

Les principes mathématiques de cette technique d'analyse se trouvent exposés dans de nombreux ouvrages (BENZECRI, 1973 ; LEFEBVRE, 1983 ; ROUX, 1985). La CAH est une technique couramment utilisée dans les études de taxonomie végétale (BLAISE, BRIANE et LEBEAUX, 1973) et de syntaxonomie (ROUX, 1985).

La CAH est le complément de toute AFC. Elle permet d'exploiter avec le minimum d'arbitraire les cartes d'analyses. Elle tient compte de toutes les dimensions mais aussi des pondérations. La CAH, bien utilisée, permet la détection de la délimitation efficace de classes « homogènes » (BRIANE, 1994).

La classification hiérarchique ascendante en tant que technique de classification cherche à regrouper par similitude les individus d'un ensemble de données (ex : celui des relevés).

Cette similitude est estimée par un critère de proximité. L'algorithme de base consiste à partir d'une partition la plus fine (celle où chaque individu constitue une classe) de construire progressivement une suite de partitions emboîtées. A chaque étape l'algorithme réunit deux classes de la partition ainsi obtenue précédemment, celles-ci étant les plus proches au sens du critère choisi. La construction s'arrête dès qu'il ne reste plus qu'une seule classe. A chaque niveau de la hiérarchie ainsi construite correspondent une partition et un indice numérique (analogue d'une distance entre les deux classes réunies à cette étape).

4.3- Tableaux phytosociologiques

Il existe deux catégories de tableaux phytosociologiques : les tableaux détaillés et les tableaux synthétiques.

Les tableaux détaillés comprennent :

- le tableau brut : il réunit les relevés dans l'ordre de leur dépouillement ;
- le tableau de présence : il classe les espèces du tableau en fonction de leur présence décroissante ; la présence étant l'expression de la fréquence mathématique d'une espèce ;
- le tableau partiel : il ne regroupe que les espèces dont on soupçonne la tendance à la combinaison ou à l'exclusion ;
- le tableau ordonné : Les relevés qui se ressemblent le plus sont regroupés à proximité les uns des autres ;
- le tableau phytosociologique définitif : il classe les espèces par catégories phytosociologiques et à l'intérieur de chaque catégorie par présence décroissante. Les catégories sont l'association, l'alliance, l'ordre et la classe.

La présence des espèces du tableau est exprimée par des chiffres romains (I à V). Elles correspondent à des classes de présence selon l'échelle de BRAUN-BLANQUET en 1952 :

I : espèce présente dans 1 à 20 % des relevés.

II : espèce présente dans 20 à 40% des relevés.

III : espèce présente dans 40 à 60% des relevés.

IV : espèce présente dans 60 à 80% des relevés.

V : espèce présente dans 80 à 100 des relevés.

La classe de présence se calcule grâce à la relation suivante :

$$CP = P/N \times 100$$

CP : classe de présence de l'espèce considérée.

P : nombre de présence de l'espèce considérée.

N : nombre total de relevés.

Un tableau phytosociologique est considéré correct lorsque les degrés de constance des espèces caractéristiques varient entre III et V. Dans le cas contraire, il peut s'agir de groupement végétaux d'un caractère transitoire entre deux associations ou d'un mélange de différents types de végétation (BALATOVA-TULACKOVA, 1993).

Les tableaux synthétiques ou romains sont réalisés pour réunir et comparer non plus les relevés entre eux, mais les colonnes de présence issues des tableaux phytosociologiques. Leur élaboration suit les mêmes étapes que celles des tableaux détaillés.

I-INTRODUCTION

Au cours des deux campagnes d'échantillonnage 1990/1991 et 1991/1992, nous avons réalisés 190 relevés selon la méthode sigmatiste, portant sur les différentes formations végétales rencontrées dans la région de Tamanrasset.

La réalisation du traitement numérique proprement dit a été précédé d'une phase de codage. Les relevés et les espèces ont fait l'objet d'un codage numérique adopté par la banque de données phytosociologique d'Orsay. Les traitements ont été réalisés grâce au logiciel «ANAPHYTO» (BRIAN, 1991), au Laboratoire d'Ecologie de l'Université de Sétif ainsi qu'au Département de Forêt de l'Institut National Agronomique (INA).

2- ANALYSE DES DONNEES

L'analyse des données a porté sur une matrice constituée par un ensemble de 190 relevés et 108 espèces. Cette matrice est soumise à deux types de traitements numériques à savoir, l'analyse factorielle des correspondances et la classification hiérarchique ascendante. Notons enfin que le critère d'abondance-dominance a été considéré lors du traitement par l'AFC.

La démarche adoptée comporte une seule AFC portant sur l'ensemble des relevés choisis. Nous entreprendrons les étapes suivantes :

- Individualisation des groupes de relevés, par leur visualisation sur les plans factoriels.
- Définition de ces groupes de relevés par la mise en évidence d'ensembles floristiques qui leur sont liés.
- Interprétation de la structure écologique obtenue par l'examen des axes factoriels.

2.1- Individualisation des groupes de relevés

Le traitement numérique fournit une représentation graphique des données sous forme d'un nuage de points, soit de relevés soit d'espèces projeté sur une surface plane. Cette projection est faite selon les axes principaux d'inertie, c'est à dire les axes factoriels (DERVIN, 1988). La part d'information expliquée par les différents axes est quantifiée par les valeurs propres et les taux d'inertie. Par ailleurs, ces valeurs propres permettent de décider du nombre d'axes à retenir. Les valeurs propres et les pourcentages d'inertie relatifs aux 5 axes calculés par l'AFC sont les suivantes :

	Valeurs propres	Taux d'inertie
Axe 1	0,579	7,273
Axe 2	0,446	5,605
Axe 3	0,407	5,120
Axe 4	0,329	4,137
Axe 5	0,305	3,837

L'examen de ces valeurs propres nous permet de constater que la part d'information apporté par les deux premiers axes (12,87%) est relativement faible. Par conséquent, aucun des principaux facteurs (axes factoriels) ne peut expliquer un fort pourcentage relatif de l'inertie totale (TIMBAL, 1973). Cependant, ce sont les premiers axes qui fournissent le maximum d'information contenu dans le nuage de points (CIBOTS, 1987 ; DERVIN, 1988 ; BONIN et TATONI, 1990). De ce fait seuls les deux premiers axes, simples ou complexes, seront retenus pour déterminer la distribution des espèces et des ensembles floristiques qu'elles constituent. De plus ce résultat suggère qu'il n'y a pas de gradient écologique dominant.

2.1.1- Carte factorielle des relevés

La carte factorielle relative au plan des axes 1 et 2 (12,87% d'inertie expliquée) fournit d'emblée une représentation particulièrement significative (Fig.13) . Elle laisse en effet apparaître une différenciation des relevés en six sous ensembles répartis comme suit :

- Le sous ensemble E1 forme un nuage de points-relevés (08 relevés) situé à l'extrémité de la partie négative de l'axe 1 .
- Le sous ensemble E2 constitue un nuage de points plus dense que le précédent, occupant une position centrale . Les 58 relevés qui forment ce sous ensemble se rapprochent de l'origine et semblent occuper une position intermédiaire entre les différents sous ensembles.
- Le sous ensemble E3 forme un nuage de points très étalé, s'étirant parallèlement à la partie positive de l'axe 2 et comprend 14 relevés.
- Le sous ensemble E4 occupe une position central dans le quadrant positif des deux axes avec 12 relevés.
- Le sous ensemble E5 est formé d'un nuage de points-relevés constitué par 30 relevés qui se répartissent du côté positif de l'axe 1 et négatif de l'axe 2
- Le sous ensemble E6 forme un nuage de points très dense avec 78 relevés et qui se positionne également du côté positif de l'axe 1 et s'étirant parallèlement à la partie négative de l'axe 2

Si l'on se réfère à la nature même des relevés, donc au type de stations où ils ont été réalisés, il en ressort :

- Le sous ensemble E1 s'avère être composé de relevés effectués sur station rocailleuse et rocheuse.
- Le sous-ensemble E2 est pour sa part constitué de relevés sur station sabio-limoneuse et rocailleuse.

Ces deux premiers sous-ensembles présentent la même tranche altitudinale (1300 à 1600 m).

- Les sous-ensembles E3 et E4 réunissent pour leur part, des relevés sur station sableuse.
- Les sous-ensembles E5 et E6 regroupent des relevés sur station sablo-graveleuse et sableuse.

Ce premier traitement traduit ainsi l'originalité floristique marquée des groupements végétaux sahariens de l'étage inférieur au sens de QUEZEL (1954), végétation de rocaille, savane désertique à *Acacia-Panicum* et ses variantes, la forêt galerie à *Tanicmx aphylla* et la ripisylve à *Tamarix gallica*.

2.1.2- Résultats de la classification hiérarchique ascendante (CAH)

Au vu de confirmer ces résultats et de préciser la constitution de chaque sous-ensemble, nous avons effectué une CAH. Ainsi les coordonnées des relevés issus de l'AFC sont soumis à la CAH . Cette technique est indispensable car elle permet de comparer objectivement la position des relevés sur les diverses cartes factorielles. En effet le nombre élevé de points proches voire cachés rend l'identification des sous-ensembles difficile. Au niveau le plus élevé de la hiérarchie, l'ensemble initial de 190 relevés subit une partition en cinq classes (Annexes).

- La classe I est répartie en deux unités (IA et IB) et correspondent aux sous-ensembles E1 et E2 mis en évidence par l'AFC. Ce qui réunit ces deux sous-ensembles au sein de la même classe est d'une part, le facteur altitude, et d'autre part un lot d'espèces communes .
- La classe II correspond au sous-ensemble E3 .
- La classe III constitue le sous-ensemble E4 .
- La classe IV correspond au sous-ensemble E5 .
- La classe V correspond au sous-ensemble E6 .

Les unités issues de la CAH correspondent aux six sous-ensembles différenciés par l'AFC. Ces premiers résultats permettent de confirmer l'existence écologique de ces sous-ensembles. En conclusion, l'AFC et la CAH ont permis de scinder l'ensemble des relevés floristiques en six entités distinctes. Celles effectués sur texture rocailleuse, sablo-limoneuse et graveleuse et cela pour une même tranche altitudinale (1300 et 1600 m). Les entités sur texture sableuse et sablo-graveleuse se situent à une altitude comprise entre 800 et 1200 m.

2.2 - Caractérisation écologique et floristique des sous-ensembles

Donner une signification aux différents sous-ensembles revient à les caractériser du point de vue écologique, tout en se référant à la nature des relevés qui les constituent. L'utilisation des informations que nous avons pu recueillir sur le terrain s'avère nécessaire : les conditions stationnelles observées (altitude, type de substrat, type de station, type de formation etc...) sont employées à ce niveau de l'étude. Par ailleurs, la caractérisation floristique de ces sous-ensembles se fera à l'aide des cartes factorielles relatives aux espèces, qui sont superposables à celles des cartes relevés. Cet avantage qu'offre l'AFC permet d'apprécier immédiatement le degré de liaison des espèces aux groupements et de dégager ainsi les espèces caractéristiques ou différentielles (BEGUIN et al., 1974).

Sous-ensemble E1

L'examen des conditions stationnelles relatives observations suivantes. Le sous ensemble E 1 est constitué par 08 relevés dont les caractéristiques stationnelles sont :

- **Type de station** : zone d'éboulis - fissures de rochers - ravinelle d'érosion - oued

- **Substrat** : les stations zone d'éboulis et fissures de rochers permettent l'installation de la végétation au niveau de petites cuvettes de profondeur très variables remplies de sable entremêlé de galets . Pour ce type de station nous avons décrit la texture du substrat comme étant rocheuse et rocailleuse car elles portent une végétation caractérisant ce type de biotope et que QUEZEL (1965) définit comme étant la végétation des regs et éboulis. Pour les stations ravinelle et oued le substrat présente une texture sablo-graveleuse et rocailleuse. Parfois des blocs de rochers descendent des bordures de l'oued et parsèment le lit.

- **Altitude** : elle est comprise entre 1380 et 1600 m.

- **Physionomie** : formation arbustive dominé par *Rhus tripartitum* et *Cymbopogon schoenanthus* et où l'élément phanérophytique est représenté par *Rhus tripartitum* – *Olea laperrini* - *Acacia ehrenbergiana* - *Ficus telouket* (Fig. 14). Sur le type de station zone d'éboulis et fissure de rochers l'espèce *Olea laperrini* domine. Le recouvrement global de la végétation ne dépasse pas les 15%.

Sous-ensemble E2

Ce sous ensemble réunit 58 relevés qui ont été effectués dans les conditions stationnelles suivantes :

- **Type de station** : oued (lit et berge) - zone d'épandage - nebkha - chaaba – ravinelle d'érosion - griffe d'érosion

- **Substrat** : il présente une texture sablo-graveleuse, sablo-rocailleuse, sablo-limoneuse et parfois sableuse (cas des nebkhas). De manière générale, les alluvions grossières prédominent dans tous les types de stations.

- **Altitude** : elle est comprise entre 1060 et 1500 m avec une moyenne de 1400 m.

- **Physionomie**: savane désertique à « *Acacia-Panicum* » Maire (1940). Cette végétation est caractérisée par la présence d'arbres et arbustes épineux d'origine tropicale, parmi lesquels. *Acacia ehrenbergiana*, *Acacia raddiana*, *Ziziphus lotus*, *Maerua crassifolia*, *Acacia albida*, *Acacia scorpioides* et *Ziziphus muritiana*. Ce sous ensemble dont la plupart des relevés ont été effectués à des altitudes > 1300 m représente un des aspects particuliers de la savane désertique pour une altitude comprise entre 1200 et 1700 m, caractérisé par les espèces suivantes (Fig.14) : *Pituranthos scoparius*, *Rhus tripartitum*, *Cymbopogon schoenanthus* et *Artemisia campestris*. Par ailleurs, nombreuses sont les préférentielles de ce sous ensemble; il s'agit de : *Tephrosia leptostachya*, *Indigofera articulata*, *Acacia lae/a*, *Solenostema argel*. Ces dernières forment un faciès particulier. Un second lot de différentielles participent à ce sous-ensemble, toutes de type biologique thérophytes. Parmi celles qui présentent des fréquences élevées; *Aizoon canariensis*, *Cleome arabica*, *Euphorbia granulata*, *Forskholea tenacissima* et *Atractylis aristata*. La végétation caractérisant ce sous-ensemble présente un recouvrement de 30 % à 40 %. Dans certains cas il atteint les 90 % (type de station : Nebkha).

Sous-ensemble E3

Les conditions stationnelles des 14 relevés constituant ce sous ensemble sont ;

- **Type de station** : lit et berge d'oueds

- **Substrat** : texture sableuse

- **Altitude** : elle est comprise entre 950 et 1280 m

- **Physionomie** : ce sous-ensemble correspond à une formation arbustive psammophile et hygrophile. L'espèce prédominante est le *Tamarix gallica*. Par ailleurs, la végétation est caractérisée par un recouvrement moyen de 35%.

Les espèces dominantes sont : *Tamarix gallica*, *Desmostachya bipinnata*, *Atriplex halimus*, *Cistanche philipea* et *Acacia scorpioides* (Fig.14). L'ensemble de ces taxons indiquent la proximité de la nappe phréatique laquelle serait légèrement saumâtre comme indiqué par la présence à' *Atriplex halimus*.

Sous-ensemble E4

Ce sous ensemble constitué de 12 relevés, présente les conditions stationnelles suivantes :

- **Type de station** : lit et berge d'oued
- **Substrat** : il présente une texture sableuse et parfois sablo-graveleuse
- **Altitude** : elle est comprise entre 960 et 980 m.
- **Physionomie** : formation psammophile dominée par l'espèce *Tamarix aphylla*,

présentant un recouvrement global allant de 15 à 40%, avec une moyenne de 25%.

La carte espèce (Fig.14) donne comme espèces préférentielles : *Tamarix aphylla*, *Calotropis procera*, *Calligonum comosum*, *Artemisia judaica*, *Salsola foetida*, *Aerva persica* et *Nucularia perrini*.

L'ensemble de ces taxons caractérisent des milieux sableux, néanmoins la présence dans certains relevés (0041 et 0050) d'éléments grossiers explique la présence de deux espèces saxicoles (*Aerva persica* et *Nucularia perrini*).

Sous-ensemble E5

Le sous ensemble E5, formé de 19 relevés, est rencontré dans les conditions stationnelles suivantes :

- **Type de station** : lit et berge d'oued - chaaba - zone d'épandage
- **Substrat** : texture sableuse et sablo-graveleuse
- **Altitude** : comprise entre 930 et 1250 m
- **Physionomie** : savane désertique à *Acacia-Panicum* où l'espèce *Salvadora persica* prédomine.

L'apparition d'un lot d'espèces psammophiles *Calotropis procera*, *Tamarix aphylla*, *Salsola foetida*, *Artemisia judaica*, *Calligonum comosum* et *Aristida pungens* vient confirmer la position intermédiaire qu'occupe ce sous-ensemble sur les cartes relevés . Ce dernier semble faire la transition entre les milieux franchement sableux caractérisés par *Tamarix aphylla* (sous-ensemble E4), et les milieux sableux à sablo-graveleux caractérisés par *Leptadenia pyrotechnica* qui représente l'aspect psammophile de la savane (sous-ensemble E6).

Hormis *Salvadora persica* et *Acacia raddiana* qui caractérisent ce sous-ensemble, d'autres espèces sont également préférentielles (Fig.14) de ce dernier à savoir, *Farsetia hamiltonii* et *Acacia albida*.

Sous-ensemble E6

Ce dernier sous-ensemble différencié par l'AFC est de loin le plus important avec 78 relevés.

Ces relevés ont été effectués dans les conditions stationnelles suivantes :

- **Type de station** : oueds (lit et berge) - affluent - chaaba - zone d'épandage
- **Substrat** : texture du substrat sablo-limoneuse à sableuse et sablo-graveleuse
- **Altitude** : cette dernière est comprise entre 800 et \ 200 m
- **Physionomie** : savane désertique à *Acacici-Panicum* sur texture plus ou moins fine.

Les espèces dominantes sont *Leptadenia pyrotechnica* et *Chrozophora hrocchiann* dans les relevés où le sable domine. Par contre lorsque la proportion d'élément grossier se fait plus importante, *Chrozophora brocchiana* est remplacée par *Balamies aegyptiaca* qui semble affectionner ce type de texture et former un faciès particulier dans ce groupement.

Les taxons préférentielles de ce sous ensemble sont (Fig.14): *Panicum fm'gicilim*, *Pei-gularia tomentosa*, *Ziziphus lotus*, *Leptadenia pyrotechnica*, *Maerua crassifolia*, *Chrozophora brocchiana*, *Aristida ciliata*, *Balanites aegyptiaca*. Il est à remarquer que l'ensemble de ces taxons sont caractéristiques de la savane désertique à *Acacia-Panicum*.

2.3- Signification écologique des axes factoriels

N'ayant pas pris en considération les variables écologiques lors du traitement, l'interprétation des principaux axes factoriels est effectuée indirectement à travers la nature des relevés et l'auto-écologie des espèces présentant une forte contribution relative par rapport aux axes considérés.

L'interprétation de chaque axe est généralement délicate car un axe intègre souvent plusieurs facteurs en proportions variables (BINET *et al.*, 1972). Ceci se traduit par des nuages obliques par rapport aux axes (BEGUIN *et al.*, 1974). Plus précisément, l'interprétation des axes factoriels qui correspondent aux facteurs écologiques, se fait 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).

Nous tenterons la signification écologique des deux premiers axes 1 et 2 car présentant les valeurs propres les plus élevées et qui ont été retenues lors de l'AFC.

2.3.1 Signification écologique de l'axe I

Afin de déterminer le ou les gradients écologiques relatifs à l'axe I, nous avons pris en considération les contributions relatives les plus élevées des relevés et des espèces, lesquelles valeurs sont présentées dans le tableau V :

Tableau V : Contribution relatives des relevés et des espèces par rapport à l'axe I du plan factoriel 1/2

PARTIE POSITIVE DE L'AXE I		PARTIE NEGATIVE DE L'AXE I	
N° du relevé	CTR	N° du relevé	CTR
0058	319	0165	276
0473	277	0161	261
0524	272	0149	223
0120	263	0144	192
0036	222	0162	185
0470	218	0160	178
Espèces	CTR	Espèces	CTR
<i>Acacia raddiana</i>	258	<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	414
<i>Leptadenia pyrotechnica</i>	230	<i>Trichodesma africanum</i>	401
<i>Zilla spinosa</i>	180	<i>Rhus tripartitum</i>	317
<i>Panicum turgidum</i>	113	<i>Aizoon canariense</i>	311
<i>Balanites aegyptiaca</i>	113	<i>Forskholea tenacissima</i>	241
<i>Salvadora persica</i>	106	<i>Reseda villosa</i>	236

L'examen des relevés retenus montre que l'axe I réunit :

- Dans sa partie positive, les relevés retenus sont effectués dans les oueds et les chaabates à texture fine (sablo-limoneuse, sableuse et sablo-graveleuse) et pour des altitudes comprises entre 900 et 1200 m.
- Dans sa partie négative, les relevés retenus sont effectués dans type de station oued, torrent, canyon et chaaba à texture grossière (sable grossier, graviers, rocaille et rochers) et pour des altitudes comprises entre 1320 et 1600 m.

L'auto-écologie des espèces retenues montre que l'axe I oppose deux groupes d'espèces :

- Dans sa partie positive, il réunit des espèces pour la plupart caractéristiques de la savane désertique localisées dans les oueds et leur variantes sur des textures sablo-graveleuse, sablo-limoneuse et sableuse. Sur le plan altitudinal,

ces espèces pour la tranche comprise entre 900 et 1200 m d'altitude sont à leur optimum de développement. Exception faite pour l'espèce *Zilla spinosa* qui jouit d'une large amplitude écologique pour ce facteur.

- Dans sa partie négative, l'axe 1 réunit des espèces chasmophytes, se développant préférentiellement sur texture grossière et trouvant leur optimum de développement à des altitudes comprises entre 1200 et 1700 m.

La première disjonction spatiale des relevés le long de l'axe 1, exprime une séparation altitudinale et géomorphologique. Chacune des deux parties étant caractérisée par une texture du substrat et une altitude différente. On peut conclure que ce premier axe exprime un double gradient altitudinal et géomorphologique lequel est directement lié à la texture du substrat.

2.3.2 Signification écologique de l'axe 2

De la même façon, la détermination du ou des gradients écologiques exprimés par l'axe 2 passe par l'examen des relevés et des espèces (Tableau VI) à forte contribution relative à cet axe :

Tableau VI : Relevés et espèces à forte contribution relative à l'axe 2 du plan factoriel 1/2

PARTIE POSITIVE DE L'AXE 1		PARTIE NEGATIVE DE L'AXE 1	
N° du relevé	CTR	N° du relevé	CTR
0068	555	0112	199
0069	472	0116	187
0070	463	0006	182
0071	402	0130	176
0193	377	0082	169
0420	371		
Especies	CTR	Especies	CTR
<i>Tamarix gallica</i>	582	<i>Aerva persica</i>	191
<i>Calotropis procera</i>	253	<i>Acacia ehrenbergiana</i>	104
<i>Atriplex halimus</i>	116		

L'examen des relevés et des espèces retenus montrent que l'axe 2 réunit :

- Dans sa partie positive, des relevés effectués dans lit et berge d'oued sur texture fine (sableuse).

- Dans sa partie négative, des relevés exécutés dans lit d'oued à texture sabio-graveleuse.

Concernant les espèces, cet axe oppose :

- Dans sa partie positive, des taxons affectionnant les textures Fines (sableuses) d'une part et d'autre part il indique la proximité de la nappe phréatique légèrement saumâtre.
- Dans sa partie négative, des taxons affectionnant les textures plus grossières (sablo-graveleuse, graveleuse et rocailleuse) et se développant sur des milieux secs.

La disjonction spatiale des relevés le long de l'axe 2 exprime une séparation géomorphologique. Chacune des deux parties est caractérisée par une texture du substrat différente et une profondeur de la nappe phréatique différente. Nous pouvons ainsi conclure que l'axe 2 est un axe géomorphologique (textural) lié à l'humidité du sol.

3- Conclusion

Cette analyse met en évidence les variables qui synthétisent l'information à travers les axes factoriels. L'AFC a donc permis de déterminer les principaux facteurs intervenant dans la répartition des groupement végétaux dans la région prospectée.

Les facteurs altitudinal et géomorphologique (texture du sol de manière générale) sont exprimés par l'axe 1.

L'axe 2 exprime pour sa part, la texture du sol de manière plus fine à travers le taux de sable grossier et d'éléments fins. Ces variations texturales seraient en relation avec des taux d'humidité variables, ces taux étant directement liés à la profondeur de la nappe phréatique, comme le montre les différents pourcentages de recouvrement des principaux sous-ensembles mis en évidence.

Outre l'intérêt pratique et fondamental de la mise en évidence des gradients écologiques, l'AFC a permis de définir des groupements floritiques. Six groupes de relevés présentant un maximum d'homogénéité ont été dégagés. Ils correspondent à des communautés végétales ayant valeur d'association.

Cette phase synthétique n'est qu'un justificatif à l'étude des syntaxons, qui seront examinés à l'aide des tableaux d'association qui restent par leurs relevés, la base de toute analyse phytosociologique et syntaxonomique.

1- Etude phytosociologique au Sahara central

La connaissance phytosociologique de la végétation du Sahara central a débuté avec les travaux de GRAM (1935) sur le Mouydir et de MAIRE (1940) sur le massif central saharien. Ce dernier décrit pour la première fois d'une façon qualitative, à travers des relevés phytosociologiques, les groupements végétaux de l'Ahaggar.

QUEZEL (1954, 1956) de part ses travaux a entrepris de préciser ces données et de proposer un premier édifice phytosociologique de la végétation de cette contrée.

LEREDDE (1957) présente pour sa part , une importante étude écologique et phytogéographique du Tassili N'ajjer. Il décrit plusieurs types de végétation et présente pour chacun, des relevés floristiques types. Il est à noter qu'aucune hiérarchisation syntaxonomique n'est proposée par cet auteur.

QUEZEL (1965) tente un première synthèse sur la végétation de l'ensemble du Sahara et présente plusieurs édifices aussi bien pour le Sahara septentrional, nord occidental, central et méridional.

BARRY et al. (1981), après une série de travaux sur les divisions phytogéographiques du Sahara, abordent l'analyse de la végétation de la région de In Salah et celle de Tamanrasset. Ils tentent un essai de hiérarchisation des groupements végétaux de la savane désertique à *Acacia-Panicum* de l' *Acacieta-Panicion* QUEZEL (1965) sur des bases phytogéographiques. Plus récemment, ABDELKRIM (1989) décrit un nouveau groupement à *Pistacia atlantica* dans la région de la Taessa (Ahaggar), HALEM (1990) présente pour sa part, une étude de la végétation de deux oueds dans la Tefedest. KERZABI et SASSI (1995) font de même dans le Tassili N'ajjer et définissent pour leur part un ensemble de groupements rencontrés dans deux oueds importants du Tassili. Pour les deux derniers travaux cités, les groupements végétaux présentés n'ont pas fait l'objet de hiérarchisation phytosociologique.

En définitif, seul l'édifice de QUEZEL (1965) nous permet la description et la hiérarchisation des communautés végétales concernées par ce travail.

2- L'édifice phytosociologique au Sahara central

L'étude syntaxonomique des formations végétales rencontrées dans notre zone d'étude a permis de rattacher les groupements végétaux aux unités supérieures, telles que décrites par QUEZEL (1965). Quatre classes définies par cet auteur, permettent de construire l'édifice phytosociologique au Sahara central, couvrant l'ensemble des habitats rencontrés au sein de ce vaste territoire et portant les groupements végétaux qui les caractérisent. Concernant notre

zone d'étude seules deux classes *Pergulariето-Pulicarietea* et *Asterisceto-ForskohIetea* relèvent de notre édition.

2.1- Classe des *Pergulariето-Pulicarietea* QUEZEL. 1965

Cette classe intègre l'ensemble de la végétation saharienne caractéristique des oueds caillouteux ou limoneux (Fig. 15) et où les Acacias, plus particulièrement *l'Acacia raddiana* donne toute sa physionomie à l'oued lorsqu'on l'observe d'un premier abord. Cette caractérisation est clairement définie par QUEZEL (1965) : « ...à l'exception du Sahara Méridional, toutes les formations à épineux sahariennes doivent être intégrées dans un même complexe ».

Au sein de cette classe nous distinguons un seul ordre pour l'ensemble du Sahara, à savoir, le *Pergulariето-Pulicarietalia* QUEZEL .1965. Ces deux unités sont caractérisées par les espèces suivantes :

Pergularia tomentosa, *Pulicaria crispa*, *Pulicaria undulata*, *Morettia canescens*, *Heliotropium bacciferum*, *Lotononis dichotoma*, *Marrubium deserti*, *Launea resedifolia*, *Trichodesma africanum*, *Echium humile ssp. Saharicum*, *Pennisetum dichotomum*, *Leptadenia pyrotechnica*, *Bassia muricata*, *Citrullus colocynthis*, *Centaurea pungens*, *Ruta tuberculata*.

Deux alliances sont décrites et se rattachent à cet ordre. La première caractéristique du Sahara nord occidental, *l'Antirrhineto-Zillion macropterae*, est caractérisée par les taxons suivants : *Zilla spinosa ssp. Macroptera*, *Anvillea radiata*, *Antirrhinum ramosissimum*, *Pituranthos chloranthus ssp. Intermedius*, *Launea arborescens*, *Rhantherium suaveolem ssp. Adpressum*, *Salvia verbenaca ssp. pseudo-jaminiana*, *Carduncellus devauxii*, *Convolvulus trabutianus*.

La seconde alliance est caractéristique du Sahara Central, il s'agit de *l'Acacieto-Panicion* caractérisé par les espèces suivantes : *Acacia raddiana*, *Acacia seyal*, *Maerua crassifolia*, *Balanites aegyptiaca*, *Ziziphus saharae*, *Panicum turgidum*, *Cassia aschrek*, *Caylusea hexagyna*, *Lavandula coronopifolia*, *Seetzenia orientalis*.

BARRY et al. (1981) rajoute à cette liste deux espèces considérées précédemment comme différentielles locales en raison de leur extrême plasticité écologique (QUEZEL, 1965), il s'agit de *Zilla spinosa* et de *Farsetia aegyptiaca*.

Cette alliance caractérise un type de végétation bien particulier fréquemment rencontré au Sahara central et méridional et que MAIRE (1940) a nommé « savane désertique à *Acacia-Panicum* ». Ce terme exprime à la fois les affinités que présente cette formation avec son homologue sahélienne, et les facteurs bioclimatiques qui la régissent au Sahara et qui ont permis l'installation de nombreux taxons saharo-sindiens. Enfin ce terme met l'accent sur les deux éléments floristiques les plus remarquables de ce type de végétation (QUEZEL, 1965). Ce type de végétation se localise dans les lits d'oueds rocaillieux ou graveleux dont le substrat est constitué d'alluvions grossières. Il se rencontre en dessous de 1800 m d'altitude.

A cette étape de la présentation phytosociologique, il paraît nécessaire d'apporter une rectification taxonomique concernant *Acacia seyal*. Cette espèce décrite aussi bien par QUEZEL (1954,1956,1965) dans l'Ahaggar et par LEREDDE (1957) dans le Tassili N'ajjer correspond à *Acacia ehrenbergiana* (CELLES et MANIERE, 1981; OZENDA, 1983) . En effet, pendant longtemps *Acacia ehrenbergiana* a été confondu avec *Acacia seyal* . Ce n'est que lorsque CELLES et MANIERE ont prospecté des zones sahéliennes qu'ils se sont rendu compte qu'il s'agissait de deux espèces différentes. *Acacia seyal* fréquent dans le Sahel, s'avère rare dans l'Ahaggar où seules deux stations ont été recensées (CELLES et MANIERE, 1981 ; SAHKI, 1991) et *Acacia ehrenbergiana* fréquent aussi bien dans la région saharienne que sahélienne.

2.2-Classe des *Asterisceto-Forskholetea* QUEZEL.1965

Cette classe réunit tous les groupements de rocailles du Sahara septentrional, nord occidental et central (Fig.16). Cette unité est caractérisé par les espèces suivantes : *Forskholea tenacissima*, *Asteriscus graveolens*, *Salvia aegyptiaca*, *Farsetia aegyptiaca*, *Farsetia hamiltonii*, *Picris coronopifolia ssp. saharae*, *Reseda villosa*, *Lotus roudairei*, *Fagonia latifolia ssp. isotricha*, *Enneapogon scaber*, *Enneapogon brachystachyum*, *Anastatica hierochuntica*

Concernant le Sahara central, l'auteur rajoute à cette liste deux autres espèces caractéristiques, il s'agit de *Monsonia heliotropioides* et *Pancratium trianthum* .

Cette classe commune à l'ensemble des formations rocailleuses du Sahara mésogéen est essentiellement caractérisée par des taxons de souche saharo-sindienne.

Par ailleurs, nous distinguons trois ordres à l'intérieur de cette classe :

Gymnocarpus decander, *Atractylis serraluloides*, *Helianthemum ellipticum*, *Helianthemum lipii*, *Linaria aegyptiaca ssp.sliffruticosa*, *Aristida obtusa*, *Aristida coerulescens*, *Asteriscus pygmaeus*, *Digitaria nodosa ssp. commutata*, *Diploaxis pitardiana*, *Gymnarrhena micrantha*, *Euphorbia dracunculoides ssp.inconspicua*

- Un second ordre, le *Senecietalia flavi* est rencontré au Sahara septentrional. Nord Occidental, Occidental et les hautes montagnes sahariennes. Il est caractérisé par les espèces suivantes, toutes de souche saharo-sindienne :

Senecio flavi, *Senecio coronopifolius*, *Amberboa leucantha*, *Trichodesma calcaratum*
Chrysanthemum macrocarpum, *Eruca sativa ssp. aurea*.

- Un troisième ordre celui des *Aerveto-Fagonietalia* est défini dans le Sahara central et qui intéresse les groupements de rocailles de notre dition, ses caractéristiques sont :

Aerva persica, *Fagonia bruguieri*, *Anabasis articulata*, *Schouwia purpurea*, *Fagoma flammandi*

Au sein de cet ordre une alliance est distinguée : *l'Aerveto-Fagonion* présentant les mêmes espèces caractéristiques que l'ordre. Cette alliance représente un type de végétation qui fait son apparition au-dessus de 1000 m et ce jusqu'à 1700 m d'altitude. Il se localise sur les pentes rocailleuses des thalwegs, dans les ravinelles pluviales. Le plus souvent, c'est à proximité des lits d'oueds que ce type de groupements es le mieux développé (QUEZEL,1965).

2.3- Classe des *Lavanduletea antineae* QUEZEL. 1965

Cette classe caractérise la végétation des lits d'oueds de l'étage de végétation supérieur (sensu QUEZEL) c'est à dire au-delà de 1700 m d'altitude (Fig. 17).

Le caractère essentiel de cette végétation est la prédominance de l'élément floristique méditerranéen et la présence d'endémiques spécifiques de souche mésogéenne assez nombreux (QUEZEL, 1965).

Cette classe est donc caractérisé par les taxons suivants :

Lavandula pubescens ssp. antineae, *Erigeron trilobus*, *Hyparrhenia hirta*, *Teucrium polium ssp. Ballota hirsuta*, *Globularia alypum var. vesceritensis*

Au sein de cette classe sont distingués un ordre, celui des *Lavanchiletalia aniineae* et une alliance, celle des *Lavandulion antineae*. Ces deux unités sont caractérisées par les espèces suivantes : *Centaurea foucauldiana*, *Pituranthos scoparius* var. *fallax*, *Dianthus crinitus*, *Génista uniflora*.

Du point de vue physiognomique, il s'agit d'une garrigue constituée essentiellement de chaméphytes et d'hémicryptophytes vivaces. Les phanérophytes ne sont pas nombreux, les plus importants sont : *Olea laperrini*, *Rhus tripartitum* et *Pistacia atlantica* qui, bien que localisé principalement dans l'Atakor s'avère plus fréquent et présente de nombreuses régénérations naturelles (BENCHARIF *et al.*, 1991).

2.4- Classe des *Helianthemeto-Paronychietea* QUEZEL. 1965

Cette classe réunit la végétation des regs et éboulis de l'étage supérieur (Fig.18). Un ordre est distingué, celui des *Helianthemeto-Paronychietalia* caractérisé par les mêmes taxons que la classe à savoir : *Helianthemum lipii*, *Helianthemum ellipticum*, *Paronychia arabica* var. *Breviseta*, *Paronychia chlorothyrsa* var. *Saharicum*, *Echium humile* var. *Saharicum*, *Aizoon canariensis*. Une alliance est distinguée, le *Moricandieto-Senecion flavi* caractérisée par *Moricandia arvensis* et *Senecio flavi*.

3- Syntaxonomie des groupements mis en évidence

La description syntaxonomique présentée ci-dessus porte sur les six ensembles floristiques mis en évidence et confirmé par l'AFC et la CAH. Quant au statut phytosociologique il est établi selon QUEZEL (1965).

3.1- Groupement à *Olea laperrini*

Ce groupement correspond au sous-ensemble El individualisé lors de l'analyse factorielle (Fig.13). Ce groupement est rencontré au niveau des zones d'éboulis, des fissures de rochers et des ravinelles d'érosion pour des altitudes supérieures à 1400 m. L'échantillonnage a été réalisé au niveau de petits massifs éparpillés dans la région de Tamanrasset (Ahlehadj - In Ezzebib - Adrar heghine). Ce groupement se développe avec un recouvrement qui ne dépasse pas les 15% sur substrat à texture rocheuse et rocailleuse. Il est dominé par l'espèce *Olea laperrini*, une remarquable phanérophyte endémique de souche méditerranéenne, se développant le plus souvent dans les fissures de rochers et les ravins.

Composition floristique globale

La composition floristique globale est présentée au niveau du tableau phytosociologique (Tab. Vil). L'analyse des espèces constituant ce groupement permet de faire ressortir trois lots distincts. Le premier lot est représenté par *Olea laperrini*, *Rhus tripartitum*, *Cymbopogon schoenanthus* et *Periploca laevigata*. Ces espèces à fréquence élevée caractérisent physionomiquement ce groupement. La première espèce est caractéristique de l'association à *Olea laperrini* et *Crambe kralikii* décrite par QUEZEL (1965), dans les oueds et les ravins de la région supérieure. *Rhus tripartitum* et *Periploca laevigata* sont des caractéristiques de la sous association à *Rhus tripartitum*. Quant à *Cymbopogon schoenanthus*, c'est une différentielle de groupements décrits aussi bien dans les milieux rocailloux que dans les oueds rencontrés à des altitudes comprises entre 1200 et 1700 m et qui correspond à un aspect particulier de la savane désertique.

Le second lot d'espèce, regroupe des taxons à fréquence moyenne à faible, il s'agit de : *Teucrium polium*, *Trichodesma africanum*, *Solenostemma argel*, *Aerva persica*, *Fagonia bruguieri*, *Lotus roudairei*, *Reseda villosa*, *Salvia aegyptiaca*, *Asteriscus graveolens*.

La première espèce est caractéristique des *Lavanduletea antineae*. Bien que *Trichodesma africanum* soit caractéristique des *Pergulariето-Pulicarietea*, elle est rencontrée fréquemment dans les milieux rocailloux comme c'est le cas dans ce groupement. Le reste des taxons de ce lot sont toutes des caractéristiques des *Aerveto-Fagonion*.

Le troisième lot d'espèce est représenté par des taxons à fréquence faible, tous des représentants de la savane désertique et considéré ici comme autres espèces.

Statut phytosociologique

QUEZEL (1965) définit l'association à *Olea laperrini* et *Crambe kralikii*. Cette dernière est très répandue dans l'Atakor et sur les sommets de la Tefedest. Elle est également présente au Tassili n'ajjer. Ce groupement se rencontre au niveau des lits d'oueds et des ravins qui entaillent les rocailles granitiques et basaltiques et ce pour des altitudes comprises entre 1900 et 2200 m. L'auteur donne comme caractéristiques d'associations les espèces suivantes :

Olea laperrini, *Crambe kralikii* var. *gramas* et *Ephedra major* var. *Suggarica*.

Par ailleurs, trois sous associations sont distinguées au sein de cette association, à savoir, la sous association à *Olea laperrini*, la sous association à *Rhus tripartitum* et la sous association à *Artemisia campestris*.

La présence dans notre groupement d'*Olea laperrini*, de *Rhus tripartitum* et de *Perploca laevigata*, toutes des caractéristiques de l'association à *Olea laperrini* et *Crambe Kralikii*. nous ferait penser à rattacher le groupement décrit à cette dernière. Cependant, l'absence d'autres espèces caractéristiques de cette association *Crambe kralikii* et *Ephedra major* et de sous association *Pistacia atlantica*, *Caralluma venenosa*, *Vartemia sericea* et *Halianthemum genorium* qui sont toutes des espèces franchement alticoles et qui ne font leur apparition qu'au-delà de 1800 m d'altitude, l'absence également des caractéristiques de la classe à laquelle cette association est inféodée (classe des *lavanduletea antineae*), militent fortement en faveur d'une réorganisation syntaxonomique.

Ceci nous amène à proposer un nouveau groupement. Ainsi, et compte tenu de la composition floristique globale des relevés, nous proposons la création d'une association inédite dénommée : association à *Olea laperrini* et *Rhus tripartitum* caractéristique des zones d'éboulis et des fissures de rochers de la région de Tamanrasset pour des altitudes comprises entre 1400 et 1600 m. Ce groupement sera rattaché à l'alliance des *Aerveto-Fagonion* à l'ordre des *Aerveto-Fagonietalia* et à la classe des *Asterisceto-Forskohletea* dont les représentants sont nombreux même si leurs fréquences sont faibles. Les espèces caractéristiques de cette association sont :

Olea laperrini, *Rhus tripartitum* et *Cymbopogon schoenanthus*

3.2 Association à *Cassia aschrek* et *Panicum turgidum* (Quezel, 1965)

L'association à *Cassia aschrek* et *Panicum turgidum* correspond au sous-ensemble E2 différencié lors de l'AFC (Fig. 13). La distinction de cette association a porté sur 58 relevés et 98 espèces (Tab. VIII).

Ce groupement est rencontré le plus souvent dans les oueds et leurs variantes (affluent chaaba - ravinelle), les zones d'épandages et plus rarement sur les nebkhas. Il se développe à des altitudes comprises entre 1000 et 1500 m. Le substrat présente des textures sabio-graveleuse, sablo-rocailleuse, sablo-limoneuse et parfois sableuse (cas des nebkhas). De manière générale les alluvions grossières prédominent.

Physionomiquement, ce sous-ensemble correspond à la savane désertique à *Acacia-Panicum* et plus particulièrement à sa sous association à *Salvia chudeaui* Quezel. 1965.

Composition floristique globale

L'analyse de la composition floristique globale de cette association, permet de distinguer trois groupes d'espèces appartenant à plusieurs classes distinctes.

Le premier groupe d'espèces est constitué de taxons appartenant à la classe des *Pergularieto-Pulicarietea* et parmi lesquelles, nous reconnaissons au sein de nos relevés les espèces suivantes : Caractéristiques de la classe et de l'ordre : *Pergularieto-Pulicarietea* et *Pergularieto-Pulicarietalia*

<i>Trichodesma africanum</i>	<i>Pennisetum dichotomum</i>
<i>Pulicaria undulata</i>	<i>Centaurea pungens</i>
<i>Pulicaria crispa</i>	<i>Pergularia tomentosa</i>
<i>Heliotropium bacciferum</i>	<i>Bassia muricata</i>
<i>Echium humile ssp. sahariensis</i>	<i>Leptadenia pyrotechnica</i>
<i>Morettia canescens</i>	<i>Citrullus colocynthis</i>

Les trois premières espèces présentent les fréquences les plus élevées avec respectivement 64, 56, et 55 %. Quant aux caractéristiques de l'alliance à *Acacieta-Panicion* QUEZEL.1965, BARRY. *étal.* 1981 nous retrouvons:

<i>Zilla spinosa</i>	<i>Farsetia aegyptiaca</i>
<i>Acacia ehrenbergiana</i>	<i>Acacia scorpioides</i>
<i>Acacia raddiana</i>	<i>Acacia albida</i>
<i>Ziziphus lotus ssp. sahariensis</i>	<i>Ziziphus mauritiana</i>
<i>Maeru crassifolia</i>	

Enfin, les caractéristiques d'association et de sous association présentes dans nos relevés sont :

<i>Cassia aschrek</i>	<i>Panicum turgidum</i>
<i>Artemisia campestris</i>	<i>Boheravia repens</i>
<i>Salvia chudeaui</i>	<i>Pituranthos scoparius</i>
<i>Rhus tripartitum</i>	<i>Cymbopogon schoenanthus</i>

Le second groupe d'espèces est constitué par des caractéristiques de la classe des *Asterisceto-Forskholetea*, il s'agit de :

<i>Asferiscus graveolens</i>	<i>Anostatica hierochuntica</i>
<i>Reseda villosa</i>	<i>Lotus roudairi</i>
<i>Farsetia aegyptiaca</i>	<i>Monsonia heliotropioides</i>
<i>Fagonia lalifolia</i>	

De même, nous retrouvons des caractéristiques des *Aerveto-Fagonion* telles que :

Aerva persica

Anabasis articulata

Fagonia bruguieri

Schouwia purpurea

3- Le troisième lot d'espèces regroupe de nombreuses espèces à faible fréquence et considérées ici comme (autres espèces) compagnes, il s'agit de :

Helianthemum lipii

Helianthemum ellipticum

Paronychia arabica var. *brevista*

Paronychia chlorothyrsa var. *hoggariensis*

Aizoon canariensis

Euphorbia granulata

En outre, au sein des relevés nous notons également, la présence de nombreuses espèces hygrophiles et psammophiles, auxquelles s'ajoute un lot appréciable d'espèces thérophytiques. D'ailleurs, sur les 108 espèces de la matrice initiale, 98 apparaissent dans ce groupement où les relevés sont riches en thérophytes du fait de la saison où ils ont été effectués. En effet, une grande partie des relevés ont été exécutés en été, après les pluies de mousson (Août 1991).

Statut phytosociologique

L'analyse phytosociologique du tableau VIII présente des difficultés d'interprétation : il existe au sein des relevés de cette association des espèces caractéristiques de plusieurs classes phytosociologiques. Nous pensons que ces difficultés sont liées à la complexité des milieux biologiques sahariens. Cette complexité réside dans la géomorphologie complexe des oueds. En effet, ces oueds présentent une structure intermédiaire entre la rocaille, l'oued sablonneux et même le reg (LERREDE, 1957). De là, les espèces de ces divers biotopes, sans y trouver les conditions les plus favorables peuvent donc, si elles possèdent une plasticité écologique suffisante (c'est le cas de bien des plantes sahariennes) s'y développer parfois même en abondance. C'est ainsi qu'avec 58 relevés, nous avons pu noter 98 espèces. La présence d'espèces affectionnant le sable et celles recherchant la rocaille, illustrent bien la dualité et les conditions intermédiaires de ce biotope.

Pour l'association à *Cassia aschrek* et *Panicum turgidum* QUEZEL (1965) donne comme caractéristiques de l'association les espèces suivantes :

- *Cassia aschrek*
- *Panicum twgidum*
- *Boheravia repens*
- *Seetzenia orientalis*

Parmi l'ensemble de ces taxons, seul *Seetzenia orientalis* ne figure pas dans nos relevés. Comme caractéristiques de sous association nous retrouvons les espèces suivantes :

- *Salvia chudeaui*
- *Artemisia campestris*
- *Pituranthos scoparius*
- *Cymbopogon schoenanthus*

Les représentants de l'alliance à *Acacieta-Panicion* sont nombreux et présentent des fréquences élevées (Tab.VIII) notamment, *Zilla spinosa*, *Acacia ehrenbergiana*, et *Acacia raddiana*. De même pour les caractéristiques de la classe des *Pergularieta-Pulicarietea* dont les fréquences atteignent les 63 %.

Dans le cadre de notre travail, nous retenons cette classe dont les caractéristiques présentent les fréquences les plus élevées d'une part, et d'autre part, l'ensemble des relevés constituant ce groupement ont été effectué dans les oueds et leurs variantes, sur substrat où les alluvions grossières prédominent.

Nous sommes donc, en présence de l'association à *Cansia aschrek* et *Pammm lurgidtim* et plus particulièrement de la sous association à *Salvia chudeaui* QUEZEL. (1965).

Cette sous association représente un aspect remarquable de l'association qui se développe dans les oueds graveleux du Sahara Central à des altitudes comprises entre 1200 et 1700 m. Cette sous association représente une végétation intermédiaire entre le groupement à *Cassia-Panicum* et la végétation des oueds du sous domaine montagnard (QUEZEL, 1965), représentée par l'association à *Olea laperrini* et *Crambe kralikii* QUEZEL. (1965). Ce qui explique la présence de certaines espèces alticoles dans ce groupement telles que : *Olea laperrini*, *Rhus tripartitum*, *Lavandula pubescens*, *Pituranthos scoparius* et *Teucrium polium*. Cette sous association à *Salvia chudeaui* est mieux représentée dans la région étudiée par l'espèce *Pituranthos scoparius*. L'espèce *Rhus tripartitum* qui présente une fréquence

importante dans ce groupement, nous amène à la considérer parmi ses caractéristiques de cette sous association, qui serait donc caractérisée, dans la région de Tamanrasset, par les espèces suivantes :

- *Pituranthos scoparius*
- *Rhus tripartitum*
- *Cymbopogon schoenanthus*
- *Artemisia campestris*
- *Salvia chudeaui*

A noter l'importance de *Pituranthos scoparius* qui donne toute sa physionomie à l'oued lorsqu'on l'observe d'un premier abord. Il est à remarquer également, la présence d'un faciès particulier caractérisé par *Solenostemma argel*, *Indigofera articulata*, *Tephrosia leptostachya* et *Acacia laeta*. Ce dernier est rencontré à partir de 1400 m d'altitude sur les berges d'oued à texture grossière. Enfin, un faciès thérophytique ressort. Sa présence est conditionnée par les aléas climatiques.

Ce groupement, a été signalé en Tefedest par HALEM (1990) et en Tassili N'ajjer par KERZABI et *al.* (1995). Toujours est-il qu'aucune hiérarchisation n'a été tentée, vu les difficultés d'interprétation que pose un tel groupement. D'une part, l'association à *Cassia aschrek* et *Panicum turgidum* par l'intermédiaire de sa sous association à *Salvia chudeaui* participe pleinement à ce groupement et d'autre part, l'association à *Olea laperrini* et *Crambe Kralikii* par l'intermédiaire de sa sous association à *Rhus tripartitum* participe également d'une façon importante notamment par l'espèce *Rhus tripartitum*.

Ainsi, plusieurs individus d'association sont présents dans ce groupement qui présente ainsi une structure en mosaïque (GUINOCHE, 1973).

3.3- Association à *Tamarix gallica* et *Desmostachya bipinnata* (Queziel, 1965)

Cette association correspond au sous-ensemble E3 identifié par l'AFC (Fig.13). Ce groupement est rencontré dans les lits et sur les berges d'oueds. Il présente une texture du substrat sableuse avec proximité de la nappe phréatique, pour des altitudes comprises entre 950 et 1280 m.

Dans les lits d'oueds où la nappe phréatique persiste toute l'année, se développe dans tout le Sahara central des peuplements denses de *Tamarix gallica* présentant trois sous espèces, *Tamarix gallica* ssp. *nilotica*, *Tamarix gallica* ssp. *leucocharis* et *Tamarix gallica* ssp.

brachystylis. Ces deux dernières espèces étant beaucoup plus rares QUEZEL(1965). Ce type de formation végétale est donc caractérisé par l'association à *Tamarix gallica* et *Desmostachya bipinnata*. Elle correspond à une formation fermée atteignant 2 à 3m de hauteur et formant une galerie plus ou moins large sur les rives de l'oued. Il arrive également qu'elle colonise complètement le lit mineur. Cette association qui se localise généralement en dessous de 1600 m d'altitude est particulièrement riche en espèces hygrophiles.

Du point de vue édaphique, outre la proximité de la nappe, le substrat présente une texture sableuse. Lorsque la nappe phréatique s'abaisse ou que la strate arborescente est détruite par les hommes ou les animaux, il ne persiste plus dans le groupement que les graminées et les cypéracées vivaces.

Composition floristique globale

La composition floristique globale est donnée par le tableau phytosociologique (Tab.IX).

Les espèces caractéristiques de ce groupement sont :

Tamarix gallica

Desmostachya bipinnata

La deuxième espèce caractéristique n'est présente que trois fois dans notre groupement, ainsi nous sommes en présence de la dite association mais appauvrie. Par ailleurs, une analyse fine du cortège floristique de cette association fait ressortir d'une part, un premier lot d'espèces hygrophiles et d'autre part, un second lot d'espèces psammophiles.

Concernant le premier lot, deux espèces seulement le composent, il s'agit de *Salvadora persica* et de *Scirpus holoschoenus*. Cette dernière, qui habituellement est fréquente dans cette association, n'est présente qu'une seule fois dans notre groupement. Quant au second lot, il regroupe plusieurs espèces psammophiles : *Calotropis procera*, *Atriplex halimus*, *Cleome arabica*, *Artemisia judaica*, *Tamarix aphylla*, *Citrullus colocynthis*, *Salsola foelida*, *Cistanche philipea*

L'ensemble de ces taxons est préférentiel de sables fixes. Par ailleurs, la présence dans ce groupement d' *Atriplex halimus*, *Salsola foetida* et *Cistanche philipea*, indiquent que la nappe phréatique est légèrement saumâtre.

Six espèces indicatrices de la savane désertique contribuent à la formation de cette association

- *Acacia raddiana*

- *Panicum turgidum*

- *Acacia scorpioides*
- *Acacia ehrenbergiana*
- *Cassia aschrek*
- *Ziziphus lotus*

Hormis la première espèce, qui présente une abondance élevée mais un faible recouvrement, le reste des taxons présentent de faibles fréquences. Ces espèces illustrent la complexité du biotope.

Parmi les espèces indicatrices d'alluvions grossières nous retenons :

- *Pulicaria crispa*
- *Zilla spinosa*
- *Pulicaria undulata*
- *Morettia canescens*
- *Pergularia tomentosa*

D'autres espèces sont également présentes dans ce groupement, avec une faible fréquence.

Statut phytosociologique

Le groupement étudié correspond à l'association à *Tamarix gallica* et *Desmostachya bipinnata* décrite par QUEZEL (1965), lequel est appauvri en espèces hygrophiles. QUEZEL (1965) donne comme espèces hygrophiles les plus abondantes dans ce type de groupement les taxons suivants : *Desmostachya bipinnata*, *Scirpus holoschoenus*, *Juncus maritimus*, *Veronica anagallis-aquatica*, *Polypogon monspeliensis*, *Gnaphalium luteo-album*, *Erythraea pulchella*, *Sacharrum ravennae ssp. parviflorum*, *Imperata cylindrica var. Parviflora*, *Phragmites communis ssp. pungens* et *Cyperus laevigatus*.

Hormis les deux premières qui sont faiblement représentées, l'absence de l'ensemble de ces taxons au sein de notre groupement, pourrait s'expliquer par la salinité de la nappe phréatique. Nous pensons que l'enfouissement de la nappe n'est pas en cause. En effet, si c'était le cas, non seulement les espèces sus citées seraient absentes mais également celles de la strate arborescente comme le signalait QUEZEL (1965). Il semble que nous sommes en présence d'un aspect particulier de cette association qui n'a pas été signalé auparavant et qui ne représenterait à notre avis qu'un faciès appauvri du groupement.

D'autre part, et ce en raison de l'abondance de l'espèce *Calotropis procera* dans ce groupement, ce faciès sera caractérisé également par cette dernière ainsi que par la présence d'*Atriplex halimus* et *Salsola foetida* qui caractérisent une nappe légèrement saumâtre.

3.4- Association à *Tamarix aphylla* et *Farsetia ramosissima* (Quezel, 1965)

Cette association correspond au sous-ensemble E4 défini par l'AFC (Fig. 13).

Ce groupement caractérise la «forêt steppe à *Tamarix aphylla*» (Maire. 1933 et Quezel. 1954) dans le Sahara central. Celle-ci se développe dans les grands oueds sablonneux rayonnants autour des massifs granitiques, où la nappe phréatique ne dépasse pas les 7 à 8 m de profondeur. Du point de vu altitudinal, cette association se localise en dessous de 1300m d'altitude et peut descendre, lorsque les conditions stationnelles le permettent, à des altitudes de 200 à 300 m (QUEZEL, 1965).

Au sein de cette association l'auteur distingue quatre sous associations liées chacune à des situations écologiques bien précises :

- Sous association à *Tamarix aphylla* : elle représente la «forêt galerie » totalement fermée, dans les conditions écologiques les plus favorables (nappe phréatique n'excède pas les 7 à 8 m de profondeur).
- Sous association à *Aristida pungens* : l'enfouissement de la nappe, fait que la couverture arborescente se disjoint et les Tamaris sont dispersés et isolés au niveau des buttes alluviales. Entre ces buttes, les sédiments sablonneux qui constituent le lit majeur de l'oued, sont colonisés par des espèces psammophiles telles que, *Aristida pungens*, *Leptadenia pyrotechnica* et *Calligonum comosum*.
- Sous association à *Atriplex halimus* et *Salsola foetida* : elle correspond à la tranche altitudinale la plus élevée, entre 1200 et 1400 m d'altitude, le cortège floristique s'appauvrit et l'apparition de ces deux taxons caractérise une nappe phréatique légèrement saumâtre.
- Sous association appauvrie à *Tamarix aphylla* : elle se rencontre dans les portions les plus périphériques du massif central, dans les grands oueds qui se perdent dans le Tanezrouft et le Ténéré. Un cordon marginal de végétation constitué par ce groupement et s'appauvrissant peu à peu. Les buttes de Tamarix se disjointent et ne forment en définitive qu'un piqueté lâche dans une steppe à *Aristida pungens*.

Composition floristique

L'analyse de la composition floristique globale de ce groupement (Tab.X) montre que la strate arborée est constituée par les espèces suivantes :

- *Tamarix aphylla*
- *Calotropis procera*
- *Tamarix gallica*
- *Leptadenia pyrotechnica*
- *Saivadorapersica*
- *Ziziphus lotus*
- *Acacia albida*
- *Acacia raddiana*
- *Acacia ehrenbergiana*
- *Balanites aegyptiaca*

Les quatre premières espèces sont des psammophiles alors que les six dernières sont des espèces caractéristiques de la savane désertique à épineux. *Tamarix aphylla* et *Calotropis procera* présentent les fréquences les plus élevées suivies de *Leptadenia pyrotechnica* et *Tamarix gallica*. Parmi les représentants de la savane désertique, *Acacia raddiana* présente une fréquence élevée dans ce groupement. Cette espèce affectionne particulièrement les textures sableuses.

La strate arbustive est pour sa part constituée de deux lots d'espèces, l'un composé d'espèces arbustives psammophiles, il s'agit de :

- *Artemisia judaica*
- *Salsola foetida*
- *Chrozophora brocchiana*
- *Artemisia campestris*

Salsola foetida et *Artemisia campestris* sont plus fréquentes, que *Artemisia judaica* qui semble être limitée par l'altitude et à *Chrozophora brocchiana* qui est pour sa part limitée par le substrat et qui préfère l'ambiance des oueds à *Acacia-Panicum*.

Le second lot est composé d'espèces arbustives indicatrices de sédiments alluviaux grossiers, elles sont également caractéristiques de la savane désertique à épineux, ce sont :

- *Pergularia tomentosa*
- *Pulicaria crispa*
- *Pulicaria undulata*
- *Zilla spinosa*
- *Panicum turgidum*
- *Cassia aschrek*
- *Aerva persica*
- *Atractylis aristata*
- *Nucularia perrini*

Quant à la strate herbacée, elle est constituée par deux espèces psammophiles ; *tribulus terrestris* et *Cleome arabica*. Une troisième espèce affectionnant les textures grossières est parfois rencontrée dans ce type de milieu à savoir, *Fagonia bruguieri*.

Les différents groupes d'espèces rencontrés au sein de cette association sont tous préférentiels de conditions édaphiques différentes. Il en résulte une constatation majeure : quelque soit la strate examinée, nous observons une intrication des taxons psammophiles et des taxons représentant la savane désertique à épineux. QUEZEL (1965) fait la même constatation et de là, il considère que « le milieu biologique étudié ici est éminemment complexe: si les sables superficiels permettent l'apparition d'un long cortège de psammophytes, la présence en profondeur de sédiments grossiers explique l'apparition de nombre de représentants de la savane désertique à *Acacia-Panicum* ».

Statut phytosociologique

Le tableau X permet de rattacher ce groupement à l'association à *Tamarix aphylla* et *Farsetia ramosissima*. QUEZEL (1965) caractérise cette association par les espèces suivantes :

- *Tamarix articulata*
- *Farsetia ramosissima*
- *Launea mucronata*

Au sein de ce groupement, la seconde espèce n'est apparue qu'une seule fois dans nos relevés, la troisième est tout simplement absente. Ceci pourrait s'expliquer par la saison où les relevés de ce groupement ont été effectués (printemps 1991). Ces deux taxons étant des thérophytes leur apparition est conditionnée par la pluviosité. Nous pouvons également faire remarquer que

La région étudiée est soumise à un pâturage caprin et camelin intense, qui ne serait pas non plus étranger à l'absence ou à la présence des diverses thérophytes de l'association.

Par ailleurs, la présence de *Leptadenia pyrotechnica*, *Calligonum comosum* et *Aristida pungens* indique l'enfouissement de la nappe phréatique.

Nous sommes donc en présence de la dite association et plus particulièrement de la sous association à *Aristida pungens* appauvrie. Elle semble être mieux représentée dans cette zone par *Leptadenia pyrotechnica*.

L'apparition de l'espèce *Salsola foetida* caractéristique de sous association apparaît dans les relevés où l'altitude dépasse les 1000 m. Il arrive également que cette espèce descende au-dessous de 1000 m comme c'est le cas pour les relevés 0652, 0668 et 0068 qui présentent des altitudes comprises entre 930 et 990 m.

Concernant les unités supérieures, QUEZEL (1954) avait individualisé pour ce type végétation une alliance particulière ; *Danthonieto-Artemision sahariensis* groupant les espèces strictement psammophiles. Cette alliance s'intégrant dans un ordre celui des *Penniseto-Calotropidetalia*, réunissant toute la végétation des oueds du Sahara central. En 1965, ce même auteur se trouvant confronté d'une part, au manque de précisions phytosociologiques à propos des groupements psammophiles d'Afrique du Nord et d'autre part, à la complexité de ce type de milieu biologique, qui rendait tout essai de hiérarchisation difficile. De là, QUEZEL (1965) ne parle plus dans ces milieux que d'association et ne propose aucune unité supérieure à laquelle pourrait se rattacher la dite association. Pour le présent travail peu de relevés ont été réalisés dans ces milieux et ne permettent pas de définir les unités supérieures de ce type de groupement. Néanmoins le groupement à *Tamarix aphylla* et *Farselia ramosissima*, sera retenu pour le moment.

3.5- Groupement à *Acacia raddiana* et *Salvadora persica*

Ce groupement correspond au sous-ensemble E5 individualisé sur la carte factorielle (Fig.13). Il rassemble des relevés effectués dans les lits et les berges d'oueds, les chaabas et les zones d'épandages. Il se développe à des altitudes comprises entre 930 et 1250 m sur un substrat à texture sableuse et sablo-graveleuse. Physiologiquement, il correspond à la savane désertique à *Acacia-Panicum*. Par ailleurs, la position que ce sous-ensemble occupe sur la carte factorielle est intermédiaire entre le sous-ensemble E4, représenté par l'association à *Tamarix aphylla* et *Farsetia ramosissima* et le sous-ensemble E6, représenté par l'association à *Leptadenia*

pyrotechnica et *Chrozophora brocchiana*. Ceci, va se traduire au niveau de la composition floristique globale de ce groupement, par la présence de taxons psammophiles et de taxons représentatifs de la savane désertique.

Composition floristique

L'analyse floristique globale de ce groupement, fait ressortir comme caractéristiques (Tableau XI) de ce dernier les espèces suivantes :

- *Acacia raddiana*
- *Salvadora persica*.

Ces deux espèces à fréquence élevée caractérisent physionomiquement ce groupement.

Participent également à ce groupement des espèces caractéristiques de l'alliance à *Acacieto Panicion*. Parmi celles qui présentent des fréquences élevées nous retenons :

Zilla spinosa, *Panicum turgidum*, *Acacia ehrenbergiana*, *Cassia aschrek*, *Balanites aegyptiaca*.

La classe et l'ordre des *Pergulariето-Pulicarietea* et *Pergulariето-Pulicarietalia* sont représentés par :

Pulicaria crista, *Leptodenia pyrotechnica*, et *Pergularia tomentosa* qui présentent les fréquences les plus importantes, *Morettia canescens* et *Heliotropium bacciferum* sont simplement présentes.

D'autre part, des espèces psammophiles, *Calotropis procera*, *Tamarix aphylla*, *Artemisia judaica*, *Farsetia ramosissima* et *Chrozophora brocchiana* et des espèces électives de texture grossières *Aerva persica*, *Farselia aegyptiaca* et *Pituranthon scoparius* interviennent dans ce groupement avec des fréquences faibles excepté pour *Calotropis procera* et *Aerva persica* (Tab. XI).

Statut phytosociologique

Sur le plan phytosociologique, QUEZEL (1965) décrit l'association à *Solenostemma argel* et *Acacia seyal* sur substrat graveleux rocailleux pour des altitudes comprises entre 900 et 1250m. Cette association est rattachée par l'auteur à l'alliance à *Acacieto-Panicion* et à la classe des *Pergulariето-Pulicarietea* Parmi les différentielles de cette association, figure *Salvadora persica*. Hormis cette espèce, seul le type de station et l'altitude correspondent à notre groupement. Aucune caractéristique décrite par l'auteur ne figure dans nos relevés.

Notre groupement pourrait correspondre à cette association, cependant même s'il est caractérisé par *Salvadora persica* et qu'il présente le même type de station et se développant aux mêmes altitudes, il n'en demeure pas moins qu'il diffère de cette dernière aussi bien par la texture du substrat que par sa composition floristique. Au sein de nos relevés prédominent des espèces psammophiles contrairement à la dite association dont le cortège floristique est dominé par des taxons affectionnant la texture grossière.

Compte tenu donc de la composition floristique globale des relevés, notre groupement se rattache également à l'*Acaciето-Panicion* des *purgulariето-pulicrietea*. Toujours est-il que ce dernier ne correspond pas à l'association décrite par QUEZEL (1965) et nous sommes amenés dans ce cas à proposer la création d'une nouvelle association : l'association à *Acacia raddiana* et *Salvadora persica* caractérisée par les espèces suivantes :

Acacia raddiana

Salvadora persica

Ce groupement sera caractéristique des oueds et des zones d'épandage rencontré dans la région de Tamanrasset et se développant pour une altitude comprise entre 930 et 1250 m. La texture du substrat est généralement sableuse à sablo-graveleuse. Ce groupement, qui fait la transition entre deux types de groupement psammophiles, a été rencontré entre les oueds à *Tamarix aphylla* qui dès que la nappe phréatique s'approfondit cède la place aux oueds à *Leptadenia pyrotechnica*. Ce passage étant progressif, il se fera par l'intermédiaire des oueds à *Acacia raddiana* et *Salvadora persica*.

3.6- Association à *Leptadenia* et *Chrozophora brocchiana* (Quezel, 1965)

Cette association correspond au sous-ensemble E6 individualisé lors de l'analyse factorielle des correspondances (Fig. 13). Ce type de groupement se localise sur les sables fixés des lits d'oueds et des zones d'épandages du Sahara occidental et méridional. Il se rencontre de façon fragmentaire dans les grands oueds du Sahara central. Ce groupement prospère à des altitudes comprises entre 250 et 700 m. Il présente une écologie similaire à celle des formations à *Tamarix aphylla*. Cet arbre faisant pratiquement défaut au Sahara méridional et occidental, c'est cette association qui végète dans des conditions stationnelles similaires qui le remplace (QUEZEL, 1965).

Composition floristique globale

L'analyse de la composition floristique globale de ce groupement (Tab. XII) fait ressortir trois espèces à fréquence élevée qui caractérisent physionomiquement ce dernier, il s'agit de :

Leptadenia pyrotechnica, *Chrozophora brocchiana* et *Balanites aegyptiaca*.

D'autre part, nous distinguons au sein de cette composition floristique plusieurs lots d'espèces caractérisant deux unités phytosociologiques :

Un premier lot d'espèces caractérisant la classe des *Pergularieto-Pulicarietea* et l'ordre des *Pergularieto-pulicarietalia* QUEZEL. 1965.

Nous reconnaissons au sein de nos relevés les taxons suivants :

- *Pergularia tomentosa*
- *Pulicaria crispa*
- *Citrillus colocynthis*
- *Morettia canescens*
- *Pulicaria undulata*
- *Trichodesma africanum*
- *Heliotropium bacciferum*
- *Echium humile ssp.sahariensis*

Concernant l'alliance à *Acaciето-Panicion*, les caractéristiques retrouvées sont :

- *Panicum turgidum*
- *Zilla spinosa*
- *Acacia raddiana*
- *Acacia ehrenbergiana*
- *Ziziphus lotus*
- *Maerua crassifolia*
- *Cassia aschrek*
- *Acacia albida*
- *Lavandula coronopifolia*

Une constatation s'impose : toutes les caractéristiques de cette alliance décrites par QUEZEL (1965) se retrouvent dans ce groupement, avec des fréquences élevées.

Quant au second lot d'espèces il est constitué par des transgressives des *Asterisceto-Forskholetea* et des *Aerveto-Fagonion*, il s'agit de :

- *Aerva persica* - *Forskholea tenacissima*
- *Asteriscus graveolens* - *Fagonia bruguieri*

Par ailleurs au sein des relevés, nous notons la présence d'un certain nombre d'espèces psammophiles telles, *Cleome arabica*, *Farsetia ramosissima*, *Aristida pungens*, *Cynodon dactylon*, *Calotropis procera* et *Artemisia judaica*.

Statut phytosociologique

De par sa composition floristique ce groupement se rattache indéniablement à la classe des *Pergularitlo-Pulicarietea*. En effet, l'ensemble des relevés constituant ce groupement ont été effectués dans les oueds et les chaabates sur substrat sableux à sableux graveleux, pour des altitudes comprises entre 800 et 1200 m. L'alliance à laquelle est rattaché ce groupement est bien représentée à savoir, l'*Acacieto-Panicion*. Quant à l'association, nous rattachons notre groupement à celle décrite par QUEZEL (1965) : l'association à *Leptadenia pyrotechnica* et *Chrozophora brocchiana*.

Le tableau phytosociologique (Tab.XII) fait ressortir également, l'existence d'un faciès à *Balanites aegyptiaca* au sein de cette association. Cette espèce remplace l'espèce *Chrozophora brocchiana* lorsque la nappe phréatique s'approfondit et que la texture devient sablonneuse.

A ce niveau de la description de l'association, il est à noter que *Chrozophora brocchiana* prospère aussi bien dans les oueds à structure graveleuse, caractérisé par *Cassia aschrek* et *Panicum turgidum*, que dans les oueds à structure sableuse, caractérisé par *Leptadenia pyrotechnica*. Cette remarque confère à *Chrozophora brocchiana* une large amplitude écologique.

Il est à noter également que QUEZEL (1954) dans son étude sur la végétation de l'Ahaggar, ne signale pas la présence de cette association. Toutefois, en 1965 il signale cette dernière aussi bien dans l'Ahaggar que le Tibesti et le Borkou. Toujours est-il que les relevés présentés par cet auteur proviennent tous du Tibesti et du Borkou. Aucun relevé provenant de l'Ahaggar n'est présenté par cet auteur. Cette association est par conséquent, signalée pour la première fois dans la région de Tamanrasset. Pour la première fois également sont présentés des relevés

provenant de l'Ahaggar concernant cette association. Son étendue est ainsi élargie à la région de Tamanrasset.

4- Discussion des Résultats

Les principaux groupements décrits sont étroitement corrélés aux faciès géomorphologiques : rocaille, sable graveleux, sable limoneux et sable fin. Il en résulte une physionomie particulière et une composition floristique donnée, reflet des conditions du milieu.

Les résultats obtenus par l'analyse factorielle des correspondances et des tableaux de végétation sont globalement similaires, avec parfois un complément d'information apporté par l'une ou l'autre des deux méthodes d'analyses.

En effet, l'AFC est plus précise dans la mise en évidence des variations floristiques fines. Alors que les tableaux de végétation, permettent pour leur part une meilleure visualisation des groupements décrits.

Ces deux méthodes ont donc permis la mise en évidence des mêmes groupements, il s'agit de :

- Association à *Olea laperrini* et *Rhus tripartitum*
- Association à *Cassia aschrek* et *Panicum turgidum*, sous association à *Salvia chudaei*
- Association à *Tamatixgallica* et *Desmostachya bipinnata*
- Association à *Tamarix aphylla* et *Farsetia ramosissima*
- Association à *Acacia raddiana* et *Salvadora persica*
- Association à *Leptadenia pyrotechnica* et *Chrozophora brocchiana*

Concernant l'association à *Cassia aschrek* et *Panicum turgidum*, le tableau phytosociologique fait ressortir l'existence de deux faciès. Le premier étant caractérisé par *Tephrosia leptostachya*, *solenostemma argel*, *Indigofera articulata* et *Acacia laeta*. Ce faciès est rencontré dans certains oueds plus particulièrement sur les berges, où l'altitude dépasse les 1400 m et un substrat à texture sablo-graveleuse.

Le second faciès est caractérisé par un lot d'espèces de type biologique thérophytes. Leur présence est directement liée à la pluviosité.

De la même manière, l'association à *Leptadenia pyrotechnica* et *Chrozophora brocchiana* présente un faciès particulier à *Balanites aegyptiaca* lié à l'approfondissement de la nappe phréatique et à une texture qui devient sablonneuse.

Ainsi, l'analyse des tableaux a permis d'affiner les résultats de l'AFC. Dans leur globalité, ces deux méthodes ont permis de décrire les principaux groupements rencontrés dans la zone

prospectée. Chacune d'elle apporte un complément d'information tant sur le plan floristique que sur le plan écologique. L'AFC permet de cerner de façon rigoureuse les relations entre les données physiques du milieu (géomorphologie et autres facteurs du milieu) et les données floristiques. Les tableaux de végétation permettent une meilleure description floristique générale des groupements.

Sur le plan phytosociologique, l'analyse des tableaux fait ressortir l'appartenance des groupements décrits à deux classes phytosociologiques à savoir, la classe des *Asterisceto-Forskohletea* et la classe des *Pergulariето-Pulicarietea*, toutes deux relevant de l'édifice phytosociologique établi par QUEZEL (1965) .

L'examen de l'ensemble des tableaux (hormis le groupement E1) permet de constater que les espèces caractéristiques de la classe des *Pergulariето-Pulicarietea* sont présentes dans les cinq groupements, aussi bien les groupements qui caractérisent les oueds sablo-graveleux, sablo-limoneux que sableux.

L'édifice de QUEZEL (1965) ne permet pas de rattacher les associations caractéristiques des oueds sableux à des unités supérieures, notamment l'association à *Tamarix aphylla* et *Farsetia ramosissima*, l'association à *Tamarix gallica* et *Desmostachya bipinnata*.

Vu la présence des espèces caractéristiques de la classe au sein de ce type de groupements, nous proposons provisoirement de rattacher ces deux associations à cette classe, le *Pergulariето-Pulicarietea*.

Ainsi, tous les groupements végétaux rencontrés dans les oueds et leurs variantes, les zones d'épandages et les Nebkha et ce, quelle que soit la nature du substrat seront rattachés à la même unité supérieure (classe). Cependant deux alliances seront distinguées, celle caractéristique de la savane désertique à épineux : *l'Acaciето-Panicion* et une seconde alliance qui devra être définie et qui sera caractéristique des oueds sableux. En effet, le nombre de relevés effectués dans ce type de milieu reste insuffisant (30 relevés entre les deux associations mises en évidences) néanmoins une espèce au moins sera caractéristique de cette seconde alliance, le *Calotropis procera* qui présente une fréquence élevée dans les deux groupements caractérisant les oueds sableux (E3 et E4). D'ailleurs QUEZEL (1954) a fait figurer cette espèce parmi les caractéristiques de l'alliance à *Danthoniето-Artemision* caractéristique des oueds sableux du Sahara central, alliance, qui en 1965 ne figure plus au sein de l'édifice établi par cet auteur. D'autres prospections permettront à l'avenir de préciser cette seconde alliance et de définir ses caractéristiques. Elles permettront également de confirmer la validités des deux nouvelles associations.

Conclusion générale

La richesse du Parc National de l'Ahaggar réside dans sa position géographique exceptionnelle. Aux confins de la Méditerranée, aux abords du Sahel, cette région constitue un lieu privilégié par son climat particulier dans tout le Sahara. De plus, les altitudes élevées permettent, la persistance d'une flore et d'une végétation méditerranéenne relictuelle marquée par un endémisme qui fait de ce patrimoine naturel un sujet d'étude intéressant.

Ce travail a été entrepris dans le but de contribuer à la connaissance phytosociologique de la végétation de l'Ahaggar et plus particulièrement celle de la région de Tamanrasset.

La synthèse bioclimatique a permis de connaître les traits fondamentaux et les caractéristiques principales du climat de l'Ahaggar. Celui-ci est soumis à une double influence se traduisant par un caractère tantôt tropical tantôt tempéré. Cette région appartient à l'étage bioclimatique érémique moyen tropical avec une pluviosité moyenne annuelle de 46.6 mm.

Sur le plan géomorphologique, les principaux habitats rencontrés sont essentiellement les oueds et leurs variantes, les fissures de rochers, les zones d'éboulis et plus rarement les nebkhas. Ces différents types géomorphologiques présentent le plus souvent (notamment les oueds) une texture complexe les sables grossiers et fins, le gravier et la rocaille constituent la texture d'un même oued. Ce qui induit souvent, la présence d'espèces végétales d'écologie différentes et donc une structure complexe des groupements végétaux présents dans ces stations.

Sur le plan floristique, l'Ahaggar présente une diversité floristique originale. Des éléments floristiques d'origine biogéographiques différentes composent la flore de cette contrée. Ainsi à la flore d'origine saharo-arabique (commune à l'ensemble du Sahara) se superpose une flore méditerranéenne confinée aux altitudes (supérieures à 1500 m) au cœur même des massifs montagneux. Ensuite, une flore d'origine tropicale qui se localise dans les oueds et les vallées environnantes et qui ne monte guère au delà de 1500 m d'altitude que par pied isolé (cas de certains *Acacia*). L'intrication de ces trois types de flores, auquel vient s'ajouter l'élément endémique marquant la personnalité propre de l'Ahaggar, font l'originalité et l'attrait de la végétation de cette contrée. Cette végétation que l'on rencontre le plus souvent le long des

vallées, des lits d'oueds et des zones d'épandages qui entaillent le massif a été l'objet de cette étude, menée selon les principes de la méthode phytosociologique .

Sur le plan phytosociologique, l'étude de la végétation a été entreprise suivant la méthode sigmatiste. Pour cela, nous avons couplé la collecte des données sur le terrain avec les techniques actuelles d'analyse numériques (AFC, CAH) assurant une objectivité certaine du traitement de ces données.

L'échantillonnage adopté, de type subjectif, nous a permis de réaliser 190 relevés et 108 espèces. L'analyse factorielle et les tableaux de végétation ont conduit à distinguer 6 associations végétales (certaines comptent des faciès) dont deux sont nouvelles.

La végétation de la région de Tamanrasset appartient à deux classes phytosociologiques, classe des *Asterisceto-Forskohletea* et classe des *Pergulariето-Pulicarietea* relevant toutes deux de l'édifice de Quezel (1965). Ces deux classes réunissent la végétation des rocailles et celle des oueds de l'ensemble du Sahara. Les principaux groupements décrits sont étroitement corrélés aux faciès géomorphologiques : rocaille, sable graveleux, sable limoneux et sable fin. Il en résulte une physionomie particulière et une composition floristique donnée, reflet des conditions du milieu.

Les résultats obtenus par l'analyse factorielle des correspondances et des tableaux de végétation sont globalement similaires, avec parfois un complément d'information apporté par l'une ou l'autre des deux méthodes d'analyses.

En effet, l'AFC est plus précise dans la mise en évidence des variations floristiques fines. Alors que les tableaux de végétation, permettent pour leur part une meilleure visualisation des groupements décrits. Ces deux méthodes ont donc permis la mise en évidence des mêmes groupements, il s'agit de :

- Association à *Olea laperrini* et *Rhus tripartitum* ass.nov
- Association à *Cassia aschrek* et *Panicum turgidum*, sous ass. à *Salvia chudaei* Quezel 1965
- Association à *Tamatix gallica* et *Desmostachya bipinnata* Quezel 1965
- Association à *Tamarix aphylla* et *Farsetia ramosissima* Quezel 1965
- Association à *Acacia raddiana* et *Salvadora persica* ass. nov.
- Association à *Leptadenia pyrotechnica* et *Chrozophora brocchiana* Quezel 1965

Concernant l'association à *Cassia aschrek* et *Panicum turgidum*, le tableau phytosociologique fait ressortir l'existence de deux faciès. Le premier étant caractérisé par *Tephrosia*

leptostachya, *solenostemma argel*, *Indigofera articulata* et *Acacia laeta*. Ce faciès est rencontré dans certains oueds plus particulièrement sur les berges, où l'altitude dépasse les 1400 m et un substrat à texture sablo-graveleuse. Le second faciès est caractérisé par un lot d'espèces de type biologique thérophytes. Leur présence est directement liée à la pluviosité. De la même manière, l'association à *leptadenia pyrotechnica* et *Chrozophora brocchiana* présente un faciès particulier à *Balanites aegyptiaca* lié à l'approfondissement de la nappe phréatique et à une texture qui devient sablonneuse.

L'interprétation des axes factoriels, pour l'AFC, a permis de faire ressortir les facteurs écologiques régissant la répartition de la végétation. Les principaux facteurs retenus sont : l'altitude, la géomorphologie et la texture du substrat corrélée à son humidité.

La variation de ces facteurs reflète la richesse et la variabilité floristique de la végétation de la région de Tamanrasset.

Par ailleurs, l'examen de l'ensemble des tableaux (hormis le groupement E1) permet de constater que les espèces caractéristiques de la classe des *Pergulariето-Pulicarietea* sont présentes dans les cinq groupements, aussi bien les groupements qui caractérisent les oueds sablo-graveleux, sablo-limoneux que sableux.

L'édifice de QUEZEL (1965) ne permet pas de rattacher les associations caractéristiques des oueds sableux à des unités supérieures, notamment l'association à *Tamarix aphylla* et *Farsetia ramosissima*, l'association à *Tamarix gallica* et *Desmostachya bipinnata*.

Vu la présence des espèces caractéristiques de la classe au sein de ce type de groupements, nous proposons provisoirement de rattacher ces deux associations à cette classe, le *Pergulariето-Pulicarietea*.

Ainsi, tous les groupements végétaux rencontrés dans les oueds et leurs variantes, les zones d'épandages et les Nebkha et ce quelle que soit la nature du substrat seront rattachés à la même unité supérieure (classe). Cependant deux alliances seront distinguées, celle caractéristique de la savane désertique à épineux : l'*Acaciето-Panicion* et une seconde alliance qui devra être définie et qui sera caractéristique des oueds sableux. En effet, le nombre de relevés effectués dans ce type de milieu reste insuffisant (30 relevés entre les deux associations mises en évidence) néanmoins une espèce au moins sera caractéristique de cette seconde alliance, le *Calotropis procera* qui présente une fréquence élevée dans les deux groupements caractérisant les oueds sableux (E3 et E4). D'ailleurs QUEZEL (1954) a fait figurer cette espèce parmi les

Cette approche cartographique permettrait également (CELLES et MANIERE, 1990) l'établissement du degré de diversité biologique local, qui constitue une donnée essentielle concernant les ressources phytogénétiques sahariennes.

Enfin, toute gestion d'un parc national passe par un bilan objectif de ses richesses naturelles. C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude qui ne représente qu'une modeste contribution à la description de différents groupements végétaux de la région .

Références Bibliographiques

- Abdeikrim H., 1992** - Un joyau floristique : l'oued Idikel, oued à *Pistacia atlantica* et *Myrtus nivellei* dans le Hoggar. *Doc. Phytosoc.* N.S. Vol.XIV. Camerino Octobre 1992.
- Aït Hamou F. et Dautria J.M., 1994** - Le magmatisme cénozoïque du Hoggar : une synthèse des données disponibles. Mise au point sur l'hypothèse d'un point Chaud. Bulletin du Service Géologique de l'Algérie, Vol n° 5, p.49-68
- Balatova-Tulackova, 1993** - Pourquoi je travaille d'après les principes de l'école Zuricho-montpelliéraines ? *Coll. Phytosoc.* Syntaxonomie typologique des habitats.
- Bachacou J., Chessel D. et Croze J.P., 1979** - Etude des structures spatiales en forêt alluviale rhénane. III. Dispersion interspécifiques et analyse des correspondances. *Oecologia Plantarum*, 14 (3), 371-388.
- Bagnouls F. et Gaussen H., 1957**- Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Soc. Hist. Nat., Toulouse, 88, pp : 143-239.
- Barkman J.J., Moravec J., et Rauschert S., 1986** - Code de nomenclature phytosociologique. *Vegetatio*, 32 (3) : 131-185.
- Barkoudah Y. et Van der Sar D., 1982** - L'Acacia raddiana dans la région de Beni-Abbés. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord. 70, pp: 79-121.
- Barry J.P. et Celles J.C., 1972 -1973** - Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien. *Nat. mons., sér. bot.*, Fasc. 23-24 pp. 5-48.
- Barry J.P. et Faurel L., 1973** - Carte de végétation de l'Algérie, feuille de Ghardaia au 1/500.000. Notice dans Mém. Soc. Nat. Afr. du N., n° 11, 125p., 8 tabl. h. t.
- Barry J.P., Celles J.C. et Manière R., 1976** - Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien. *Nat. mons., sér.bot.*, Fasc. 26 pp. 211-242
- Barry J.P., Celles J.C. et Manière R., 1981** - Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien. III : Analyse de la végétation de la région de In-Salah et de Tamanrasset (Sahara central et méridional) *Nat. Mons. Sér. bot.* 44 : 1- 48 et cartes

- Barry J.P, Celles J.C et Musso J., 1985** - Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien. Note IV : le plateau de la Tadmaït et ses alentours (carte Ouargla) *colonia Mediterranea*, Tome XI, Fasc. 2/3, pp : 123-138.
- Bartoli Ch, 1966** - Etudes écologiques sur les associations forestières de la Haute-Maurienne *Annales des Sciences Forestières*. 13 (3), 433-751.
- Battandier J.A., 1900** - Résultats botaniques de la Mission Flammand. *Bull.Soc. Bot. Fr.*, t.47, 241-253.
- Battandier J.A. et Trabut L., 1911** - Contribution à la flore du pays des Touaregs. *Bull.Soc. Bot. Fr.*, t. 58, 623-629 et 669-677, pl. XX-XXIII.
- Battandier J.A. et Trabut L., 1913** - Plantes du Tassili des Azdjer. *Bull.Soc. Bot. Fr.*, t. 60, 244-253, pl. VI-IX
- Becker M., 1979** - Une étude phytocéologique 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.
- Béguin C., Ritter J. et Roux M., 1974** - Application de l'analyse factorielle des correspondances à la phytosociologie de quelques groupements végétaux culminants du secteur delphino-jurassien. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 84 (3), 218 - 242.
- Bencharif M., Boucheneb N. et Bensaid S., 1991** - Inventaire du Pistachier de l'Atlas dans le massif de l'Atakor. Séminaire National sur les Ressources phytogénétiques. Avril 1991, Inst. Nat. Agron. Alger.
- Benhouhli S., 1991** - Végétation studies in the algerian Sahara. Ph D. University of Sheffield, 271 p.

- Benmenseur S., Lamèche H. et Saka F., 1994** - Contribution à l'étude de la flore et de la végétation de la région de Taghit. USTHB, Inst. Scien. Nat., 89 p.
- Benzecri J.P. et coll., 1973** - L'analyse des données. Tome II : l'analyse des correspondances. Paris, Dunod, 619 p.
- Bernard Aug., 1939** - Afrique septentrionale et occidentale, 2e partie : Sahara et Afrique occidentale. *Géographie universelle* de Vidale-Lablache et Gallois, t. XI, 285-529.
- Binet D., Gaborit M., Dessier A. et Roux M., 1972** - Premières données sur les Copépodes pélagiques de la région congolaise. II. Analyse des correspondances. Cahiers de l'ORSTOM, sér. Océanog., 10 (2), 125-137.
- Biaise S., Briane JP. et Lebeaux M.O., 1973** - Le genre *MYOSOTIS* exemples d'applications des méthodes numériques en taxinomie végétales (in BENZECRI, 1973).
- Blanguernon CL., 1955** - Le Hoggar. Edition Arthaud, Paris 277p.
- Bonnet Ed., 1912** - Enumération des plantes recueillies dans l'Ahaggar.
Bull. du Museum, p. 513.
- Bonnet A., 1961** - La « Pebble culture ». In : Situ de l'Idjéranne et les terrasses de piemont du Sahara central. *Bull. Fr.* 58, N 1-2.
- Bonin G. et Tatoni Th., 1990** - Réflexions sur l'apport de l'analyse factorielle des correspondances dans l'études des communautés végétales et de leur environnement. *Ecol. Médit.*, 16, 403-414.
- Boucheneb N. , 1999** - Premières données sur l'étude de la végétation de la région de Tamanrasset (Ahaggar). *An. Rech. For. Algérie.* 1999 - 2, 3-22.

- Bouroche J.M., et Saporta G., 1980** - L'analyse des données. Col. Que sais-je ?
PUF. Paris, 127p.
- Braun Blanquet J., Roussine N. et Negre R., 1952** - Groupements végétaux de la France méditerranéenne. CNRS, Paris, 22p.
- Briane J.P., 1991** - ANAPHYTO. Manuel d'utilisation. Doc. Polyc. Univ. Paris-Sud. Centre Orsay, 43 p
- Briane J.P., 1994** - ANAPHYTO. Manuel d'utilisation (version 1/1/94). Doc. Polyc. Univ, Paris-Sud. Centre d'orsay. 43p.
- Briane J.P., Lazare J.J., Roux G. et Sastre C., 1974** - L'analyse factorielle des correspondances et l'arbre de longueur minimum, exemples d'application. *Adansonia*, 2,14(1):111-137.
- Capot Rey R., Cornet A. et Blaudin De Thé B., 1963** - Glossaire des principaux termes géographiques et hydrogéologiques sahariens. -*Trav. Inst. Rech. Sah. Algérie.*, 1 vol., 82 p.
- Capot Rey R., 1952** - Les limites du Sahara français. *Trav. Inst. Rech. Sah.*, t.8, 23-48.
- Capot Rey R. , 1953** - Le Sahara français. Paris (Presse univers.), pp. 564, 22 fig.,12 pi., 8cart.
- Celles J.C. et Maniere R., 1980** - Remarques sur la distribution en Afrique nord-occidental *d'Acacia seyal* Delile et *d'Acacia ehrenbergiana* Hayne. *Candollea* : 35 : 183 - 200 Genève.

- Celles J.C. et Maniere R., 1990** - Valorisation et conservation de la vallée d'Iherir : Parc National du Tassili. « Etude des ressources végétales par télédétection spatiale ». Paris. 22 p.
- Chevallier Aug., 1932** - Sur les plantes qui croissent à travers le Sahara et le Soudan depuis les déserts et steppes de l'Asie jusqu'au littoral de la Mauritanie et du Sénégal. C.R. Ass. Fr. pour Av. des Sc., Congrès de Bruxelles, 469 - 474.
- Cibois Ph., 1987** - L'analyse factorielle, analyse en composantes principales et analyse des correspondances. Ed. Que sais-je, 1-27.
- Cordier B., 1965** - Sur l'Analyse factorielle des correspondances. Thèse spéciale. Univ. Rennes, 66p.
- Cosson E., 1855** - Liste des plantes observées par M. le Docteur Reboud, dans le Sahara algérien. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 242 p.
- Daget P. et Djellouli Y., 1992** - Le climat du Hoggar et sa variabilité inter annuelle. Publication de l'association internationale de climatologie, vol. 5, pp : 225-234.
- Dervin C., 1988** - Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle des correspondances ? Coll. STAT-ITCF. INRA. Paris. 75 p.
- Djellouli Y., Boucheneb N. et Benadjaoud A., 1997** - Assesment of Floristic Resources on Ahaggar (Algeria). *Publ. Acad. Sci. Beiging*, Chine. International conférence on Temperate Grassiand for 21st Century, 11p.
- Dubief J., 1953** - Essai sur l'hydrologie superficielle du Sahara. Imp. La « Typo-Litho » et Jules Carbonel réunies, Alger, 457 p.
- Dubief J., 1963** - Le climat du Sahara. *Mémoire hors série, Inst. Rech. Sahariennes*, Alger, 2 vol. 312 - 275 p.

- Dubost D., 1992** - Aridité, Agriculture et Développement : le cas des Oasis Algériennes
Sécheresse N°2 vol.3, pp : 85-96.
- Durand J.H., 1954** - Les sols d'Algérie, Dir. Serv. Colonis. et Hydraul., 244 p. Alger
- Durand J.H., 1967** - Les croûtes gypseuses du Souf (Algérie) : Rôle hydrologique, utilisation, inconvénients. *Agro. Trop.*, n°12, 1221-1226.
- Durand J.H., 1988** - Arrêter le désert, imp. Boudin, Paris, 416 p.
- Dutil P., Martinez C. et Quezel P., 1959** - Etude pédologique et palynologique d'un profil de formations quaternaires de la daia de M'Rara (ouest de l'oued Rhir) *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Du N.*, t. 50, 196-203.
- Dutil P., 1971**- Contribution à l'étude des sols et des paléosols sahariens Thèse de Doctorat d'état ès-Science, Toulouse.
- Eig A., 1931** - Les éléments et les groupes phytogéographiques auxiliaires dans la flore palestinienne. Etude phytogéographique. *Fedde Repert, spec. nov. regn. veget.*, Beiheft 63, 200 p., 17 tabl. , 1 carte.
- Ellenberg H., 1956** - Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. Ulmer. Stuttgart. 136 p.
- Emberger L., 1955** - Une classification biogéographique des climats. Rec. Trav. Lab. Bot. Heo et Zool. Fasc. Sci. Univ. Montpellier, Fasc. 7, pp: 1- 43.
- Engler A., 1910** - Pflanzengeographische Gliederung von Afrika.- S. B. kgl. PreuB. Akad. Wiss., pp. 781-837.
- Fenelon J.P., 1981** - Qu'est ce que l'analyse des données ? Paris, Lefonen, 311 p.

Gausсен H. et Vernet A., 1958 - Carte internationale du tapis végétal au 1/100 000 feuille de Tunis-Sfax notice de la carte phytogéogr., sér. A., t. III 34p.

Girod M., 1971 - Le massif volcanique de l'Akator, Hoggar, Sahara Algérien. Etudes pétrographiques, structurale et volcanologique. Ed. du CRZA (CNRS), Sér. Géol. N°12.

Gram L., 1935 - karplantenvegetationen i Mouydir (Eminidir) i Central Sahara. 168 pp., 45 fig.-
Copenhague.

Géhu J. M., 1980 - La phytosociologie d'aujourd'hui. Méthodes et orientations *Notiziario della società italiana di Fitosociologia*. 16 : 1-16. Pavia.

Géhu J. M. et Rivaz-Martinez S., 1981 - Notions fondamentales de Phytosociologie. *Ber. Int. Symp. Syntaxonomie*. 1-33.

Gounot M., 1969 - Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson. Paris, 314p.

Guinet Ph., 1952 - Plantes nouvelles ou peu connues récoltées dans la région de Béni-Abbès. *Soc. Sc. Nat. Maroc.*, 46-48.

Guinet Ph., 1954 - Carte de végétation de l'Algérie. Feuille de Béni-Abbès au 1/200 000

Guinochet M., 1955 - Logique et dynamique du peuplement végétal. Phytogéographie. Phytosociologie - Biosystématique - Applications agronomiques. Evolution des sciences, Paris, Masson. 143 p.

Guinochet M., 1952 - Contribution à l'étude phytosociologique du sud tunisien. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.*, 42, 131-153

Guinochet M., 1973 - La phytosociologie. Col. d'écologie, 1. Masson. Paris, 227p.

Guinochet M., 1986 - Phytosociologie. *Encyclopaedia Universalis*, Vol XIII, pp : 18-22

Halem M., 1990 - Contribution à l'étude de la végétation de deux oueds de la Tefedest : Mertoutek et Dehine dans le Parc National de l'Ahaggar. Thèse d'ingénieur d'état en Agronomie. INA, 72 p.

Huetz De Lempis A., 1970 - La végétation de la terre. Masson & Cie éditeurs.

- Kassas M., 1953-** Habitat and plant communities in the Egyptian desert : II. The features of desert community. *J. Eco.*, 41, pp : 248-256.
- Kent M. et Cocker P., 1992** - Vegetation. Description and analysis. A practical approach. Belhaven press. London. 363p.
- Kerzabi Q. et Sassi O., 1995** - Contribution à l'étude de la végétation de quelques oueds du sud du Tassili . Thèse d'ingénieur d'état en Agronomie. INA. 122 p.
- Killian Ch., 1922** - Essai de synthèse de la géologie du Sahara sud constantinois et du Sahara central. C.R XIII. Congr. Géol. Intem., Bruxelles, Fasc. 2, 287 p.
- Killian Ch. et Feher D., 1938** - Le rôle et l'importance de l'exploration microbiologique des sols sahariens. VI : la vie dans la région désertique tropicale de l'ancien monde. *Mém. soc. hiogéog.*, pp: 81-106.
- Killian Ch., 1940** - Nouvelles contributions à l'étude écologique de quelques plantes rupicoles du Hoggar. *Bull. Soc. Nat. Afr. du N.*, t. 30, 422-436.
- Killian Ch., 1953** - La végétation autour du Chott Hodna, indicatrice des possibilités culturales, et son milieu édaphique. *Ann. Inst. Agric. d'Algérie*, t.7, 80 p.
- Lacoste A., 1975** - La végétation de l'étage subalpin du bassin supérieur de la Tinée (Alpes Maritimes). Application de l'analyse multidimensionnelle aux données floristiques. *Phytocoenologia*, 3 (1): 83-122.
- Lacoste A. et Roux M., 1971** - L'analyse multidimensionnelle en phytosociologie et écologie. Application à des données de l'étage subalpin des Alpes Maritimes, I. L'analyse des données floristiques. *Oecol. Plant.* 7 (2) : 125-146.
- Lebrun J.P., 1983** - La flore des massifs sahariens : espèces illusoirs et endémiques vraies. *Bothalia* 14, 3 et 4, pp: 511-515.

- Lefebvre J., 1983** - Introduction aux analyses statistiques multidimensionnelles, 275 p..
Masson, Paris.
- Le Houérou H.N., 1990** - Définition et limites bioclimatiques du Sahara Sécheresse, N°4,
Vol I, Dec., pp : 246-259.
- Leredde Cl., 1953** - Note sur quelques plantes intéressantes du Tassili des Ajjer. *Bull. Soc. Nat. Afr. du N.*, t.44, 243-247 et 250-254.
- Leredde Cl., 1954** - Plantes nouvelles intéressantes du Sahara central. *Bull. Soc. Nat. Afr du N.*, t. 45,27-34.
- Leredde Cl., 1957** - Etude écologique et phytogéographique du Tassili N' Ajjer. *Trav. Inst. Rech. Sah.*, Alger, 455 p.
- Leroux , 1988-1992** - Sécheresse, crise climatique et oscillations téléconnectées des climats depuis 100 ans. *Sécheresse* N°1. Vol.3, Mars 1992.
- Maire R., 1922 à 1936** - Contribution à l'étude de la flore du Sahara occidental, *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du N.*, t. 13 : 24-26 ; t. 14 :159-160 ; t. 16 : 87-97 ; t. 18: 9-11.
- Maire R., 1933-1940** - Etude sur la flore et la végétation du Sahara central. *Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. N.*, n° 3, 2 vol., 433 p., 36 pl.
- Maître J.P., 1970** - Contribution à la préhistoire de l'Ahaggar. Tefedest centrale. *Mém. Du C.R.A.P.E.* -XVIII, 223 p.
- Manière R., 1989** - Mise en place d'un centre de conservation et de propagation des ressources phytogénétiques sahariennes à Tamanrasset. *Projet de coopération Algéro-Française*, 12.
- Mattari A., 1987** - Analyse de la pluviométrie sur les Ajjers et le Hoggar. Mémoire de fin d'étude. Institut Hydrométéorologique de Formation et de Recherche, Oran,53 p.

- Mimouni M., 1988** - Caractéristiques générales du régime pluviométrique au Hoggar. Document interne. ONM. Tamanrasset.
- Monjauze A., Faurel L. et Schotter G., 1955** - Note préliminaire sur un itinéraire botanique dans la steppe et le Sahara septentrional algérois. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du N.* t. 46, 206-229, 2 pi.
- Monod T., 1938** - Notes botaniques sur le Sahara occidental et ses confins sahéliens. *Mém. Soc. Biogéogi.*, VI : La vie dans la région désertique, etc.. 351-374.
- Monod T., 1945** - Tableau d'ensemble des divisions adoptées, pp-13-14 et : Remarques sur l'esquisse phytogéographique du Sahara occidental de M. Murat. *Trav. int. Etude Bioloacridien I.* Alger.
- Monod T., 1954** - Mode contracté et diffus dans la végétation saharienne.- (: 3 5-3 7).- In « *Biology of deserts* ». *Edit. : The Institut of Biology* . London : 224 p.
- Monod T., 1957** - Les grandes divisions de l'Afrique (rapport présenté à la réunion de spécialiste sur la phytogéographie) Yagambi 29 Juillet-08 Août 1956. *Cons. Scient. Afr. Nord, Sahara*, 24 : 147 p. CSA. Londres.
- Orshan G., 1953** - Note of the application of Raunkier's System of life forms in arid régions. *Palest., Jou., Bot., Jerusalem*, 6 : 120-122
- Orshansky , 1951** - in Orshan G., 1953.
- Ozenda P., 1954** - Flore du Sahara septentrional et central. CNRS, Paris , 486p.
- Ozenda P., 1982** - Les végétaux dans la biosphère. Doin, Paris, 431 p.
- Ozenda P., 1983** - Flore du Sahara. Ed. CNRS. Paris 622 p.
- Pons A. et Quezel P., 1957** - Premières études palynologiques de quelques paleosols sahariens. *Trav. Inst. Rech. Sahar.* , Algérie : XVI, 2° série. 15-40.

- Quezel P., 1954** - Contribution à l'étude de la flore et de la végétation du Hoggar. Monographie régionale 2. *Trav. Inst. Rech. Sahar.*, 164 p.
- Quezel P., 1957**- Les groupements végétaux dans le massif de la Tefedest (Sahara central) *Trav. Inst. Rech. Sahar.* T. XV, pp. 43 à 63.
- Quezel P. Et Simoneau P., 1960** - Notes sur la végétation halophile du sahara occidental. *Bult. Bot. Res. Concl of Israel* t. 8 D(314) : 253 - 262.
- Quezel P. et Martinez C., 1961** - Le dernier interpluvial au Sahara central. Essai de chronologie palynologique et paléo-climatique, *Libyca*, t.VI-VII, 211-227.
- Quezel P., 1978** - Analysis of the flora of Mediterranean and Saharan Africa. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 65, pp : 479-534.
- Quezel P. et Santa S., 1962-1963** - Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS. Paris, 02 Vol., 565 + 599 p.
- Quezel P., 1965** - La végétation du Sahara. Du Tchad à la Mauritanie. Masson et Cie, Paris, 328 p.
- Rameau J.C., 1987** - Contribution phytoécologique et dynamique à l'étude des écosystèmes forestiers. Applications aux forêts du Nord-Est de la France. TH. Doct. és Sc. Nat. Univ. de Franche Comté, 334p.
- Rameau J.C., 1988** - Le tapis végétal. Structuration dans l'espace et dans le temps, réponses aux Perturbations, méthodes d'étude et intégrations écologique. ENGREF, centre de Nancy, 102 p. + annexes.
- Ramensky L. G., 1930** - Zur methodik der vergleichenden bearbeitung und ordnung von pflanzenlisten und anderen objekten, diedurch mehrere, verschiedenartig wirkende factoren bestimmt worden. *Beitrage zur biol. Der pflanz*:18: 269-304.
- Reichling L., 1949** - Introduction à la phytosociologie. *Bull. Soc. Nat. lux.*, N.S., 43, 219-241.

- Roux G. et Roux M., 1967** - A propos de quelques méthodes de classification en phytosociologie. *Rev. Stat. Appl.* 15 (2) : 59-72.
- Roux G., 1985** - Algorithmes de classification. Masson, Paris, 151 p.
- Rognon P., 1962** - Observation nouvelles sur le quaternaire du Hoggar. *Trav. Inst. Rech. Sahar.* Alger, 21,57-79.
- Raunkiaer C., 1905** - Types biologiques pour la géographie botanique Del. Kgl. Danske Vidensk. Selskab., 5 : 347-437.
- Raunkiaer C., 1918** - Recherches statistiques sur les formations végétales. Del. Kgl. Danske. Vidensk. Selskab. *Biol-medd.*, 1 : 3-80
- Sahki A., 1991** - Nouvelle station à *Acacia seyal*. Rapport interne INRF station de Tamanrasset
- Sauvage Ch., 1951** - Remarques sur la notion de sociabilité. *Ann. Uni. Montpellier. Rec.Trav. Inst. Bot.*, 4, 82-91.
- Schnell R., 1976** - La Flore et la Végétation de l'Afrique tropicale. Vol. III : 1-459, Vol. IV ; 1-378. Gauthier-villars, Paris.
- Tomassone R., 1976** - Présentation générale des méthodes d'analyses multidimensionnelle. Séminaire sur l'étude des statistiques appliquées à l'agriculture. *Ann. INA.* 6, n° spécial, 61-99
- Tomassone R., 1988** - Conférence sur l'analyse des données. 4. Analyse factorielle des correspondances. Univ. Agron. d'état de Gembloux, 25-29 avril 1988, 14-19.
- Trochain J.-L., 1952** - Nomenclature et classification des milieux végétaux en Afrique noire française, In : les divisions écologiques du monde. - Colloque CNRS. 59, Paris, pp.73-90
- Wright R.L., 1973** - An examination of the value of site analysis in the field studies in tropical Australia. *Z. Geomorph. N.F.*, 17 (2), pp : 156-184

Annexel

Tableau 1 : Liste des taxons rencontrés

Famille	Espèces	Nom vernaculaire	Type biologique Type biogéographique
Aizoaceae	<i>Aizoon canariense</i> L. <i>Mollugo cerviana</i>		Thérophyte / Sah-sind Thérophyte / Médit-Trop
Amaranthaceae	<i>Aerva persica</i> (Burn.) Merril	Tamakerkest	Chaméphyte / Trop-sah-sind
Apocinaceae	<i>Nerium oleander</i> L.	Elcl	Nanophanérophyte / Med
Asclepiadaceae	<i>Calotropis procera</i> Ait. <i>Pergularia tomentosa</i> L. <i>Periploca laevigata</i> Aiton <i>Solenostemma argel</i> (Del.) Hayne <i>Leptadenia pyrotechnica</i> (Forsk.) Dec.	Tourha Tachkat Sellouf Ighellachem Anag	Phanérophyte / Sahelo-sah Chaméphyte / Sah-sind Nanophanérophyte / Med-sah Chaméphyte / Trop Chaméphyte / Trop
Asteraceae (Composées)	<i>Artemisia campestris</i> ssp. <i>glutinosa</i> (J.Gay) Batt. <i>Artemisia judaica</i> ssp. <i>sahariensis</i> (Chev.) <i>Atractylis aristata</i> Batt. <i>Centaurea pungens</i> Pomel <i>Cotula cinerea</i> Del. <i>Bubonium graveolens</i> (Forsk.) M. <i>Matricaria pubescens</i> (Desf.) <i>Pulicaria crispa</i> (Forsk.) Benth Hook <i>Pulicaria undulata</i> (L.) DC <i>Pulicaria inuloides</i> DC M. <i>Volutaria leucantha</i> Coss	Tedjok Tehreguelli Ameskeki T'ameyout Ainessis Tanatfirt Améo Améo	Chaméphyte / Med Chaméphyte / Sah-sind Thérophyte / Sah-sind-Med Thérophyte / Sah-sind Thérophyte / Sah-sind Chaméphyte / Sah-sind Thérophyte / Sah-Médit Chaméphyte / Sah-sind Chaméphyte / Sah-sind Thérophyte / Med-Sah-sind Thérophyte / Sah-sind
Boraginaceae	<i>Echium pycnanthum</i> Pomel ssp. <i>humile</i> <i>Heliotropium undulatum</i> Vahl. <i>Trichodesma africanum</i> (L.) R. Br.	Tainest Tahenna Alkah	Hémicryptophyte / Med –Sah Chaméphyte / Sah-sind-trop Thérophyte / Trop
Brassicaceae (Crucifères)	<i>Anastatica hierochuntina</i> L. <i>Farsetia aegyptiaca</i> Turra <i>Farsetia hamiltoni</i> Royle <i>Farsetia ramosissima</i> Hochst <i>Matthiola longipetalia</i> (Vent.) D <i>Morettia canescens</i> Boiss. <i>Moricandia arvensis</i> (L.) DC <i>Schouwia purpurea</i> ssp. <i>schimperi</i> Forsk. <i>Zilla spinosa</i> L. Prantl	Akarraba Timzar Illidj Aggasit Aslar Tamadjhé Alouat Eftezen	Thérophyte / Sah-sind-Med Chaméphyte / Sah-sind Thérophyte / Sah-sind Thérophyte / Sah-sind Thérophyte / Sah-sind Thérophyte Sah-sind Chaméphyte / Med-Sah-sind Thérophyte / Sah-sind-trop Chaméphyte / Sah-sind
Capparidaceae	<i>Capparis spinosa</i> L. <i>Cleome arabica</i> L. <i>Maerua crassifolia</i> Forsk	Teloulout Houya Tadjiart	Chaméphyte / Sah-sind-Med Thérophyte / Sah-sind-trop Nanophanérophyte / trop
Caryophyllaceae	<i>Paronychia arabica</i> L. <i>Paronychia capitata</i> (L.) Lam.	Ahiyouf Ahiyouf n'ekli	Thérophyte / Sah-sind Hémicryptophyte / Med
Chenopodiaceae	<i>Anabasis articulata</i> Forsk Moq. <i>Atriplex halimus</i> L. <i>Bassia muricata</i> (L.) Asch <i>Nucularia perrini</i> <i>Salsola foetida</i> Del.	Tassa. Bender Aramas Ouhestc Tassak	Chaméphyte / Sah-sind Chaméphyte / Sah-sind Chaméphyte / Med-Sah-sind Chaméphyte / Sah-sind Chaméphyte / Sah-sind-Trop

Famille	Espèces	Nom vernaculaire	Type biologique Type biogéographique
Cistaceae	<i>Helianthemum hirtum</i> (L.) Miller	Ouroudj	Chaméphyte / Sah-sind
	<i>Helianthemum lipii</i> Pers.	Ouroudj	Chaméphyte / Sah-sind-Med
Cucurbitaceae	<i>Colocynthis vulgaris</i> (L.) Schrad	Alked	Thérophyte / Pluri-régional
	<i>Cucumis pustulatus</i> Hook Fil		Thérophyte / Sah-sind
Cyperaceae	<i>Scirpus holoschoenus</i> L.	Illegli	Chaméphyte / Pluri-régional
Ephedraceae	<i>Ephedra altissima</i>		Chaméphyte / Endémique
Euphorbiaceae	<i>Chrozophora brocchiana</i> (Vis.) Schweinf		Chaméphyte / Trop
	<i>Euphorbia granulata</i> Forsk.	Telakh	Thérophyte / Sah-sind
Fabaceae (Légumineuses)	<i>Acacia raddiana</i> Savi	Absegh	Phanérophyte / Trop-Sah-sind
	<i>Acacia albida</i> Delile = <i>Faidherbia</i> a.	Ahtes	Phanérophyte / Trop-Sah-sind
	<i>Acacia ehrenbergiana</i> Delile	Tamat	Nanophanérophyte / Trop-Sah-sind
	<i>Acacia laeta</i> R. Br.		Nanophanérophyte / Trop-Sah-sind
	<i>Acacia scorpioides</i> (L.) Chevall. Ssp. nilotica	Tadjart	Phanérophyte / Trop-Sah-sind
	<i>Astragalus vogelii</i> (Webb) Borm	Adreilal	Thérophyte / Sah-sind
	<i>Astragalus maeroticus</i> Delile.	Adrilal	Thérophyte / Sah-Médit
	<i>Astragalus scorpioides</i>	Adrilal	Thérophyte / Sah-sind
	<i>Cassia aschrek</i> Coll.	Adjerdjer	Chaméphyte / Trop-Sah-sind
	<i>Indigofera articulata</i> Gouan		Chaméphyte / Trop
	<i>Lotus jolyi</i> Batt	Amarezrez	Thérophyte / Sah-sind
	<i>Lotus roudairi</i> Bonnet	Amghanen	Thérophyte / Sah-sind
	<i>Hippocrepis multisiliquosa</i> Loisel		Thérophyte / Médit-Sah-sind
	<i>Tephrosia leptostachya</i> Dc.		Chaméphyte / Trop
Géraniaceae	<i>Monsonia heliotropioides</i> (Cav) Boi	Azren	Hémicryptophyte / Sah-sind
Labiataeae	<i>Lavandula pubescens</i> ssp. <i>antinea</i> M.	Egeyei	Hémicryptophyte / Médit-Sah-sind
	<i>Lavandula coronopifolia</i> Poiret		Chaméphyte / Sah-Médit
	<i>Salvia aegyptiaca</i> L.	Sassaf	Chaméphyte / Sah-sind
	<i>Salvia schudaei</i> Batt. et Trabut	Aouhihet	Chaméphyte / Endémique
	<i>Teucrium polium</i> L. ssp. <i>geyrii</i> Maire	Takmezzout	Chaméphyte / Endémique
Liliaceae	<i>Asphodelus tenuifolius</i> Cav.	Ezeien	Thérophyte / Médit-Sah-sind
Menispermaceae	<i>Cocculus pendulus</i> (Forsk) Diels	Amettel	Nanophanérophyte / Sah-trop
Moraceae	<i>Ficus salicifolia</i> var. <i>telouket</i> Batt.	Telouket	Phanérophyte / Endémique
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia repens</i> L.		Chaméphyte / Trop
	<i>Commicarpus stellatus</i> Standl		Chaméphyte / Trop
Orobanchaceae	<i>Phelypaea lutea</i>	Ahliouan	Thérophyte / Pluri-régional
Oleaceae	<i>Olea laperrini</i> Batt. et Trabut	Alêo	Nanophanérophyte / Endémique
Plantaginaceae	<i>Plantago ciliata</i> Desf.	Anaddam	Thérophyte / Sah-sind
	<i>Plantago psyllium</i>	Anaddam	Thérophyte / Sah-sind
Poaceae (Graminées)	<i>Aristida ciliata</i> Desf.	Ahradj	Hémicryptophyte / Sah-sind
	<i>Aristida obtusa</i> Del.		Hémicryptophyte / Sah-sind-Médit
	<i>Aristida pungens</i> Desf.	Toulloult	Chaméphyte / Sah-sind

Famille	Espèces	Nom vernaculaire	Type biologique Type biogéographique
Poaceae	<i>Cymbopogon schoenanthus</i> L. spreng	Tébérimt	Chaméphyte / Sah-sind
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers	Tagamait	Géophyte / Pluri-régional
	<i>Desmostachya bipinnata</i> L. stapf		Hémicryptophyte / Trop
	<i>Panicum turgidum</i> Forsk	Afezzou	Chaméphyte / Trop
	<i>Pennisetum dichotomum</i> Forsk Del	Tchaoua	Hémicryptophyte / Sah-sind
Polygonaceae	<i>Phragmites communis</i> Trim		Géophyte / Pluri-régional
	<i>Schismus calycinus</i> L.		Thérophyte / Médit
Resedaceae	<i>Calligonum comosum</i> L'hér. <i>Rumex simpliciflorus</i> Murb.	Aressou Tanesmint	Chaméphyte / Sah-sind Thérophyte / Sah-sind
Rhamnaceae	<i>Reseda villosa</i> Coss.	Aballendjer	Thérophyte / Sah-Trop
Salvadoraceae	<i>Ziziphus lotus</i> L. Desf <i>Ziziphus mauritiana</i> La	Tabeket	Nanophanérophyte / Endémique Nanophanérophyte / Tro
Solanaceae	<i>Salvadora persica</i> Garcin	Tehok	Nanophanérophyte / Trop
Tamaricaceae	<i>Solanum nigrum</i> L.		Thérophyte / Cosmopolite
Therbinthaceae	<i>Tamarix articulata</i> Vahl <i>Tamarix gallica</i> L.	Tabrakkat Azaoua	Phanérophyte / Sah-sind Phanérophyte / Sah-sind
	<i>Rhus Tripartitum</i> (Ucria) DC.	Tehounak	Phanérophyte / Sah-Méd
Typhaceae	<i>Typha elephantina</i> Roxb.		/ Trop
Umbellifereae	<i>Pituranthos scoparius</i> var. <i>Fallax</i> Benth.	Tattait	Chaméphyte / Endémique
Zygophyllaceae	<i>Forskholea tenacissima</i> L.	Taassist	Chaméphyte / Sah-sind-Médit
	<i>Balanites aegyptiaca</i> Del.	Teborak	Phanérophyte / Trop
	<i>Fagonia bruguieri</i> DC.	Afessour	Thérophyte / Sah-sind
	<i>Fagonia latifolia</i> Delile ssp. <i>isotricha</i> (Murb)		Thérophyte / Sah-Médit
	<i>Fagonia longispina</i> L.		Thérophyte / Sah-sind
	<i>Fagonia arabica</i> L.		Chaméphyte / Sah-sind
	<i>Tribulus terrester</i> L.		Thérophyte / Pluri-régional
	<i>Cordia rothii</i>		Nanophanérophyte / Trop

Trop = Tropical (Soudano-deccanien)

Sah-sind = Saharo-sindien

Médit = Méditerranéen

Médit-Sah-sind = Méditerranéen à irradiation saharo-sindienne

Sah-sind-Médit = Saharo-sindien à irradiation méditerranéenne

Sah-sind-Trop = Saharo-sindien à irradiation soudano-deccanienne

Trop-Sah-sind = Soudano-deccanien à irradiations saharo-sindienne

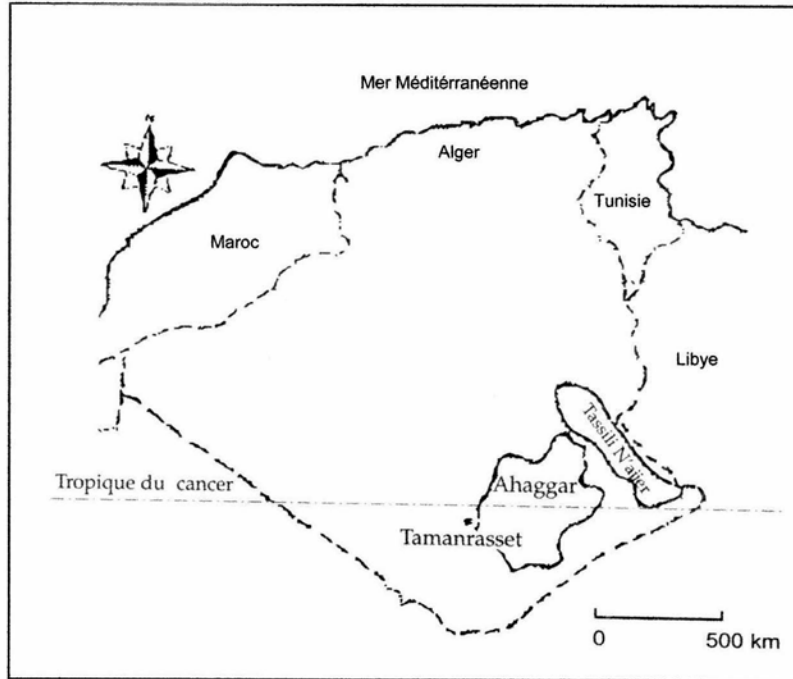


Figure 1 : Position géographique de l'ahaggar

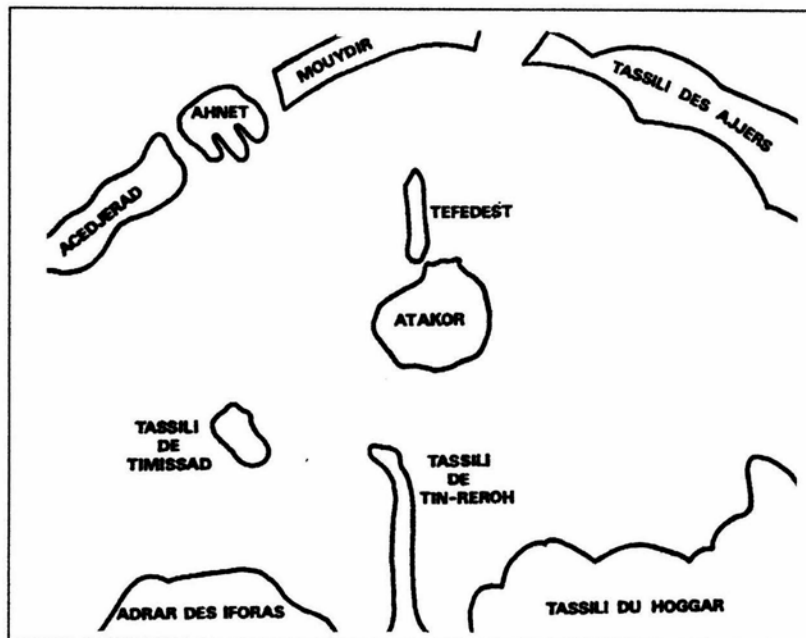


Figure 2 : Schéma montrant la morphologie du Hoggar
BLANGUERNON (1955)

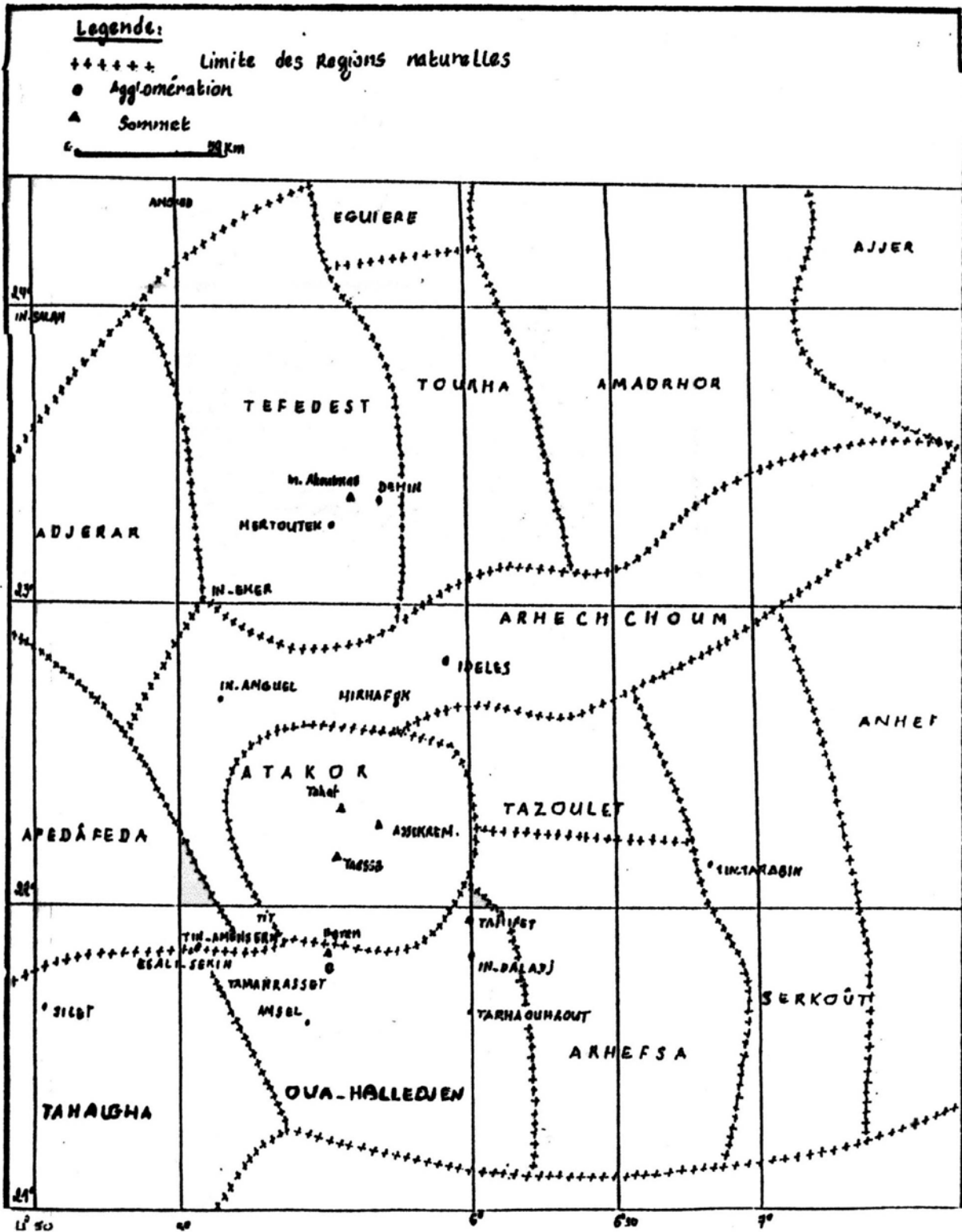


Figure 3 : Régions naturelles de l'Ahaggar
 Maître (1970)

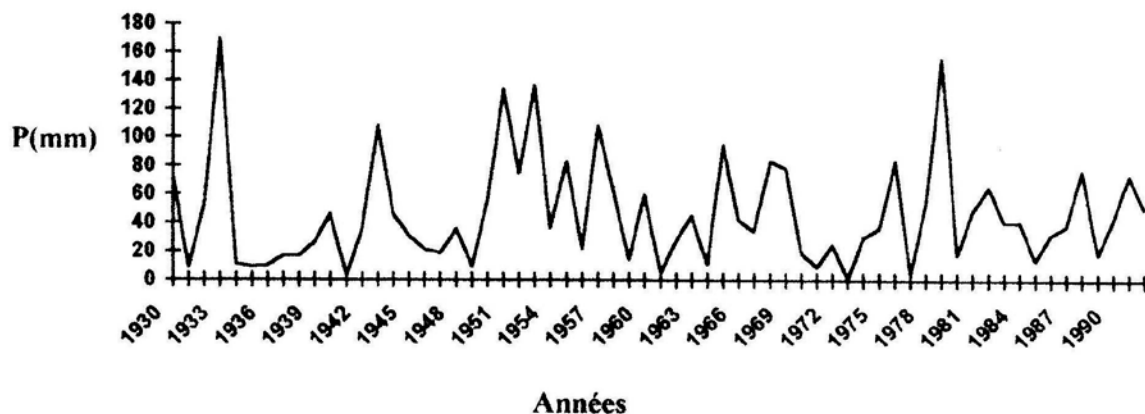


Figure 4 : Variations inter-annuelles des précipitations station de Tamanrasset 1930-1992

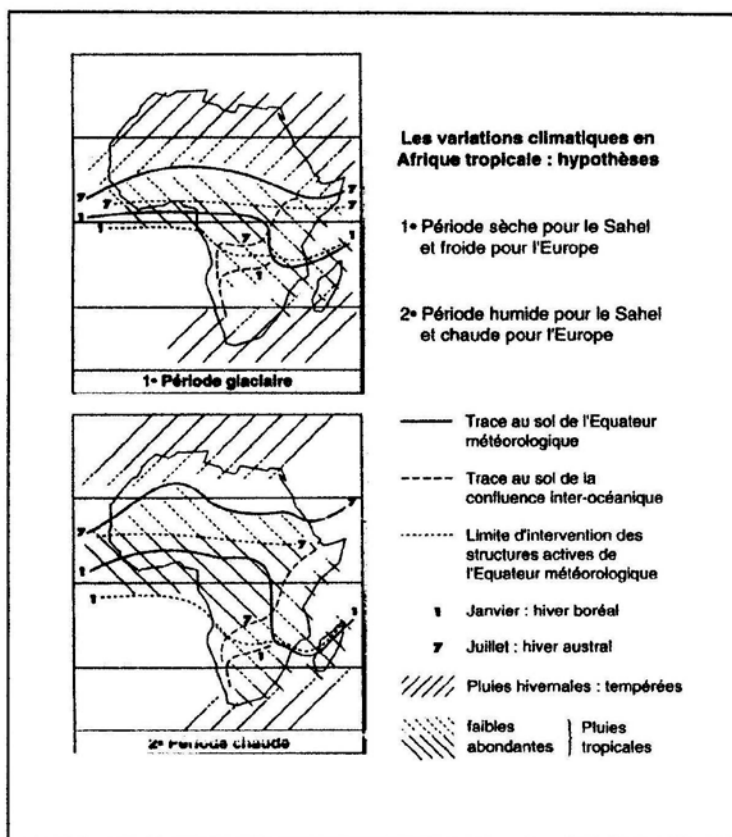


Figure 5 : Position du FIT et scénarios pour l'Afrique, d'après Leroux (1992) Sécheresse N°1, Vol. 3, Mars 1992.

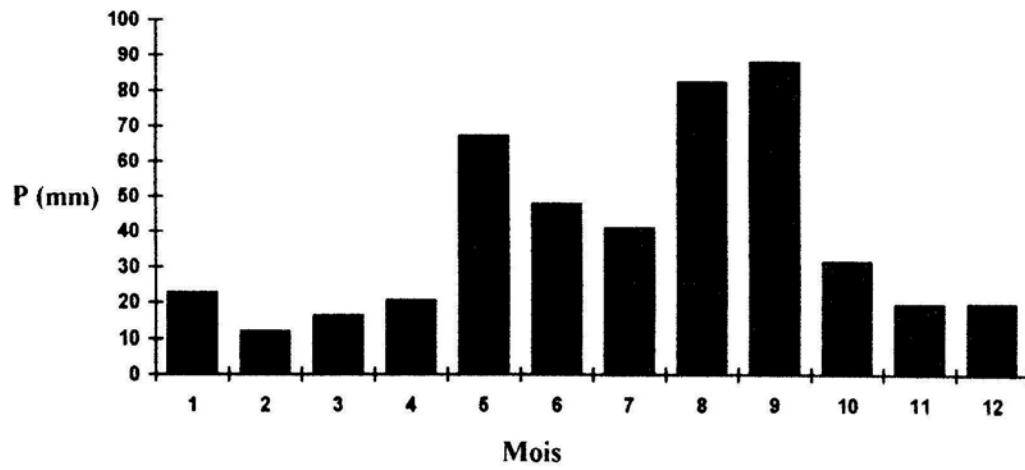


Figure 6 : Répartition mensuelle des précipitations Stations de Tamanrasset 1930-1992

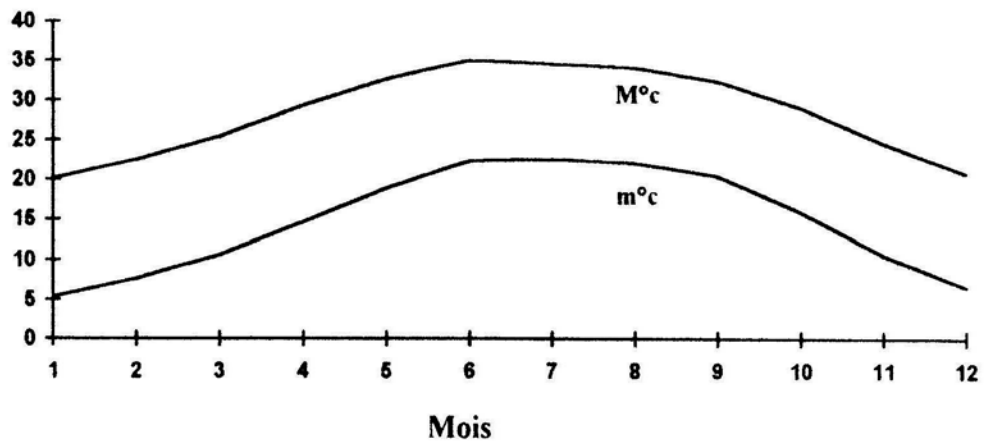


Figure 7 : Variations mensuelles des Températures moyennes maximales et minimales de la station de Tamanrasset 1930-1992

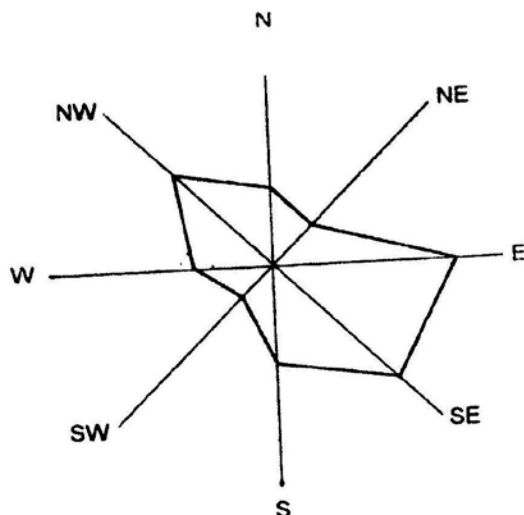


Figure 8 : Rose des vents de Tamanrasset (1992 – 1996)

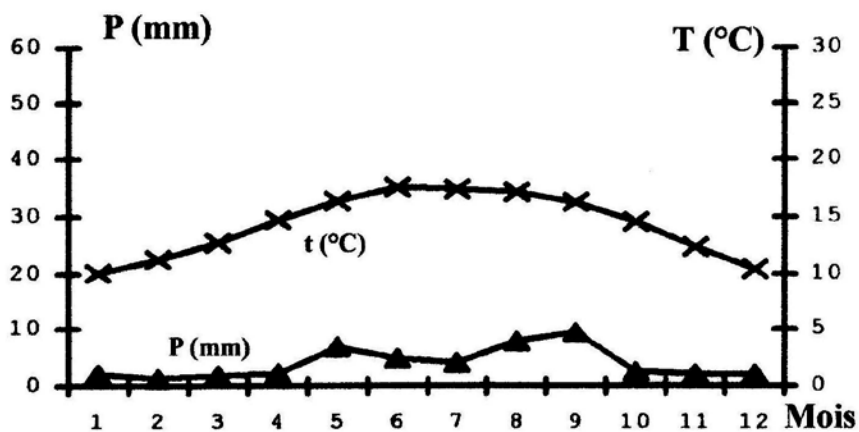


Figure 9 : diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN. Station de Tamanrasset (1951 – 1997)

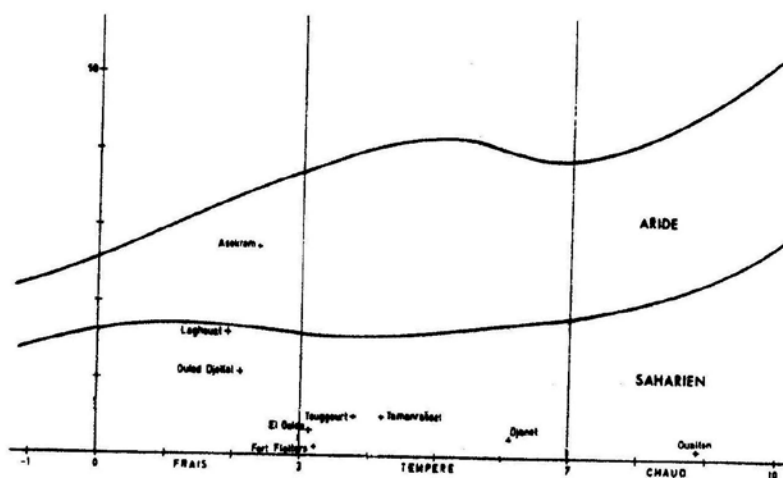


Figure 10 : Climagramme d'Emberger

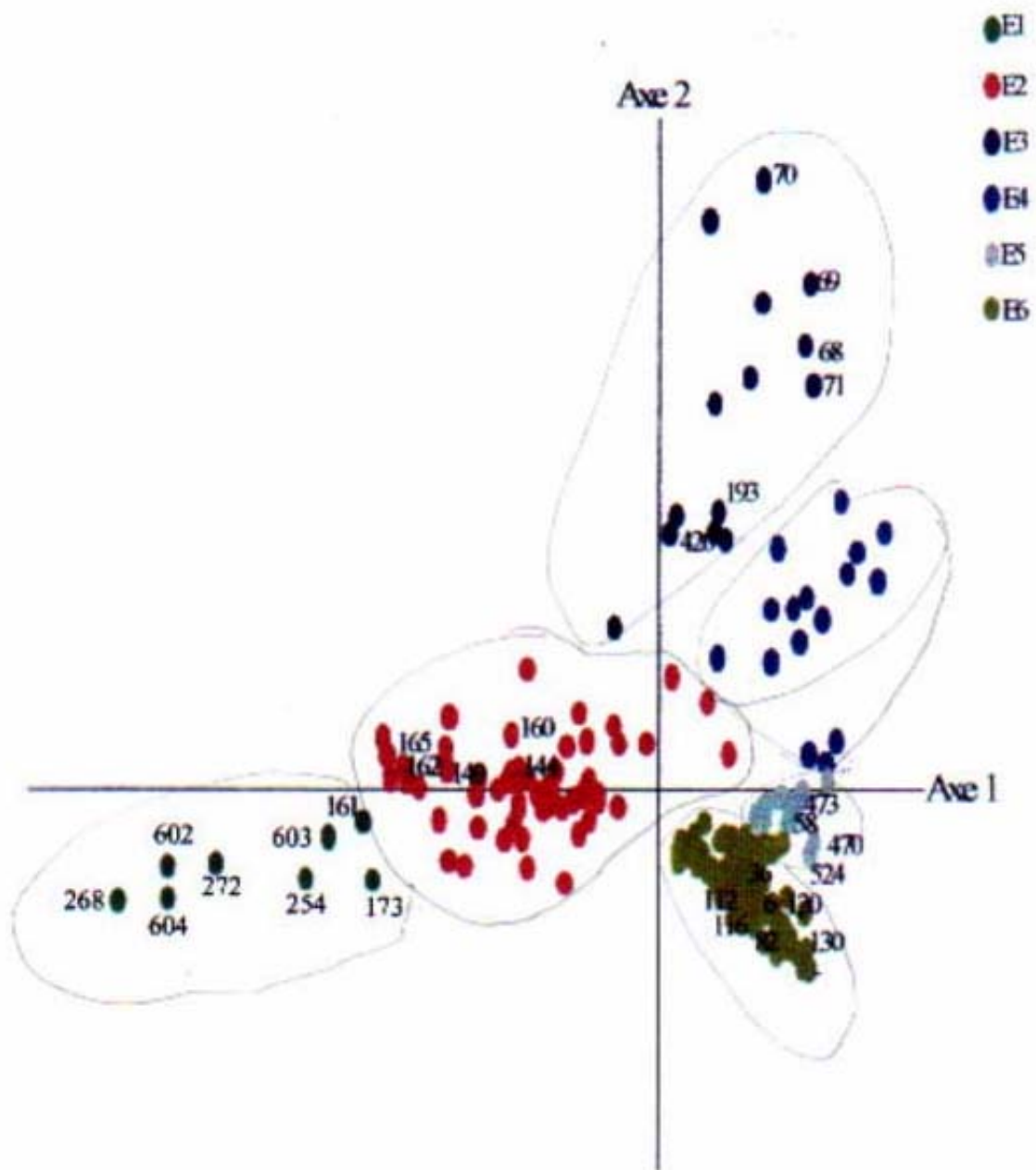


Figure 13 : Carte Factorielle des relevés axes 1 et 2

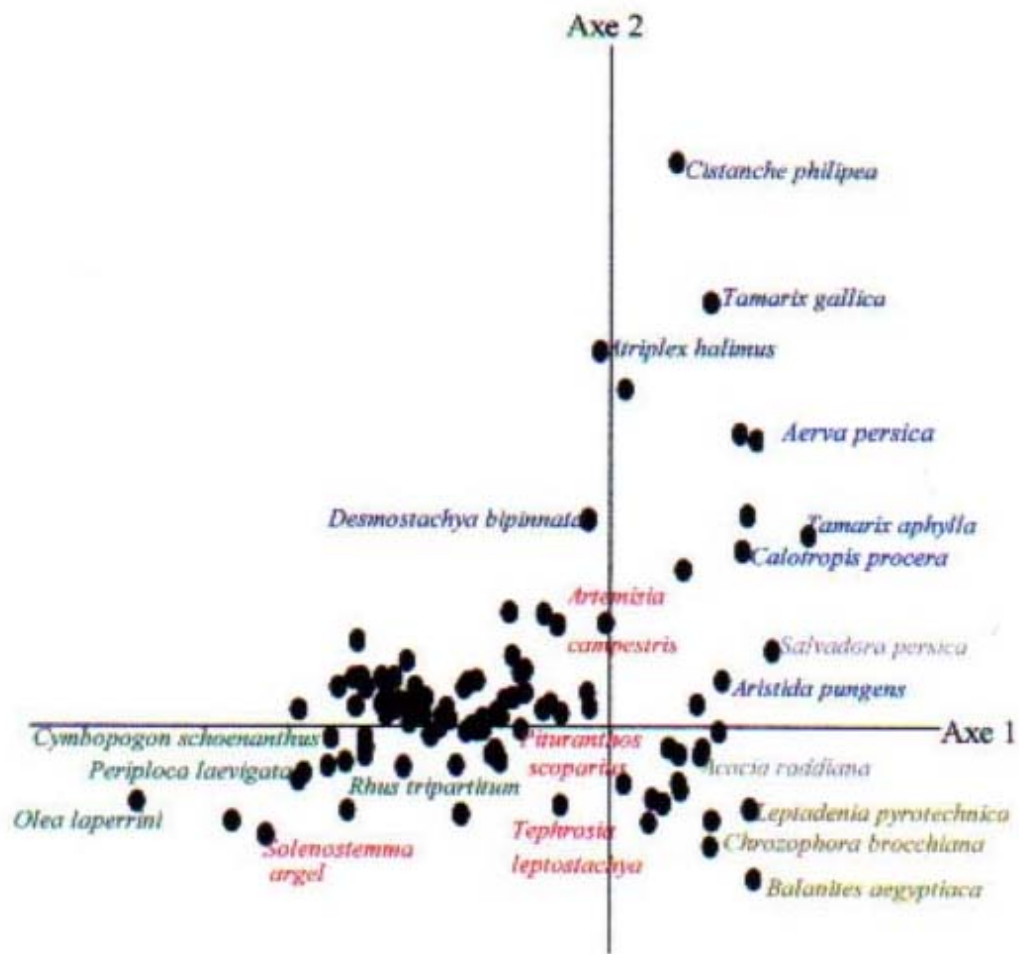


Figure 14 : Carte Factorielle des espèces axes 1 et 2

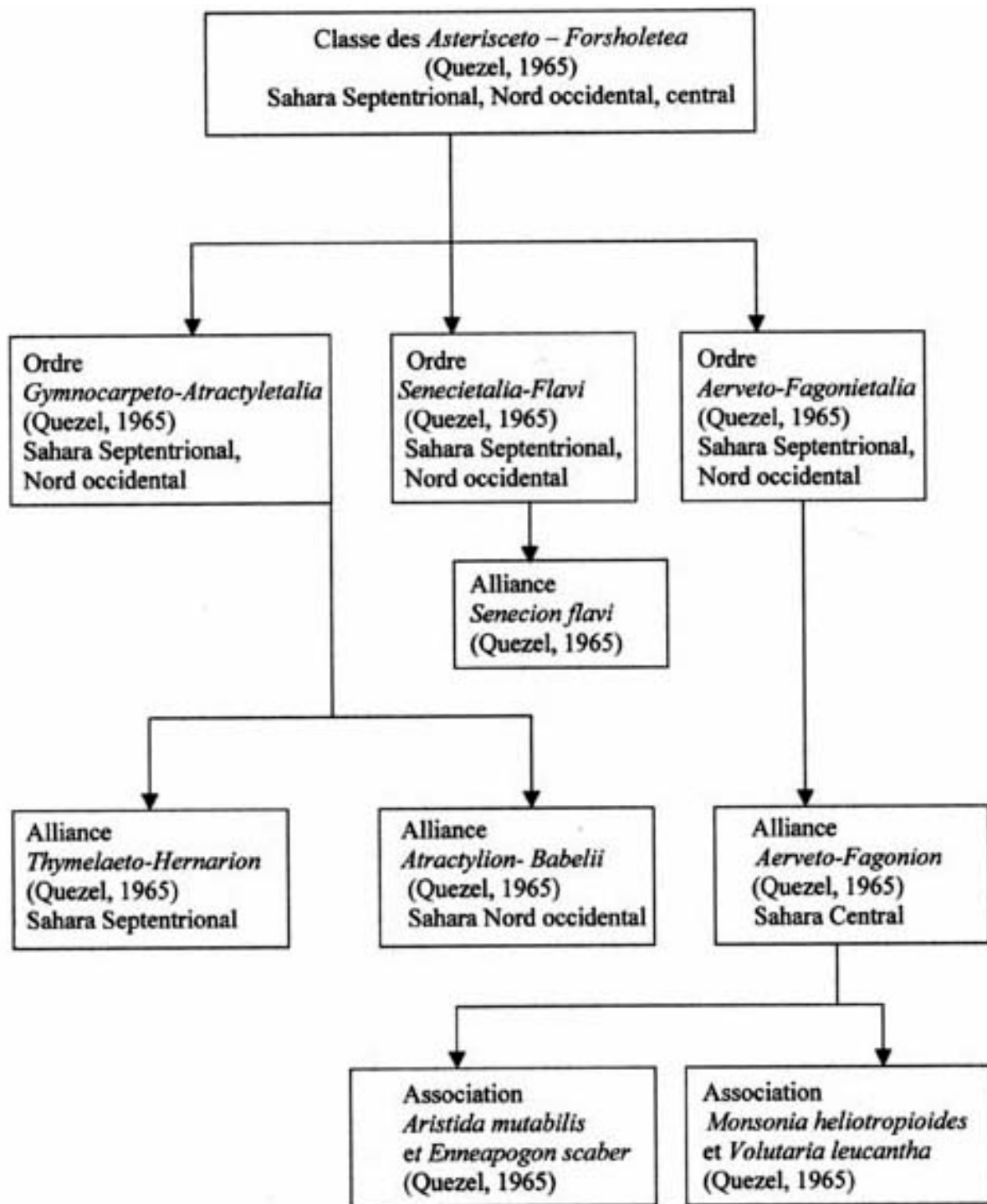


Figure 16 : Schéma syntaxonomique de la classe des *Asterisceto - Forsholetea* (Quezel, 1965)

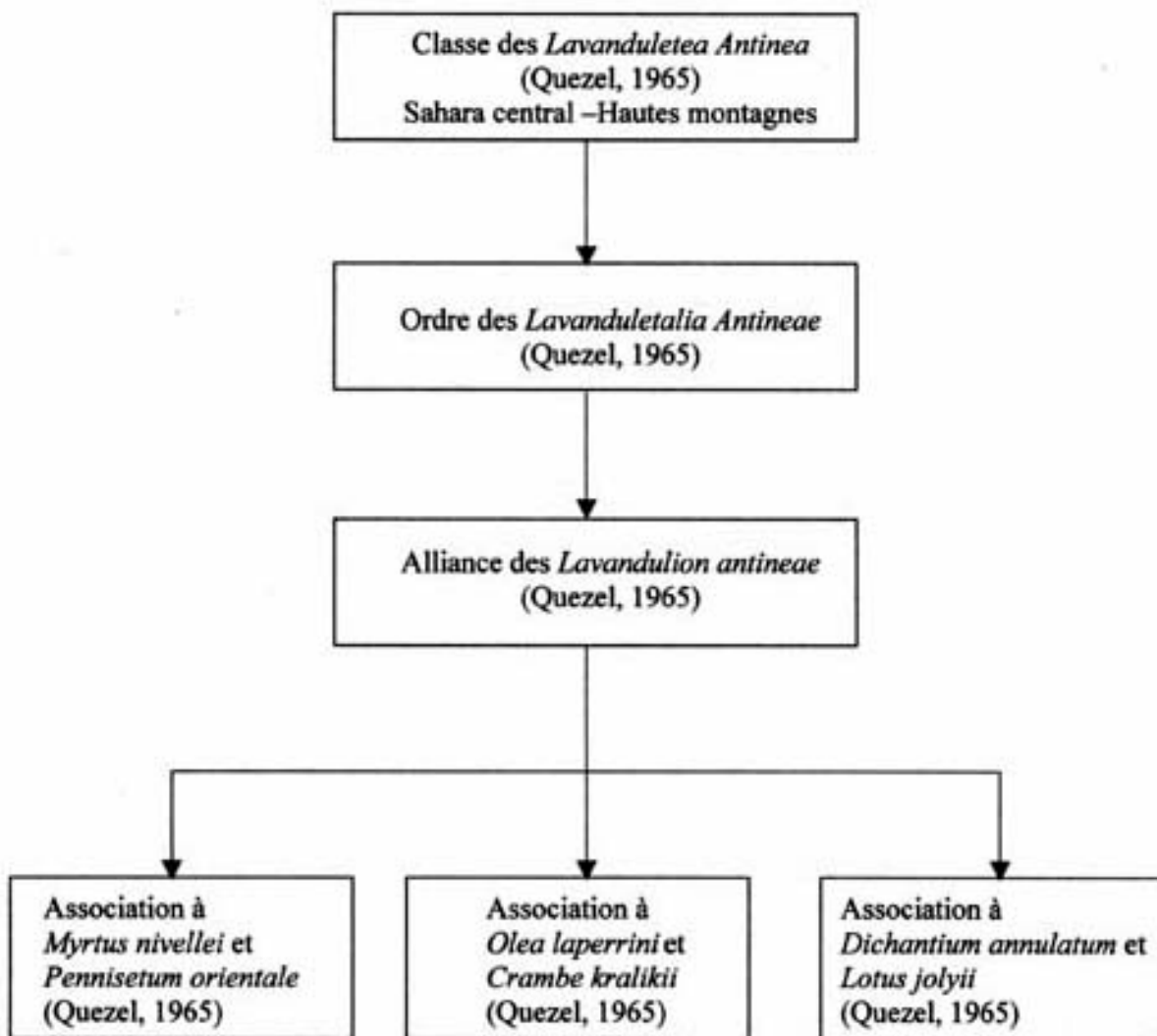


Figure 17 : Schéma syntaxonomique de la classe des *Lavanduletea Antinea* (Quezel, 1965)

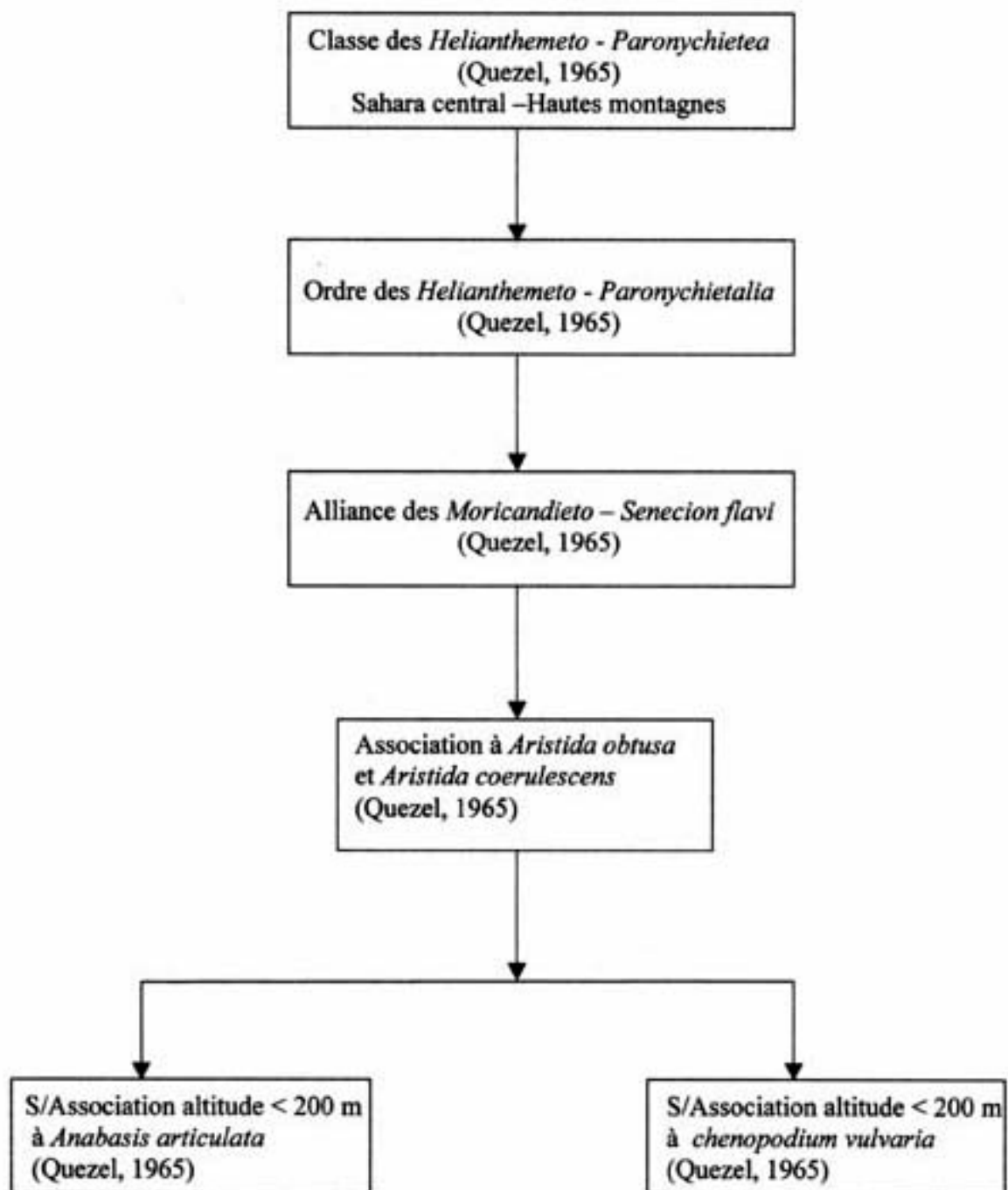


Figure 18 : Schéma syntaxonomique de la classe des *Helianthemeto - Paronychietea* (Quezel, 1965)

Tableau IV: Subdivisions phytogéographiques du Sahara in Barry et al (1976).

Empire	PALEOTROPIS				HOLARCTIS	
Région	SOUDANO-ANGOLAN				MEDITERRANEEEN	
	Type soudanien	Type sahélien	Type saharien			
Sous-Région	sous-groupe Nord	sous-groupe Nord			saharo-sindien	eu-méditerranéen
Domaine	Sénégalonilotique	Atlanticonilotique	Saharoafricain		saharoméditerranéen (sous-domaine saharo-algérien)	Saharomontagnard selon MONOD T., 1957
Empire	PALEOTROPIS				HOLARCTIS	
Région	soudano-angolan		complexe saharosindien soudano-angolien	complexe méditerranéosaharosindien	saharo-sindien	méditerranéen
Sous-Région	Sahélien	Saharoafricain				
Domaine		Sahara méridional (Sahara africain)	Sahara central Sahara occidental	Hautes montagnes du Sahara central	Sahara septentrional Sahara nord-occidental Sahara océanique (Sahara océanique)	selon Quezel P., 1965
Empire	PALEOTROPIS				HOLARCTIS	
Groupe	Tropico-africain			Méditerranéotropico-africain	Méditerranéen	
Région	soudano-angolan		sindo-angolan	Méditerranéosindo-angolan	méditerranéen	
Sous-région	soudanien	sahélien	saharien (saharo-africain)		saharao-sindien	eu-méditerranéen
Domaine	Sénégalonilotique	Atlanticonilotique	Sahara africain	Hautes montagnes sahariens	Saharoméditerranéen	Maghrébin méditerranéen Maghrébin steppique
Sous-domaine			Sahara central (p.p.) Sahara méridional	Sahara central	Sahara septentrional Sahara nord-occidental Sahara central (p.p.)	selon BARRY J.-P CELLES J.-C et MANIERE R 1976

Tableau VII : Association à *Olea laperrini* et *Rhus tripartitum*

N° de relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	
N° de relevé sur terrain	268	272	602	161	173	254	603	604	
Altitude (m)	1560	1520	1510	1540	1520	1380	1530	1560	
Recouvrement (%)	5	10	15	5	15 à 2	15	15	15	
									CP
Caractéristiques d'association									
<i>Olea laperrini</i>	2	1	1	1	+	+	+	+	V
<i>Rhus tripartitum</i>	+	+	1	+	+		+	+	V
<i>Cymbopogon schoenanthus</i>		+	+	1	1	+	+		IV
<i>Periploca laevigata</i>		+		+			+	+	III
Caractéristiques des Asterisceto-Forskohletea et Aerveto-Fagonion Quezel 1965									
<i>Trichodesma africanum</i>		+		+	+				II
<i>Aerva persica</i>				+	+				II
<i>Fagonia bruguieri</i>				+			+		II
<i>Forskohlea tenacissima</i>					+				I
<i>Aizoon canariense</i>				+					I
<i>Lotus roudairei</i>				+					I
<i>Reseda villosa</i>				+					I
<i>Salvia aegyptiaca</i>	+								I
<i>Asteriscus graveolens</i>							+		I
Trangressives des Pergulariето-Pulicarietea Quezel 1965									
<i>Acacia ehrenbergiana</i>				+		+			II
<i>Pulicaria undulata</i>				+			+		II
<i>Maerua crassifolia</i>					+				I
<i>Cassia aschrek</i>					+				I
<i>Ziziphus mauritiana</i>								+	I
Autres espèces									
<i>Solenostemma argel</i>	+				+		+		II
<i>Ephedra altissima</i>		+							I
<i>Typha elephantina</i>					+				I
<i>Ficus teloukat</i>								+	I
<i>Teucrium polium</i>							+		i

Tableau VIII : Association à *Cassia acedrol* et *Panicum rugelium* Quersel 1965

N° de relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	18	20	22	23	25	26	27	28	29	30	31	34	35	37	38	40					
N° de relevé sur terrain	146	266	600	170	271	273	160	171	177	260	269	321	639	169	176	265	250	424	258	144	145	236	237	239	240	299	162	164	165	168						
Altitude (m)	1330	1480	1500	1510	1400	1520	1500	1510	1580	1410	1500	1240	1100	1530	1400	1412	1380	1120	1330	1320	1340	1500	1460	1450	1430	1510	1390	1500	1600	1540						
Raccourcissement (%)	40	30 à 40	15	90	5	5	15 à 20	15 à 20	20	15 à 20	40	30 à 45	15 à 20	35 à 40	5	30	20	30	15	15	15	15	20	20	10	10	10	15	30	20	30 à 35					
Caractéristiques d'association																																				
<i>Panicum rugelium</i>		+	+		+			+	+	+	+			+		+	+	+	+	+			+													
<i>Cassia acedrol</i>		+		+				+																+												
<i>Boerhaavia repens</i>															1																					
Caractéristiques de la sous association à <i>Salvia chadasi</i> Quersel 1965																																				
<i>Salvia chadasi</i>			+		+																															
<i>Pitcairnia spicata</i>	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
<i>Artemisia campestris</i>		+	+	+			+	1		1	2	2			+	1		2	+																	
<i>Cymbopogon schoenanthus</i>		+			+	+				+																										
<i>Ilex repens</i>	1	+		+	1	+																														
Faune <i>Euphorbia leptostachya</i>																																				
<i>Euphorbia leptostachya</i>		+	+																																	
<i>Indigofera articulata</i>																																				
<i>Anacis lina</i>																																				
<i>Solenanthes argif</i>																																				
Faune à <i>Euphorbia granulata</i>																																				
<i>Euphorbia granulata</i>																																				
<i>Clome arabica</i>																																				
<i>Fragaria fragipina</i>																																				
<i>Arachis arvensis</i>																																				
<i>Furcraea saxatilis</i>																																				
<i>Azoreum canariense</i>																																				
<i>Plantago olinii</i>																																				
Caractéristiques d'Association-Panicum Quersel 1965																																				
<i>Anacis abersbergiana</i>		2		2	+	2	+	2	+	2	1		2																							
<i>Anacis raddiana</i>	3	+	+	+	+	+	+	+	+	2	3	2																								
<i>Zilla spinosa</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>Ziziphora lina</i>				3																																
<i>Azoreum canariense</i>																																				
<i>Anacis albida</i>																																				
<i>Anacis scopulorum</i>																																				
<i>Ziziphora mauritanica</i>																																				
Caractéristiques des <i>Furcraea-Pulicaria</i> Quersel 1965																																				
<i>Tricholoma africanum</i>																																				
<i>Pulicaria crispata</i>	1																																			
<i>Hibiscus mucronatus</i>																																				
<i>Pulicaria ambata</i>																																				
<i>Echium humile</i>																																				
<i>Morsetia canariensis</i>																																				
<i>Cerastium colymba</i>																																				
<i>Centaurea pungen</i>																																				
<i>Panicum dichotomum</i>																																				
<i>Furcraea saxatilis</i>																																				
<i>Berula muricata</i>																																				
<i>Lepidostemon pyramidalis</i>																																				
Transgressives des <i>Artemisia-Furcraea</i> Quersel 1965																																				
<i>Fragaria fragipina</i>																																				
<i>Anacis articulata</i>																																				
<i>Artemisia peruviana</i>																																				
<i>Artemisia tridentata</i>																																				
<i>Morsetia canariensis</i>																																				
<i>Lactuca scariola</i>																																				
<i>Furcraea saxatilis</i>																																				
<i>Anacis albida</i>																																				
<i>Anacis scopulorum</i>																																				
<i>Ziziphora mauritanica</i>																																				
<i>Pulicaria arabica</i>																																				
<i>Morsetia canariensis</i>																																				
<i>Artemisia tridentata</i>																																				
<i>Capparis spinosa</i>																																				
<i>Cynodon dactylon</i>																																				
<i>Hibiscus canariensis</i>																																				
<i>Artemisia tridentata</i>																																				

Tableau IX : Association à *Tamarix gallica* et *Desmostachya bipinnata* Quezel 1965

N° de relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	CP
N° de relevé sur terrain	186	779	71	69	70	68	193	375	420	643	645	776	226	72	
Altitude (m)	1150	1040	960	960	960	970	1150	1285	1120	1040	1010	1025	1680	950	
Recouvrement (%)	40	40	35	35	20	20	25	30	30	20	25	25	60	40	
Caractéristiques d'association															
<i>Tamarix gallica</i>	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	+		V
<i>Desmostachya bipinnata</i>		+					+					+			II
Espèces hygrophiles															
<i>Scirpus holoschoenus</i>	+														I
<i>Salvadora persica</i>			1	+		+								+	II
Espèces psammophiles															
<i>Calotropis procera</i>			+	1	+	1	1	+	+	+	1			2	IV
<i>Artemisia campestris</i>	2						1	+	2				+		II
<i>Atriplex halimus</i>		2							+				2		II
<i>Cleome arabica</i>	+						+			+	+				II
<i>Artemisia judaica</i>	+						+		+						II
<i>Tamarix aphylla</i>						+			+		+				II
<i>Citrullus colocynthis</i>	+										+		+		II
<i>Salsola foetida</i>		+								1					I
<i>Cistanche philipea</i>		+								+					I
<i>Cynodon dactylon</i>	+						+								I
Espèces indicatrices de la savane désertique															
<i>Acacia raddiana</i>	1	+	2	+		+	+	+	+	+			+	+	IV
<i>Panicum turgidum</i>									+	+		1			II
<i>Acacia scorpioides</i>						+								3	I
<i>Acacia ehrenbergiana</i>		+				+									I
<i>Cassia aschrek</i>	+							+							I
<i>Ziziphus lotus</i>													+		I
Espèces indicatrices d'alluvions grossières															
<i>Pulicaria crispa</i>	+			+			+	+	1	+	+		1		III
<i>Zilla spinosa</i>	+						+	1	+	+	+		2		III
<i>Pulicaria undulata</i>	+				+		+	+	+	+	+				III
<i>Morettia canescens</i>									+		+				I
<i>Heliotropium bacciferum</i>									+						I
<i>Pergularia tomentosa</i>								+							I
Autres espèces															
<i>Fagonia brugueri</i>		+							+	+	1		+	+	III
<i>Pituranthos scoparius</i>	+							+					1		II
<i>Atractylis aristata</i>										+	+				I
<i>Moricandia arvensis</i>										+	+				I
<i>Euphorbia granulata</i>	+										+				I
<i>Anabasis articulata</i>		+											+		I
<i>Aerva persica</i>							+								I
<i>Helianthemum lippii</i>													+		I
<i>Boerhavia repens</i>	+														I
<i>Paronychia capitata</i>											+				I
<i>Olea laperrini</i>													+		I
<i>Salvia chudaei</i>													+		I

Tableau XI : Association à *Acacia raddiana* et *Salvadora persica*

N° de relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
N° de relevés sur terrain	547	545	143	471	472	75	473	524	525	528	535	58	523	101	470	
Altitude (m)	980	980	980	930	950	1000	950	1000	1075	1090	1150	1200	1080	920	910	
Recouvrement (%)	20	30	30	30	30	20	30	35	20	20	20	25	15	10	20	
																CP
Caractéristiques d'association																
<i>Acacia raddiana</i>	1	2	1	2	2	+	2	3	2	2	2	2	+	.	+	V
<i>Salvadora persica</i>	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	+	+	.	.	V
Caractéristiques de l'Acacieta-Panicion Quezel 1965																
<i>Zilla spinosa</i>	+	1	3	.	+	.	+	1	+	2	+	2	1	.	1	V
<i>Panicum turgidum</i>	+	+	+	+	+	+	+	.	+	.	.	+	+	.	.	IV
<i>Acacia ehrenbergiana</i>	+	.	+	.	+	2	+	.	.	.	+	+	.	1	.	III
<i>Casia aschrek</i>	.	.	.	+	.	.	.	+	+	+	.	.	.	+	.	II
<i>Balanites aegyptiaca</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	+	+	.	+	II
<i>Maerua crassifolia</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	II
<i>Ziziphus lotus</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	I
Caractéristiques des Pergularieta-Pulicarietae Quezel (1965)																
<i>Pulicaria crispa</i>	.	+	1	+	.	1	+	.	.	+	+	+	+	.	+	IV
<i>Leptadenia pyrotechnica</i>	+	.	.	.	+	+	1	2	.	.	+	1	.	+	2	IV
<i>Pergularia tomentosa</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+	+	III
<i>Morettia canescens</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	I
<i>Heliotropium bacciferum</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Autres espèces																
<i>Calotropis procera</i>	.	.	+	+	+	+	+	+	.	.	+	1	.	.	+	IV
<i>Aerva persica</i>	+	+	+	+	+	.	+	+	.	.	.	+	.	.	+	IV
<i>Artemisia judaica</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	I
<i>Tamarix aphylla</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	I
<i>Chrozophora brocciana</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Farsetia ramosissima</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Farsetia aegyptiaca</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Pituranthos scoparius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	I

