

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université Mohamed Khider – Biskra -

Faculté des sciences exactes et des sciences de la vie

Département d'agronomie

**Thèse**

Présentée par

M<sup>r</sup>. Yassine BEGHAMI

Pour l'obtention du diplôme de doctorat en sciences agronomiques

**Thème**

*Ecologie et dynamique de la  
végétation de l'Aurès :  
analyse spatio-temporelle et étude de  
la flore forestière et montagnarde*

SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE : 8 JANVIER 2013

DEVANT LE JURY COMPOSÉ DE :

Président : M<sup>r</sup>. Mohamed Belhamra : Pr. Université de Biskra -

Directeur de thèse : M<sup>r</sup>. Mahdi Kalla : Pr. Université de Batna -

Codirecteur : M<sup>r</sup>. Thinon Michel : chargé de recherche, CNRS Marseille, France

Examineur : M<sup>r</sup>. Rabeh Bensaid : Pr. Université de Skikda -

Examineur : M<sup>r</sup>. Djamel Allatou : Pr. Université de Constantine -

Année universitaire 2011-2012



## *Dédicace*

*Je dédie ce précieux travail aux personnes qui me sont les plus chères au monde.*

*A la mémoire de mes grands parents Amor et M'louka que Dieu Tout Puissant les accueille dans son vaste paradis.*

*A mes chers parents Messaoud et Zohra pour tous leur s sacrifices et leurs dévouement à mon égard.*

*A ma femme Akila qui s'est sacrifiée à mes étude s depuis mon magistère et mon doctorat. La femme qui a su me soutenir moralement et matériellement durant les pires moments de mes aventures sur le terrain, le traitement de mes échantillons et la rédaction de ce manuscrit.*

*A mes chers gosses Massil, Mazigh et Maria, à qui j'ai probablement manqué un peu de tendresse et d'affection. Ils n'ont jamais osé de tâter le désordre de ma chambre en particulier les feuilles et les plantes de mon herbier éparpillées par tout.*

*A mes frères et sœurs : Mohamed, Jamel, Zineb, Rachid, Haba, Akila et Ammar*

*A mes amis Mehdi et Gaga*

*A tous les amoureux d'une nature propre et saine*

*Je dédie cette modeste recherche*

*Yassine (Aurès)*

## Remerciements

*Au terme de ce travail, il m'est particulièrement agréable de remercier toutes personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de cette modeste recherche.*

*Tous mes remerciements vont d'abord à Monsieur le Professeur mahdi Kalla, directeur du laboratoire LRNAT de l'université de Batna, pour avoir accepté de diriger ce travail, qu'il trouve ici, l'expression de ma profonde et sincère reconnaissance, pour tous ses efforts fournis à mon égard le long de ce travail, son savoir, ses critiques constructives, et sa confiance étaient pour moi d'un grand secours.*

*Aucun remerciement ne saurait être à la hauteur de toute l'aide et de tout le soutien que Michel Thinin, directeur de recherche au CNRS, m'a apportés en co-dirigeant cette thèse. Il m'a accueilli dans son laboratoire de pédoanthracologie à l'IMEP, Université Paul Cézanne Marseille III. Grâce à son créateur (Michel Thinin), j'ai appris une nouvelle technique d'étude de la dynamique de la végétation. Mes séjours au laboratoire de pédoanthracologie m'ont permis de découvrir une nouvelle approche de la dynamique des écosystèmes Méditerranéens en visitant particulièrement la forêt de Sainte baume. Je lui en serai toujours reconnaissante.*

*Ma très vive gratitude va aussi à monsieur Belh amra Mohamed professeur à l'université Mohamed Kheider de Biskra de m'avoir fait l'honneur d'accepter de présider le jury de ma soutenance*

*Mes sincères remerciements vont à Mr le Professeur Djamel Allatou Professeur à la Faculté des sciences de la nature et de la vie, université Mentouri Constantine de m'avoir fait l'honneur d'examiner mon travail. Qu'il trouve ici tous les respects les plus sincères d'élève à son professeur.*

*Il m'est agréable aussi d'adresser un grand merci pour notre cher professeur Rabeli Bensaid de l'université de Skikda qui a bien voulu prendre part dans le jury et examiner mon travail. Il trouve ici mes sincères remerciements.*

*Monsieur Errol Véla, cher ami, et maître de conférence à l'université de Montpellier qui, grâce à son aide et son soutien, ce travail aurait pu voir le jour. Malgré, ces nombreuses tâches et fonctions, il n'a pas ménagé ses efforts pour m'encourager, et m'aider. En tant que spécialiste de la flore de l'Afrique du nord, il a manifesté un intérêt particulier pour ce travail. Qu'il trouve ici l'expression de ma vive gratitude et reconnaissance.*

*La rencontre avec le professeur Gérard de Bélair a été sans doute l'un des déterminants essentiels pour mon activité de recherche suivante. Je tiens à le remercier du fond du cœur pour la confiance qu'il m'a accordé, l'intérêt qu'il a porté à mon égard ainsi qu'à mon travail et surtout son aide précieuse de laquelle j'ai bénéficié pendant les moments difficiles. Qu'il trouve ici ma sincère gratitude*

*De nombreuses personnes ont régulièrement contribué à la réalisation de cette recherche, je dois citer ici particulièrement les services forestiers des conservations de Btana et Khenchela. Mes cordiaux remerciements vont aux messieurs : Briki Othman, Bouhrik, Boumaaraf, Bouzgha ya A, Zekak S, Hammedi, Akçal R, Laassis et Kalil N, Abida Omar, Minasri A, Iouadj A avec lesquels j'ai passé de bons moments en pleine nature et pour leur soutien logistique et assistance qu'ils ont assurés.*

*De nombreux collègues et amis qui ont voulu s à chaque fois réenchanter la science pendant cette thèse. Parmi lesquels, citons Abdessalem S, Benmessaoud H, Djerah A. et Aboubou Abbas Qu'ils trouvent ici mes vives gratitude*

*Mes remerciements vont également à mes étudiants, que j'ai encadré pour soutenir leur ingénierats. Leurs présences sur le terrain et leurs accompagnements étaient, pour moi, d'un grand secours en stimulant mon engouement à découvrir les coins les plus isolés et reculés des Aurès. Je cite ici Guermat R, Deouak H et Zaatour S.*

# Sommaire

		Page
	<b>Introduction générale</b>	<b>01</b>
	<b>Partie I : Présentation de la zone d'étude</b>	
	<b>Chapitre 1 : Cadre physique</b>	
I. 1.	Localisation géographique	05
I. 2.	Situation administrative	05
I. 3.	Géographie et limites de l'Aurès	07
I. 4.	Hydrographie	09
I. 5.	Les grands traits de la paléogéographie de l'Aurès	10
I. 6.	Sol	10
I. 7.	Géologie	12
	<b>Chapitre 2 : Cadre climatique et bioclimatique</b>	
I. 2.	Conditions climatiques et bioclimatiques	15
	Introduction	15
I. 2. 1	Matériel et méthodes	16
I. 2. 2.	Paramètres climatiques	16
I. 2. 2. 1.	Les précipitations	16
I. 2. 2. 2.	Températures	24
I. 2. 2. 3.	Les gradients	27
	Conclusion	42
	<b>Partie II : analyse écologique et biogéographique</b>	
	<b>Chapitre 1 : Aspects méthodologiques généraux</b>	
II. 1.	Aspects méthodologiques généraux	43
	Introduction	43
II. 1. 1.	Choix de la zone d'étude	43
II. 1. 2.	Stratification de l'espace	43
II. 1. 3.	Organisation du plan d'échantillonnage	44
II. 1. 4.	Réalisation du relevé et collecte des données	47
	<b>Chapitre 2 : Intérêt de la diversité floristique</b>	
II. 2.	Intérêt de la diversité floristique de la cédraie des Ouled Yagoub	49
	Introduction	49
II. 2. 1.	Site d'étude et méthodologie	50
II. 2. 2.	Echantillonnage	52
II. 2. 3.	Résultats et discussions	52
	Conclusion	61
	<b>Chapitre 3 : Ecologie du Genévrier thurifère</b>	
II. 3.	Le genévrier thurifère ( <i>Juniperus thurifera</i> L.) dans les Aurès : considérations générales, cartographie, écologie et groupements végétaux	63
	Introduction	63
II. 3. 1.	Site et Méthodes	63
II. 3. 2.	Résultats et discussions	65
	Conclusion	74
II. 4.	<b>Chapitre 4 : La végétation du massif de Chélia</b>	
	La végétation du massif du Chélia : Typologie et signification écologique.	76

	Introduction	76
<b>II. 4. 1.</b>	Matériel et Méthodes	76
<b>II. 4. 2.</b>	Résultats et discussions	81
	Conclusion	101
	<b>Chapitre 5 : Relations environnement -végétation</b>	
<b>II. 5.</b>	Relations variables écopédologiques – groupements végétaux	102
<b>II. 5. 1.</b>	Relations variables environnementales – groupements végétaux	102
<b>II. 5. 2.</b>	Relation variables pédologiques - flore : cas du massif du Chélia	109
	Conclusion	120
	<b>Chapitre 6 : Approche biologique</b>	
<b>II. 6.</b>	Perturbation anthropique de la végétation de Chélia : approche biologique	122
	Introduction	122
<b>II. 6. 1.</b>	Méthodes	123
<b>II. 6. 2.</b>	Résultats	123
	Conclusion	130
	<b>Partie III : Dynamique de la végétation de l’Aurès</b>	
	<b>Chapitre 1 : Analyse géomatique</b>	
<b>III. 1.</b>	Dynamique spatiotemporelle récente des formations forestières et montagnarde de la région de l’Aurès	131
	Introduction	131
<b>III. 1. 1.</b>	Site d'étude	132
<b>III. 1. 2.</b>	Matériel et Méthodes	134
<b>III. 1. 3.</b>	Résultats et discussions	135
	Conclusion	141
	<b>Chapitre 2 : Analyse diachronique de la flore</b>	
<b>III. 2.</b>	Dynamique de la flore de l’Aurès : essai d’analyse diachronique de la flore du massif de Chélia	142
	Introduction	142
<b>III. 2. 1.</b>	Methodologie	143
<b>III. 2. 2.</b>	Résultats et discussions	147
	Conclusion	167
	<b>Chapitre 3 : Analyse phytohistorique</b>	
<b>III. 3.</b>	Approche phytohistorique de trois stations de l’Aurès par l’a nalyse pédoanthracologique	168
	Introduction	168
<b>III. 3. 1.</b>	Méthodes d'échantillonnage et d'analyse	169
<b>III. 3. 2.</b>	Étude des stations	179
	Conclusion	187
	Conclusion générale	189
	Références bibliographiques	194

## Liste des figures

Figure	titre	page
Figure I. 1.	Carte de situation de la zone d'étude	06
Figure I. 2.	Limites de l'Aurès d'après Mitard (1941)	07
Figure I. 3.	Carte orographique de l'Aurès	08
Figure I. 4.	Réseau hydrographique dans l'Aurès oriental	09
Figure I. 5.	Situation géographique, altitudes et expositions de l'Aurès	10
Figure I. 6.	Carte géologique des Aurès	12
Figure I. 7.	Les précipitations moyennes dans le massif de l'Aurès 1913 -1963	18
Figure I. 8.	Variations mensuelles des précipitations dans les différentes stations	19
Figure I. 9.	Variations du régime pluviométrique saisonnier dans les différentes stations	20
Figure I. 10.	Evolution des températures mensuelles moyennes dans les stations de Bouhmama et d'El Hamma	25
Figure I. 11.	Evolution des minima et des maxima dans les deux stations de références	26
Figure I. 12.	Diagramme de continentalité globale (Daget, 1977 b)	34
Figure I. 13.	Climagramme pluviothermique d'Emberger	38
Figure I. 14.	Diagramme ombrothermique - Station de Bouhmama	40
Figure I. 15.	Diagramme ombrothermique - Station d'El Hamma -	40
Figure II. 1.	Détermination de l'aire minimum	47
Figure II. 2.	Carte de situation du site d'étude	50
Figure II. 3.	Carte géologique de la zone d'étude	51
Figure II. 4.	Cédraie en dégradation	53
Figure II. 5.	Plan d'échantillonnage	54
Figure II. 6.	Carte des points-chauds de biodiversité végétales dans le bassin méditerranéen	58
Figure II. 7.	Carte de situation du site d'étude	64
Figure II. 8.	Carte de répartition du thurifère dans les Aurès	65
Figure II. 9.	Thuriféraie de Oued Abdi sur dalle calcaire fissurée	66
Figure II. 10.	Arbre vénéré dans la région de T'kout	67
Figure II. 11.	Les anciennes terrasses affectées à la céréaliculture sont aujourd'hui abandonnées	67
Figure II. 12.	Un troupeau de brebis et de chèvres au pied d'un thurifère	68
Figure II. 13.	Jeunes plants de thurifère dans un cimetière	68
Figure II. 14.	Spectre chorologique de la flore des thuriféraies des Aurès	69
Figure II. 15.	Répartitions globales des types biologiques	70
Figure II. 16.	Carte de l'analyse factorielle des correspondances	71
Figure II. 17.	Types biologiques des espèces du groupement "A"	73
Figure II. 18.	Types biologiques des espèces du groupement "B"	74
Figure II. 19.	Localisation du massif de Chélia	79
Figure II. 20.	Carte de l'analyse factorielle des correspondances des relevés, plan (1 - 2)	83
Figure II. 21.	Carte de l'analyse factorielle des correspondances des espèces végétales (1-2) 137 espèces végétales X 44 relevés	86
Figure II. 22.	Carte de l'analyse factorielle des correspondances des relevés, plan (1 - 3).	92
Figure II. 23.	Classification ascendante hiérarchique (CAH) de 44 relevés X 137 espèces végétales	94
Figure II. 24.	Groupement de chêne vert et de frêne dimorphe en bas suivi par un groupement de cèdre de l'atlas. Quelques sujets d'érable de Montpellier dans la cédraie	99
Figure II. 25.	Belle régénération naturelle dans la cédraie du Chélia	100
Figure II. 26.	Test d'appariement pour 1000 permutations aléatoires	103

Figure II. 27.	Carte de l'analyse canonique 44 Relevés x 11 variables x 137 espèces végétales)	105
Figure II. 28.	carte factorielle 1, 2 des relevés (flore, variables pédologiques et site)	114
Figure II. 29.	Carte factorielle des espèces, des relevés et des variables, plan 1-2	116
Figure II. 30.	La part des types biologiques dans le spectre biologique global	124
Figure II. 31.	Spectre biologique du groupement à <i>Bupleurum spinosum</i>	125
Figure II. 32.	Spectre biologique du groupement à <i>Cedrus atlantica</i>	127
Figure II. 33.	Spectre biologique du groupement à <i>Quercus ilex</i> et <i>Fraxinus xanthoxylo des</i>	128
Figure II. 34.	Spectre biologique du groupement à <i>Juniperus oxycedrus</i>	129
Figure III. 1.	Carte de situation de la zone d'étude	133
Figure III. 2.	Evolution de la végétation entre 1972 et 2007	137
Figure III. 3.	Photo illustrant le dépérissement du Cèdre de l'Atlas	138
Figure III. 4.	Photo montrant les coupes illicites	139
Figure III. 5.	Diagramme de l'enchaînement de l'analyse	146
Figure III. 6.	Graphe des valeurs propres	147
Figure III. 7.	carte factorielle de l'AFC 81 espèces X 23 relevés (1999)	148
Figure III. 8.	Carte factorielle de l'AFC. 81 espèces X 23 relevés.	151
Figure III. 9.	Analyse factorielle avec variables instrumentales	155
Figure III. 10.	Histogramme des déplacements des paires de relevés entre 1999 et 2009	157
Figure III. 11.	Déplacements vectorielles des relevés ré-échantillonnés dans le plan factoriel (1, 2) de l'AFCVI	158
Figure III. 12.	déplacement de chacun des paires relevées le long du facteur 1	159
Figure III. 13.	déplacement de chacun des paires relevées le long du facteur 2	161
Figure III. 14.	Calotte sommitale et position approximative du relevé 26	164
Figure III. 15.	Chorologie de la flore non revue (1999)	165
Figure III. 16.	Chorologie de la flore apparue (2009)	165
Figure III. 17.	Type biologique des espèces disparues (1999)	166
Figure III. 18.	Type biologique des espèces apparues (2009)	166
Figure III. 19.	Profil pédoanthracologique	170
Figure III. 20.	Carte de distribution des profils pédoanthracologiques	172
Figure III. 21.	L'extraction des charbons à partir du sédiment par un malaxeur	173
Figure III. 22.	Fragments de charbons avec des racines sous la loupe	174
Figure III. 23.	générateur ultrasonique	174
Figure. III. 24.	Schéma synthétique de la méthode pédoanthracologique	176
Figure III. 25.	variations des anthracomasses spécifiques des trois profils, en fonction de la profondeur	178
Figure III. 26.	Vue générale de l'arrête sommitale, profil Aurès 1	180
Figure III. 27.	Profil Aurès 1, traces d'hydromorphie au dessous de 60 cm	181
Figure III. 28.	Vue générale du site du profil Aurès 2	182
Figure III. 29.	profil pédoanthracologique Aurès 2	183
Figure III. 30.	Niveau très charbonneux, Aurès 3 (Ouled yagoub)	185

## Liste des tableaux

Tableau	titre	page
Tableau I. 1.	Situation des postes météorologiques	17
Tableau I. 2.	La pluviométrie moyenne mensuelle et annuelle dans les différentes stations de l'Aurès	18
Tableau I. 3.	Le régime pluviométrique saisonnier	20
Tableau I. 4.	Taux des pluies d'été dans les différentes stations	21
Tableau I. 5.	Nombre de jours de pluie à la station de Bouhmama (1991 -2003)	22
Tableau I. 6.	Les observations annuelles de précipitations pour les 4 stations (1975 - 2006)	23
Tableau I. 7.	Analyse diachronique des précipitations entre deux périodes	24
Tableau I. 8.	Moyenne mensuelle des températures (T, M et m) dans les stations de Bouhmama et d'El Hamma	25
Tableau I. 9.	Gradient altitudinal des températures moyennes mensuelles (M'hirit, 1982)	28
Tableau I. 10.	Amplitudes thermiques maximales.	31
Tableau I. 11.	Indices et rapports de continentalité thermique et pluviale	33
Tableau I. 12.	Classification des climats de la zone d'étude selon le système de Debrach	35
Tableau I. 13.	Indice bioclimatique d'Emberger dans les stations de Bouhmama et d'El Hamma	37
Tableau I. 14.	Récapitulatif des différents paramètres climatiques	37
Tableau I. 15.	Enneigement (Seltzer, 1946)	41
Tableau I. 16.	La grêle (Seltzer, 1946)	42
Tableau II. 1.	Nombre d'espèces et de genres par famille	55
Tableau II. 2.	Différents spectres chorologiques	57
Tableau II. 3.	Espèces contribuant à l'axe 1	71
Tableau II. 4.	Espèces contribuant à l'axe 2	72
Tableau II. 5.	Pourcentage de variance des axes	81
Tableau II. 6.	Caractéristiques stationnelles des relevés à forte contribution: partie positive de l'axe1	83
Tableau II. 7.	Caractéristiques stationnelles des relevés à forte contribution : partie négative de l'axe1	84
Tableau II. 8.	Les espèces à forte contribution à la partie négative de l'axe 1	85
Tableau II. 9.	Les espèces à forte contribution à la partie positive de l'axe 1	85
Tableau II. 10.	Caractérisation stationnelles des relevés à forte contribution à la partie négative de l'axe 2	87
Tableau II. 11.	Caractérisation stationnelles des relevés à forte contribution à la partie positive de l'axe 2	88
Tableau II. 12.	Espèces structurantes la partie négative de l'axe 2	89
Tableau II. 13.	Espèces structurantes la partie positive de l'axe 2	89
Tableau II. 14.	Espèces à forte contribution	90
Tableau II. 15.	Espèces à forte contribution	91
Tableau II. 16.	Espèces caractéristiques des groupements végétaux.	98
Tableau II. 17.	Taux d'inertie expliqué par les 5 premiers facteurs	103
Tableau II. 17.	Variables physico-chimiques des profils pédologiques	112
Tableau II. 18.	Taux d'inertie des 5 premiers axes	113
Tableau II. 19.	Espèces et variables à forte contribution à la partie positive de l'axe 1	115
Tableau II. 20.	Espèces et variables à forte contribution à la partie négative de l'axe 1	117

Tableau II. 21.	Espèces et variables à forte contribution à la partie négative de l'axe 2	118
Tableau II. 22.	Espèces et variables structurant la partie positive de l'axe 2	119
Tableau II. 23.	Espèces et variables structurant la partie négative de l'axe 1	120
Tableau II. 24.	Spectre biologique et indice de perturbation globaux	123
Tableau II. 25.	Spectre biologique du groupement à <i>Bupleurum spinosum</i> et <i>Cytisus balansae</i> et indice de perturbation	124
Tableau II. 26.	Spectre biologique du groupement à <i>Cedrus atlantica</i> et indice de perturbation	126
Tableau II. 27.	Spectre biologique du groupement à <i>Quercus ilex</i> et <i>Fraxinus dimorpha</i> et indice de perturbation	127
Tableau II. 28.	Spectre biologique du groupement à <i>Juniperus oxycedrus</i> et indice de perturbation	129
Tableau III. 1.	Dynamique du couvert végétal entre 1972 et 2007	136
Tableau III. 2.	Valeurs propres et taux d'inertie des 5 premiers axes	147
Tableau III. 3.	Relevés aux fortes contributions aux deux premiers axes	148
Tableau III. 4.	Variables environnementales des relevés	150
Tableau III. 5.	Écologie des espèces aux fortes contributions à l'axe 1	152
Tableau III. 6.	Écologie des espèces aux fortes contributions à l'axe 2	153
Tableau III. 7.	Variables statistiques mesurées	156

## Préambule

*Mr. Yassine Beghami me suggère d'introduire son travail de recherche sur le massif de l'Aurès. Il est vrai que diverses rencontres et sorties sur le terrain dans les Aurès ont favorisé nombre d'échanges et créé des liens d'amitié. C'est à ce titre que je pourrais intervenir.*

*Mr. Beghami envisageait à l'époque l'élaboration d'une thèse de magister en sciences agronomiques. Comment la concevoir ? Les premières rencontres ont eu lieu à Annaba à la fin de 1997, afin de mettre en place un plan de travail. Le premier point nécessitait des sorties sur le terrain. La première eut lieu les 26 et 27 mars 1999 successivement dans le djebel Chélia (couronné de neige), avec l'équipe accueillante des agents forestiers de la région, puis à Ouled Yaçoub. Comment aborder du point de vue biologique, et notamment floristique, un espace d'une telle dimension ? Une approche stratifiée semblait la plus appropriée. Inutile d'insister sur les risques pris par le futur doctorant sur le terrain et le plus souvent seul pour respecter scrupuleusement le plan d'échantillonnage, accompagné d'un relevé pédologique par strates. Sa soutenance en 2002 fut donc un succès bien mérité.*

*Il a, par la suite, élargi son champ de connaissances par des contacts et des échanges avec des Universitaires, dont il fit connaissance à Batna et lors de sorties dans les massifs des Aurès le 03 - 06-2005, le 06-06-2006 dans le Chélia, au Bélezma le 05 -11-2006, et tout récemment en 2012 dans le Belezma, etc. Le plus connu de ces universitaires a été le Dr. E. Vêla de l'Université de Montpellier, dont nous connaissons les compétences botaniques (le forum méditerranéen qu'il a créé en est témoin). Ainsi, Mr. Beghami a-t-il acquis des*

*connaissances plus approfondies en botanique, pédologie, géomorphologie, etc.*

*Avec sa thèse en doctorat d'Université, l'amplitude de ses connaissances s'est de nouveau élargie en déterminant, à partir de ses travaux sur la flore et les variables environnementales, l'écologie des formations forestières et montagnardes majeures dans les Aurès et, mieux encore, la dynamique de ces formations par la géomatique et la pédoanthracologie. L'une et l'autre sont des sciences assez nouvelles, permettant d'inscrire ces formations dans une « histoire ».*

*De plus, je soulignerais que tous ces choix sont judicieux, puisqu'ils ont été pris en compte dans une étude de l'IUCN (cf. sa bibliographie). Le massif des Aurès, et notamment le Chélia et Ouled Yagoub, est désormais considéré d'intérêt international (en fonction de sa biodiversité d'écosystèmes et floristique), puisque l'équipe l'a intégré dans les 14 IPA (Interesting Plants Areas) d'Algérie en 2011. Le cèdre de l'Atlas et le Genévrier thurifère, taxons insignes des Aurès, et leurs espèces compagnes sont en effet en danger. Contribuer à la conservation de ces écosystèmes, et éventuellement à leur restauration, est en partie l'œuvre de Mr. Beghami, qui s'inscrit, en droite ligne, dans la recherche interrompue d'un professeur connu pour ses compétences, Mr. Abdessemed Khelifa.*

*Annaba, le 18 novembre 2012*

*G. de Bélair*

## Introduction générale

A l'inverse des pays de la rive nord de la méditerranée les formations forestières de la rive sud sont en régression (Quézel, 2000). Au sud de la méditerranée, la plupart des forêts sont menacées, à des degrés divers. Au Maghreb par exemple (Quézel et Barbero, 1990 ; Quézel, 1991) ont attiré l'attention sur la situation particulièrement préoccupante pour les sapinières à *Abies maroccana* et *Abies numidica*, les peuplements de *Pinus nigra* subsp. *mauretunica*, *Cupressus atlantica*, *Betula pendula* subsp. *fontqueri*, *Olea marocana*, *Laurus azorica*, *Quercus afares*, *Q. faginea* subsp. *tlemcenensis*, et même pour certaines formations à *Argania spinosa*, *Cedrus atlantica*, *Tetraclinis articulata* et *Juniperus thurifera*. Cette régression est induite, surtout, par une action anthropique très marquée due à une surexploitation (surpâturage permanent, coupes illicites et incendies de forêt) de ces milieux très fragiles et qui sont de plus soumis à des contraintes naturelles localement sévères (Boudy, 1955 ; Ramad, 1997 ; Hammi *et al.* 2007). Bien entendu que cette régression ne se limite pas, non seulement, aux milieux forestiers mais menace aussi la biodiversité des zones pré-forestière et non forestière.

La pression induite par les activités humaines sur les différents espaces contribue à modifier, dans un premier temps, l'occupation du sol. Les formations végétales sont soumises dès lors à des multiples formes de dégradation, dues essentiellement à l'action du climat (période de sécheresse) et à l'action anthropozoogène croissante sur ce milieu (Sitayeb et Benabdeli, 2008 ; Quézel et Barbero, 1990).

Les Aurès localisés à l'extrême Est de l'Algérie du nord constituent une entité géographique appartenant au domaine de l'Atlas Saharien. Cette entité forme une sorte de barrière biogéographique contre l'avancé de désert. En effet c'est un îlot vert encerclé par des terrains désertiques ou en voie de désertification .

Au moment où la connaissance de la dynamique de la végétation constitue un enjeu indispensable pour la conservation et la préservation durable des écosystèmes dans le monde, il n'en est pas de même pour les pays du sud (Véla et Benhouhou, 2006 ; 2007). Cependant, ceux-ci accusent un retard considérable dans la connaissance de l'écologie et de la dynamique de cette végétation. Cependant, les forêts à caractère naturel ou subnaturel connaissent aujourd'hui un intérêt accru en raison de la raréfaction de ces écosystèmes longtemps négligés dans les politiques de conservation. La protection et la gestion des forêts subnaturelles d'altitude impliquent une bonne connaissance de l'histoire, même très ancienne, de ces forêts .

## Introduction générale

D'une manière générale, l'écologie des cédraies fut abordée dès le début du XX<sup>ième</sup> par les travaux remarquables de Maire (1924) et Emberger (1939) suivi pendant la seconde moitié du siècle par les travaux de Pujos (1966), Lecompte (1969), Achhal *et al* (1980), M'hirit (1982) et Benabid (1994). Néanmoins ces travaux sont consacrés à la connaissance de l'écologie des cédraies marocaines. Parallèlement à ces travaux des forestiers Boudy (1950 ; 1952), Lepoutre (1963) et Lepoutre et Martin (1966) ont abordé les aspects liés à la pédologie, à la conservation et à la régénération des cédraies.

Si ces aspects sont bien éclairés au Maroc, il n'en est pas de même pour l'Algérie. En effet, bien que l'Algérie a bénéficié d'une prospection botanique plus précoce (Desfontaines, 1778 ; Cosson, 1856, 1880 ; Munby, 1847 ; Battandier et Trabut, 1884 Battandier, 1888-1890, Battandier et Trabut, 1895, Battandier et Trabut, 1902 ; Battandier, 1910 ; Quézel, 1956, 1957 ; Quézel et Santa, 1962-1963) et que l'inventaire de sa flore est considéré comme bien connu (Quézel, 1957), cependant elle accuse un retard considérable dans l'actualisation de son patrimoine floristique.

En Algérie, peu de recherches ont été consacrées aux cédraies citons à ce sujet les recherches entreprises par Quézel et Barbero (1989) suivi par Meddour (1994) et en fin Mediouni et Yahi (1994) son d'ailleurs réservées aux cédraies humides.

Dans les Aurès, les auteurs Quézel (1956, 1957), Schoenenberger (1970a, 1970b), Abdessemed (1981, 1984, 1985), Wojterski et Abdessemed (1985), Beghami (2003), Beghami *et al* (2007) ont fourni un effort considérable dans la connaissance de la flore des Aurès : ces travaux sont d'ailleurs consacrés à la caractérisation de la flore et qui sont parfois très localisés. A l'heure actuelle aucun travail n'a été réalisé sur l'écologie de la végétation et notamment sa dynamique spatio-temporelle.

Le projet de thèse s'inscrit dans le cadre de la compréhension de l'écologie des formations forestières et montagnardes et notamment la dynamique de la végétation de l'Aurès. Cette contribution consiste, alors, à la connaissance de l'écologie et de la dynamique des formations forestières et montagnardes dans l'Aurès notamment la dynamique des cédraies de Chélia et des Ouled Yagoub.

La dynamique de la végétation sera abordée suivant deux approche : la première est la dynamique récente, basée essentiellement sur l'utilisation de deux technique : l'une par l'analyse géomatique des documents concernant notre zone d'étude à savoir l'utilisation des photographies aériennes et cartes anciennes qui seront par la suite confronté aux images satellitaire , l'autre concerne l'analyse diachronique de la flore en comparant deux jeux de relevés, ceux de l'année 1999 et ceux de l'année 2009, réalisés dans le massif de Chélia . La seconde approche traite la

## Introduction générale

dynamique ancienne de la flore des Aurès. Ici nous allons essayer de retracer l'évolution de la flore des Aurès et dans quelle direction cette flore évolue. Ce volet consiste à établir la liste de la flore notamment ligneuse ancienne grâce à l'utilisation d'une nouvelle méthode reposant sur la recherche du charbon de bois, son identification et sa datation (Thinon, 1978, 1980, 1992 ; Talon *et al.* 1998).

Ces deux approches nous permettront de vérifier certaine hypothèse et de répondre à un certain nombre de questions constamment soulevé depuis fort longtemps par les spécialistes dans la dynamique des écosystèmes et les conséquences qui en découlent . Dans ce projet de thèse nous tenterons de répondre aux questions principales suivantes :

Quelle est la composition floristique de la région des Aurès pendant l'holocène ? Quelle est sa dynamique récente ? Et existe -t-il un continuum entre la paléo-flore et son environnement et la flore relique actuelle?

A partir de ces questions essentielles d'autres questions secondaires seront soulevées parmi lesquelles : y a t-il du cèdre et de quelques espèces relique dans les biotopes ou ils ont disparu actuellement (aire de répartition potentiel)? Cette disparition est-elle due à une anthropisation ou c'est l'effet normal des changements climatiques ? Et en fin quelle est le devenir de cette végétation ? Les forêts de cèdre actuelles constituent -elles un stade climacique ou ce n'est qu'un stade régressif peu adapté et que le phénomène de dépérissement en témoigne ?

Nous supposons que la végétation ancienne de cette région était beaucoup plus riche en espèces qu'aujourd'hui et les espèces qui se sont réfugiés dans des endroits actuellement très limités ont une aires jadis plus important qu'aujourd'hui. Cette régression résulte d'une forte socialisation des écosystèmes et probablement que la cédraie n'es t que le stade de dégradation de d'autres formations forestières que nous chercherons.

Pour vérifier les hypothèses qui ont été mises et répondre aux questions soulevées nous aborderons ce travail de la manière suivante:

Dans une première partie nous allons étudier et présenter d'une manière assez détaillée le site d'étude, en attirant l'attention sur certains faits ou phénomènes caractéristique de cette zone. Ici deux chapitre traite cette partie, l'un concerne le site d'étude et sa mésologie l'autre sera réservé sa caractérisation climatique et bioclimatique

La seconde partie sera réservé à l'écologie, à la biogéographie et à la perturbation anthropique de ces formations . Elle est articulée sur six chapitres.

## **Introduction générale**

Dans cette partie d'abord il est nécessaire de présenter ou moins d'une manière sommaire l'approche méthodologique générale adoptée pour le choix des sites d'étude, les aspects à traiter dans chaque chapitre et les différents plans d'échantillonnage appliqués dans chaque site. Ce volet fait l'objet du premier chapitre de cette partie.

Le second chapitre traite la flore inventoriée dans la cédraie des Ouled Yagoub. Il met en relief l'intérêt de la diversité floristique et attire l'attention sur la flore de cette cédraie particulière, en limite de l'aire chorologique de l'endémisme algéro-marocain.

Le troisième chapitre s'occupe des formations emblématiques du Genévrier thurifère. Dans ce chapitre, nous tenterons de synthétiser un bilan de nos observations et résultats faisant suite à nos sorties avec divers chercheurs notamment Gérard de Bélair, Errol Véla et Michel Thinon. Cependant on se focalise surtout sur les aspects liés à la répartition, l'écologie, l'état de dégradation et aux groupements végétaux individualisés par le thurifère dans le massif des Aurès.

La typologie et la signification écologique de la végétation du Chélia seront abordées dans le quatrième chapitre. Dans ce chapitre, nous essaierons de discriminer et de décrire la typologie de la flore du massif de Chélia et d'étudier, d'une manière indirecte, sa signification écologique. Une mise en relation entre les groupements définis et les variables écopédologiques sera traitée dans le cinquième chapitre. Des techniques statistiques seront appliquées afin de rechercher des co-structures entre les variables environnementales et floristiques.

Le sixième chapitre traite les perturbations anthropiques en adoptant une approche biologique basée essentiellement sur les types biologique et le calcul des indices de perturbation.

La troisième partie est réservée aux aspects liés à la dynamique de la végétation. Dans le premier chapitre de cette partie, on abordera la dynamique de la végétation de l'Aurès en utilisant une approche méthodologique de suivi diachronique multi-dates par la géomatique.

Le deuxième chapitre sera une contribution à retracer les modifications de la flore et des principaux groupements qui ont pu survenir durant une décennie dans le massif du Chélia, puis de réaliser une comparaison entre les statuts biologiques, biogéographiques des deux flores entre deux périodes (1999 – 2009) en exploitant un jeu de relevés relocalisés et ré-échantillonnés.

Le dernier chapitre de cette partie, retrace l'histoire de la flore de l'Aurès pendant l'holocène. Des profils pédoanthracologiques réalisés dans les Aurès ont été utilisés et l'application de cette nouvelle approche est rendue possible grâce au soutien du laboratoire de l'institut méditerranéen d'écologie et de paléoécologie de Marseille, IMEP (France).

# **Partie I**

*Présentation de la zone  
d'étude*

# **Chapitre I**

*Cadre Physique*

## I. 1. Localisation géographique

En Algérie, les Aurès correspondent à la partie orientale du bassin atlasique, qui comprend, à l'ouest, le haut Atlas marocain et se prolonge à l'est dans la dorsale tunisienne. Elle est localisée en Algérie du Nord, à quelques 250km au sud de la méditerranée, dans l'extrémité est de l'Atlas Saharien. (Fig. 1). Le massif des Aurès est essentiellement constitué par un ensemble de chaînons parallèles, dirigés Sud Ouest - Nord Est (Busson, 1900). Cette zone est limitée par les coordonnées géographiques  $35^{\circ} 10'$  -  $35^{\circ} 30'$  de latitude nord et  $6^{\circ} 30'$  -  $7^{\circ} 10'$  de longitude est. Elle est formée d'un ensemble de chaînes montagneuses au relief très contrasté (Benmessaoud *et al.* 2009).

La zone d'étude est limitée par (Fig. I. 1) :

- au Nord par la plaine de R'Mila, Ouled Fadel et Timgad ;
- au Sud Est par la plaine de Melagou et Dj Aoures ;
- à l'Est par le Dj Djahfa et la plaine des Amamra, ces derniers le séparent des monts des Nemamcha ;
- au Sud par la pinède de Beni Imloul ;
- à l'ouest, elle est limitée par les gorges d'El kantara et la plaine de l'Outaya.

Cependant à l'exception du massif de Chélia, présentant un léger infléchissement vers l'Est : le demi-anticlinal du Chélia a été décroché, par suites d'accidents de celui d'Ichemoul, en provoquant son déplacement horizontal vers le Sud ( Guiraud, 1973 ; Bellion, 1976), les chaînes de montagne formant le massif des Aurès sont orientées Sud Ouest –Nord Est (Blayac, 1899 ; Busson, 1900 ; Guiraud, 1973 ; Bellion, 1976 ; Mitard, 1941).

## I. 2. Situation administrative

La zone d'étude est partagée administrativement entre la Wilaya de Batna et celle de Khenchela. Cette zone se trouve encadré par les routes nationales reliant Khenchela à Batna, Batna-Biskra et Biskra-Khenchela (Fig. I. 2). Ainsi, est-il géré par les conservations des forêts de Khenchela, de Batna et de Biskra.

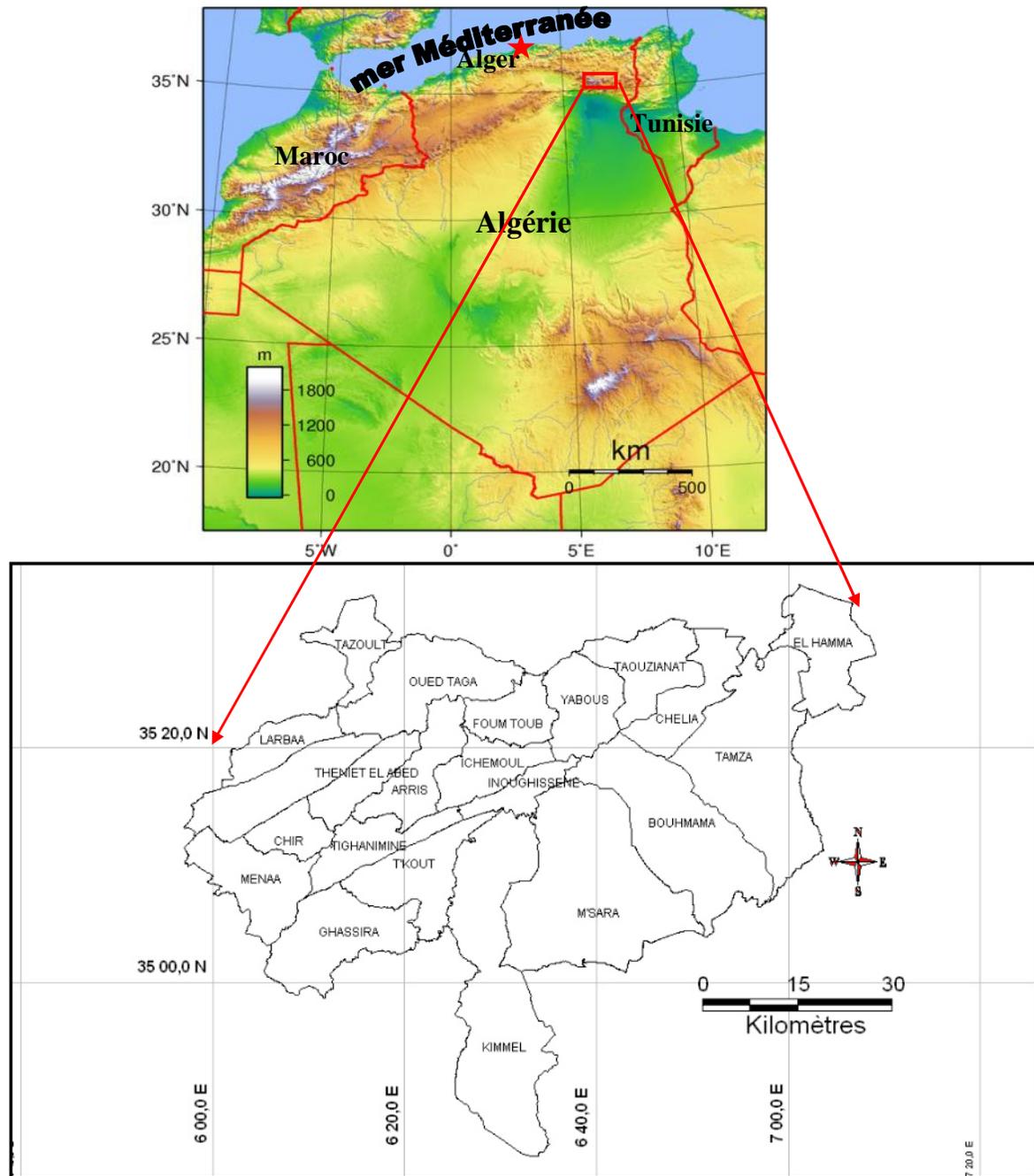


Figure I. 1. Carte de situation de la zone d'étude

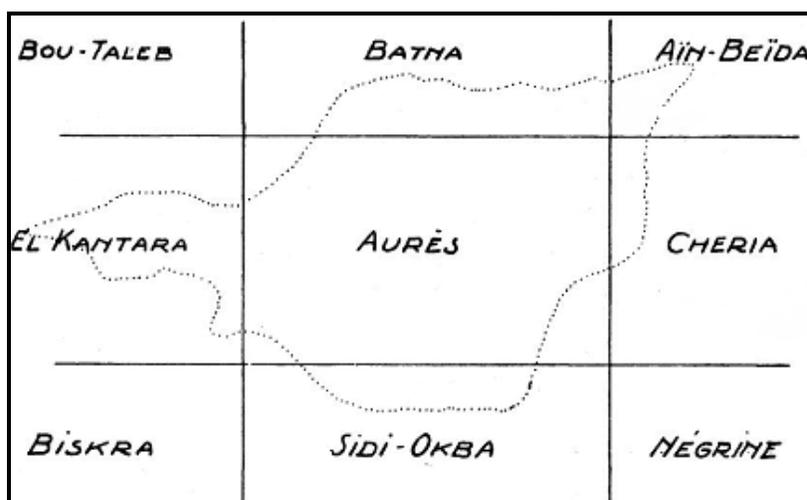


Figure I. 2. Limites de l'Aurès d'après Mitard (1941)

### I. 3. Géographie et limites de l'Aurès

Afin de mieux représenter la région de l'Aurès nous avons consulté un certain nombre de documents anciens à savoir : Blayac (1899), Busson (1900), de Lartigue (1904) et Mitard (1941) desquels nous empreindrons de larges illustrations.

« On donne le nom général de massif de l'Aurès au vaste îlot montagneux qui s'étend à l'Est de la dépression dans laquelle coule l'oued Kantara, dépression que suivent aussi la route nationale et le chemin de fer de Batna à Biskra. La signification du mot AURES ou AOURES comme le prononcent les autochtones n'a pu encore être déterminé ; c'est probablement un nom d'origine berbère, qu'on retrouve donné à d'autre montagnes, notamment au djebel Aoures près de Khenchela. Certains auteurs ont voulu faire dériver ce nom du mot hébreu " Arzoun " (cèdre), et les immenses forêts de cèdres qui ont recouvert autrefois et recouvrent encore une partie du massif prêteraient quelque vraisemblance à cette étymologie. On l'écartera cependant car il n'y a pas vraisemblance que les israélites aient pénétré le pays avant la conquête des Romains qui appelaient cette contrée "MONS AURASIUS" (de Lartigue, 1904).

Sa largeur de l'Ouest à l'est est de 150 kilomètres environ, et son extension du Nord au Sud de 80 kilomètres. C'est moins un massif unique et compact qu'un ensemble de hautes chaînes entre lesquelles se creusent de profondes vallées (Besnier, 1899).

Les chaînes du Djebel Aurès sont les plus remarquables autant par leur structure qui en fait un ensemble géographique naturel, que par leur altitude qui dépasse celle des plus hautes cimes du relief algérien et de Tunisie. Un anticlinal chaîne du Lazreg dirigé Sud ouest - Nord est infléchi à son extrémité Nord pour former le grand axe des dômes des Djebel Chélia (2331 m.) et Amamra (2147 m.). Ces deux massifs dominent les immenses plateaux du Tharf et du Guélif situés à une altitude ne dépassant pas 1000 à 1100 mètres d'altitude (Blayac, 1899).

Selon Mitrad (1941), la région des Aurès est limitée par trois types de façades différentes à savoir (Fig. I. 3) :

1° Les plateaux du Nord, comprenant toute la façade Nord et les parties Nord des façades Ouest : plateau de Mac-Mahon (Ain Touta) et Est (plateau de Tamagra : probablement Timgad !). Le massif domine ces plateaux, mais toute sa base est empâtée par des languettes d'alluvions, qui le séparent des massifs voisins (Bélezma, Bou Arif, Djebel Cherchar) et n'atteignent pas moins de 800 m d'altitude, même plus de 1000 m entre Khenchela et Tamagra, et de Touffana jusqu'à moitié chemin entre Lambiridi et Ain Touta. Ce rebord s'arrête assez nettement d'un côté à Bled Kalaa-et-Trab et, de l'autre, aux Tamarins.

2° Le Djebel Cherchar, dans la partie Sud du bord Est, entre Bled Kalaa-et-Trab et Khanga-Sidi-Nadji : là le raccord des altitudes et la ressemblance des formes de détail rendent un peu artificielle la distinction entre ce qui est et ce qui n'est pas l'Aurès.

3° L'arc subaurésien semi-désertique, au Sud ouest et au Sud, fait alterner trois dépressions profondes (Plaine du Hodna, Plaine des Outayas et Zibans orientaux, de Biskra à Khanga-Sidi-Nadji) avec deux régions de limites moins nettes.

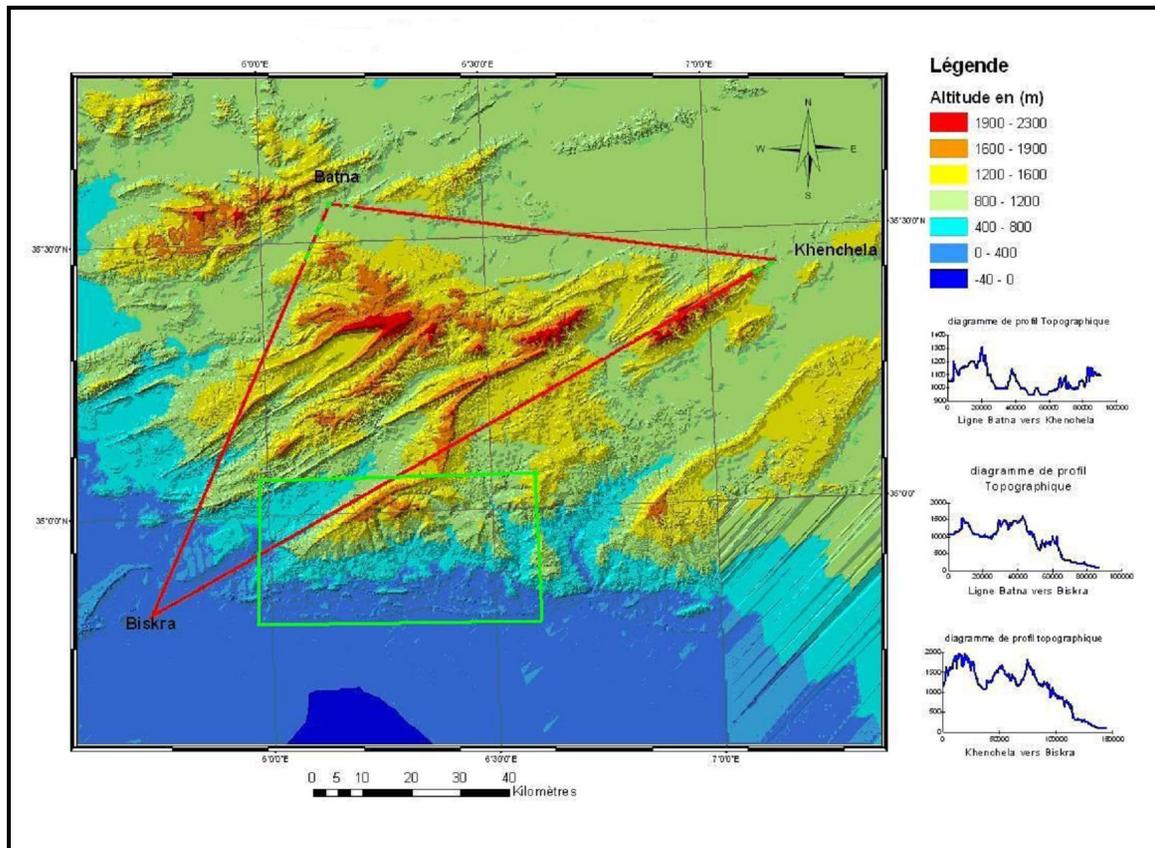


Figure I. 3. Carte orographique de l'Aurès (Benmessaud, 2010)

## I. 4. Hydrographie

Les cours d'eau de la chaîne des Aurès, comme celle des Nememchas, font partie du bassin des Chotts sahariens Melrir et el Rarsa (Blayac, 1899 ; Mitard, 1941). Ils sont presque secs durant la plus grande partie de l'année, mais à la saison des pluies ils roulent des eaux torrentielles dont les effets de déblaiement sont considérables. Ils ont naturellement subi dans la région des dômes influence des directions de plissement Nord Est - Sud Ouest. Ici les vallées principales sont anticlinales ou synclinales. Ce réseau hydrographique est endoréique, il déverse son eau dans les chotts au sud et dans les Sebkhha et Garaates au nord. La partie nord de cette forêt est bordée par la crête du Chélia, celle de Foughal jusqu'au Ras Termelli. Toutes ses eaux forment le bassin de l'oued Bou El Freiss qui se rend dans le bassin fermé de la Gueraa El Tarf ou chott El Beida (de Lartigue, 1904). Les principaux oueds alimentant ces milieux sont (Fig. I. 4) : Oued Boufrière, Oued Chemora, Oued Laarab, Oued Labiod, Oued Abdi et Oued El Kantara. Ce dernier creuse un trait de scie dans la barre calcaire massacrétienne pour former les gorges d'El Kantara (Belkhodja et Bignot, 2004).

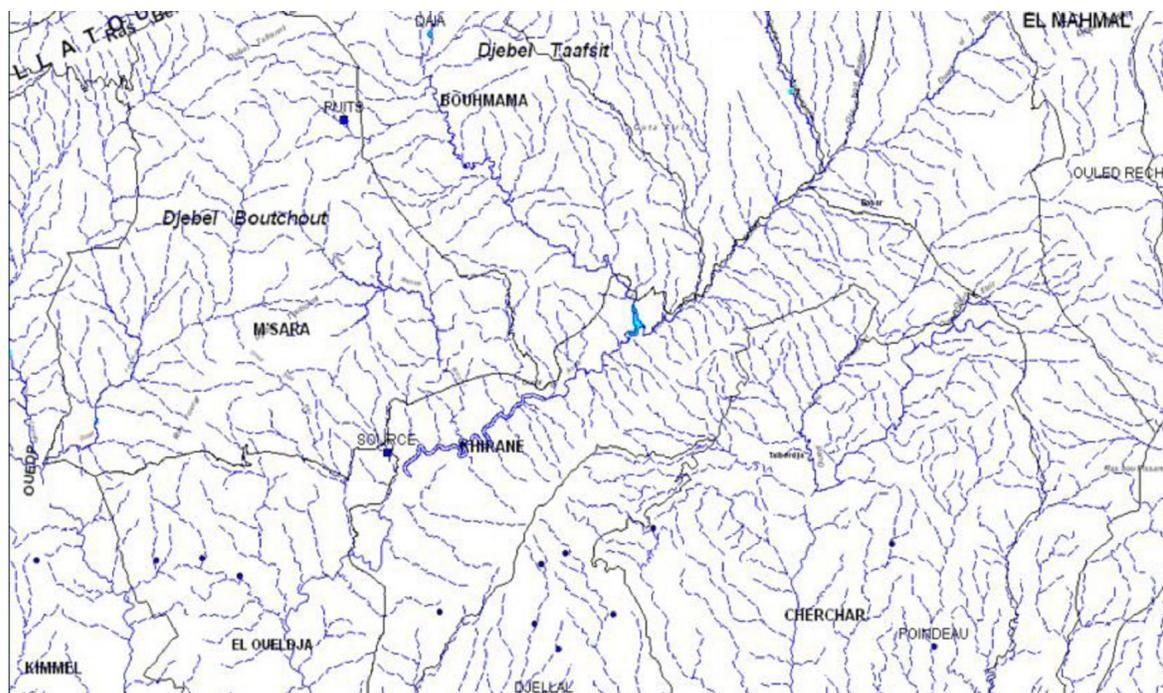


Figure I. 4. Réseau hydrographique dans l'Aurès oriental (Benmessaoud, 2010)

## I. 5. Les grands traits de la paléogéographie de l'Aurès

L'Aurès, qui forme le massif principal de l'Atlas présaharien dans l'Algérie orientale, est constitué par une série de rides orographiques correspondant pour la plupart à des plis anticlinaux (Joleaud et Laffitte, 1934).

Selon (Herkat et Delfaud, 2000), le domaine aurésien intraplaque est une zone interne particulièrement subsidente du Bassin atlasique algérien et tunisien. Il est caractérisé par des aires de dépôt assurant la transition entre les zones proximales du craton saharien et les zones distales du bassin atlasique. Cependant Herkat et Delfaud (2000) distinguent (Fig. 1. 5) :

- Une plate-forme littorale à infralittorale à dépôts carbonatés et marno-calcaires qui occupe la marge sud du bassin aurésien et passe à une plat-forme distale, à dépôts marno-calcaires et marneuse vers le nord.
- L'accident de Tebessa souligne le passage au bassin proprement dit.
- Le bassin est bordé au nord ouest par la zone pré-atlasique des monts de Batna.

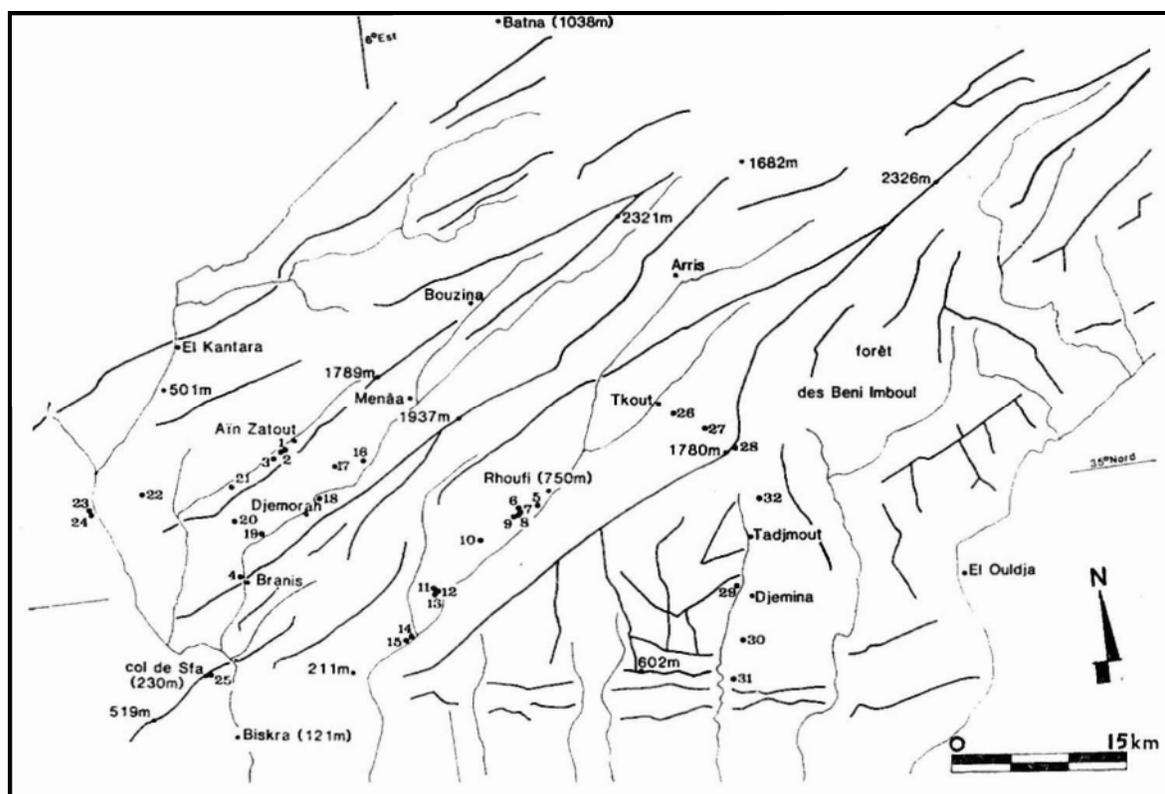


Figure I. 5. Situation géographique, altitudes et expositions de l'Aurès ( Gouat et Gouat, 1983)

## I. 6. Sol

L'Aurès est formé, le plus souvent, de calcaires datant du Crétacé et de l'Eocène. Il n'est donc pas surprenant de constater que, dans la plupart des sites, le sol soit argileux avec des blocs rocheux constitués de calcaire. Il peut s'agir d'un calcaire homogène ou coquillier, ou même d'un poudingue à gros blocs dont la désagrégation aboutit à un sol argileux avec graviers (Gouat et Gouat, 1983). A cette lithologie, il n'est pas aussi rare de constater des formations gréseuses et dolomitiques. En fonction de la roche mère, de la végétation dominante, du climat et du processus d'évolution de ces sols, plusieurs types de sols ont été mis en évidence. Les principales

catégories des sols qu'on peut rencontrer dans la région forestière et préforestière de l'Aurès sont :

**I. 6. 1. Sol brun calcaire** : dans les cédraies, ce groupe repose essentiellement sur les marnes et secondairement sur les calcaires (Abdessemed, 1981). Sous une futaie de pin avec un sous bois dense de chêne vert, ce groupe prend naissance sur des calcaires parfois intercalés avec par des bancs de marne du cénoomanien, turonien et du lias moyen et supérieur (Schoenenberger, 1970a ; Abdessemed, 1981). D'après Abdessemed (1981) ces sols constituent avec les rendzines la totalité des sols des cédraies de S'gag, ils se trouvent aussi, par endroits, dans la cédraie des Ouled Yagoub (Dj Faraoun) et au Belezma. A l'intérieur de ce groupe Abdessemed (1981) a distingué deux faciès : l'un brun calcaire typique et l'autre presque totalement décalcifié en surface.

**I. 6. 2. Les rendzines** : ces sols prennent naissance sur un substrat calcaire plus ou moins fissuré ou bien sur les dolomies et les calcaires dolomitique plus ou moins altérés. Ce type de sol, et suite à la dégradation très poussée du milieu est devenu très rare. Selon Abdessemed (1981), ils sont rencontrés au Dj Chentgouma, au Belezma et sous les cédraies les plus méridionales (Dj Azreg, et Dj Taghda). D'après Schoenenberger (1970a) de parts importantes de la chênaie verte et de la thuriferaie reposent sur les rendzines dont, suite au défrichage, l'érosion a éliminé une bonne partie des horizons humifères

**I. 6. 3. Les sols bruns peu calcaires** : Abdessemed (1981) a signalé que cette catégorie des sols est de loin la plus répandue notamment sous les cédraies les plus arrosées du massif. Ils sont localisés sur un substrat gréseux appartenant aux faciès barrémien, aptien et albien. Dans le massif de Chélia et des Ouled Yagoub ces faciès occupent habituellement une tranche altitudinale plus élevée. Pour cette raison la totalité des sols de la cédraie de Chélia et des Ouled Yagoub est constituée par des sols bruns peu calcaires .

A ces groupes de sols énumérés ci-dessus, Schoenenberger (197a) signalait ça et là des groupes plus ou moins répandus on cite : les sols peu évolués localisés parfois le long des oueds du massif des Béni-Imloul sur les terrasses récentes provenant de l'alluvionnement et les terra rossa dans les régions les plus chaudes, sur lesquelles pousse une végétation thermo phile : taillis de chêne vert avec l' *Ampelodesma mauritanicum*.

## I. 7. Géologie

Afin de mettre en évidence les principales caractéristiques géologiques de l'Aurès nous donnerons un aperçu sommaire des grands trait marquant la géologie de ce mas sif. Le document de base reste celui de Laffitte (1939), duquel nous faisant de larges illustrations.

Le contexte géologique est représenté sur la carte (Fig. I. 6) extraite de la carte géologique des Aurès dressée par Laffitte (1939). En s'appuyant sur cette carte, nous essayerons de dégager les principaux faciès lithologiques, caractéristiques des différentes ères géologiques. L'étude des principaux faciès géologique montre des relations étroites de l'orographie de cette région avec sa constitution géologique (Blayac, 1899). Cependant, la zone d'étude s'étend sur des terrains appartenant principalement au mésozoïque.

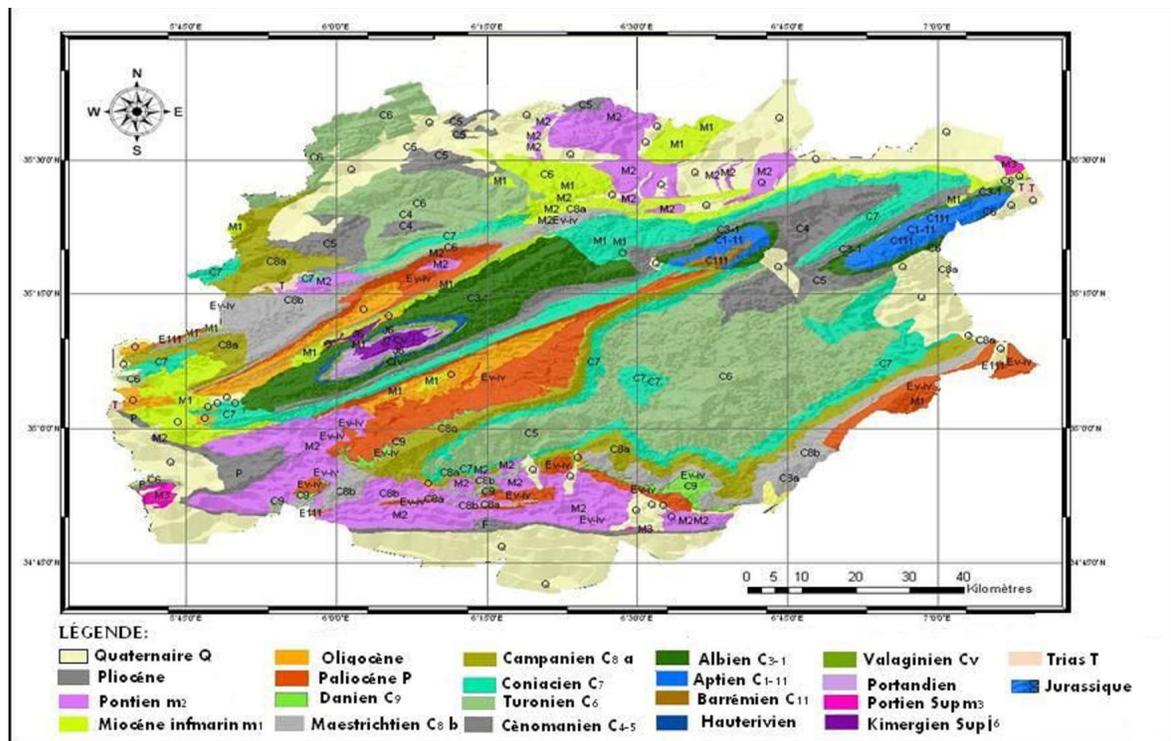


Figure I. 6. Carte géologique des Aurès (Laffitte, 1939 ; Benmessaoud, 2010)

La totalité des terrains des Aurès s'étendent des faciès qui remontent au mésozoïque subdivisé principalement en trias, jurassique et crétacé. Selon Laffitte (1939) on distingue les faciès suivant :

**I. 7. 1. Le trias :** caractérisé par des argiles gypsifère et salifère accompagnées par des marnes vertes et bariolées rouges est localisé notamment au Dj Melah (El Outaïa) à la limite sud ouest de l'Aurès, à Maafa, à Menaâ, Narah et au nord ouest de la plaine de Medina .

**I. 7. 2. Le jurassique** : cet étage est constitué par la succession de faciès de calcaire, de calcaréo-marneux et de dolomies. Il affleure notamment au Dj Azreg, Kef Taghda et à Taghit Sidi Bel Kheir.

**I. 7. 3. Le crétacé** : Selon Laffitte (1939) le crétacé est très développé dans l'Aurès, il est constitué de deux séries successives et nettement opposées.

L'une atteint 2000 m d'épaisseur constituée essentiellement par les grès couronnés par l'Albien. Cette série gréseuse comporte des marnes et parfois des calcaires, mais en lentilles plutôt qu'en couches continues. Celle-ci forme le crétacé inférieur.

L'autre est marno-calcaire épaisse de 3000 m environ, elle ne comporte jamais de couches gréseuses et même en plaques minces. Cette série représente le crétacé supérieur.

**I. 7. 3. 1. Le crétacé inférieur** : représenté ici par 5 étages à savoir :

**Le Valanginien** : Laffitte (1939) souligne que dans l'Aurès, le Valanginien affleure uniquement dans l'anticlinal du Dj. Ezereg, où il forme une ellipse allongée autour de l'affleurement jurassique. Cet étage est caractérisé à la base par une assise marneuse, tandis que, dès la partie moyenne, s'intercalent des calcaires et grès. Enfin, à la partie supérieure, on trouve tantôt des grès, tantôt des calcaires.

**Le Hauterivien** : Laffitte (1939) indique pour cet étage qu'il dessine une auréole régulière au centre de l'Aurès. Dans l'anticlinal du Dj. Ezereg, il forme autour des dépressions occupées par les marnes valanginiennes des escarpements calcaires ou gréseux. D'une manière générale cet étage affleure sous les principaux faciès: calcaréo-gréseux, gréseux et dolomitiques auxquels s'ajoute parfois un faciès marneux légèrement gréseux.

**Le Barrémien** : Laffitte (1939) souligne que les affleurements antérieurs à cet étage étaient limités au cœur de l'anticlinal du Dj Ezereg, le Barrémien existe non seulement dans cet anticlinal, mais aussi dans les anticlinaux du Chélia et de Khenchela. Il se rencontre entre autre sur les terminaisons périclinales Sud des anticlinaux du Belezema et du Bou Arif. Cet étage possède une importance orographique considérable car il est essentiellement quartziteux et présente une épaisseur énorme. Le faciès quartziteux est bien développé dans le centre et le nord du massif, mais vers le sud-ouest s'intercale des marnes rouges, violettes, ocracées, des bancs de grès moins bien cimentés et des bancs de gypse. Au Chélia, il affleure principalement dans les ravins Sud du Chélia. Il est visible sur une épaisseur de 300 à 400 m et présente un faciès gréseux. Il existe aussi au Dj Ichmoul, Dj Faraoun, Dj Aidel, Dj Bezeze et au Dj Chendgouma.

**L'Aptien** : Localisé juste au dessus du Barrémien et sans limite précise tel que Laffitte (1939) le précise « sans que l'on puisse toutefois préciser de limite avec l'étage Barrémien » observable sur le versant Nord et Sud sur une épaisseur considérable varie de 300 à 450 m. Il est constitué essentiellement par un faciès gréseux très fin. L'Aptien affleure dans tous les grands anticlinaux de l'Aurès.

**L'Albien** : la limite supérieure de l'étage est généralement visible de loin dans les paysages aurasiens, car sur le flanc des anticlinaux, elle correspond à une rupture de pente du relief due à ce que les marnes cénomaniennes ont été facilement déblayées par l'érosion, tandis que les assises gréseuses du crétacé inférieur, donnent des reliefs assez accentués (Laffitte, 1939). Cet étage existe dans tous les anticlinaux de l'Aurès où il couronne régulièrement les assises inférieures. Par ailleurs, Laffitte (1939) précise que dans le massif de Chélia, le faciès Flysch envahit ici à peu près tout l'étage ; il se caractérise par une rapide variation de faciès. Les calcaires ne subsistent que dans la partie nord ouest de la montagne. Partout ailleurs, les calcaires sont réduits à de minces intercalations parmi des grès et des marnes. Il présente un faciès gréseux grossier.

### **I. 7. 3. 2. Le crétacé supérieur**

**Le Céno manien** : Il se rencontre dans tous les anticlinaux de l'Aurès, aussi bien sur les versants sud que sur les versants nord. Cet étage se présente sous forme d'auréoles autour des massifs formés par le crétacé inférieur. Dans sa partie inférieure, il affleure sous un faciès marneux alors que dans sa partie supérieure, il présente plutôt un faciès marno-calcaire. L'épaisseur de cet étage est de 1000 m environ (Laffitte, 1939).

**Le Turonien** : dans l'Aurès, cet étage se rencontre aussi partout avec des affleurements qui occupent des surfaces très considérables. Il est caractérisé par un faciès marneux dans sa partie inférieure et par un faciès calcaréo-marneux dans sa partie supérieure. Il affleure notamment dans l'anticlinal du Dj Ich Ali sur lequel s'étend la forêt de Ouled Fedhala. Il apparaît aussi au Sud du massif Chélia couvrant par la presque totalité de la forêt de pin des Beni Imloul.

**Le Sénonien** : on trouve également cet étage pareillement dans tous les anticlinaux de l'Aurès, sa partie supérieure est formée de calcaires massifs parmi lesquels les calcaires maestrichtien du Dj Mahmel qui portent l'une des thuriféraires les plus importantes de l'Aurès.

**Le Danien** : caractérisé par un faciès calcaire, il est présent particulièrement dans le Sud et dans l'Est de l'Aurès

# **Chapitre II**

*Cadre climatique et  
bioclimatique*

## I. 2. Conditions climatiques et bioclimatiques

### Introduction

Le climat joue un rôle prépondérant dans le développement, la répartition et l'individualisation des êtres vivants (Ramade, 1984). Certains éléments du climat traduisent des propriétés indispensables à la vie des plantes : l'eau des précipitations, la température ; ce sont des facteurs limitatifs quand leurs valeurs avoisinent ce minimum ; c'est le cas des précipitations dans les régions arides, de la température dans les montagnes, sous les hautes latitudes ou dans les régions continentales (Elhaï, 1968). Cependant, le climat de l'Algérie septentrionale appartient à ceux de la Méditerranée, il est caractérisé par deux saisons bien tranchées, celle des pluies et celle de la sécheresse. La période des pluies coïncide avec celle du froid, alors que la saison chaude correspond à la période sèche estivale (Seltzer, 1946 ; Kadik, 1987 ; Le Houérou, 1995 ; Beltrando, 2011). Le climat méditerranéen est un climat de transition entre la zone tempérée et la zone tropicale avec un été très chaud et très sec, tempéré seulement en bordure de la mer, l'hiver est très frais et plus humide (Benabadji et Bouazza, 2000). L'installation de la sécheresse estivale caractéristique du climat méditerranéen s'est établie, entre 3 300 et 1 000 BP (Jalut *et al.* 1998). Kherchouche *et al.* (2007) ont aussi montré, dans une étude statistique sur l'approche fréquentielle du rapport  $p < 2t$  dans la région des Aurès, que la saison estivale est une saison sèche chaque année. Les autres saisons peuvent également connaître la sécheresse, mais d'une manière occasionnelle et moins durable que l'estivale.

De nombreux travaux ont traité du climat et du bioclimat. Ces travaux réalisés sur l'Algérie en général et l'Algérie du nord en particulier s'accordent à reconnaître l'intégration du climat algérien au climat méditerranéen (Seltzer, 1946 ; Abdessemed, 1981 ; Benabadji et Bouazza, 2000). Ces hétérogénéités bioclimatiques spatiales et temporelles influent sur l'organisation actuelle de la plupart des grands écosystèmes forestiers méditerranéens et sur leur structuration (Barbero, 1990).

Il semble évident que le climat soit le principal facteur écologique dans la région des Aurès qui modèlera d'une façon très précise le paysage végétal (Schoenenberger, 1972). L'objectif de cette étude est de caractériser les conditions climatiques et bioclimatiques dans lesquelles la végétation de l'Aurès évolue. Notre investigation vise, entre autre la comparaison des conditions climatiques (récentes et anciennes) comprenant l'examen des régimes pluviométriques, des températures avec les écarts thermiques, les amplitudes thermiques, l'indice de continentalité et enfin la synthèse bioclimatique.

Cependant, la mesure et l'évaluation des principaux paramètres physiques du climat nécessitent un nombre satisfaisant de postes météorologiques, bien répartis dans la zone à étudier, et des observations annuelles et continues sur de longues périodes. Malheureusement ces conditions, dans la plupart des cas ne sont pas vérifiées et constituent de ce fait, un handicap majeur de cette synthèse compte tenu des conséquences d'interprétation qui peuvent en découler.

Les géosystèmes du massif des Aurès, exposés à de très forts gradients bioclimatiques et anthropiques, se trouvent dans un état précaire. Depuis l'aube de l'histoire, la pression des activités humaines a progressivement augmenté, puis s'est accélérée depuis le début du XX<sup>ème</sup> siècle provoquant des mutations profondes dans l'utilisation du sol. L'extension des cultures, des zones de pâturages et de l'urbanisation ont pris une envergure considérable au dépend des zones forestières et paraforestières avec la sédentarisation des semi-nomades.

### **I. 2. 1. Matériel et méthodes**

Afin de mieux cerner les différents paramètres climatiques et d'effectuer une étude bioclimatique de la zone d'étude, des stations météorologiques ont été examinées (Tab. I. 1). Le réseau météorologique se compose des stations qui contournent et couronnent la zone d'étude considérées et réparties sur les expositions Nord et Sud. Elles constituent de ce fait les stations de références à partir desquelles des extrapolations à différentes altitudes seront réalisées. Nous avons également consulté les sources climatiques suivantes :

- climat de l'Algérie de Seltzer (1946) ;
- données de Abdessemed (1981) et de M'herit (1982) ;
- la carte des isohyètes (Chaumont et piquin, 1971) ;
- la carte bioclimatique de la zone méditerranéenne (Unesco, 1963)

Les principaux paramètres étudiés sont surtout la pluviométrie et les températures. Sans omettre, toutefois, de présenter les autres paramètres secondaires de la climatologie.

Si ces stations montrent une bonne répartition à l'intérieur du massif des Aurès, leur emplacement est cependant discutable, car aucune station n'est installée ni en hautes altitudes ni en ambiance forestière.

### **I. 2. 2. Paramètres climatiques**

#### **I. 2. 2. 1. Les précipitations**

La concordance relativement étroite existante entre la pluviosité générale et la répartition des grandes biocénoses, suffit à démontrer l'importance du facteur eau sur la localisation des êtres vivants. Mais cette relation est aussi fortement reconnaissable à l'échelle régionale, locale ou stationnelle (Lacoste et Salanon, 2000).

**Tableau I. 1. Situation des postes météorologiques (ONM, 2008)**

Station	code	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Nombre d'années d'observation	Versant
Ain Mimoun	07-07-04	35, 42°	6, 95°	1180	30	Nord
Kheirene	06-18-05	34, 99°	6°, 76°	560	32	Sud
Bouhmama	06-18-03	35, 28°	6, 73°	1160	32	Sud
Chélia (Cantina)	07-06-06	35, 19°	6, 75°	1260	31	Nord
El Hamma	06-18-13	35, 19°	6, 75°	988	16	Nord
Kaïs	07-07-20	35, 48°	6, 93°	945	15	Nord
Mena	06-13-04	35, 17°	6, 00°	983	37	Sud
Medina	06-15-03	35, 32°	6, 52°	1526	29	Sud
T'Kout	06-15-05	35, 14°	6, 30°	998	37	Sud
Yabous	07-06-04	35, 40°	6, 64°	1200	25	Nord

Les précipitations exercent une action prépondérante pour la définition de la sécheresse globale du climat (Le Houérou *et al.* 1977).

Les précipitations sont elles-mêmes sous la dépendance de la température qui règle l'intensité de l'évaporation au niveau des surfaces marines (Ozenda, 1982). Selon le même auteur c'est la raison pour laquelle le maximum de précipitation est localisé dans les régions chaudes et surtout dans leurs parties insulaires.

Selon Seltzer (1946) et Meharzi (1994), l'origine des pluies en Algérie est plutôt orographique. En effet, les précipitations varient en fonction de l'altitude, de l'orientation des chaînes de montagne et de l'exposition. De ce fait, les versants Nord et Nord Ouest reçoivent plus de précipitations que les autres expositions. Ainsi les quantités de pluies augmentent de bas en haut, selon un gradient pluviométrique altitudinal (Seltzer, 1946 ; Kadik, 1987).

### **I. 2. 2. 1. 1. Les précipitations moyennes mensuelles et annuelles**

Afin de pouvoir étudier ce paramètre nous étudions succinctement les données des stations (Tab. I. 2) et les données de la carte des isohyètes de la figure I. 7 (Chaumont et Paquin, 1971). Par ailleurs, ces données ont été utilisées pour cerner les quantités de pluies que reçoivent les versants nord et sud et à différentes altitudes en intégrant des gradients pluviométriques altitudinaux.

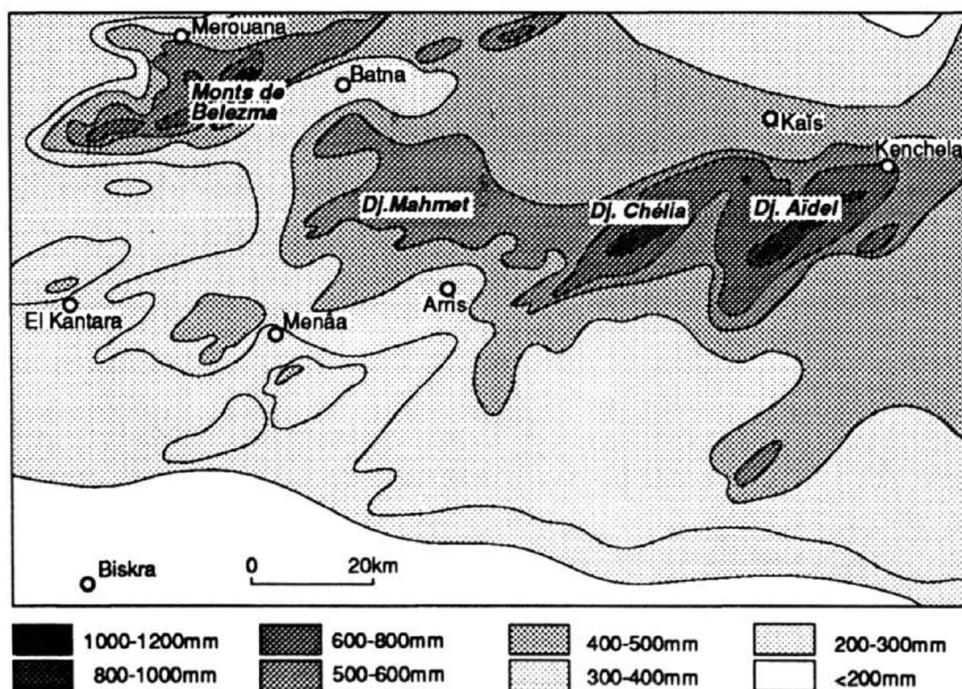


Figure I. 7. Les précipitations moyennes dans le massif de l'Aurès 1913-1963. (Chaumont et Paquin, 1971).

Afin de faciliter et d'analyser explicitement les précipitations mensuelles dans les différentes stations nous essaierons d'en porter sur un seul graphe simultanément (Fig. I. 8). L'examen des courbes de la figure I. 8, montre qu'en moyenne toutes les stations reçoivent les précipitations les plus abondantes pendant les 9 mois de septembre jusqu'au mois de Mai. Les pics les plus faibles caractérisent les 3 mois de l'été à savoir : juin, juillet et Août.

Tableau I. 2. La pluviométrie moyenne mensuelle et annuelle dans les différentes stations de l'Aurès (ONM. 2008)

Station	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Dec	Totaux
Ain Mimoun	34,5	35,3	52,8	40,9	49,4	24,6	11	27,1	36,8	33,3	45,9	37,1	428,7
Kherene	14,1	17,8	23,7	16,5	28	13,6	4,1	8,4	26,9	24,1	27,8	12,7	217,7
Bouhmama	36,3	35,8	42,4	30,9	34,3	24	17,7	20,9	36,7	32,4	42,3	34,5	388,13
Chéla	44,9	41	57,7	52,5	38,6	32,5	33	43,9	48,8	50,8	42,1	47,8	533,6
El Hamma	46	29,7	34,7	44,7	57,5	35,5	14,2	39,4	53,6	36,6	42,4	42,8	477,1
Menaa	19,3	23,3	26,9	21,2	23,7	12,6	2,9	8,4	25,8	22,6	28	20,7	235,4
Medina	36,9	30,6	39,2	37,7	41	23	8,5	32,6	42,4	34,9	47,7	40,1	414,6
T'Kout	18,8	23,2	26,9	24,4	36	19,9	6,1	18,3	33,1	27,5	29,7	23,3	287,2
Yabous	33,2	30,6	44	34,7	43,2	21,2	6,6	16,7	33,8	25,8	44,4	31	365,2

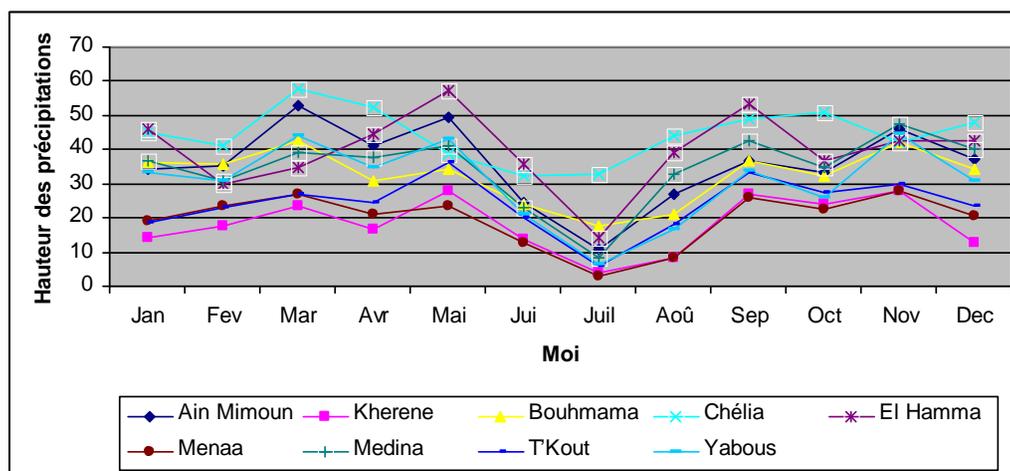


Figure I. 8. Variations mensuelles des précipitations dans les différentes stations

### I. 2. 2. 1. 2. Les variations spatio-temporelles des pluies

L'irrégularité spatio-temporelle des précipitations dans le contexte algérien est typique et dénote une double appartenance selon les saisons. L'analyse des données pluviométriques traduit toute l'alternance "période sèche-période humide" (Belloum, 1993).

### I. 2. 2. 1. 3. Le régime pluviométrique saisonnier

Il est admis que ce n'est pas le total des pluies qui influe sur la végétation, mais surtout, leurs répartitions dans l'année. Selon (Despois, 1955) l'étude du régime des pluies est plus instructif que de comparer des moyennes ou des totaux annuels. Tout comme pour l'ensemble de l'Algérie du nord, dans la zone des Aurès les pluies sont caractérisées par leurs irrégularités spatio-temporelles (Belloum, 1993 ; Meharzi, 1994).

La méthode, par laquelle nous avons déterminé le régime saisonnier (Tab. 3), est celle préconisée par Halimi (1980) ; elle consiste à grouper les mois 3 par 3 de sorte que le mois initial de chaque trimestre ou saison contient : soit un solstice (21 ou 22 juin et 21 ou 22 décembre) soit un équinoxe (20 ou 21 mars et 22 ou 23 septembre). Nous obtenons ainsi les 4 saisons suivantes :

- Été : juin – juillet – août
- Hiver : décembre - janvier – février
- Printemps : mars – avril – mai
- Automne : septembre – octobre – novembre.

Ensuite, on procède à un arrangement de ces quatre saisons, par ordre décroissant de pluviosité.

On indique chaque saison par sa première lettre :

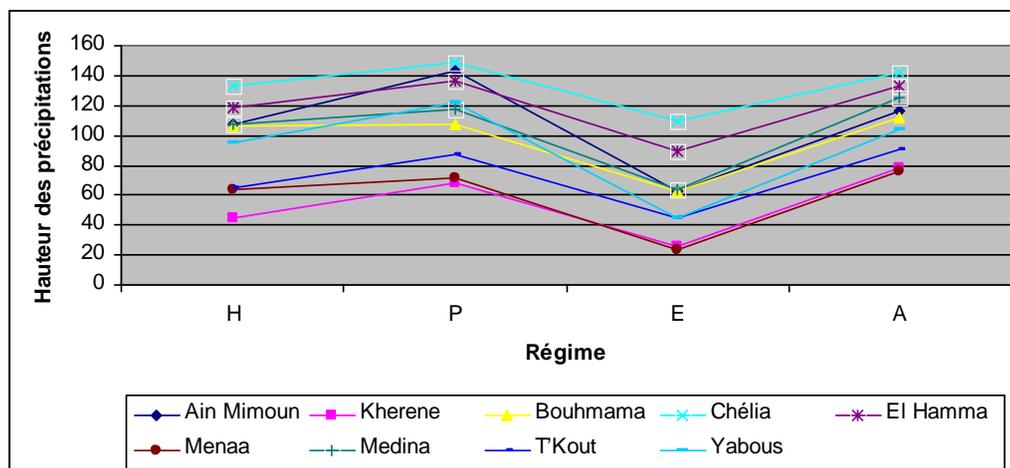
- A pour l'automne ;
- H pour l'hiver ;
- P pour le printemps ;

- E pour l'été.

**Tableau I. 3. Le régime pluviométrique saisonnier**

Station	H	P	E	A	P annuelles	Type de régime
Ain Mimoun	106,9	143,1	62,7	116	428,7	PAHE
Kherene	44,6	68,2	26,1	78,8	217,7	APHE
Bouhmama	106,6	107,5	62,6	111,4	388,1	APHE
Chélia (Cantina)	133,7	148,8	109,4	141,7	533,6	PAHE
El Hamma	118,5	136,9	89,1	132,6	477,1	PAHE
Menaâ	63,3	71,8	23,9	76,4	235,4	APHE
Medina	107,6	117,9	64,1	125	414,6	APHE
T'Kout	65,3	87,3	44,3	90,3	287,2	APHE
Yabous	94,8	121,9	44,5	104	365,2	PAHE

L'analyse du tableau I. 3, nous permet de distinguer 2 groupes de station : des stations localisées sur les versants nord, qui sont caractérisée par un régime de précipitation de type PAHE. Dans ce type de régime le maximum de pluviosité est enregistrée surtout au printemps ce qui est très profitable pour la végétation du moment qu'il coïncide avec la reprise végétative. Le deuxième groupe est formé par des stations appartenant à un régime de type APHE ; c'est-à-dire les pluies, les plus importantes, tombent en automne suivies par celles du printemps. Cependant toutes ces stations sont localisées sur les versants sud. Chose incitant Le Houérou *et al.* (1977) à conclure, pour l'ensemble de cette zone, que la répartition saisonnière est marquée par la prédominance des pluies d'automne et de printemps. Durant la période chaude, une certaine quantité d'eau, en fait assez faible, mais d'autant plus importante que l'on va vers l'Est, est apportée par les orages dont la fréquence est maximale durant cette saison (Fig. I. 9).

**Figure I. 9. Variations du régime pluviométrique saisonnier dans les différentes stations**

L'examen de la figure I. 9, montre que les quantités de pluies saisonnières dans les différentes stations suivent la même tendance.

Les stations situées sur les versant nord sont plus arrosée que les stations situées sur les versants sud. Le printemps, dans les stations du versant nord est aussi plus arrosé que les autres saisons. Alors que l'automne, dans les stations du versant sud est relativement le plus arrosé. L'examen des pics atteint par le cumul des précipitations saisonnières en relation avec la position altitudinale des stations fait nettement ressortir l'effet de l'altitude sur la quantité des pluies dans une même région.

Sur les versants nord, le régime pluviométrique saisonnier est marqué par un maximum au printemps dans la station de Chélia (1260 m) suivi par les stations : de Ain Mimoun (1180 m), d' El Hamma (988 m) et en fin par celle de Yabous (1200 m). Cependant, les pluies les plus utiles, pour la végétation, sont celles de la période printanière pour mûrir des céréales, entretenir les pâturages et augmenter les réserves des sols en eau nécessaires pour affronter les moments et les jours les plus torrides de l'été (Bensaid, 2006). Malgré la variabilité des pluies on remarque que :

- La saison du printemps est la plus pluvieuse dans les stations Ain Mimoun, El Hamma, Yabous et Chélia avec des pourcentages de 33,37%, 28,69, 28,47% et 27,88% respectivement. En revanche l'automne est la saison la plus arrosée dans les stations situées sur les versants sud. Les pourcentages enregistrés dans ces stations sont : Bouhmama : 28,7 %, Medina : 30,14%, T'Kout : 31,44%, Mena : 32,45% Kheirane : 36,19%. Ces valeurs témoignent encore l'importance des pluies d'automne dans le bilan hydrique sur les versant sud de l'Aurès. Les saisons d'hiver et d'automne restent aussi particulièrement humides.

- la saison d'été est la moins pluvieuse avec des pourcentages allant de 10,15% à la station de Mena jusqu'à 20,5% à la station de Chélia (Tab. I. 4)

**Tableau I. 4. Taux des pluies d'été dans les différentes stations**

Station	Pluies d'été	Pluies annuelles	% des pluies d'été
Ain Mimoun	62,7	428,7	14,62
Kherene	26,1	217,7	11,98
Bouhmama	62,6	388,1	16,12
Chélia (Cantina)	109,4	533,6	20,5
El Hamma	89,1	477,1	18,67
Mena	23,9	235,4	10,15
Medina	64,1	414,6	15,46
T'Kout	44,3	287,2	15,42
Yabous	44,5	365,2	12,18

### I. 2. 2. 1. 4. Répartition des jours de précipitation

Le nombre de jours de pluie n'est pas moins important que la quantité d'eau recueillie dans un mois. Dans un contexte géomorphologique et pédologique donné, les précipitations annuelles restent l'élément déterminant du bilan hydrique, donc du développement végétal (Le Houérou et Hoste, 1977). Aussi Le Houérou et Hoste (1977) ont-ils montré une corrélation entre "P" annuelle et le nombre de jours de pluies.

Etant donné que nous ne disposons pas des données des différents paramètres dans l'ensemble des stations suscitées, on se contentera de citer celle de Bouhmama située sur le piedmont sud du massif de Chélia et ce à titre d'exemple (Tab. I. 5).

**Tableau I. 5. Nombre de jours de pluie à la station de Bouhmama (1991-2003)**

MOIS	J	F	M	A	M	J	Jt	Ao	S	O	N	D	Total
Nbr de jours moyens	3.83	4.16	4.75	4.16	3.91	3.08	2.16	3.16	4.41	4.25	3.66	4.66	45.75

### I. 2. 2. 1. 5. Les variations temporelles

#### I. 2. 2. 1. 5. 1. Les variations annuelles

La connaissance de la régularité interannuelle des pluies est nécessaire pour aborder l'étude de l'abondance des cours d'eau, la détermination des bilans hydriques annuels ainsi que l'utilité de celle-ci au développement et à la répartition de la végétation. Cependant leur variabilité sur une longue période d'observation permet de cerner la tendance dynamique de la végétation et de la flore dans une zone donnée. Les données du tableau I. 6 illustre les variations annuelles dans quelques stations de l'Aurès.

#### a. Les années pluvieuses

Les années pluvieuses sont déterminées quand la moyenne des précipitations annuelles est supérieure à la moyenne annuelle de la période considérée.

- Chélia est la station qui présente le maximum d'années pluvieuses dont la moyenne annuelle est supérieure à la moyenne annuelle durant la période considérée (1975-2006). le pic est situé entre 1977- 1978. la valeur annuelle enregistrée est de l'ordre de 628, 5 mm/an.

- la station de Chélia est suivie par les stations de Kheirane et d'Ain Mimoun avec 15 années pluvieuses pour chacune d'elles. La moyenne des années pluvieuses de la station de Ain Mimoun est 511.3 mm/an avec un maximum enregistré entre 1989-1990 où la pluviosité moyenne annuelle atteint 706.7 mm/an. Cependant, dans la station de Kheirane, malgré que la moyenne annuelle est très faibles en raison de la position de cette station ; les valeurs de la

pluviosité supérieurs à la moyenne durant la période considérées est de même ordre que la station de Ain Mimoun. la période 1984-1985 totalise 346.8 mm/an c'est là qu'enregistre le maximum de pluviosité.

**Tableau I. 6. Les observations annuelles de précipitations pour les 4 stations (1975 -2006).**

Station	Années pluvieuses	P <sub>moy</sub> des années pluvieuses	N <sup>bre</sup> des Années les plus pluvieuses	P annuelles en mm	N <sup>br</sup> des années non pluvieuses	P <sub>moy</sub> des années non pluvieuses	Années non pluvieuses	P annuelles en mm	Moy
Bouhmama	13	513.88	2003-2004	639.8	19	303.84	1978-1979	182.7	388,1
Ain Mimoun	15	511.3	1989-1990	706.7	16	311.6	2005-2006	126.8	428,7
Chélia	17	628.5	1976-1977	771.2	14	377.9	1977-1978	252.7	533,6
Kheirane	15	274.07	1984-1985	346.8	17	172.97	1993-1994	103	217,7

- A la station de Bouhmama, on compte 13 années pluvieuses. La plus grande valeur est enregistrée entre 2003-2004 avec un maximum de 639.8 mm/an. la moyenne des précipitations des années pluvieuses dans celle-ci oscille autour de 513,88 mm/an.

#### **b. Les années non pluvieuses**

Les années non pluvieuses s'observent quant la moyenne annuelle des précipitations est inférieures à la moyenne annuelle de la période considérée.

L'examen du tableau 6, qui illustre ces différents paramètres montre que : la station de Chélia est la plus pluvieuse avec un nombre de 14 années non pluvieuses sur 31 suivi successivement par les stations Ain Mimoun (16 années), Kheirane (17 années) et enfin celle de Bouhmama (19 années).

#### **I. 2. 2. 1. 5. 2. Dynamique des précipitations dans l'Aurès**

Afin de mieux comprendre quels changements sont intervenus dans les précipitations qui tombent sur l'Aurès, nous tentons de comparer deux séries appartenant aux deux périodes différentes. Tout d'abord une série qui s'étale sur 36 ans de 1913 à 1938 Seltzer (1946). La seconde est plus récente s'étale aussi sur des périodes allant de 16 à 37 ans selon les stations et la disponibilité des stations (Tab. I. 7).

**Tableau I. 7. Analyse diachronique des précipitations entre deux périodes**

Station	P moyenne annuelle Période 1913-1938	P moyenne annuelle Période Récente	Dynamique
Ain Mimoun	575	428,7	-146,3
Kheirene	/	217,7	/
Bouhmama	/	388,1	/
Chélia (Cantina)	/	533,6	/
El Hamma	/	477,1	/
Mena	272	235,4	-36,6
Medina	/	414,6	/
T'Kout	266	287,2	+21,2
Yabous	/	365,2	/

Les résultats de l'analyse diachronique illustrés par le tableau I. 7, montrent que, dans la majorité des cas, un déficit hydrique allant de 146,3 jusqu'à 36,6 mm par an. Néanmoins une station a montré une tendance à une augmentation de la moyenne annuelle de l'ordre de 21,2 mm.

### I. 2. 2. 2. Températures

La température joue un rôle déterminant dans la vie du végétal. Ramade (1984), souligne que la température représente un facteur limitant de toute première importance. Elle contrôle, en effet, l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Lacoste et Salanon, 1969 ; Ozenda, 1982 ; Ramade, 1984). Ces températures sont tout à fait variables selon la latitude, l'altitude et la continentalité (Le Houérou, 1986). Ainsi, une augmentation de la température de 3°C, en principe, causerait un décalage ascendant de la moyenne des ceintures de la végétation d'environ 545 m (Le Houérou, 1990).

Les critères thermiques se sont montrés les plus constants et les plus significatifs, ils ont été utilisés pour interpréter les relations climat végétation (Rivas-Martínez, 1981). Les paramètres thermiques étudiés ont été dans l'ordre : la température moyenne annuelle (T) et les températures moyennes des minimums (m) puis les températures moyennes des maximums (M).

Il est important de savoir que les relevés thermiques notamment dans la région des Aurès sont rares et présentent soit des anomalies, soit des lacunes. En effet, les données de températures récentes, n'ont été enregistrées d'une façon continue que pour les stations de Bouhmama (1975-2006) et d'El Hamma couvrant la période 1990- 2006, soit 16 ans.

Ces stations se trouvent à l'intérieur du massif : la première sur le piedmont sud et la seconde sur le piedmont nord. Ce sont les données de celles-ci qui seront utilisées pour la caractérisation climatique et bioclimatique à différentes altitudes et sur les deux versant Nord et Sud. Les bilans hydriques seront également analysés à partir de ces deux stations.

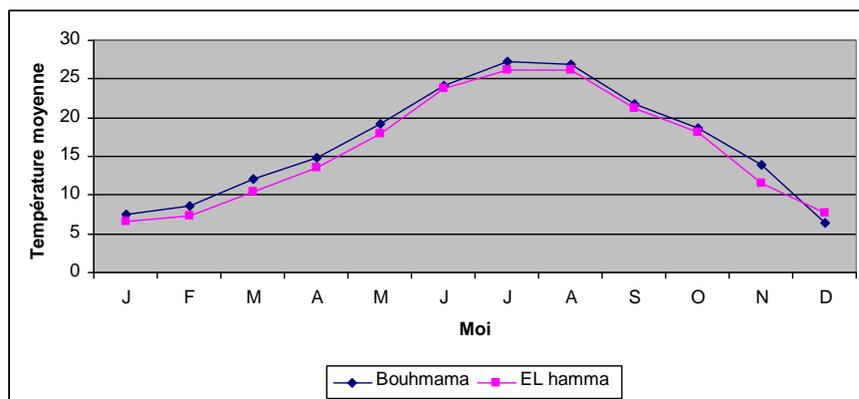
### I. 2. 2. 1. Températures moyennes mensuelles

La moyenne mensuelle dans la zone d'étude varie, selon la localisation des stations, entre 7,54°C moyenne du mois de janvier et 27,21°C moyenne du mois d'août à la station de Bouhmama. Par contre ces valeurs oscillent autour de 6,6°C moyenne du mois de janvier et 26,1°C moyenne des mois de juillet et d'août également dans la station d'El Hamma (Tab. I. 8). Les données de la température mensuelle moyenne, que nous avons reportées dans le tableau I. 8 résulteraient du demi somme des températures moyennes maximales et minimales de chaque mois.

**Tableau I. 8. Moyenne mensuelle des températures (T, M et m) dans les stations de Bouhmama et d'El Hamma**

station de Bouhmama (1975-2006).												
Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
M	13.01	14.65	18.7	22.19	26.63	31.86	<b>35.95</b>	35.1	28.92	25.58	21.61	9.1
T	<b>7.54</b>	8.65	12.13	14.77	19.21	24.11	<b>27.20</b>	26.96	21.85	18.64	13.95	6.33
m	<b>2.08</b>	2.66	5.57	7.36	11.79	16.37	18.47	18.82	14.79	11.7	6.29	3.56
station d'EL Hamma (1990-2006).												
M	10,8	12,4	16,0	19,4	25,1	31,3	<b>33,6</b>	33,5	27,2	24,5	16,7	11,6
T	6,6	7,4	10,4	13,5	18,0	23,7	<b>26,1</b>	26,1	21,2	18,2	11,5	7,7
m	<b>2,5</b>	2,5	4,9	7,6	11,0	16,2	18,7	18,8	15,2	11,9	6,4	3,3

L'analyse des courbes illustrant l'évolution des températures dans les deux stations (Fig. I. 10) fait ressortir clairement la tendance de la station d'El Hamma vers la fraîcheur par rapport à la station de Bouhmama plus méridionale, en versant sud, malgré la différence d'altitude.



**Figure I. 10. Evolution des températures mensuelles moyennes dans les stations de Bouhmama et d'El Hamma**

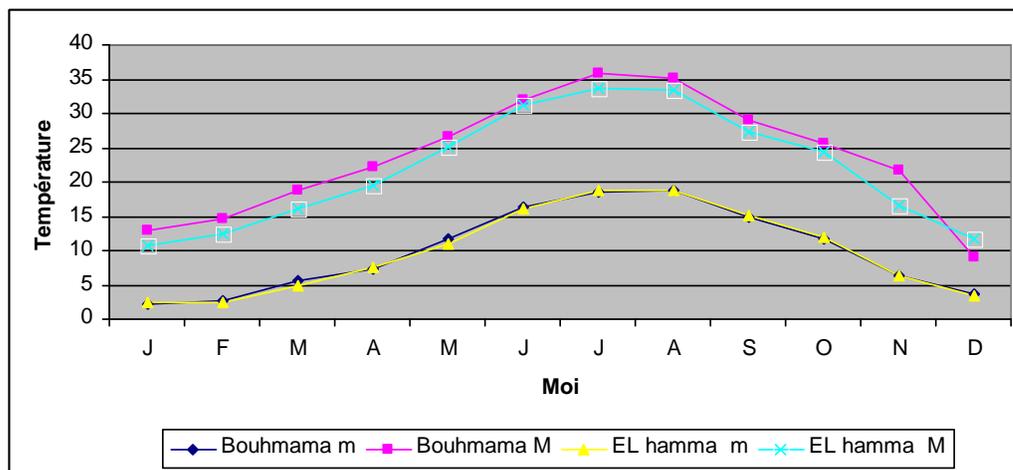
### I. 2. 2. 2. Les températures minimales et la moyenne des minima du mois le plus froid (m)

Daget (1977a) avait souligné que la vie du végétal se déroule entre deux pôles thermiques : la moyenne des minima du mois le plus froid (m) et la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M). Cependant la valeur (m) détermine le degré et la durée de la période critique des gelées. Par ailleurs, plus m est plus bas plus les gelées sont sévères et plus fréquentes.

Le Houérou et Emberger cités par Daget (1977a) donnent ainsi les valeurs remarquables suivantes de m :

- m compris entre 3°C et 7°C, les gelées sont faibles mais régulières.
- m compris entre 0°C et 3°C, les gelées sont fréquentes.
- m inférieur à 0°C, les gelées sont très fréquentes.

Les moyennes des minimums mensuels pour la station de Bouhmama varient entre 2,08°C durant le mois de janvier et 18,82°C en Août. Tandis que ces valeurs sont de l'ordre de 2,5 °C en Janvier et 18,80 en moi d'Août à la station d'El Hamma. Bien que la station météorologique de Bouhmama soit localisée sur le piedmont sud du massif de Chélia et que la station d'El Hamma, plus au Nord, soit localisée sur le piedmont nord du massif des Ouled yagoub, les moyennes des minima sont très proches et suivent la même tendance évolutive (Fig. I. 11). Cela est dû, semble-t-il, à l'effet compensatoire de l'altitude : 1160 m à Bouhmama contre 988 m à El Hamma.



**Figure I. 11. Evolution des minima et des maxima dans les deux stations de références**

L'analyse du tableau I. 8, montre que janvier est le mois le plus froid avec les valeurs suivantes :

- 2,08°C à Bouhmama.
- 2,5°C à El Hamma.

Si l'on se réfère à la définition de la période de repos végétatif hivernal admise par Sauvage (1963) au Maroc, qui correspond aux mois où la moyenne des minima est inférieure à 3°C, celle-ci s'étale sur deux mois pour les deux stations (janvier et février).

Selon notre avis qui rejoint celui de Abdessemed (1981), cette période du repos végétatif serait plus importante en remontant vers les hautes altitudes bien que cet auteur rattache ces zones à un été tardif, il précise que « ce n'est que vers la fin juin que les espèces de pelouses commencent à fleurir et bénéficient des orages de l'été assez fréquents dans la région ».

### **I. 2. 2. 3. Les températures maximales et la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M)**

A l'examen du tableau I. 8, plusieurs remarques s'imposent :

- Le mois le plus chaud dans les deux stations celle de Bouhmama et celle d'El Hamma s'avère être le mois de juillet, avec une moyenne des maxima de 35,95°C et de 33,6 respectivement. En effet, le mois de juin est plus chaud que le mois de septembre et les quantités de pluie qui tombent en septembre sont plus importantes qu'en juin. Cette situation confirme un été précoce, l'un des caractères du climat Méditerranéen réalisé dans la plupart des cas, surtout en zone intérieure (Daget, 1977b). Ce caractère de précocité de l'été sur les piedmonts du massif des Aurès disparaît en allant vers les hautes altitudes (Abdessemed, 1981)

- Les maxima varient de 9,1°C à Bouhmama en décembre à 35,95°C en juillet, par contre à El Hamma, ils varient de 10,8°C en janvier à 33,6°C en juillet.

- La moyenne des maxima du mois de juillet à Bouhmama reste plus élevée : 35,95°C contre 33,6°C à El Hamma.

- Si les deux courbes représentant l'évolution des moyennes mensuelles des maxima (Fig. I. 11) qui ont une allure générale très voisine, la courbe des maxima à la station de Bouhmama reste cependant au-dessus de celle d'El Hamma. Ceci pourrait s'expliquer par l'effet de l'exposition au soleil ainsi qu'aux vents chauds et secs venant du désert.

### **I. 2. 2. 3. Les gradients**

#### **I. 2. 2. 31. Les gradients thermiques**

On doit noter que les relevées de température pour l'Aurès, sur des périodes assez longues, ainsi que sans interruption sont rares (Beghami, 2003 ; Abdessemed, 1981). Les extrapolations que nous avons effectuées sont donc à considérer avec précautions, d'autant plus que l'emplacement et la période des observations dans ces deux stations sont discutables. Il sera donc fait appel, dans le but d'extrapoler les données thermiques de la station de Bouhmama et de la station d'El Hamma à différentes altitudes, aux gradients altitudinaux (Tab. I. 12).

M'herit (1982), dans son esquisse climatologique des cédraies du pourtour méditerranéen, a publié les éléments de variations des températures moyennes maximales et moyennes minimales du mois le plus chaud et du plus froid respectivement en fonction de l'altitude. Les gradients altitudinaux préconisés pour les cédraies des Aurès sont 0,8 pour M et 0,65 pour m. Selon le même auteur les gradients de variation des températures moyennes mensuelles change selon les mois de l'année de  $-0,65$  °C pour 100 m de dénivelée en décembre à  $-0,92$  pour 100 m de dénivelée en juin (Tab. I. 9).

**Tableau I. 9. Gradient altitudinal des températures moyennes mensuelles  
(M'herit, 1982)**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Gradient altitudinal	0,66	0,76	0,82	0,83	0,91	0,91	0,92	0,89	0,85	0,80	0,73	0,65

De sa part Seltzer (1946) donne un gradient altitudinal de 0,7 pour les maxima et de 0,45 pour la valeur des minima.

La comparaison des différents gradients à différentes altitudes, notamment à la limite inférieure et supérieures des cédraies, et après s'être référé aux travaux réalisés au niveau des cédraies de l'Aurès (Le Houérou *et al.* 1975 ; Le Houérou *et al.* 1977 ; Abdessemed, 1981 ; Beghami, 2003), ce qui nous a conduits à retenir le gradient thermique donné par Seltzer (1946) :

- 0,45 °C pour 100 m de dénivelée pour la moyenne des minima.
- 0,7 °C pour 100 m de dénivelée pour la moyenne des maxima.

Le calcul des différents paramètres thermiques en fonction de l'altitude à partir des stations de références de Bouhmama et d'El Hamma est consigné dans le tableau I. 12. Par ailleurs la station de Bouhmama est utilisée pour cerner les variables thermiques sur les versants sud, alors que celle d'El Hamma l'est pour évaluer ces dernières sur les versants Nord.

### I. 2. 2. 3. 2. Les gradients pluviométriques

Le réseau météorologique servant de référence reste très insuffisant. De ce fait de nombreux secteurs aussi bien à l'Est qu'à l'Ouest restent incertains et l'appréciation des facteurs climatiques essentiels est très difficile sans l'utilisation de gradients de correction.

Les ceintures de végétation sont disposées selon des gradients latitudinaux et altitudinaux puisque la latitude et l'altitude sont les deux facteurs discriminants majeurs de la répartition de la pluviosité, des températures et de l'évapotranspiration potentielle qui, à leur tour déterminent,

pour une grande part, la répartition de la végétation, l'occupation des terres et la nature des cultures (Le Houérou, 1991).

Selon Le Houérou *et al.* (1977), abstraction faite des reliefs, on observe deux gradients pluviométriques : un gradient décroissant Nord-Sud et un gradient croissant Ouest- Est, ce dernier étant lié aux pluies d'origine saharienne (Le Houérou *et al.* 1977). D'une part, les précipitations sont dues aux vents pluvieux de secteur ouest et nord ouest, qui abordent le Maghreb par le littoral Nord durant la saison froide ( Seltzer, 1946) : leur influence diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la mer. D'autre part, les précipitations orageuses sont dues aux perturbations atmosphériques engendrées par les dépressions en provenance des régions sahariennes. Ces dépressions abordent les zones steppiques par le Sud durant la saison chaude ; elles sont d'autant plus nombreuses que l'on va vers l'Est, d'où les fréquents orages estivaux sur les hautes plaines sud constantinoises et les hautes steppes tunisiennes (Le Houérou *et al.* 1977). Dans ce contexte, (Seltzer, 1946 ; Le Houérou *et al.* 1975 ; Absesmed, 1981), ont mis en évidence l'existence de gradients de croissance altitudinal pour les précipitations. Les gradients trouvés pour évaluer les conditions pluviométriques des principaux reliefs dans les zones dépourvues de stations d'observation sont les suivants :

Pour une région bien définie comme le bassin du Hodna, qui est très proche de la nôtre, Le Houérou *et al.* (1977), note un gradient de 20 mm pour les versant sud et 40 mm par 100 m de dénivellation pour les versants nord et parfois plus selon les formes du relief, l'exposition et l'importance des précipitations.

En Tunisie méridionale Le Houérou (1959), trouvait une moyenne de 25 mm pour 100 m de dénivelé. De même Baldy (1965), préconise 20 mm pour 100 m en Tunisie centrale .

Abdesmed (1981) de son côté, recommande un gradient altitudinal de 20 mm pour 100 m pour les versants sud et 40 mm pour 100 m d'élévation pour les versants nord .

La confrontation de ces données à la littérature phytoécologique concernant les régions voisines et les cédraies des Aurès ainsi que les cartes pluviométrique (Chaumont et Paquin, 1971) et bioclimatique (Unesco, 1963 ; Le Houérou *et al.* 1977), nous ont amenés à retenir le gradient pluviométrique proposé par Le Houérou (1975) à savoir :

- 40 mm par 100 m de dénivellation pour les versants nord ;
- 20 mm par 100 m de dénivellation pour les versants sud.

Halimi (1980), précise que cette estimation doit être prise avec précaution car l'accroissement des précipitations n'est pas dû seulement à l'effet de l'altitude ; en effet, d'autres facteurs (versant, exposition, topographie), qui ne manquent pas d'importance, agissent simultanément sur le phénomène des variations.

Enfin, les résultats obtenus concordent avec ceux de Schoenenberger (1970a ; 1970b), Schoenenberger (1972), Le Houérou (1975) et Abdessemed (1981) proposés pour les cédraies de l'Aurès.

### **I. 2. 3. Synthèses climatique et bioclimatique**

Les écosystèmes du bassin méditerranéen constituent de remarquables ensembles-modèles pour l'étude des changements globaux, car la région méditerranéenne est une zone de transition sur le plan bioclimatique, et selon plusieurs études prospectives récentes, les changements climatiques devraient avoir là des effets majeurs. Il est cependant très difficile, voire artificiel, de séparer les effets écologiques engendrés par les changements climatiques et atmosphériques de ceux occasionnés par les modifications du mode d'usage des terres, très variables selon les régions périméditerranéennes suite aux pressions anthropiques (Quézel et Médail, 2003).

#### **I. 2. 3. 1. Synthèse climatique de la zone d'étude**

En raison de l'absence quasi-totale de certains paramètres comme le facteur thermique et les lacunes observées dans les autres paramètres, en l'occurrence les précipitations dans les différentes stations des Aurès, on a dû se référer uniquement aux deux stations présentant des observations récentes, complètes et continues sur une période satisfaisante. Ces-ci se localisent sur les piedmonts des versants sud et nord de la zone d'étude ; ce qui nous permet de réaliser des extrapolations à différentes altitudes. Du fait du protocole de la collecte originale, le problème de la qualité des données se pose de façon très aiguë. Pour cette raison il est donc appelé à la plus grande prudence et on est invité autant que possible à confronter ces données aux autres informations locales disponibles. Les principales sources d'erreurs sont:

- l'état d'observation des sites ;
- la localisation des sites ;
- l'imprécision irréductible due à la difficulté de l'observation ;
- des erreurs ponctuelles introduites dans le fichier, soit au moment de l'observation, soit au cours des opérations successives de l'archivage des données.

Afin de pouvoir caractériser le climat d'une région ou d'une station donnée, de nombreux auteurs ont tenté d'établir une synthèse des principaux facteurs climatiques. Cette synthèse est présentée sous diverses formules et expressions graphiques tenant compte d'un certain nombre de paramètres climatiques, le plus souvent le facteur thermique et les précipitations. Ainsi chaque type de climat est caractérisé par un indice approprié. De nombreuses formules et représentations graphiques ont été proposées pour le climat méditerranéen (Daget, 1977a et b ; Emberger, 1971 ; Sauvage, 1962 ; Sauvage, 1963 ; Bagnouls et Gaussen, 1953 ; Emberger, 1931). Il faut

reconnaître que, sans être contradictoires dans leur ensemble, ces indices ne sont pas toujours très concordants, comme l'a montré Schmidt (1979) in Floret et Pontanier (1982 ; 1984) à l'occasion d'une étude critique sur les propositions de délimitation du désert de Chihuahuan. Aussi, ces auteurs Floret et Pontanier (1982 ; 1984) ont-ils critiqué ces systèmes trop physique et pas assez bioclimatiques à l'exception du système d'Emberger (1952) qui s'appuie également sur la végétation pour la délimitation des bioclimats.

### I. 2. 3. 1. 1. Amplitudes thermiques

Les définitions, qui ont été proposées pour évaluer l'amplitude thermique, sont nombreuses et la plupart sortent du cadre de la présente étude. Nous retiendrons ici celles proposées par Seltzer (1946) et M'herit (1982).

Seltzer (1946) écrivait « l'amplitude annuelle de la température de l'air est définie par la différence entre les températures moyennes du mois le plus chaud et du mois le plus froid ; elle caractérise le degré de continentalité d'un climat ».

En faisant nôtre cette définition, il résulte que l'amplitude thermique varie de 19,66°C à Bouhmama et 19,50°C à El Hamma. Ces valeurs sont peu différentes avec une continentalité sensiblement plus marquée dans la station de Bouhmama que dans la station d'El Hamma.

Cependant, Peyre (1978) et Sauvage (1963) soulignent que l'amplitude thermique maximale ou extrême a plus d'intérêt pour l'écologue, parce qu'elle exprime non seulement la continentalité, mais elle donne une idée de l'importance de l'évaporation en l'absence de la mesure directe de celle-ci. Emberger (1931) a constaté que dans les pays méditerranéens "l'évaporation est d'autant plus forte que (M-m) est plus grand". Ainsi M'herit (1982) a-t-il précisé que les espèces végétales sont plus sensibles aux températures minimales de la saison froide et aux températures maximales de la saison chaude et, par conséquent à l'amplitude de leurs oscillations.

Nous avons calculé cette amplitude en faisant la différence entre la moyenne des maxima du mois le plus chaud et la moyenne des minima du mois le plus froid. Les résultats sont reportés dans le tableau I. 10.

**Tableau I. 10. Amplitudes thermiques maximales.**

Station	m	M	Amplitude (M-m)
Bouhmama	2,08	35,95	33,87
El Hamma	2,5	33,6	31,1

Les résultats du tableau I. 10 montrent qu'on est en présence d'un climat caractérisé par un régime thermique contrasté. D'après Nasr *et al.* in Benabadji et Bouazza (2000), en fonction de cette amplitude on peut distinguer quatre types de climats :

- ◆ Climat insulaire:  $M-m < 15^{\circ}\text{C}$
- ◆ Climat littoral:  $15^{\circ}\text{C} < M-m < 25^{\circ}\text{C}$
- ◆ Climat semi-continentale:  $25^{\circ}\text{C} < M-m < 35^{\circ}\text{C}$
- ◆ Climat continentale:  $M-m > 35^{\circ}\text{C}$

Après avoir examiné les données du tableau I. 1, nous remarquons que les deux stations ont un climat semi- continentale. Enfin selon Papadopoulos *et al.* (2003) l'amplitude thermique, permet de définir le degré de continentalité d'une région, et plus (M-m) est élevé plus la continentalité est forte.

### **I. 2. 3. 1. 2. Continentalité thermique et pluviale (continentalité globale)**

#### **I. 2. 3. 1. 2. 1. Continentalité thermique**

Elle entraîne une concentration estivale de la température dont l'importance est mesurée par le coefficient de Gorcsinsky modifié par Daget (1977b) sous la forme suivante :

$$K^{\circ} = \frac{1,7 A}{\sin(\varphi + 10 + 9H)} - 14$$

$K^{\circ}$  : indice de continentalité.

A : amplitude thermique moyenne annuelle en degré Celsius.

$\varphi$  : Latitude géographique du lieu en degré d'arc.

H : altitude en kilomètres.

Ce coefficient varie de 0 à 100 et peut s'exprimer en pourcentage.

#### **I. 2. 3. 1. 2. 2. Continentalité pluviale**

Elle est définie par Daget (1977b) comme étant la concentration estivale des précipitations, elle se mesure par le rapport des précipitations des six mois les plus chauds aux précipitations des six mois les plus froids.

Partant de ces deux définitions, nous avons calculé les indices et rapports des deux types de continentalité pour les deux stations ; en effet leur combinaison permet de caractériser le degré de continentalité globale dans les stations considérées (Tab. I. 11).

**Tableau I. 11. Indices et rapports de continentalité thermique et pluviale**

Stations	latitude	Amplitude	K` continenta lité thermique	C Continentalité pluviale	Obs
El Hamma	35°27'50``	19,50	26,7	0,98	$C < 1$
Bouhmama	35°19'20``	19,45	25,9	0,75	$0 < k' < 100$

Les valeurs de la continentalité thermique pour les deux stations sont proches. Cependant, celle-ci est plus accentuée dans la station d'El Hamma que dans la station de Bouhmama. Malgré que la station de Bouhmama soit plus méridionale que celle d'El Hamma, ce-ci pourrait s'expliquer toujours par l'effet de l'altitude.

L'examen du tableau I. 11, nous permet de conclure qu'on est en présence d'un climat méditerranéen, puisque la continentalité pluviale est, dans l'en semble, inférieure à 1. Ainsi le rapport pluvial calculé atteint son maximum El Hamma (0,98). Ce qui signifie l'importance des pluies des six mois les plus chauds, par rapport à celles des six mois les plus froids. Ce constat nous invite à évoquer la remarque de M'hirit (1982) : « l'on pourrait se demander d'ailleurs si ce n'est cette concentration estivale de la pluie qui permet aux cédraines comme celles des Aurès et du Haut Atlas de se maintenir, voire de se régénérer ».

Quant à la valeur de la continentalité thermique, elle est toujours comprise entre 0 et 100, et rattache de ce fait ces stations au climat méditerranéen semi continental, faiblement contrasté pour l'ensemble de la région tant que  $25 < K' < 37$ .

Sur le diagramme proposé par Daget (1977b), qui tient compte des deux modes de continentalités simultanément, nous avons re présenté la zone d'étude (Fig. I. 12). Notons que les valeurs de la continentalité thermique sont portées en abscisses et celles de la continentalité pluviale en ordonnées.

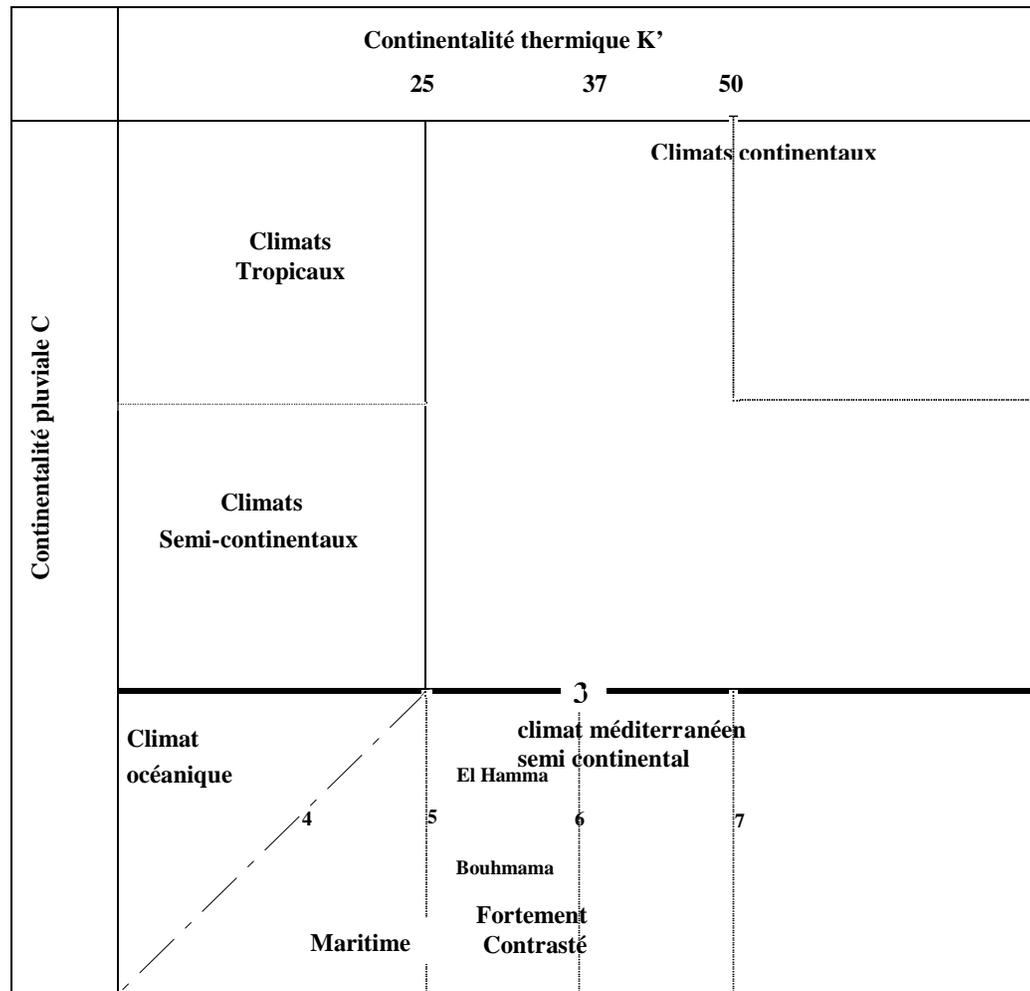


Figure I. 12. Diagramme de continentalité globale (Daget, 1977b)

### I. 2. 3. 1. 3. Le système de Debrach

Partant de la classification de Debrach (1953), qui fait intervenir uniquement le paramètre thermique. C'est l'amplitude thermique maximale définie ci-dessus ( $M-m$ ) : elle est sous la dépendance de l'altitude et de l'éloignement de la mer. L'altitude réduit l'amplitude et l'éloignement de la mer l'augmente. De ce fait on constate que l'ensemble de notre région et à différentes altitudes appartient au climat de type semi-continental froid variante très froide pour lequel Debrach (1953) propose comme limites  $25 < M-m < 35$  °C et  $10 < (M + m)/2 < 15$ . Cette variante s'observe sur les versants nord dès 1600 m d'altitude bien que sur les versants sud, elle ne peut être constatée qu'à partir de 1900 m d'altitude. Cela traduit, en fait, un décalage de 300 m entre les deux versants (Tab. I. 12). Le climat modérément chaud variante froide est distingué lorsque  $15 < (M + m)/2 < 20$ , elle se rencontre sur les versants sud et nord particulièrement à basse altitude.

Rappelons que M-m désigne l'amplitude thermique maximale et M+m/2 caractérise la température moyenne annuelle.

**Tableau I. 12. Classification des climats de la zone d'étude selon le système de Debrach**

Altitude	Versant nord				Versant sud			
	M	m	M+m/2	M-m	M	m	M+m/2	M-m
1200	32,12	1,55	16,83	30,57	35,67	1,90	18,79	33,77
1300	31,42	1,10	16,26	30,32	34,97	1,45	18,21	33,52
1400	30,72	0,65	15,68	30,07	34,27	1,00	17,64	33,27
1500	30,02	0,20	15,11	29,82	33,57	0,55	17,06	33,02
1600	29,32	-0,25	<b>14,53</b>	29,57	32,87	0,10	16,49	32,77
1700	28,62	-0,70	<b>13,96</b>	29,32	32,17	-0,35	15,91	32,52
1800	27,92	-1,15	<b>13,38</b>	29,07	31,47	-0,80	15,34	32,27
1900	27,22	-1,60	<b>12,81</b>	28,82	30,77	-1,25	<b>14,76</b>	32,02
2000	26,52	-2,05	<b>12,23</b>	28,57	30,07	-1,70	<b>14,19</b>	31,77
2100	25,82	-2,50	<b>11,66</b>	28,32	29,37	-2,15	<b>13,61</b>	31,52
2200	25,12	-2,95	<b>11,08</b>	28,07	28,67	-2,60	<b>13,04</b>	31,27
2300	24,42	-3,40	<b>10,51</b>	27,82	27,97	-3,05	<b>12,46</b>	31,02

Les résultats trouvés (Tab. I. 12) sont en accord avec ceux trouvés par différents auteurs pour la région des Aurès notamment M'hirit (1982) et Meddour (1994 ; 2010)

### I. 2. 3. 2. Synthèse bioclimatique

Afin de mieux caractériser les bioclimats qui règnent dans une région donnée et l'impact concomitant des différents paramètres climatiques et biologiques, les bioclimatologues ont proposé des formules et des diagrammes. Nous en faisons l'inventaire.

#### I. 2. 3. 2. 1. Indice de sécheresse estivale

Cet indice dit aussi « d'Emberger – Giacobe » est utilisé pour séparer les climats méditerranéens dont l'été est sec. Il est exprimé par le rapport de la pluviométrie estivale à la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M).

$$S = \frac{PE}{M}$$

PE : totale des précipitations des 3 mois d'été.

M : moyenne des maximums du mois le plus chaud.

Emberger in Daget (1977b) avait proposé d'adopter S=7 comme limite pour caractériser les climats méditerranéens dont l'été est sec. Daget (1977b) a ramené celle-ci à la valeur de 5 pour mieux séparer les climats océaniques des climats méditerranéens. Il préconise ainsi l'échelle de référence suivante :

Échelle proposée par *Daget et al. (1993)*

Indice	0	5	7
Été	Sec	Sub sec	Non sec
Climat	méditerranéen	Sub méditerranéen	Non méditerranée

Les résultats que nous avons trouvés permettent de classer la zone d'étude dans un climat méditerranéen à été sec, tant que les valeurs de S sont inférieures à 5 : 1,74 pour la station de Bouhmama et 2,65 pour la station d'El Hamma.

**I. 2. 3. 2. 2. Quotient pluviothermique d'Emberger**

Dès les années 1930 Emberger a cherché une expression synthétique du climat méditerranéen capable de rendre compte de la sécheresse. Partant du fait que les précipitations (P) sont le moyen le plus simple pour caractériser la sécheresse, et que la vie du végétal se déroule entre deux pôles thermiques, la moyenne des minima du mois le plus froid (m) et la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M), Emberger (1952) proposa le quotient pluviothermique suivant :

$$Q_2 = \frac{1000 P}{\left[ \frac{M + m}{2} \right] (M - m)}$$

Le quotient d'Emberger, qui caractérise le bioclimat d'une région donnée, tient compte de trois paramètres climatiques :

- La hauteur moyenne des précipitations annuelles (P) exprimée en mm.
- La température maximale moyenne du mois le plus chaud (M) en degré Kelvin.
- La température minimale moyenne du mois le plus froid (m) en degré Kelvin.

Alors la formule s'écrit après simplification :

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

C'est par cette formule que nous avons calculé ce quotient pour les deux stations celle de Bouhmama et d'El Hamma (Tab. I. 13) ainsi qu'aux différentes altitudes et sur les deux versants (Tab. I. 14)

**Tableau I. 13. Indice bioclimatique d'Emberger dans les stations de Bouhmama et d'El Hamma**

Station \ Paramètres	Altitude	Précipitations (mm)	M	m	Q <sub>2</sub>	Etage bioclimatique
El Hamma	988	477,1	33,6	2,5	52,68	Semi aride
Bouhmama	1160	388,1	35,95	2,08	39,22	Semi aride

Floret et Pontanier (1982 ; 1984) précisent que, d'une manière générale, plus le quotient est faible et plus le climat est sec. Il en résulte dans notre cas que la station de Bouhmama est plus sèche que la station d'El Hamma. Les résultats trouvés pour la région des Aurès sont en concordance avec la carte bioclimatique proposée par Le Houérou (1970) in Floret et Pontanier (1982) pour des zones arides et désertiques d'Afrique du Nord (Fig. I. 13).

### I. 2. 3. 2. 3. Climagramme pluviothermique et étages bioclimatiques de végétations

Ce diagramme ne tient pas compte uniquement du quotient Q<sub>2</sub> mais encore de la moyenne des minima du mois le plus froid. Le tableau I. 14 présente la récapitulatif des données du quotient d'Emberger ainsi que les étages bioclimatique de végétation à différentes altitudes. Sur ce diagramme nous avons pu représenter respectivement les stations d'El Hamma et de Bouhmama (Fig. I. 13.). Notons que les valeurs de Q<sub>2</sub> sont portées sur l'axe des ordonnées et les valeurs de m sur l'axe des abscisses.

**Tableau I. 14. Récapitulatif des différents paramètres climatiques et bioclimatiques**

Versant Nord						Versant Sud				
Altitude	P	M	m	Q <sub>2</sub>	étages	P	M	m	Q <sub>2</sub>	étages
1200	561,9	32,12	1,55	63,05	S.A	396,13	35,67	1,90	40,23	S.A
1300	601,9	31,42	1,10	68,09	S.H	416,13	34,97	1,45	42,58	S.A
1400	641,9	30,72	0,65	73,22	S.H	436,13	34,27	1,00	44,96	S.A
1500	681,9	30,02	0,20	78,43	S.H	456,13	33,57	0,55	47,38	S.A
1600	721,9	29,32	-0,25	83,74	S.H	476,13	32,87	0,10	49,84	S.A
1700	761,9	28,62	-0,70	89,13	S.H	496,13	32,17	-0,35	52,33	S.H
1800	801,9	27,92	-1,15	94,62	H	516,13	31,47	-0,80	54,86	S.H
1900	841,9	27,22	-1,60	100,20	H	536,13	30,77	-1,25	57,43	S.H
2000	881,9	26,52	-2,05	105,88	H	556,13	30,07	-1,70	60,04	S.H
2100	921,9	25,82	-2,50	111,66	H	576,13	29,37	-2,15	62,69	S.H
2200	961,9	25,12	-2,95	117,54	H	596,13	28,67	-2,60	65,39	S.H
2300	1001,9	24,42	-3,40	123,53	H	616,13	27,97	-3,05	68,13	S.H



**I. 2. 3. 2. 4. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953)**

Le principe de cet indice repose sur la comparaison entre le total moyenne des précipitations du mois en mm et le double de sa température moyenne en degré Celsius. D'après cette méthode, un mois étant sec lorsque le total des précipitations du mois, est inférieur au double de sa température moyenne ( $P < 2T$ ) et inversement un mois est considéré comme étant humide lorsque le total des précipitations du mois, est supérieur au double de sa température moyenne ( $P > 2T$ ).

D'après cette définition, il résulte que la sécheresse n'est pas nécessairement l'absence totale de pluies, elle se manifeste lorsque de faibles précipitations se conjuguent avec une forte chaleur. On détermine la saison sèche par une représentation graphique portant en abscisse les mois de l'année et en ordonnée à droite la hauteur des précipitations (p) en mm et à gauche les températures (T) mensuelles avec une échelle double de celle des précipitations ( $P = 2T$ ).

La période sèche de l'année est la partie du diagramme où la courbe thermique est au-dessus de celle des pluies. Les Figures I. 14 et I. 15 montrent que les stations de Bouhmama et d'El Hamma présentent des saisons sèches dont la durée s'étale sur 5 mois, de mai à octobre à la station de Bouhmama et sur 3 mois de juin à la fin du mois août à d'El Hamma.

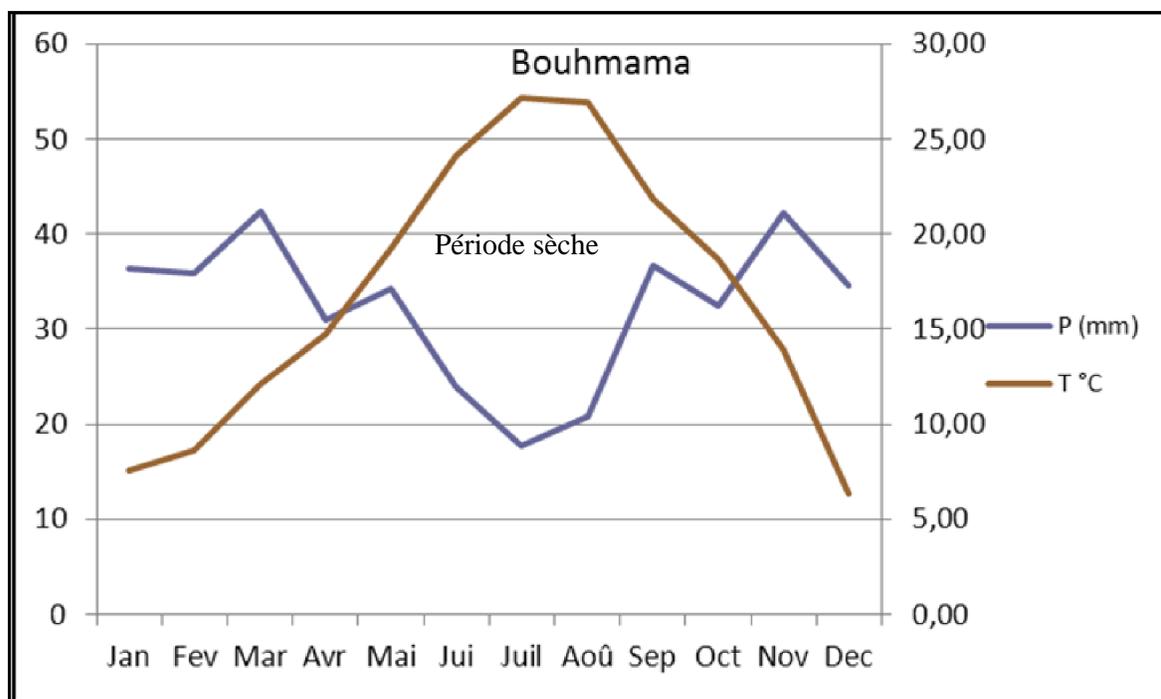


Figure I. 14. Diagramme ombrothermique - Station de Bouhmama

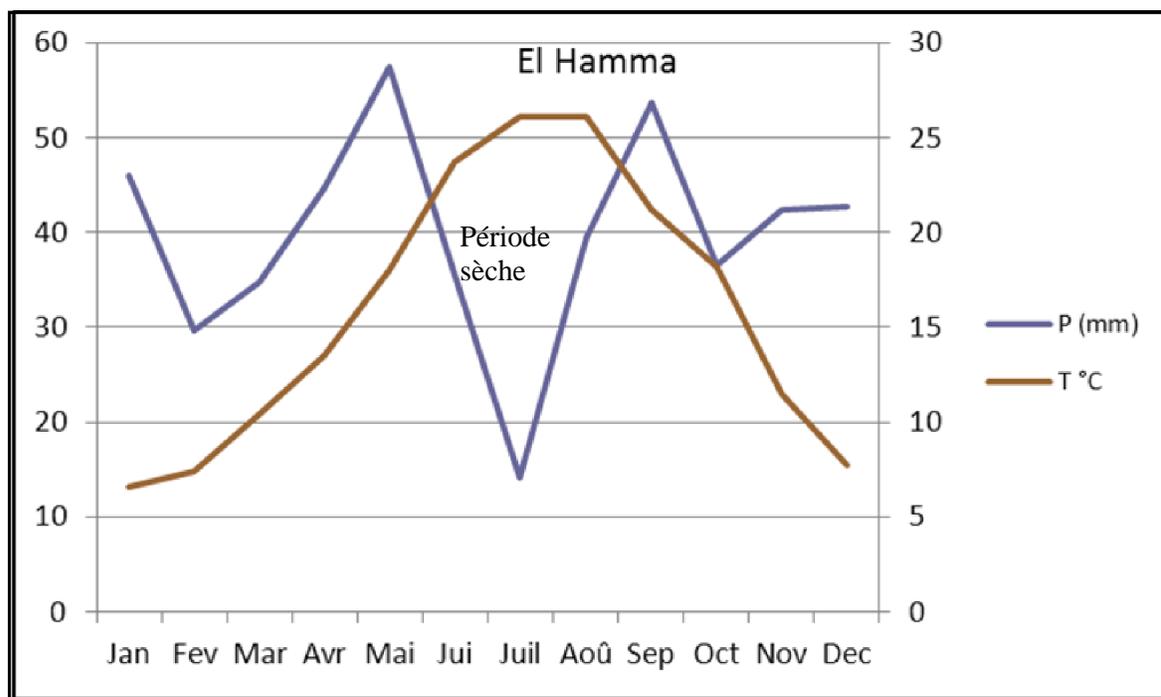


Figure I. 15. Diagramme ombrothermique - Station d'El Hamma -

## I. 2. 4. Autres paramètres du climat

### I. 2. 4. 1. La neige

Nous ne disposons pas de données relatives à la zone d'étude. Néanmoins, Seltzer (1946) fournit pour quelques stations avoisinantes des données fragmentaires concernant le nombre moyen des jours d'enneigement.

D'après le tableau I. 15, on constate que le maximum d'enneigement est enregistré dans la station de S'gag située à 1650 m d'altitude, dans une ambiance forestière et avec une pluviométrie annuelle (481 mm) relativement plus basse à cette altitude. Ce phénomène peut s'expliquer par l'effet de masque de Dj. Ich-Ali (Abdessemed, 1981). C'est la raison pour laquelle le même auteur a souligné que cette période d'enneigement sera dépassée au Chélia et au Feraoun.

**Tableau I. 15. Enneigement (Seltzer, 1946)**

Station	Altitude	Précipitations (mm)	Latitude	Nombre de jours où il a neigé	N <sup>bre</sup> de jours d'enneigement
Arris	1100	345	35° 16`	-	15
Batna	1040	346	35° 33`	14,4	8,3
Aïn-Mimoun	1345	575	35° 23`	14,3	21,3
Foum-Toub	1220	468	35° 24`	12	16,4
S'gag	1650	481	35° 23`	34,1	64,2

La durée d'enneigement la plus courte s'observe dans la station de Batna coïncide, avec une pluviométrie de 346 mm.

### I. 2. 4. 2. Vents

Les observations relatives à ce paramètre, ne sont disponibles que pour la station de Batna. Néanmoins, ces données ne sont pas extrapolables à la zone d'étude. Cependant, il est en général admis que les vents chargés de pluies viennent du Nord et du Nord-ouest. Ce qui bénéficie aux versants nord et non aux versants sud.

Toutefois, un vent très sec et très chaud souffle du Sahara provoquant ainsi une augmentation notable de la température et une chute brutale de l'humidité atmosphérique. Il atteint son maximum aux mois de juillet et août et le versant sud est plus exposé à son action défavorable.

### I. 2. 4. 3. Gelée

Si la gelée blanche a un effet néfaste sur la végétation, surtout les gelées tardives ; cependant, ce paramètre est à l'origine de la désarticulation des cônes de cèdres et de la germination des graines par levée de la dormance (Toth, 1978). On note la valeur de 97,7 jours par an à 1650 m d'altitude (station de S'gag), ainsi que 72,1 dans la station de Bouhmama ; cette valeur sans doute serait plus élevée en remontant vers les hautes altitudes.

### I. 2. 4. 4. Grêle

C'est le phénomène le plus redoutable, il contribue à la destruction mécanique des végétaux, surtout les jeunes plants. La grêle survient très souvent en printemps, ce qui coïncide avec la reprise végétative. Les valeurs illustrées par le tableau I. 16 ne sont données qu'à titre d'information.

**Tableau I. 16. La grêle (Seltzer, 1946)**

Mois Station	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
Batna	0,8	0,8	1,1	0,6	0,6	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,5	5,8
Arris	0,6	0,4	0,6	0,3	0,4	0,1	0,1	0,4	0,1	0,1	0,1	0,2	3,4

### Conclusion

L'étude des paramètres climatiques basés principalement sur des extrapolations, n'a pas été sans problèmes. Néanmoins, elle nous a conduit à en tirer des observations qui restent valables et en accord avec celles avancées par différents auteurs.

Cette étude a mis en évidence, au niveau du massif des Aurès un climat de type méditerranéen, semi-continentale faiblement contrasté, dont l'été est sec et dur de mai jusqu'à la fin septembre à la station de Bouhmama et sur 3 mois de juin à la fin d'août à la station d'El Hamma. Ces valeurs diminueraient en remontant en altitude.

Les valeurs de pluies que reçoit ce massif varient de 217,7 mm à plus de 900 mm. Ces valeurs sont proches de celles proposées par Schoenenberger (1970a ; 1970b ; 1972) et confirmées par Abdessemed (1981).

Par ailleurs, ce massif est caractérisé principalement par les étages bioclimatiques suivants :

- sur les versants Nord, on rencontre le semi aride, le subhumide et l'humide
- Sur les versants Sud, on rencontre le semi-aride et le subhumide.

# **Partie II**

*Analyse écologique et  
biogéographique*

# Chapitre I

*Aspects méthodologiques  
généraux*

## II. 1. Aspects méthodologiques généraux

### Introduction

Ce chapitre du travail présente l'approche méthodologique utilisée afin de :

- délimiter la zone d'étude par le biais de croisement de différents niveaux géographiques, l'intérêt patrimonial de sa végétation et de la flore qu'elle héberge,
- localiser des sites pour la réalisation des relevés phyto-écologiques,
- étudier l'organisation de la dynamique floristique en fonction de divers paramètres de l'environnement par les analyses statistiques multivariées et mettre l'accent sur la dynamique spatiotemporelle de la flore et de la végétation de l'Aurès par différentes approches ; l'une basée sur l'application de la télédétection et l'autre sur l'analyse diachronique de la flore par un jeu de relevés sources et de relevés ré-échantillonnés. La dernière consiste à l'analyse pédo-anthracologique (paléo- environnementale).

Dans toute étude de végétation, le problème d'échantillonnage se pose de façon fondamentale. Pour Dagnelie (1970) «l'échantillonnage est l'ensemble des opérations qui ont pour objet de prélever dans une population les individus qui constituent l'échantillon. L'échantillon est la fraction réellement observée d'une population». De sa part Gounot (1969), indique que l'échantillonnage doit comprendre deux phases : La première est constituée par l'analyse des échantillons eux même, pour vérifier s'ils satisfont aux critères d'homogénéité et de représentativité suffisante, la deuxième correspond à la comparaison des échantillons pour en tirer des conclusions valables sur la communauté entière.

### II. 1. 1. Choix de la zone d'étude

Le choix de la zone d'étude a été déterminé à la suite de nos travaux de terrain, qui ont été réalisés, en collaboration avec de Bélair et Vela, dans la région des Aurès sur la flore et les paramètres de l'environnement (Beghami, 2003 ; Beghami *et al.* 2007), ainsi que les travaux des chercheurs contemporains, notamment Schoenenberger (1970a, 1970b ; 1972), Abdessemed (1981 et 1985). Ce choix est justifié également par l'intérêt floristico-écologique de la zone et de par ses positions géographique et géomorphologique. Notons que parfois des sites floristiquement potentiels n'ont pas été choisis et étudiés en regard de leur difficile accessibilité (exemple la cédraie de Z'gag).

### II. 1. 2. Stratification de l'espace

Comme l'ensemble de la végétation méditerranéenne, la végétation de la région des Aurès est le résultat d'un ensemble de facteurs écologiques et socioéconomiques. La géologie de l'Aurès, l'orientation des chaînes de montagnes, les précipitations qui l'arrosent et l'histoire de la

présence humaine et des civilisations qu'a connue cette zone ont façonné le paysage végétal dont on a hérité aujourd'hui. La littérature et les études relatives à la valeur patrimoniale de sa flore et aux conditions climatiques et bioclimatiques de la région des Aurès, indiquent qu'elle s'étale principalement sur trois étages de végétation : le semi aride, le subhumide et l'humide qui donnent un intérêt irréfutable leur étude écologique. Tenant compte de tous les paramètres cités, nous avons stratifié notre zone en trois blocs d'inégale importance. La thuriferaie qui occupe la région de oued Abdi et la région de T'kout (Aurès occidental), la cédraie répartie sur deux massifs ; celui du Chélia et le deuxième plus à l'est, les Ouled Yagoub (Aurès oriental). C'est la limite est de l'endémique algéro-marocain *Cedrus atlantica*. D'après Okkacha (2008) ce zonage écologique permet de cerner la diversité phytogénétique en tenant compte de la flore et de la végétation. Par le biais de toutes les informations mises à notre disposition, constitué principalement par des cartes topographiques aux échelles : 1/200000, 1/50000 et 1/25000, des photos aériennes (échelle 1/200 missions 1972 et 2003), des images satellitaires Landsat 1972, 2007 et le découpage administratif de l'Algérie géo-référencé, nous avons pu délimiter ce zonage pour des campagnes de terrain.

Chaque zone ainsi définie représente une entité éco-géographique définie par :

- des conditions climatiques et bioclimatiques ;
- des caractères floristiques liés aux espèces végétales majeures ;
- la géologie et la géomorphologie ;

### **II. 1. 3. Organisation du plan d'échantillonnage**

Notre objectif à travers la présente étude est, d'une part, de contribuer à la connaissance de l'écologie des principales formations pré-forestières, forestières et montagnardes qui poussent dans la région des Aurès, d'autre part, d'essayer de retracer la dynamique récente et ancienne de cette végétation aussi que ses tendances évolutives.

#### **II. 1. 3. 1. Plan d'échantillonnage dans la zone des Ouled Yagoub**

Le but du thème de recherche dans cette zone est la connaissance de la flore de cette région, sa biodiversité floristique et éventuellement son statut. Pour cela l'échantillonnage adopté est un échantillonnage qui tient compte de la variabilité des milieux, sans omettre les biotopes les plus rares et les plus réduits. C'est donc un échantillonnage subjectif qui dépend de nos connaissances préalables de terrain (Gounot, 1969). Toutefois on a essayé de varier les habitats en tenant compte surtout de l'altitude, du versant, de la géomorphologie ainsi que de tout facteur qui semble affecter la distribution de la flore (Godron, 1971 ; Guinochet, 1973).

### II. 1. 3. 2. Plan d'échantillonnage des thuriféraires

Le thème de recherche porte sur les structures forestières des thuriféraires et leur dynamique. Les objectifs thématiques poursuivis sont les suivants :

- la flore associée au thurifère dans les Aurès ;
- l'organisation de cette flore en groupements végétaux, fonction du milieu et des facteurs anthropiques ;
- son intérêt biogéographique.

Afin de répondre à ces préoccupations thématiques, nous avons été amené à choisir d'abord un échantillonnage stratifié basé essentiellement sur des paramètres géographiques, car le thurifère se scinde en deux principales populations. L'une à Oued Abdi et l'autre à T'kout. A l'intérieur de chaque ensemble on a opté pour la même technique d'échantillonnage qui consiste à tenir compte des variables relatives au milieu et à la structure de la formation végétale. Selon Gounot (1969) l'échantillonnage subjectif est le plus simple, il consiste à choisir des zones qui paraissent homogènes et représentatives, ce choix se fait essentiellement selon l'expérience déjà acquise, donc c'est une méthode de reconnaissance qualitative rapide.

### II. 1. 3. 3. Plan d'échantillonnage dans le massif de Chélia

Cette contribution porte sur la définition des groupements végétaux et leurs déterminismes éco - pédologique dans le massif de Chélia. Notre approche se base sur un échantillonnage stratifié visant à mettre en évidence les facteurs écologiques responsables du déterminisme de la végétation du massif de Chélia (Beghami, 2003 ; Beghami *et al.* 2007) et de réaliser une comparaison avec les relevés réalisés en 1999 (Beghami, 2003). Cette confrontation diachronique utilisant l'analyse multifactorielle permet de déceler la tendance dynamique de la flore de ce massif.

Selon Frontier (1983) l'échantillonnage stratifié, consiste à subdiviser une population hétérogène en sous populations ou strates plus homogènes. Cependant la mise en application, de ce type d'échantillonnage soulève deux questions principales selon le même auteur : d'une part, comment construire les strates ? D'autre part, quels plans d'échantillonnage devraient être adoptés dans chaque strate ?

Pour la première, il s'agit de choisir les meilleurs critères de stratification, qui peuvent être unique, double, triple ou multiples. Ensuite de fixer le nombre de strates selon les stratificateurs choisis. Enfin, on spécifie clairement les frontières de chaque strate, afin qu'aucune ambiguïté n'apparaisse au moment du classement des éléments (Frontier, 1983).

Pour la deuxième, il est utile d'adopter une technique qui conserve la même fraction d'échantillonnage dans chaque strate ; c'est à dire suivant une allocation proportionnelle à la surface. D'après le même auteur, cette technique présente les avantages suivants :

- La précision des résultats est supérieure ou éventuellement égale à celle d'un échantillonnage aléatoire simple.
- La planification du travail et les calculs relatifs à cette allocation sont plus simples que dans les autres stratégies.
- Elle permet d'appliquer directement les tests d'hypothèses et les techniques de statistique multidimensionnelle.

Ainsi Gounot (1969), après une série de recherches sur le terrain, a conclu que ce type d'échantillonnage se révèle efficace pour distinguer des communautés présentant entre elles des différences qualitatives et quantitatives.

#### **II. 1. 3. 4. Analyses utilisées**

Le traitement des données de la flore codée en présence - absence par les techniques statistiques multifactorielles, est réalisé par le logiciel XLSTAT version 2009. Pour cela les données récoltées sont soumises à l'analyse factorielle des correspondances et les relations avec les variables du milieu, sont mises en évidences par l'application des analyses canoniques des correspondances.

#### **II. 1. 3. 5. Analyse pédoanthracologique**

Le but de cette investigation est de retracer la phytohistoire de la flore des Aurès. Il s'agit là de répondre, particulièrement à certaines questions soulevées par la problématique de cette recherche. Les questions les plus préoccupantes sont la flore ligneuse et son évolution depuis l'holocène à ce jour, l'aire de répartition potentielle du cèdre de l'atlas dans les Aurès. Des profils pédoanthracologiques ont été réalisés dans le massif des Ouled Yagoub, dans le massif de Chélia et dans la thuriféraie de T'kout et Dj Mehmel. Soulignons que la recherche pédoanthracologique dans la thuriféraie de T'kout et dans le Dj Mahmel a été finalement confiée à notre collègue Kherchouche D.

#### **II. 1. 3. 5. Analyse géomatique**

L'objectif de cette étude est la caractérisation des structures forestières par télédétection et l'analyse de la dynamique du couvert forestier et montagnard.

Les sites choisis correspondent aux deux massifs, celui des Ouled Yagoub et celui de Chélia. Les données relatives à la flore, collectées au niveau des massifs de Chélia et des Ouled Yagoub, et qui sont géoréférencées, ont été par la suite traitées par l'application de la géomatique et les

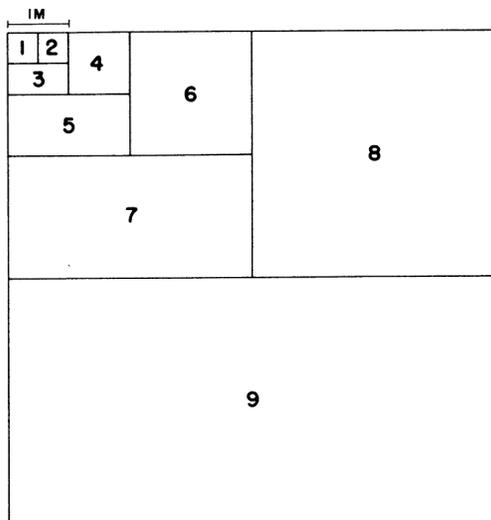
SIG. Cette tâche a été rendue possible grâce au soutien de notre collègue Benmessaoud H. Toutefois par souci pratique, le traitement géomatique est limité uniquement aux deux massifs, bien qu'on dispose des données sur les thuriféraires. Cela se justifie par la disponibilité des scènes de l'image satellitaire Land sat. En effet, la scène comportant ces deux massifs à la fois se limite à la partie ouest du massif de Chélia et l'utilisation d'une autre scène nous imposera un « mosaïquage » dont les images sont parfois prises en dates différentes.

## II. 1. 4. Réalisation du relevé et collecte des données

Les relevés phytocécologiques ont été réalisés selon la méthode phytosociologique sensu Braun blanquet. Quatre conditions ont été respectées pour la réalisation d'un relevé :

- Dimensions adéquates, pour contenir un échantillon d'espèces représentatives de la communauté ;
- Uniformité de l'habitat, le relevé ne débordera pas sur deux habitats différents ;
- Homogénéité de la végétation, en n'incluant qu'un stade successional ou qu'une phase dynamique ; il existe des outils statistiques pour tester l'homogénéité de la végétation . Notons que cette notion est pratiquement très difficile à vérifier sur le terrain et constitue de ce fait un critère peu sûr (Gounot, 1969).

- L'aire minima, sur une surface relativement homogène et représentative correspondant à l'aire minimale au sens de Gounot (1969) : on fait la liste des espèces sur une placette de surface 1 (unité) très faible, puis on double cette surface (1+2) et on ajoute les espèces nouvelles qui apparaissent, et vice versa, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'espèces nouvelles qui apparaissent selon la méthode des surfaces emboîtées (Fig. II. 1).



**Figure II. 1. Détermination de l'aire minimum ( Gounot, 1969)**

Dans notre cas cette surface varie de 120 m<sup>2</sup> à 400 m<sup>2</sup> et sur chaque échantillon (relevé), on note les données floristiques, écologiques et l'action anthropique.

Quant à la forme du relevé nous avons adopté la forme circulaire. Ce choix est justifié par les avantages cités par Pardé et Bouchon (1988) :

- Cette forme ne comporte pas de directions privilégiées : c'est à dire une bonne objectivité.
- Pour une même surface qu'offrent les autres formes, le relevé circulaire a le plus court périmètre, donc minimise l'effet de bordure (espèces chevauchantes).
- Elle est plus facile à matérialiser sur le terrain.

#### **II. 1. 4. 1. Collecte des données floristiques**

A l'aide d'un GPS chaque relevé est repéré, on relève ses coordonnées géographiques et son altitude. A cela, des descripteurs écologiques sont également mentionnés.

Nous rangeons dans cette catégorie les paramètres écologiques suivants :

- l'altitude : appréciée par un GPS, elle définit mieux le bioclimat et l'étagement de la végétation.
  - le versant et son orientation : déterminés par la boussole à main.
  - la pente est appréciée par un cli simètre SUUNTO.
  - le substrat est obtenu à partir de la carte lithologique, il a été aussi vérifié sur le terrain par nos observations.
- La caractérisation bioclimatique de chaque relevé se fait par l'extrapolation des données des stations (Bouhmama et El Hamma) de références les plus proches de la zone concernée à l'altitude du relevé, en utilisant les gradients traités dans le chapitre précédent.

# Chapitre II

*Intérêt de la diversité  
floristique*

## II. 2. Intérêt de la diversité floristique de la cédraie des Ouled Yagoub

### Introduction

Le massif des Ouled Yagoub, localisé aux confins de la partie orientale des Aurès, constitue le carrefour des influences maritimes méditerranéennes, continentales step piques et montagnardes boréales (Quézel, 1985). La biodiversité spécifique est généralement considérée comme un facteur-clé de la résilience des écosystèmes en réponse à la pression anthropique (Lobry *et al.* 2003).

La cédraie de ce massif présente une richesse floristique remarquable mais en dégradation permanente par suite d'une action anthropique très ancienne à laquelle s'ajoute un milieu très fragile soumis à des contraintes naturelles localement sévères (Abdessemed, 1984, 1985 ; Beghami *et al.* 2007).

L'étude de la flore de l'Algérie est relativement ancienne et son inventaire, en particulier celui des Aurès, n'est pas encore exhaustif. La littérature ancienne (Cosson, 1856, 1880 ; Battandier et Trabut, 1902 ; Battandier, 1910 ; Maire, 1952, 1960, 1965, 1967, 1977 ; Quézel, 1956 ; Quézel, 1957 ; Quézel et Santa, 1962-1963) ne tient pas compte du niveau organisationnel incluant les habitats et les groupements végétaux (Véla et Benhouhou, 2006 ; Benabid, 1994).

Avec 25 000 espèces végétales, le bassin méditerranéen représente environ 10 % des espèces de plantes supérieures que compte l'ensemble de la biosphère, alors que les écosystèmes concernés couvrent seulement 1,5 % de la surface totale des continents émergés (Ramade, 1997). Médail et Quézel (1997 ; 1999) et Terrab *et al.* (2008) soulignent que l'Afrique du Nord héberge plusieurs points chauds importants de biodiversité et d'endémisme des végétaux (Mittermeier *et al.* 2005 ; Myers, 2000). L'Algérie du nord est l'une des 52 zones refuges biogéographiques dans le bassin méditerranéen (Médail et Diadema, 2009). Le massif des Aurès est récemment reconnu parmi les 21 Zip (zone importante pour les plantes) de l'Algérie (Benhouhou *et al.* 2010 ; Yahi *et al.* 2011).

L'objectif essentiel de cette contribution est d'inventorier, d'analyser et d'attirer l'attention sur la flore de cette cédraie particulière, en limite de l'aire chorologique de l'endémisme algéro-marocain. Cette étude fait aussi le point sur un certain nombre d'éléments appartenant à cette aire.

## II. 2. 1. Site d'étude et méthodologie

### II. 2. 1. 1. Localisation du site d'étude

Le massif des Ouled Yagoub est situé dans la partie orientale des Aurès. Il est cerné par les routes goudronnées Kais-Khenchela au nord et Tamza-Khenchela au sud et limité par les coordonnées géographiques  $6^{\circ} 50'$  et  $7^{\circ} 00'$  de longitude Est et  $35^{\circ} 10'$  et  $35^{\circ} 30'$  de latitude Nord (Fig. II. 2).

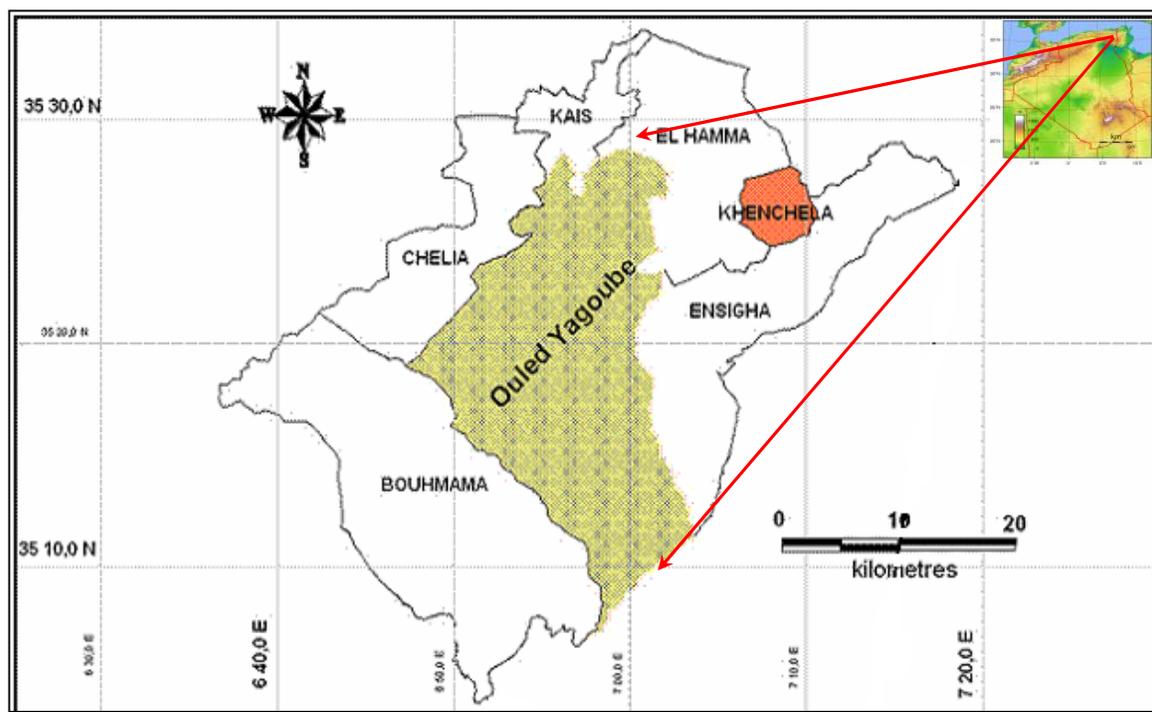


Figure II. 2. Carte de situation du site d'étude

Le massif des Ouled Yagoub est constitué par une chaîne montagneuse formée de plis parallèles orientés Sud-Ouest à Nord-Est. Les pentes sont en générales fortes avec des bandes rocheuses qui forment parfois de véritables falaises.

La totalité de la cédraie du massif d'Ouled Yagoub repose entièrement sur le crétacé inférieur (Fig. II. 3), présentant des faciès gréseux, marno-calcaires et dolomitique (Laffitte, 1939).

### II. 2. 1. 2. Climat et étages bioclimatiques

L'exploitation des données climatiques disponibles montre que la pluviométrie moyenne annuelle à la station de d'El Hamma située à 988 m d'altitude oscilles autour 477 mm/an. Cette valeur serait plus importante en remontant vers les hautes altitudes (Abdessemed, 1981). Elle dépasse les 800 mm/an au sommet de Chentgouma (2112).

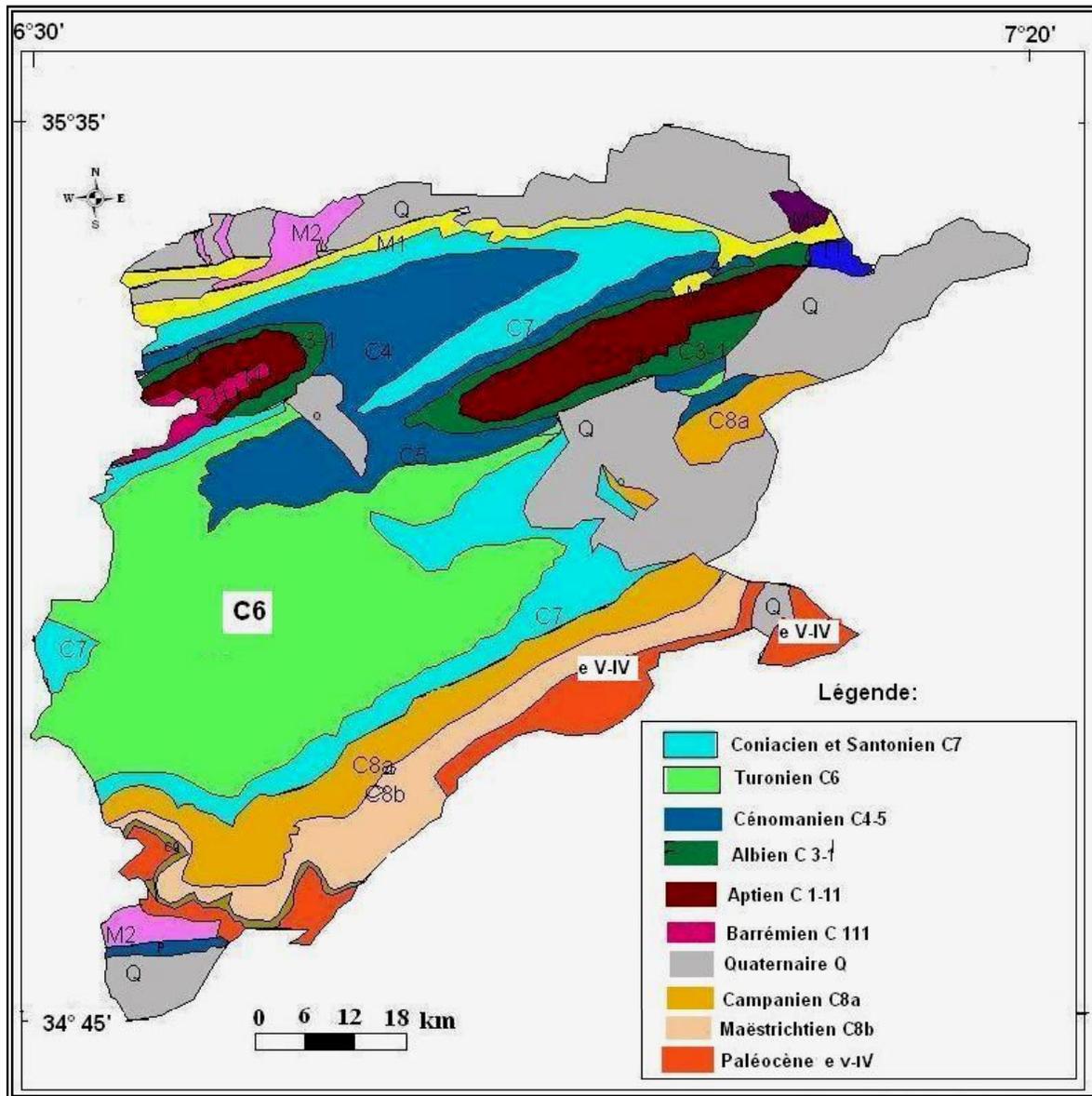


Figure II. 3. Carte géologique de la zone d'étude (Laffitte, 1939)

La moyenne des températures minimales mensuelles du mois le plus froid est de 2,5 °C en mois de janvier par contre la température maximum du mois le plus chaud est de 33,6°C en mois de juillet. L'extrapolation des données climatiques des différentes stations et aux différentes altitudes ainsi que sur les deux versant sud et nord montre que ce massif est partagé par les étages bioclimatique de végétation semi-aride et sub-humide. La période sèche de station de référence s'étale sur 3 mois. Cependant cette période serait atténuée en remontant vers les hautes altitudes où la cédraie la mieux conservée de la région bénéficie de conditions climatiques très favorables (Abdessemed, 1985).

## II. 2. 2. Echantillonnage

Dans le cadre de ce travail, la liste des espèces végétales vasculaires, y compris les ptéridophytes, est obtenue à partir des relevés floristiques implantés dans les différentes formations végétales. Toutefois on a essayé de faire varier à chaque fois les habitats en tenant compte surtout de l'altitude, du versant, de la géomorphologie ainsi que de tout facteur paraissant affecter la distribution de la flore (Godron, 1971 ; Guinochet, 1973). Au total 23 relevés ont été réalisés avec un ensemble de variables environnementales (Gounot, 1969 ; Barbier *et al.* 2009). L'échantillonnage a concerné 3240,22 ha de cédraie, de forêts dégradées, des zones pré-forestières et les zones de pâturage de haute altitude. L'utilisation des coordonnées géographiques obtenues par un GPS a permis de géo-référencer ces relevés sur une carte de situation après calage (Fig. II. 5). La détermination des espèces ainsi que l'analyse chorologique des divers taxons sont basées principalement sur la nouvelle flore de Quézel et Santa (1962-1963).

## II. 2. 3. Résultats et discussions

Durant les campagnes du printemps 2008 et 2009 on a pu répertorier 249 espèces végétales (annexe I) appartenant à 156 genres et 47 familles (Tab. II. 1).

### II. 2. 3. 1. Les ligneux

Les espèces ligneuses rencontrées figurent dans la liste ci-dessous. Cette liste attire l'attention sur l'intérêt patrimonial inestimable de cette cédraie, souffrant malheureusement ces dernières années d'une grave dégradation (Fig. II. 4).

*Acer monspessulanum* L. subsp. *monspessulanum*

*Berberis hispanica* Boiss. & Reut.

*Cedrus atlantica* (Endl.) Carrière

*Crataegus laciniata* Ucria

*Crataegus monogyna* Jacq.

*Fraxinus dimorpha* Coss. & Durieu

*Globularia alypum* L. subsp. *alypum*

*Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* (C.Presl) Nyman

*Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*

*Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp.

*Prunus prostrata* Labill.

*Lonicera arborea* Boiss.

*Lonicera etrusca* Santi

*Pinus halepensis* Mill.

*Pistacia lentiscus* L.

*Rosa canina* L. subsp. *canina*

*Rosa pimpinellifolia* L.

*Rosa sicula* Tratt.

*Rubus ulmifolius* Schott

*Rhamnus myrtifolia* Willk.

*Taxus baccata* L.



Figure II. 4. Cédraie en dégradation. Photos Y. Beghami 2/7/2009 .

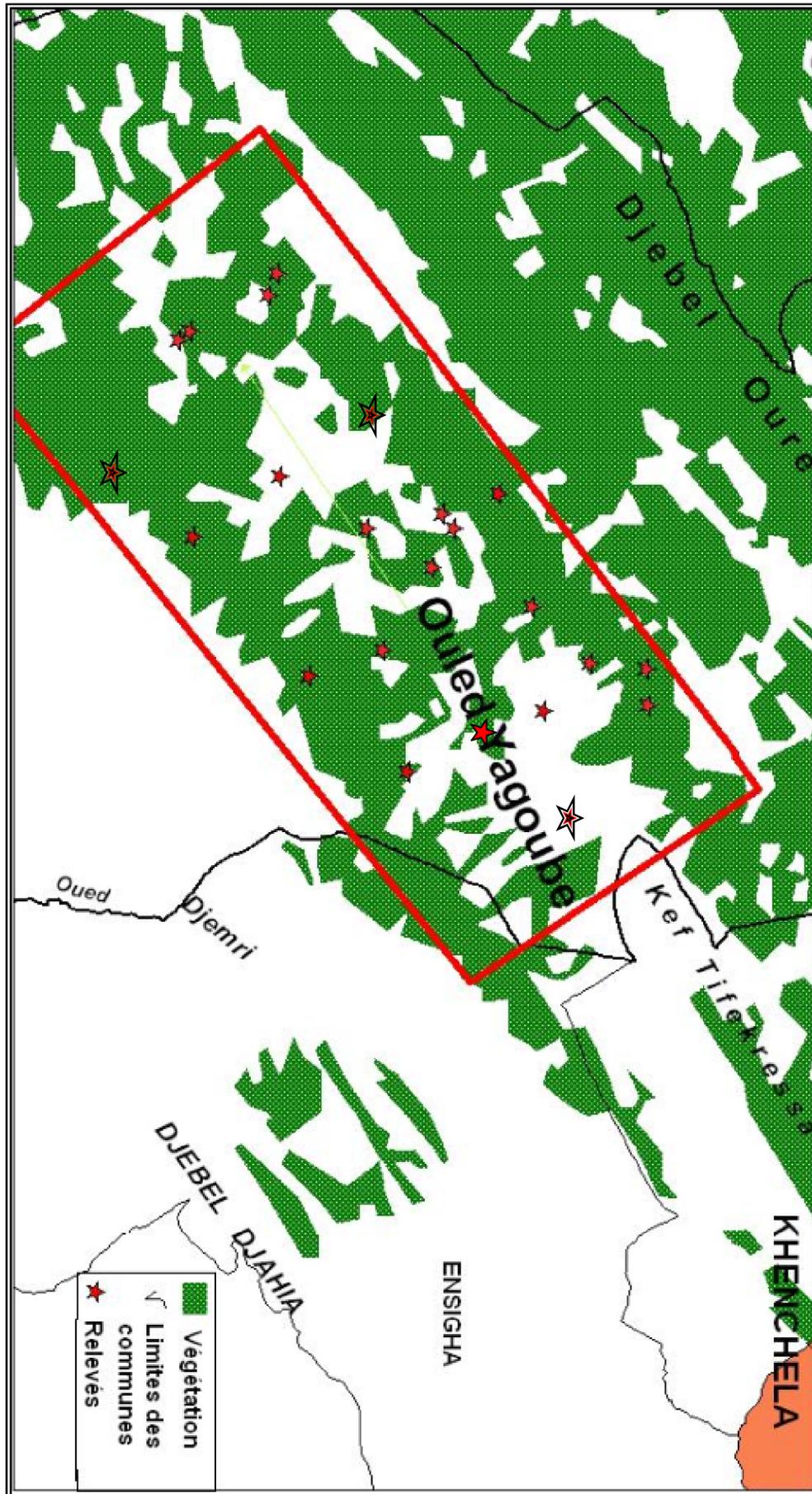


Figure II. 5. Plan d'échantillonnage

### II. 2. 3. 2. Répartition des espèces dans les familles et les genres

Le tableau II. 1 illustre la part de chaque famille et chaque genre représentés dans cette flore en espèces. Il nous permet de réaliser un classement selon la richesse spécifique des familles et des genres rencontrés durant cette campagne d'échantillonnage.

**Tableau II. 1. Nombre d'espèces et de genres par famille.**

Familles	Genres	Espèces	Familles	Genres	Espèces
<i>Asteraceae</i>	24	37	<i>Cupressaceae</i>	1	2
<i>Fabaceae</i>	12	32	<i>Primulaceae</i>	1	2
<i>Poaceae</i>	17	21	<i>Malvaceae</i>	2	2
<i>Lamiaceae</i>	8	14	<i>Thymelaeaceae</i>	1	2
<i>Caryophyllaceae</i>	7	14	<i>Ranunculaceae</i>	1	2
<i>Rosaceae</i>	7	13	<i>Linaceae</i>	1	1
<i>Brassicaceae</i>	10	12	<i>Araliaceae</i>	1	1
<i>Liliaceae</i>	7	10	<i>Sapindaceae</i>	1	1
<i>Rubiaceae</i>	5	9	<i>Globulariaceae</i>	1	1
<i>Apiaceae</i>	8	9	<i>Anacardiaceae</i>	1	1
<i>Geraniaceae</i>	2	8	<i>Fagaceae</i>	1	1
<i>Cistaceae</i>	2	5	<i>Rhamnaceae</i>	1	1
<i>Boraginaceae</i>	4	5	<i>Berberidaceae</i>	1	1
<i>Crassulaceae</i>	2	4	<i>Loranthaceae</i>	1	1
<i>Scrophulariaceae</i>	3	4	<i>Gentianaceae</i>	1	1
<i>Dipsacaceae</i>	2	3	<i>Papaveraceae</i>	1	1
<i>Orchidaceae</i>	3	3	<i>Resedaceae</i>	1	1
<i>Polypodiaceae</i>	2	3	<i>Taxaceae</i>	1	1
<i>Plantaginaceae</i>	1	3	<i>Convolvulaceae</i>	1	1
<i>Euphorbiaceae</i>	1	3	<i>Oleaceae</i>	1	1
<i>Violaceae</i>	1	3	<i>Orobanchaceae</i>	1	1
<i>Pinaceae</i>	2	2	<i>Plumbaginaceae</i>	1	1
<i>Caprifoliaceae</i>	1	2	<i>Valerianaceae</i>	1	1
<i>Polygonaceae</i>	1	2			
<b>Totaux</b>				<b>156</b>	<b>249</b>

La comparaison de ce tableau a une étude réalisée au niveau de la Kabylie des Babors (Gharzouli et Djellouli, 2005) montre que, d'une manière générale et pour les principales familles, l'ordre est le même. Il s'agit en premier lieu de la famille des Asteraceae qui occupe la tête de liste suivie par la famille des Fabaceae puis par les Poaceae et les Lamiaceae. Ces quatre familles totalisent environ 105 espèces ce qui représente plus de 42 % de la richesse spécifique et presque 33 % de la richesse générique.

### II. 2. 3. 3. Intérêt patrimonial

Si on considère que le patrimoine floristique national est évalué à 3150 taxons (Ramade, 1997) le massif des Ouled yagoub représente, alors, 7,9 % de ce patrimoine. La diversité spécifique de la cédraie représente 9,2 % de la richesse spécifique de l'Algérie méditerranéenne qui est estimée à 2700 espèces végétales vasculaires (Ramade, 1997). Cette diversité floristique est vraisemblablement, comme pour toutes les communautés végétales circumméditerranéennes, liée à l'hétérogénéité bioclimatique spatiale et temporelle ainsi qu'à l'histoire de l'anthropisation des écosystèmes forestiers méditerranéens (Barbero, 1990).

### II. 2. 3. 4. Analyse biogéographique

L'origine biogéographique ou encore la chorologie est l'un des principaux paramètres qui reflètent l'originalité de la flore d'une région donnée (Alaoui Haroni *et al.* 2009). La signification de divers taxa de l'Aurès en fonction de la connaissance de la flore de l'ensemble du bassin méditerranéen est l'un des problèmes qui restent à résoudre (Quezel et Bouaga, 1974).

Pour étudier la répartition des espèces du massif des Ouled Yagoub nous nous sommes basés sur les renseignements fournis par la nouvelle Flore de l'Algérie de Quezel et Santa (1962 - 1963) complétées par des indications de Maire (1965 ; 1967 ; 1977) et de la flore de Tunisie (Cuénod *et al.* 1954 ; Pottier-Alapetite, 1979 ; 1981).

#### II. 2. 3. 4. 1. Spectres chorologiques

La répartition des plantes est liée aux conditions de milieu actuelles et passées, et à leurs variations. La conception de migration des flores découle de la connaissance des aires de répartition de la flore actuelle (Rajeriarison, 1996).

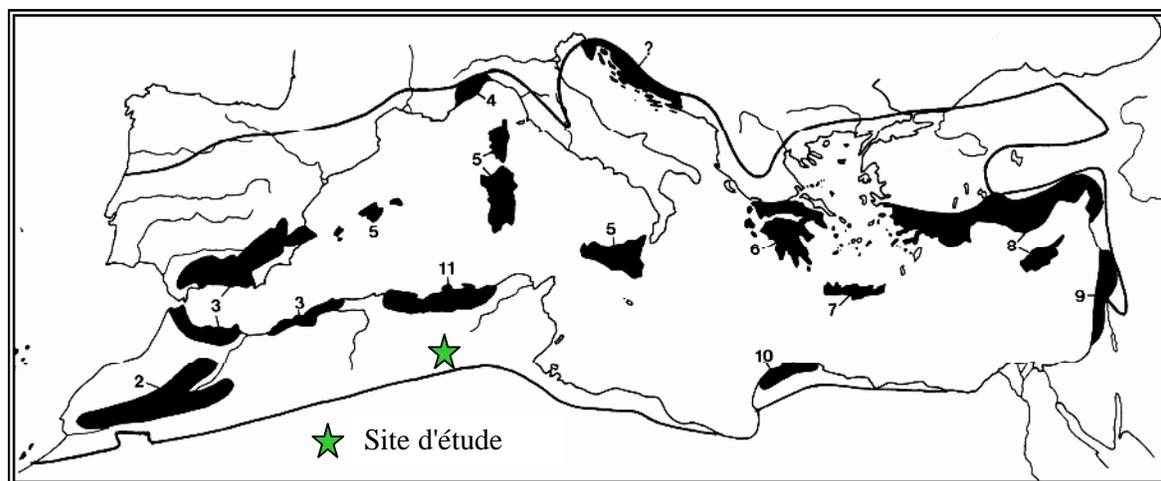
La position du bassin méditerranéen entre l'Eurasie et l'Afrique, ses caractéristiques géographiques ainsi que son rôle d'abri pour les espèces d'altitude pendant les périodes glacières (Médail et Diadema, 2009) ont contribué à son immense diversité biologique et au niveau élevé d'endémisme (Nadin, 2008). Ces faits, traduisent l'hétérogénéité des flores qui, au cours des âges, se sont développées dans une région du monde où l'histoire a été des plus complexes (Quézel, 1995).

L'analyse chorologique des différentes espèces inventoriées (Tab. II. 2) montre que la flore du massif des Ouled Yagoub est partagée principalement par 5 éléments. L'élément méditerranéen est le plus représentatif avec environ 44 % d'espèces.

**Tableau II. 2. Différents spectres chorologiques**

<b>Ensembles chorologiques</b>	<b>Nombre</b>	<b>%</b>
<b>Méditerranéenne</b>	<b>109</b>	<b>43,77 %</b>
Méditerranéennes	61	
Ouest- méditerranéennes	19	
Ibéro- maurétaniennes	13	
Oro- méditerranéennes	10	
Est- méditerranéennes	3	
Centre- méditerranéennes	2	
Sud-Ouest méditerranéen	1	
<b>Endémiques</b>	<b>28</b>	<b>11,24 %</b>
Nord-africaines	8	
Nord-africaine Sicilienne	2	
Endémiques Algériennes	6	
Algero-marocaines	5	
Algero-tunisiennes	4	
Algero-italiennes	1	
Endémique Nord-africaine Italiennes	2	
<b>Nordiques</b>	<b>46</b>	<b>18,47 %</b>
Eurasiatiques	26	
Paleotempnées	13	
Circum-boréales	4	
Européennes	1	
Sud-européennes	2	
<b>Large répartition</b>	<b>55</b>	<b>22,08 %</b>
Euro-méditerranéennes	17	
Atlantiques-méditerranéennes	9	
Asiatiques-méditerranéennes	1	
Circum-méditerranéennes	4	
Eurasiatiques-méditerranéennes	3	
Macaronésiennes-méditerranéennes	2	
Eurasiatiques-Nord Africaines	3	
Méditerranéo-Saharien	2	
Irano-Touraniennes-méditerranéennes	1	
Divers	13	
<b>Cosmopolites</b>	<b>11</b>	<b>4,41 %</b>
<b>Total</b>	<b>249</b>	<b>100%</b>

Les résultats trouvés dans une étude sur les montagnes du tell plus septentrionales ; il s'agit des monts du Babor de Kabylie (Gharzouli et Djellouli, 2005) attestent une certaine similarité : l'élément méditerranéen domine avec un taux moins important à ce qui a été observées dans les Babors 44 % contre 58 %. Alors que les endémiques sont très proches 11 % contre 13 % sur les monts des Babors. L'élément Nordique est assez important également sur les Babors qu'à Ouled Yagoub, 18% contre 22 %. Aussi faut-il souligner que la région des Aurès, d'une manière générale est géographiquement proche du point-chaud (Fig. II. 6) régional de biodiversité « Kabylies-Numidie-Kroumirie » (Véla et Benhouhou, 2007).



**Figure II. 6. Carte des points-chauds de biodiversité végétales dans le bassin méditerranéen (Véla et Benhouhou, 2007)**

- **L'ensemble méditerranéen**

La région méditerranéenne, considérée ici dans son sens le plus large est l'une des plus importantes centres de la diversité floristique par suite de conséquences géologiques, climatiques et historique durant le dernier million d'années (Valdes Castrillon et Bermejo, 1995 ; Heywood, 1995).

L'ensemble méditerranéen est l'ensemble le plus important avec environ 44%. Ce chiffre est important, il montre les influences d'un climat encore méditerranéen et peu désertique. D'une manière globale les éléments méditerranéens sont présents sur les montagnes de Méditerranée méridionale (Quézel, 1957 ; 1979 ; 1981). Aussi, faut-il souligner que les taxons d'origine méditerranéenne se répartissent comme suit : ceux appartenant à l'élément phytochorique « méditerranéen » au sens large sont au nombre de 61 espèces suivis des « Ouest-méditerranéennes » avec un nombre de 19 espèces et des « Ibero-maurétaniennes » 13 espèces,

les « oro-méditerranéennes » 10, les « Est-méditerranéennes » 03, les « centre-méditerranéennes » 02, et le « Sud-Ouest méditerranéennes » est représenté par une seule espèce.

Cependant, le point le plus marquant de la flore des Aurès notamment celle des Ouled Yagoub est la présence des taxa Ouest-méditerranéennes et Ibero-maurétaniennes absents de la Numidie littorale dominée par les centro-est méditerranéennes et tyrrhénienne. Cela attire l'attention sur un gradient progressif d'Est-ouest entre le Miocène et le Pléistocène des peuplements végétaux en Afrique nord-occidentale dont le centre de dispersion de la flore méditerranéenne actuelle se trouve essentiellement localisé au niveau des îles macaronésiennes (Quézel, 1995). Cette situation laisse penser que la région des Ouled Yagoub paraît s'opposer d'une façon nette par sa richesse et la variété de ses paysages à l'aridité et la monotonie relative des vastes plaines qui s'étendent plus au Sud et au Nord.

- **Endémisme**

D'une manière générale sur les 25 000 espèces végétales recensées dans le bassin méditerranéen le taux d'endémisme est estimé à environ 50 % (Quézel, 1985, 1995). La zone d'étude possède un taux d'endémisme de 11,24 %, il est très proche du taux d'endémisme national évalué à 12,26 % (Kazi Tani *et al.* 2010).

Sur les 47 familles recensées 13 familles, soit 28,26%, possèdent des espèces endémiques, les familles les plus riches endémiques sont celles qui sont le mieux représentées dans la flore : les *Asteraceae* 13 espèces, alors que les *Brassicaceae*, *Caryophyllaceae*, *Scrophulariaceae*, sont représentées chacune par 2 espèces. Le reste des familles, il s'agit des : *Fabaceae*, *Geraniaceae*, *Euphorbiaceae*, *Lamiaceae*, *Apiaceae*, *Rubiaceae*, *Violaceae*, *Pinaceae* et les *Thymelaeaceae* sont représentées par une seule espèce endémique pour chacune d'elles.

Parmi les 156 genres répertoriés, 25 genres possèdent des endémiques, soit 16,02%.

Le genre *Centaurea* est le seul qui comporte 4 espèces, alors que les autres sont représentés par une seule espèce pour chaque genre.

Les espèces : *Arabis pubescens* (Desf.) Poir. subsp. *pubescens*, *Astragalus armatus* subsp. *numidicus* (Coss. & Durieu ex Murb.) Tietz, *Crucianella patula* L., *Thymus munbyanus* Boiss. & Reut. subsp. *munbyanus*, *Veronica rosea* Desf., *Viola munbyana* Boiss. & Reut. et *Carduus getulus* Pomel sont des endémiques Nord-africaines. Cependant, *Polycarpon polycarpoides* (Biv.) Zodda ex Fiori subsp. *polycarpoides* et *Eryngium triquetrum* Vahl subsp. *triquetrum* sont des espèces spécifiques à l'Afrique du Nord et la Sicile. Les endémiques algériennes sont représentées par : *Centaurea tougourensis* Boiss. & Reut., *Crepis faureliana*

Maire, *Erodium trifolium* (Cav.) Guitt., *Filago congesta* Guss. ex DC., *Hypochaeris glabra* L., *Silene atlantica* Coss. & Durieu, Alors que *Anthemis monilicostata* Pomel, *Catananche caespitosa* Desf., *Helichrysum lacteum* Coss. & Durieu, *Centaurea involucrata* Desf. Et *Cedrus atlantica* (Endl.) Carrière sont des espèces endémiques algéro – marocaines. La part des endémiques algéro – tunisiennes est assez importante, il s'agit des espèces : *Centaurea oranensis* Greuter & M.V.Agab., *Rhaponticoides africana* (Lam.) M.V.Agab. & Greuter, *Hertia cheirifolia* (L.) Kuntze et *Iberis balansae* Jord. Les espèces spécifiques Nord africaines Italiennes sont en nombre faible, on a enregistré *Centaurea solstitialis* subsp. *schouwii* (DC.) Gugler et *Linaria multicaulis* subsp. *heterophylla* (Desf.) D.A.Sutton. Pour celles spécifiques à l'Algérie et à l'Italie, l'inventaire nous a permis d'enregistrer une espèce, c'est l'espèce *Daphne oleoides* Schreb.

- **Elément septentrional**

Nous rongeons dans cet ensemble les espèces appartenant aux éléments phytochoriques : Eurasiatiques, Paleotempérées, Circum-boréales, Européennes et Sud-européennes. Au total 18 familles contenant des taxa relevant de cet ensemble. Les familles les plus riches en taxons septentrionaux sont : les Rosaceae par 5 taxa suivi par les Fabaceae par 3 taxa, puis par les Geraniaceae et les Rubiaceae par 2 espèces chacune et enfin les *Crassulaceae*, *Poaceae*, *Euphorbiaceae*, *Brassicaceae*, *Caryophyllaceae*, *Asteraceae*, *Malvaceae*, *Orobanchaceae*, *Residaceae*, *Apiaceae*, *Plantaginaceae*, *Ranunculaceae*, *Violaceae* et *Dispassaceae* par une espèce chacune. Gharzouli et Djellouli (2005) soulignent que la plupart des espèces « Nordique » seraient installées, vraisemblablement, à la faveur d'un climat humide et rafraîchi correspond aux phases glaciaires pléistocènes. Signalons que Quézel (1995) avait souligné que les changements climatiques se révèlent un processus majeur de migration de flores à l'occasion des refroidissements plio-pleistocènes sur le pourtour méditerranéen et le continent africain.

Les modifications climatiques ultérieures et l'action anthropique ont entraîné la disparition de la plupart des espèces. Celles qui restent n'existent plus que sur des territoires localisés et pour la plupart, dans des stations montagnardes très limitées ( Quézel, 1995). Citons à titre d'exemple : *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* (C.Presl) Nyman, *Lolium perenne* subsp. *trabutii* (Hochr.) Dobignard, *Potentilla hispanica* Zimmeter, *Geranium pusillum* Burm.f., *Galium atlanticum* Ball, *Harveya bolusii* Kuntze, *Arceuthobium oxycedri* (DC.) M.Bieb., *Taxus baccata* L., *Papaver argemone* L. subsp. *argemone*...etc

- **Elément cosmopolite**

Les espèces appartenant à cet élément représentent le plus faible pourcentage, soit 4,4% de la flore inventoriée jusqu'ici. Il s'agit des espèces qui marquent une activité anthropozoïque liée à l'usage agricole (Gharzouli et Djellouli, 2005). Ces espèces ont pu s'infiltrer en hautes altitudes grâce au pâturage et aux bergeries implantées à l'intérieur des forêts : en effet, ces espèces peuvent être transportées sous forme de graines dans les fèces et en suspension dans la laine des animaux domestiques.

- **Espèces à large répartition**

Cet ensemble est dominé par les Euro-méditerranéennes par 17 espèces suivi par Atlantiques-méditerranéennes avec 9 taxa, puis par les espèces Circum-méditerranéennes avec 4 taxa et les Eurasiatiques-méditerranéennes et Eurasiatiques-Nord Africaines par 3 espèces chacune. Le reste des aires chorologiques est représenté par un nombre inférieur à 3 espèces. Ce sont surtout les aires chorologiques voisines ou bien faisant la transition avec la nôtre qui sont mieux représentées (Gharzouli et Djellouli, 2005).

## **II. 2. 3. 4. 2. Les espèces à statut particulier**

Dans cette contribution, il convient de dégager une liste des espèces menacées c'est-à-dire les espèces rares, très rares et rarissimes selon les indications de Quézel et Santa (1962-1963). Soulignons que (Ramade, 1997 ; Véla, 2007) ont attiré l'attention sur les lacunes de connaissances sur le statut exact de populations de nombreux taxa en danger dans le bassin méditerranéen. A cet effet, nous avons enregistré 30 espèces assez rares soit 12% de la flore inventoriée. En revanche les espèces rares sont représentées par 34 espèces ce qui représente un taux de 13,6% de cette flore, alors que les taxa très rares sont représentées par un taux de 7,2% soit 18 espèces. Ce statut préoccupant de cette flore, établi à travers des indications qui remontent à plus de cinquante ans, laisse à s'interroger sur le statut exact actuel des taxa de nombreux populations en danger (Ramade, 1997).

## **Conclusion**

L'inventaire floristique des Ouled Yagoub est actuellement évalué à 249 espèces et sous espèces paraît bien important eu égard à la surface restreinte du massif (environ quelques 3240 hectare).

L'ensemble méditerranéen est le plus important avec environ 44 %. Ce chiffre est important, il montre les influences d'un climat encore méditerranéen et peu désertique.

L'analyse de la flore de la Cédraie des Ouled Yagoub montre que la région des Aurès d'une manière générale et notamment celle des Ouled Yagoub marque la limite d'aire de répartition de l'endémisme Algéro-marocain et le début de l'endémisme Algéro-tunisien. D'une manière plus globale, l'endémisme est bien représenté, il est de 11,24 %. Ce constat suggère de classer la zone des Aurès et en particulier celle des Ouled Yagoub parmi les zones à haut niveau d'endémisme du bassin méditerranéen.

Le point le plus marquant de la flore des Aurès, notamment celle des Ouled Yagoub, est la présence des taxa Ouest-méditerranéens et Ibero-maurétaniens absents de la Numidie littorale dominée par les centro-est méditerranéennes et tyrrhéniens (Véla, communication personnelle).

Le site d'étude comporte en outre certaines stations où se sont réfugiées un bon nombre d'espèces septentrionales, bénéficiant des conditions locales favorables c'est le cas de : *Juniperus communis*, *Potentilla pensylvanica* ...etc.

La flore de cette région, située aux marges du plus grand désert du monde et soumise à de fortes contraintes anthropiques, présente un grand intérêt patrimonial. Nous avons recensé un certain nombre d'espèces rares et menacées soulignant l'importance de ce massif particulier en termes de conservation et de développement durable, non seulement du potentiel forestier mais aussi de la biodiversité régionale.

# **Chapitre III**

*Ecologie du Genévrier  
thurifère*

## II. 3. Le Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera* L.) dans les Aurès : considérations générales, cartographie, écologie et groupements végétaux

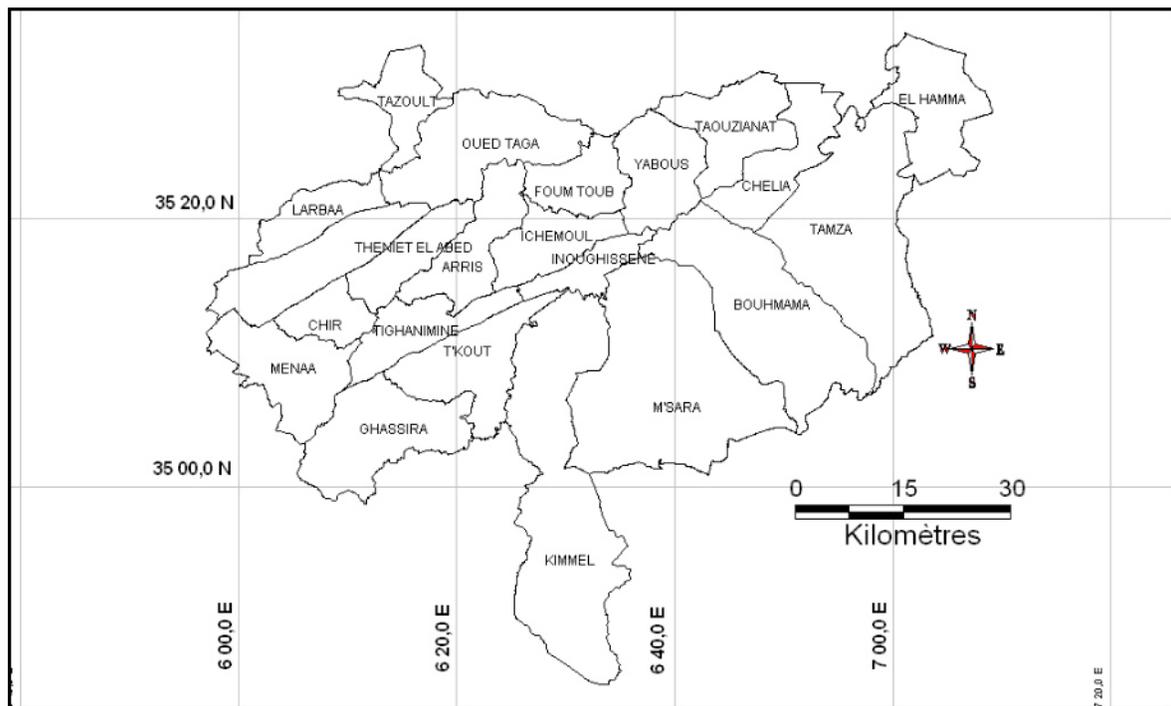
### Introduction

Le Genévrier thurifère : *Juniperus thurifera* subsp. *africana* (Maire) Gauquelin, Idr.Hass. & P.Lebreton, Aiwâl ou Hazenzna en berbère est une espèce emblématique des montagnes du bassin ouest-méditerranéen (Gauquelin *et al.* 1999). Si cette espèce a fait l'objet de nombreuses études dans différents domaines en Europe et au Maroc (Gauquelin *et al.* 2000), cependant il n'en est pas de même pour l'Algérie. L'unique présence du thurifère en Algérie est située dans les Aurès, terminaison orientale de l'Atlas saharien.

Cette contribution se veut constituer un point de départ pour la compréhension de cette espèce dans la région des Aurès et de combler le retard commis dans l'étude de celle -ci. En effet, durant la dernière décennie, des visites et des sorties ainsi que des études réservées à cette espèce, ont été entamées dans cette région (Belkassir et Temagout, 2001 ; Terrab *et al.* 2008 ; Beghami *et al.* 2011). Nous tentons, entre autre, à travers cette contribution de synthétiser un bilan de nos observations et résultats, on se focalisant surtout sur les aspects liés à la répartition, l'écologie, l'état de dégradation et sur les groupements végétaux individualisés par le thurifère dans le massif des Aurès.

### II. 3. 1. Site et Méthodes

Le site d'étude est localisé en Algérie du nord, à quelques 250 km de la Méditerranée. Le massif montagneux des Aurès est situé sur l'extrémité Est de l'Atlas Saharien. Il limité par les coordonnées géographiques suivantes : 35° 00' et 35°30' de latitudes Nord et 6°00' et 7°00' de longitudes Est (Fig. II. 7). D'une manière globale la région des Aurès est formée d'un ensemble de chaînes montagneuses au relief très contrasté (Benmessaoud *et al.* 2009). La pluviométrie moyenne annuelle varie de 300 mm dans les stations de basse altitude, jusqu'à 800 mm dans les stations les plus élevées (Seltzer, 1946 ; Schoenenberger, 1972). Aussi, la zone des Aurès est-elle caractérisée par les étages bioclimatiques de végétation semi -aride et sub-humide, jusqu'aux limites de l'aride supérieur à la base méridionale du massif et de l'humide inférieur au sommet du Chélia à 2328 m (Beghami *et al.* 2007).



**Figure II. 7. Carte de situation du site d'étude**

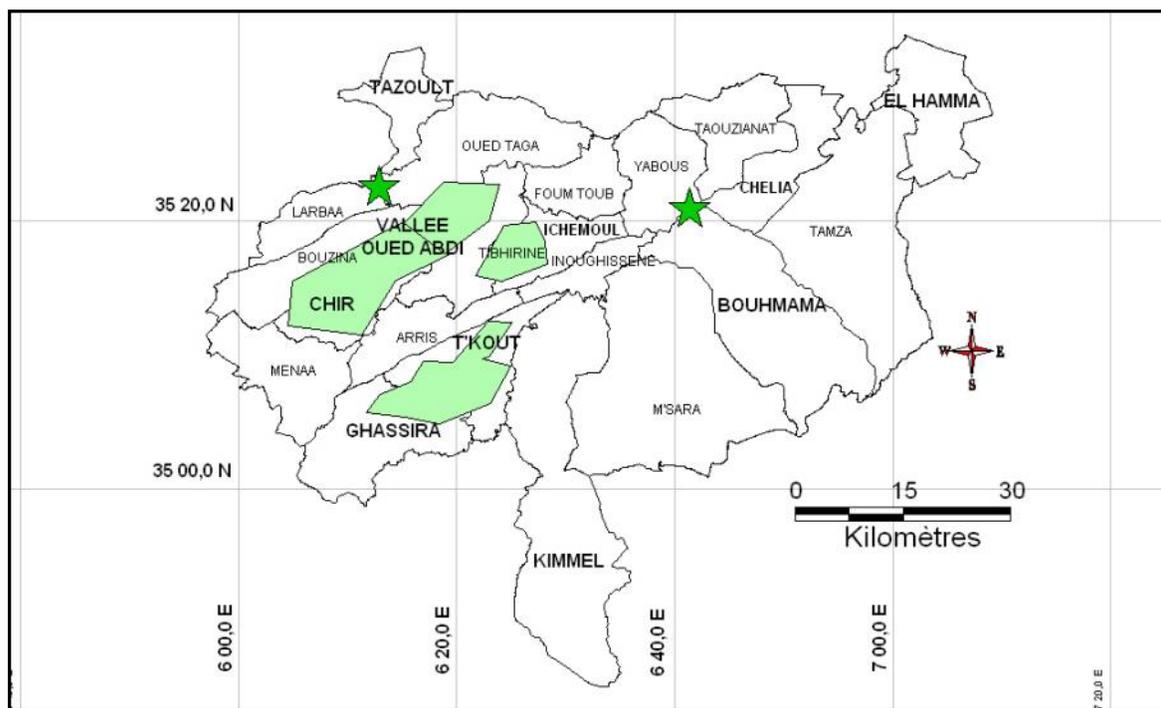
Notre objectif essentiel est de développer quelques réflexions sur cette espèce afin de contribuer à sa connaissance dans les Aurès. La présence dans le massif des Aurès du Genévrier thurifère est connue depuis Cosson au 19<sup>e</sup> siècle (Maire, 1952). Pour cette raison la consultation des documents notamment Boudy (1950), Maire (1952), Abdessemed (1984) et Belkassir et Temagoult (2001) ainsi qu'une enquête auprès de la population autochtone ont été menées afin de repérer les principaux sites de thurifère. Ces différentes localités ont donc été visitées et des paramètres floristico-écologiques ont été étudiés. L'emplacement des relevés a été réalisé en fonction du changement de la physionomie de la végétation, des variables orographiques et de l'altitude. Les données récoltées au niveau des différents sites ont été soumises, par la suite, à l'analyse multidimensionnelle pour discriminer la typologie de la flore de cette thuriféraie. L'identification des espèces a été effectuée en se basant principalement sur l'ouvrage de Quézel et Santa (1962-1963), alors que la nomenclature et la taxonomie retenues pour les espèces sont celles de Dobignard et Chatelain (2010-2011). La classification des types biogéographiques a été simplifiée à partir de celle utilisée par Quézel et Santa (1962-1963). La classification des végétaux selon leur forme biologique sensu Raunkiaer (Raunkiaer, 1934 ; Ellenberg et Mueller-Dombois, 1967) nous permet la mise en évidence de l'état de dégradation de cette flore. La détermination des types biologiques se base principalement sur les ouvrages de Carazo-Montijano et Fernández-López (2006) et Quézel & Santa (1962-1963) ainsi que sur nos propres observations.

## II. 3. 2. Résultats et discussions

### II. 3. 2.1. Répartition et caractères généraux des thuriferaies des Aurès

- **Répartition**

Le thurifère dans les Aurès est distribué en 3 blocs d'inégale importance : le premier est situé dans la région de T'kout, le second dans la vallée de l'Oued Abdi alors que le troisième est localisé dans le lieu dit Tibhirine. Les deux autres endroits où se situe le thurifère sont dominés par d'autres essences forestières. Il n'arrive pas à individualiser des formations distinctes. Il s'agit de la Cédraie de S'gag et de Chélia (Fig. II. 8). Cependant, des sujets, isolés éparpillés, peuvent se rencontrer çà et là dans les Aurès (un pied au village de Medina, quelques sujets au niveau de la zone d'Inoughessene).



**Figure II. 8. Carte de répartition du thurifère dans les Aurès (A l'Algérie). Peuplements isolés (étoile) et peuplements surfaciques importants (secteurs colorés).**

Le Genévrier thurifère s'observe, dans les Aurès, sur les versants Sud et Nord. D'une manière générale son amplitude altitudinale se situe entre 1300 et 2000 m. Des individus isolés peuvent même dépasser cette limite supérieure. Dans les Aurès le thurifère repose sur des sols très squelettiques, constitués le plus souvent sur une dalle de calcaire fissurée ou parfois sur une alternance de couches marno-calcaires affleurent. Dans de rares cas là où le thurifère est localisé sur des sols un peu développés et profonds (c'est le cas du thurifère de S'gag et de Chélia), le

thurifère est dominée par d'autres espèces forestières notamment le cèdre, le pin d'Alep ou encore le chêne vert (Fig. II. 9).



**Fig. II. 9. Thuriféraie de Oued Abdi sur dalle calcaire fissurée. Les flèches montrent des jeunes thurifères**

- **Structure et morphotype des individus**

La structure des tiges du thurifère des Aurès est généralement multicaule. Toutefois un nombre important de pieds de thurifère monocaules ont été observés notamment dans la vallée de l'Oued Abdi. Quant à la forme de l'arbre, en raison de la mutilation répétée des branches et le pacage des bourgeons terminaux, l'arbre a l'allure d'un grand champignon ligneux à tronc court et trapu (Belkassir et Temagout, 2001). Cependant quand l'arbre est protégé, il donne un morphotype conique avec une cime arrondie (Fig. II. 10). C'est le cas de deux arbres de la région de T'kout, l'un est un "porte bonheur" alors que l'autre constitue un lieu de « pèlerinage » de certaine population locale! Soulignons que Mercier (1897) a écrit que "le thurifère constituait et constitue un objet de vénération pour les indigènes, qui, par une coutume superstitieuse, y suspendent des haillons de toutes couleurs". La figure II. 10 illustre ces coutumes.



**Figure II. 10. Arbre vénéré dans la région de T'kout**

- **Physionomie**

La physionomie des formations du genévrier thurifère dans les Aurès est très claire. Elle est essentiellement due surtout à l'action anthropique : pratiques de défrichement à la recherche de parcours et à la mise en culture (Fig. II. 11).



**Figure. II. 11. Les anciennes terrasses affectées à la céréaliculture sont aujourd'hui abandonnées.**

**Quelques sujets de thurifère et de frêne dimorphe laissés sur place.**

Si la céréaliculture est délaissée aujourd'hui ou devenue rare, le pâturage reste la cause principale de la

destruction et l'obstacle majeur menaçant toute possibilité de régénération ( Fig. II. 12).



**Figure. II. 12 Un troupeau de brebis et de chèvres au pied d'un thurifère**

- **Régénération**

Des sujets jeunes ont été observés en 2010 et 2011, dans la thuriféraie de T'kout et dans

celle de la vallée de l'Oued Abdi. Cependant, ces sujets se situent dans des endroits protégés (jardins privés, nappe alfatière et cimetière) : quatre sujets dans un petit jardin, sept dans une nappe alfatière et trois dans un cimetière (Fig. II. 13).



**Figure II. 13. Jeunes plants de thurifère dans un cimetière**

## II. 3. 2. 2. Ecologie

### II. 3. 2. 2. 1. Spectre chorologique

L'analyse biogéographique de la flore des thuriferaies des Aurès donne un spectre chorologique (Fig. II. 14) dominé particulièrement par les taxa de souche méditerranéenne soit 43 %, suivi par ceux possédant une large répartition (27 %). Les espèces d'origine nordique occupent également une proportion importante dans cette flore avec 18 % environ. Les endémiques viennent en troisième position avec un taux de 10 %. Ceci souligne l'importance particulière de cette flore en terme de ressource phytogénétique et de biodiversité des écosystèmes façonnés par le Genévrier thurifère. Aussi faut-il attirer l'attention sur l'intérêt que représente l'élément méditerranéen indiquant ainsi des conditions bioclimatiques, encore méditerranéennes et peu continentales, dans une zone se trouvant face au plus grand désert du monde.

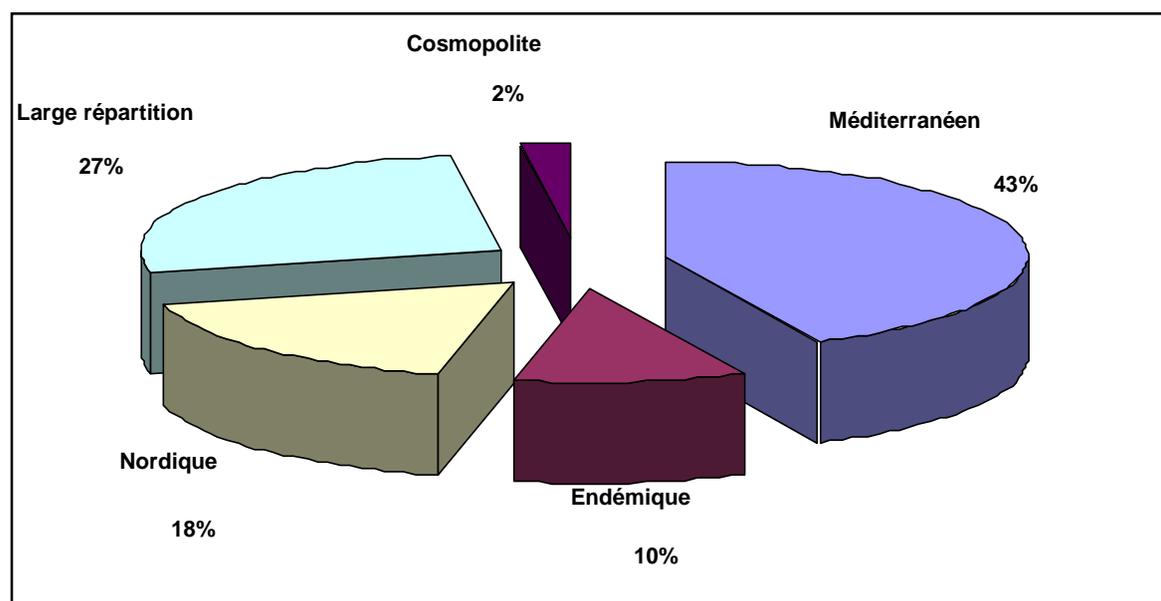


Figure II. 14. Spectre chorologique de la flore des thuriferaies des Aurès

### II. 3. 2. 2. 2. Types biologiques

Les caractéristiques des formes biologiques de la végétation sont en relations étroites avec les conditions environnementales et le degré de perturbation des communautés végétales.

L'exploitation des données provenant des principaux sites à thurifère, notamment celles facilement accessibles à savoir : le site de T'kout, de Oued Abdi et de Chélia ont permis d'inventorier 185 espèces végétales vasculaires. L'analyse des types biologiques montre que cette flore est principalement dominée par les thérophytes suivis par les hémicryptophytes ( Fig. II. 15). Quézel (2000) présente la thérophytisation comme étant un stade de dégradation ultime

dû à une forte anthropisation dont les pratiques agro-sylvo-pastorales (surpâturage, cultures) sont les principales causes.

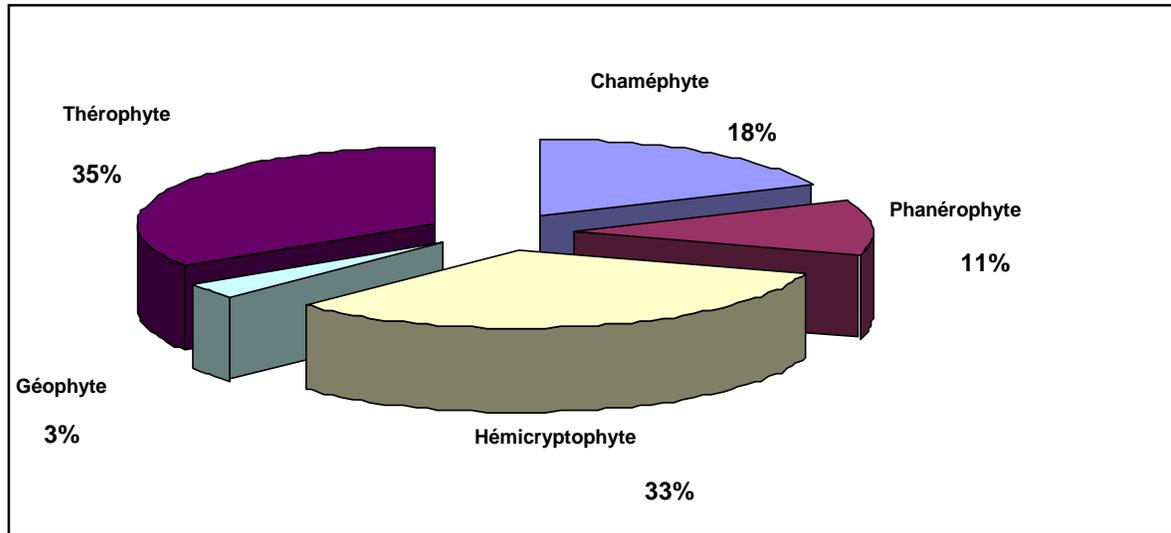


Figure II. 15. Répartitions globales des types biologiques

### II. 3. 2. 2. 3. Analyse factorielle des correspondances et discrimination des groupements végétaux

Cette analyse porte sur un tableau composé de 185 espèces végétales vasculaires distribuées sur 12 relevés codées en présence - absence (annexe II). Les relevés et leurs espèces sont classés sur le plan des deux premiers axes de l'analyse factorielle des correspondances, qui totalisent 28,44 % de la variance totale : 14,25 pour le premier axe et 14,19% pour le second axe (Fig. II. 16).

Le premier facteur ; l'axe horizontal met clairement en opposition de part et d'autre de l'origine les espèces thérophytes et hémicryptophytes des milieux fortement ouverts par rapport aux phanérophytes ligneuses des milieux forestiers plus ou moins fermés , accompagnées par des chaméphytes et hémicryptophytes. De ce fait, cet axe traduit un gradient ph ysiologique (Tab. II. 3).

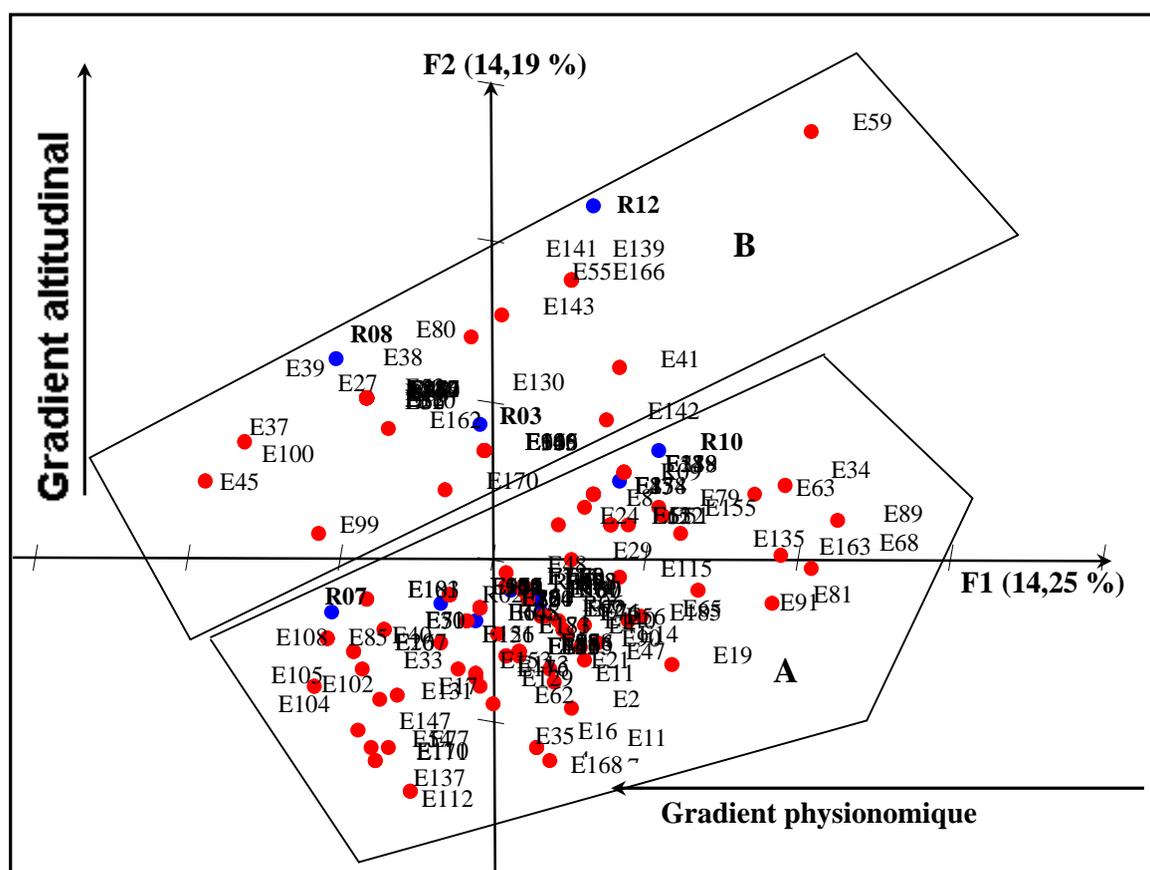


Figure II. 16. Carte de l'analyse factorielle des correspondances

En effet selon cet axe, on passe d'une thuriferaie mixte avec le chêne vert et le frêne dimorphe vers des formations de thurifère dégradées très ouvertes, dans lesquelles les pratiques agropastorales sont nettement répandues.

Tableau II. 3. Espèces contribuant à l'axe 1

F1+	Espèces	F1-	Espèces
E34	<i>Bupleurum spinosum</i> Gouan	E37	<i>Carthamus pinnatus</i> Desf.
E59	<i>Dianthus serrulatus</i> Desf. subsp. <i>serrulatus</i>	E45	<i>Centaurea tougourensis</i> Boiss. & Reut.
E63	<i>Eryngium dichotomum</i> Desf.	E85	<i>Hyparrhenia hirta</i> (L.) Stapf subsp. <i>hirta</i>
E68	<i>Fraxinus dimorpha</i> Coss. & Durieu	E99	<i>Lotus corniculatus</i> L. subsp. <i>corniculatus</i>
E81	<i>Hertia cheirifolia</i> (L.) Kuntze	E100	<i>Lysimachia monelli</i> (L.) U.Manns & Anderb.
E89	<i>Juniperus oxycedrus</i> L. subsp. <i>oxycedrus</i>	E102	<i>Malva sylvestris</i> L. subsp. <i>sylvestris</i>
E91	<i>Juniperus thurifera</i> subsp. <i>africana</i> (Maire) Gauquelin, Idr.Hass. & P.Lebretton	E104	<i>Medicago lupulina</i> L.
E135	<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i> (Desf.) Samp.	E105	<i>Medicago minima</i> (L.) L.
E163	<i>Sisalix atropurpurea</i> subsp. <i>maritima</i> (L.) Greuter & Burdet	E108	<i>Medicago turbinata</i> (L.) Willd.

Sur l'axe 2, ce sont surtout les espèces liées aux formations de haute montagne qu'elles sont ligneuses, asylvatiques ou des rocailles et des pâturages de montagnes (Quézel & Santa, 1962-1963 ; Quézel, 1957) qui déterminent la partie positive. Gauquelin et Montes (2001) ont indiqué une situation similaire à la limite forestière supérieure dans les Atlas marocains, où le

Genévrier thurifère et les chaméphytes épineuses en coussinet sont étroitement mêlés avant que, plus en altitude, ne subsistent que ces dernières.

Sur la partie négative de cet axe ce sont les espèces communes des cultures, des parcours et des rocailles de montagnes qui dominent (Tab. II. 4). Pour cela, il semble que cet axe synthétise un gradient altitudinal, des basses vers les plus hautes altitudes. Ceci pourrait s'expliquer également par le fait, que la plupart des zones réservées aux pratiques agropastorales sont notamment localisées aux piémonts des montagnes proches des zones d'agglomérations.

**Tableau II. 4. Espèces contribuant à l'axe 2**

F2+		F2-	
E38	<i>Catananche caerulea</i> L.	E35	<i>Carduus macrocephalus</i> Desf.
E39	<i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Carrière	E54	<i>Cynosurus echinatus</i> L.
E55	<i>Cytisus balansae</i> (Boiss.) Ball subsp. <i>balansae</i>	E77	<i>Helianthemum croceum</i> (Desf.) Pers. subsp. <i>croceum</i>
E59	<i>Dianthus serrulatus</i> Desf. subsp. <i>serrulatus</i>	E110	<i>Melilotus indicus</i> (L.) All.
E80	<i>Helichrysum lacteum</i> Coss. & Durieu	E112	<i>Bombycilaena discolor</i> (Pers.) M.Laínz
E139	<i>Rhamnus alpina</i> L. subsp. <i>alpina</i>	E117	<i>Ononis natrix</i> L. subsp. <i>natrix</i>
E141	<i>Ribes uva-crispa</i> L. subsp. <i>uva-crispa</i>	E137	<i>Reseda alba</i> L. subsp. <i>alba</i>
E143	<i>Rosa sicula</i> Tratt.	E147	<i>Salvia verbenaca</i> L. subsp. <i>verbenaca</i>
E166	<i>Taxus baccata</i> L.	E164	<i>Stipa asperifolia</i> subsp. <i>longiglumis</i>
E177	<i>Tulipa sylvestris</i> L. subsp. <i>sylvestris</i>	E168	<i>Teucrium polium</i> subsp. <i>aurasiacum</i> (Maire) Greuter & Burdet
E184	<i>Viola munbyana</i> Boiss. & Reut.	E171	<i>Thymus munbyanus</i> Boiss. & Reut. subsp. <i>munbyanus</i>

#### • Détermination des groupements végétaux

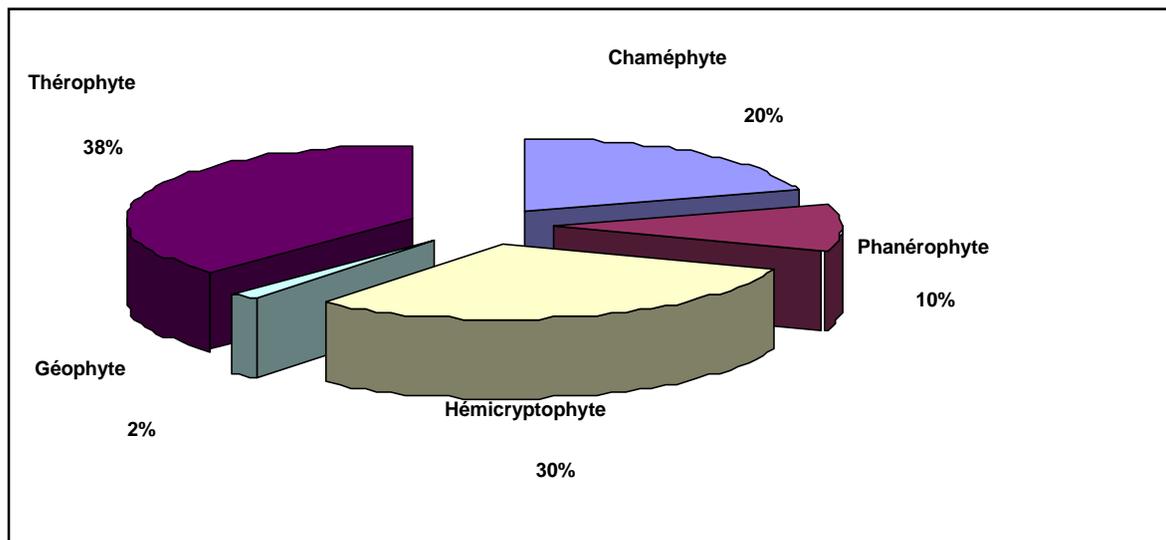
L'analyse factorielle des correspondances accompagnée par une classification ascendante hiérarchiques a permis d'établir la typologie (Achour-Kadi Hanifi et Loisel, 1997) du Genévrier thurifère de la région des Aurès. Globalement on peut individualiser deux groupements plus ou moins homogènes (Fig. II. 16).

• Le premier groupement "A", qui englobe les relevés effectués à des altitudes basses et moyennes (1369-1742 m d'altitude), manifeste une physionomie allant d'une formation mixte, composée essentiellement par le Genévrier thurifère, le chêne vert et le frêne dimorphe accompagnés par une proportion importante d'espèces thérophytes, vers les formations dégradées et très ouvertes de thurifères où l'action anthropique est clairement distinguée. Ces espèces caractéristiques de ce groupement sont : *Fraxinus dimorpha* Coss. & Durieu, *Hertia cheirifolia* (L.) Kuntze, *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*, *Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp, *Hyparrhenia hirta* (L.) Stapf subsp. *hirta*, *Lotus corniculatus* L. subsp.

*corniculatus*, *Lysimachia monelli* (L.) U.Manns & Anderb., *Medicago lupulina* L., *Medicago minima* (L.) L. et *Medicago turbinata* (L.) Willd.

- Le second groupement "B" se rapporte aux relevés réalisés en haute altitude (1910-2068 m d'altitude). Ce groupement révèle aussi une physionomie variable. La mosaïque paysagère de celui-ci est composée d'une végétation forestière appartenant à la forêt dense de cèdre, à la zone asylvatique et aux thuriferaies d'altitudes. Les espèces caractéristiques de ce groupement sont : (E39) *Cedrus atlantica* (Endl.) Carrière, (E37) *Carthamus pinnatus* Desf, (E100) *Lysimachia monelli* (L.) U.Manns & Anderb., (E45) *Centaurea tougourensis* Boiss. & Reut., (E59) *Dianthus serrulatus* Desf. subsp. *serrulatus*, (E141) *Ribes uva-crispa* L. subsp. *uva-crispa*, (E139) *Rhamnus alpina* L. subsp. *alpina* et (E55) *Cytisus balansae* (Boiss.) Ball

- L'analyse des types biologiques des deux groupements montre que le groupement "A" est largement dominé par les thérophytes (Fig. II. 17), forme de résistance à l'aridité du climat et aux perturbations (Floret *et al.* 1990 ; Barbero *et al.* 1990). Cette forme de réponse aux conditions du milieu est suivie par les hémicryptophytes et les chaméphytes. Ces derniers sont souvent refusés par les troupeaux (Médail et Diadema, 2006 ; Barbero *et al.* 1990). Le parcours entraîne une uniformisation du tapis végétal caractérisé par le développement des espèces peu palatables ou nitrophiles (Abdessemed, 1984).



**Figure II. 17. Types biologiques des espèces du groupement "A"**

- Quant au groupement "B" d'après les résultats illustrés par la figure II. 18, il présente une dominance des hémicryptophytes avec une augmentation notable des géophytes. L'extension des pelouses culminales du Chélia (2328 m), climatiquement favorables, résulterait d'une dégradation du cèdre (Quézel, 1957). Cela pourrait s'expliquer aussi par l'effet du froid et de l'augmentation de la pluviosité (Danin et Orshan, 1990). Les phanérophytes dans ce spectre,

occupent une place importante 17 %, ce qui traduit d'une part, un milieu plus éloigné de s populations exploitantes, d'autre part un milieu bénéficiant de conditions climatiques favorables.

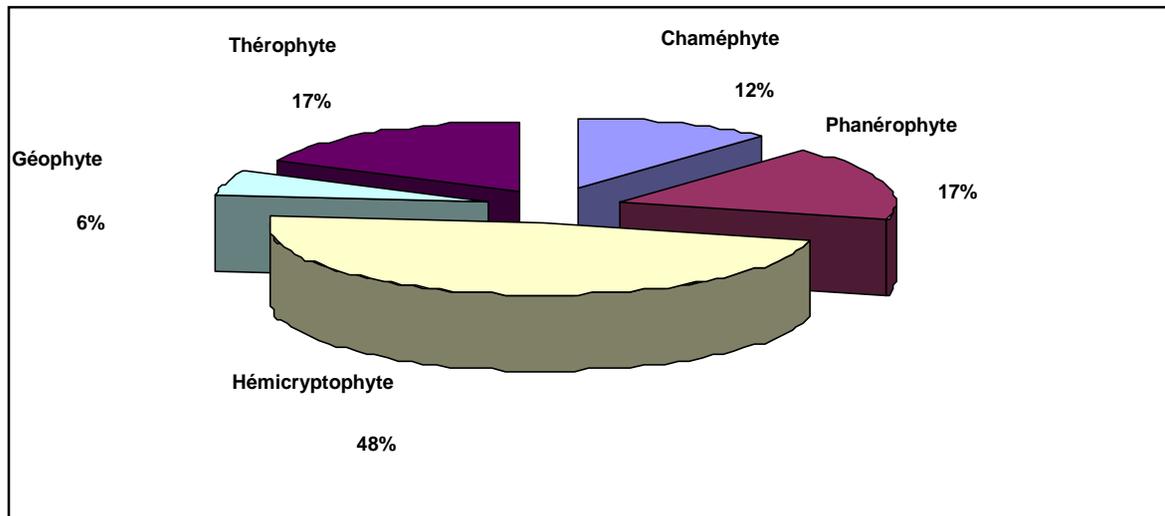


Figure II. 18. Types biologiques des espèces du groupement "B"

#### II. 3. 2. 2. 4. Indice de perturbation

Aussi avons-nous tenté de comparer le degré de la perturbation induite par la pression anthropique entre les deux groupements, par le calcul de l'indice de perturbation (IP) (Loisel *et al.* 1993 in Achour-Kadi Hanifi et Loisel, 1997) qui s'exprime par la formule :

$$\text{Indice de perturbation (IP)} = \frac{\text{Nombre de Chaméphytes} + \text{Nombre de Thérophytes} \times 100}{\text{Nombre total d'espèces}}$$

Le groupement "A" donne un indice de 57,82 % contre 28,85 % pour le groupement "B". Plus l'indice est élevé, plus le milieu est perturbé. Cette perturbation aurait, semble t-il, comme cause principale la pression anthropique, qui est fort ancienne et présente des origines historiques et sociales (Abdessemed, 1984).

## Conclusion

Le genévrier thurifère de la région des Aurès est scindé en 5 localités d'inégale importance. L'analyse des paramètres relatifs à sa structure ainsi qu'à sa physionomie montre qu'il ne diffère pas beaucoup de son homologue de la Méditerranée occidentale. D'autre part la flore associée à cette espèce témoigne d'une certaine originalité, vu le taux important d'endémisme régional et l'élément méditerranéen qui est bien représenté.

L'étude des groupements végétaux qu'individualise le genévrier thurifère a permis de discriminer deux groupements. L'un se présente physionomiquement sous forme d'une formation forestière plus ou moins ouverte dont le chêne vert, le frêne dimorphe et le thurifère se partagent l'espace vital. Sous l'effet d'une action anthropique permanente et très ancienne en donnant une thuriféraie très claire au-dessous de laquelle sont pratiquées des activités agropastorales. Cette situation est prouvée par l'analyse de l'indice de perturbation qui montre un milieu plus fortement anthropisé en bas des versants que vers les sommets.

Face à l'ampleur et à la croissance des risques anthropiques auxquels sont exposées les formations forestières des Aurès et en particuliers celles du genévrier thurifère, il est temps de mettre en place rapidement une politique de protection et de développement durable plus efficace.

Si cette situation perdure encore sans mesure de préservation de ce patrimoine inestimable, le risque de transformer cette région autrefois forestière en végétation asylvatique deviendra une réalité.

# **Chapitre IV**

*La végétation du massif  
de Chélia*

## II. 4. La végétation du massif du Chélia : Typologie et signification écologique

### Introduction

A l'inverse des pays du nord de la méditerranée les formations forestières de la rive sud et est de la méditerranée sont en régression (Quézel, 2000). Cette régression est induite surtout par une action anthropique très marquée due à une surexploitation (surpâturage permanent, coupes illicites et incendies de forêt) de ces milieux très fragiles et qui sont de plus soumis à des contraintes naturelles localement sévères. Bien entendu que cette régression ne se limite pas non seulement aux milieux forestiers mais menace dans une moindre mesure la biodiversité des zones pré-forestière et non forestière. Pour diagnostiquer et proposer les remèdes possibles, un état des lieux de la végétation s'avère le point de départ pour toute évaluation de cette régression.

En consultant la littérature relative aux cédraies du Maghreb et notamment celles des Aurès, peu de recherches et travaux phytosociologiques lui ont été consacrées (Abdessemed, 1981). D'une manière plus globale la description des groupements végétaux de l'Algérie reste encore peu définie ou peu connues (Benaïd, 1994). Aussi faut-il souligner qu'aucune recherche systématique récente dans le domaine de la flore méditerranéenne au Maghreb, et spécialement celles des montagnes de l'Est algérien (Aurès).

Dans cette contribution nous essaierons de répondre aux principales questions suivantes : quelle est la typologie et quelles sont les variables environnementales les plus explicatives de la distribution de la flore dans ce massif?

Notre approche se base sur un échantillonnage stratifié visant à déterminer les facteurs écologiques responsables du déterminisme de la végétation du massif de Chélia (Beghami, 2003 ; Beghami *et al.* 2007). L'objectif est la définition des groupements végétaux et leur répartition selon le gradient écologique ainsi établi.

### II. 4. 1. Matériel et Méthodes

#### II. 4. 1. 1. Présentation du site

Le site d'étude est situé dans l'Est algérien à environ 250 km de la mer Méditerranée, sur les montagnes de l'Atlas saharien. Il se trouve ainsi à moins de 60 Km de la première oasis du Sahara (la palmeraie de Khérane), et est soumis à des influences climatiques très difficiles (notamment un vent sec et chaud venant du sud). La calotte sommitale de ce massif est l'unique paysage dans les Aurès et le Belezma portant une végétation de physionomie particulière, dominée par des « orophytes épineuses en coussinet ».

Le massif de est limité par les coordonnées géographiques suivantes : 35°17'30" et 35°23'15" de latitude Nord, 6°45'30" et 6°32'05" de longitude Est (Fig. II. 19). La lithologie de ce massif étant composite : les strates du Barrémien et de l'Aptien affleurent sous un faciès gréseux, l'Albien par un faciès Flysch et le Cénomanién présente un faciès marno-calcaire.

Quant à la pluviométrie moyenne annuelle, ce massif reçoit une tranche d'eau qui varie en fonction de l'altitude et de l'orographie de la montagne, de 388 jusqu'à 1000 mm par an. Le massif de Chélia est parcouru par les étages bioclimatiques de végétation allant du semi-aride supérieur jusqu'à l'humide.

#### II. 4. 1. 2. Méthodes

Notre contribution porte sur la définition des groupements végétaux et leurs déterminismes écologiques dans le massif de Chélia. Pour se faire l'échantillonnage stratifié est le plus adéquat pour ce genre d'étude (Gounot, 1969). La lithologie de ce massif est composite, nous l'utiliserons donc comme critère principal de stratification pour subdiviser le domaine à étudier en sous ensembles. Il en résulte 4 sous ensembles : les marno-calcaires du cénomanién, les Flysch de l'albien, les grés de l'aptien et enfin les grés du barrémien (Beghami, 2003). A l'intérieur de chaque strate définie par la lithologie nous opérons un nouveau découpage en tenant compte des critères floristico-écologiques (formation végétale au sens physiologique, la pente, l'orographie et l'altitude). 44 relevés ont été réalisés et sur chaque relevé la liste de toutes les espèces vasculaires, y compris les ptéridophytes a été dressée (annexe III) ainsi qu'un La détermination des espèces est faite en se basant principalement sur la flore de l'Algérie (Quézel et Santa, 1962-1963). D'autres flores des pays voisins ont été consultées notamment les flores : d'Espagne (2009), flore du Maroc (Fennane *et al.* 1999), d'Italie (Pignatti, 1982) et de Tunisie Cuénod *et al.* (1954) et Pottier Alapetite (1979 ; 1981). Notons que la synonymie des espèces préconisée est celle de Dobignard et Chatelain (2010-2011). Les espèces végétales dont la fréquence est inférieure à 3 ont été éliminées de l'analyse : pratique statistique courante.

#### II. 4. 1. 3. Collecte des données

L'ensemble des variables prélevés sur chaque relevé est :

- Le recouvrement des strates est estimé en adoptant les classes suivantes :

1 = le recouvrement de la strate est inférieur ou égal 5%

2 = le recouvrement de la strate entre 5 et 25%.

3 = le recouvrement de la strate entre 25 et 50%.

4 = le recouvrement de la strate entre 50 et 75%.

5 = le recouvrement de la strate entre 75 et 100%.

0% quand il s'agit d'un recouvrement nul.

• Les strates envisagées, ici sont celles décrites par Guinochet (1973) excepté la strate muscinale. Cependant, on se contente de la distinction suivante :

- la strate herbacée      —————> 0 - 0.3 m.

- la strate arbustive    —————> 0.3 – 7 m.

- la strate arborescente —————> + de 7 m.

• Des descripteurs écologiques à savoir :

- l'altitude : appréciée par un GPS, elle définit mieux le bioclimat et l'étagement de la végétation.

- le versant et son orientation : on a utilisé une boussole à main

- la pente est appréciée par un clesimètre SUUNTO.

- le substrat est obtenu à partir de la carte lithologique, il a été ainsi vérifié sur le terrain par nos observations.

• La caractérisation bioclimatique de chaque relevé se fait par extrapolation, des données des stations de Bouhmama pour le versant sud et d'El hamma pour le versant nord.

• Les données anthropiques

Etant donné l'impact anthropique très marqué sur le massif de Chélia, nous avons pu estimer ce paramètre par la création d'une échelle caractérisant le degré d'intervention humaine à savoir :

- Le pâturage :

3 = pâturage intense.

2 = pâturage modéré.

1 = pâturage faiblement marqué.

- Les coupes illicites :

0 = Absente ;

1 = présente.



Figure II. 19. Localisation du massif de Chélia

#### II. 4. 1. 4. Codification et abréviations des variables du milieu

L'ensemble des données de milieu récoltées se présente sous forme d'un tableau à double entrée, où les relevés sont disposés en lignes et les variables du milieu en colonnes ( Annexe IV). Toutefois, les variables quantitatives sont reportées telles qu'elles, par contre les variables qualitatives, le codage disjonctif complet permet de les recoder en classe semi quantitatives, c'est-à-dire qu'on associe à chacune de ses modalités un nombre réel (Chessel *et al.* 1997 ; Casin, 1999).

Alt : altitude en mètre.

Sub : substrat géologique (les marno-calcaires de Cénomaniens, les flysch de l'Albien, les grès de l'Aptien et les grès du Barrémien).

Ver : versant (versant nord et versant sud).

Exp : exposition (Sud Est, Sud, Sud West, Nord West, Nord et Nord Est).

Pat : pâturage (pâturage faiblement marqué, pâturage modéré et pâturage intense).

Cou : coupes illicites (absente et présente)

Pen : pente en pourcentage.

Q<sub>2</sub> : quotient pluviothermique d'Emberger.

#### II. 4. 1. 5. Traitement statistique multivariable

Afin d'établir une classification de nos relevés d'après leur composition floristique, nous avons procédé à deux types d'analyses: l'analyse factorielle des correspondances et la classification ascendante hiérarchique. L'analyse factorielle des correspondances est basée sur les données brutes de la végétation, alors que la classification ascendante hiérarchique est réalisée en utilisant les coordonnées factorielles des relevés. Le croisement de la flore et des variables environnementales est réalisé en utilisant l'analyse canonique des correspondances. Cette technique est utilisée afin de visualiser graphiquement les proximités entre les modalités des variables disponibles sous forme d'un tableau de contingence (Benzecri, 1973 ; Lacoste et Roux, 1972 ; Guinochet, 1973).

La matrice des données brutes se compose donc de 247 espèces végétales et 44 relevés (annexe III). Rappelons que dans chaque case : à l'intersection entre lignes et colonnes sont notées la présence ou l'absence de l'espèce considérée dans le relevé. Les espèces, présentant une fréquence inférieure à 3 ont été éliminées de l'analyse parce qu'elles apportent des informations difficiles à interpréter et n'ont aucun rôle discriminant. Après avoir éliminé ces espèces il en reste 137 espèces végétales qui feront l'objet de traitements et d'analyses statistiques, biologiques et biogéographiques. A partir de cette matrice nous avons effectué deux analyses, l'une portant sur les relevés et l'autre sur les espèces. Guinochet (1973) a souligné, que les R

relevés correspondent à R points dans une espace à E dimensions, E étant le nombre d'espèces. L'inverse signifie que les E espèces correspondent à E points dans un espace à R dimensions. En effet selon Timbal (1973) dans le premier cas on met en évidence des groupes de relevés (groupements végétaux) et dans le second les groupes d'espèces (groupes floristiques), les premiers étant caractérisés par les seconds.

Etant donné, que ce sont les mêmes données, qui ont été utilisés au départ (même matrice des données brutes) et que ce sont les mêmes liaisons statistiques qui sont mises en évidence dans les deux cas, il y a correspondance et même équivalence entre les résultats des analyses sur les deux types de matrices. Il y a donc correspondance entre les groupes de relevés et les groupes d'espèces (Timbal, 1973).

## II. 4. 2. Résultats et discussions

Les 3 premiers axes expliquent environ 30% de l'information totale. Les contributions de chaque axe sont consignées dans le tableau II. 5.

**Tableau II. 5. Pourcentage de variance des axes**

Axe	1	2	3
Taux de variance	16	8	6

Le plus fort pourcentage de variance est absorbé par le premier facteur soit 16%, cet axe explique la prédominance d'un seul facteur dans la discrimination des groupes des relevés. Ainsi les 3 premiers axes absorbent 30% sur 39% de variation totale expliquée par les 5 premiers axes ; nous arrêterons donc, notre investigation aux 3 premiers axes.

### II. 4. 2. 1. Signification écologique des axes

Etant donné, que jusqu'ici l'analyse n'a concerné que les données de la végétation, et que les variables du milieu n'ont pas été prises en considération, aussi l'interprétation que nous allons proposer, ne peut pas être abordée directement. Cependant, la présence ou l'absence d'une espèce donnée au sein de nos relevés n'est pas le fait du hasard ; c'est le reflet des conditions écologiques qui régissent la distribution des espèces dans l'espace couvert par l'échantillonnage (Timbal, 1973). Aussi, Pouget (1982) a précisé que toute variation de cette végétation d'un état à l'autre est en relation avec un changement des facteurs écologiques, et que l'inverse doit être vrai, c'est à dire qu'à tout changement des facteurs écologiques, doit correspondre un changement de végétation. L'interprétation indirecte des facteurs (axes) c'est-à-dire la signification écologique des axes, sans tenir compte effectif des variables environnementales se fait à partir de l'autoécologie des espèces à fortes contributions (Kaâbache, 1990).

Les variables du milieu, qui déterminent d'une manière indirecte la forme du nuage de points représentant les relevés, définissent donc les axes factoriels qu'on veut interpréter.

Lagarde (1983) cité par Kaâbache (1990) précise que la signification des axes correspond parfois à un effet global résultant d'une combinaison de plusieurs facteurs, c'est pour cela qu'elle n'est pas toujours évidente. Par ailleurs, il a noté que l'interprétation envisagée ici est obtenue, soit par des espèces de forte contribution et dont l'écologie est plus ou moins connue, soit en attribuant aux relevés à forte contribution les conditions stationnelles, qui semblent susceptibles d'être discriminantes pour la végétation.

Cela veut dire qu'à ce type de relevés (forte contribution), correspondent des conditions stationnelles privilégiés, parallèlement les espèces à forte contribution possèdent une amplitude écologique particulière. Il en résulte que chaque axe interprétable traduit indirectement une information à caractère écologique sous forme de gradient, que nous cherchons à mettre en évidence

#### **II. 4. 2. 2. Signification écologique de l'axe 1**

Rappelons que l'axe 1 explique lui seule 16% de l'information contenue dans le nuage point relevés - espèces. Suivant cet axe (Fig. II. 20), les relevés s'échelonnent de part et d'autre de l'origine comme suit :

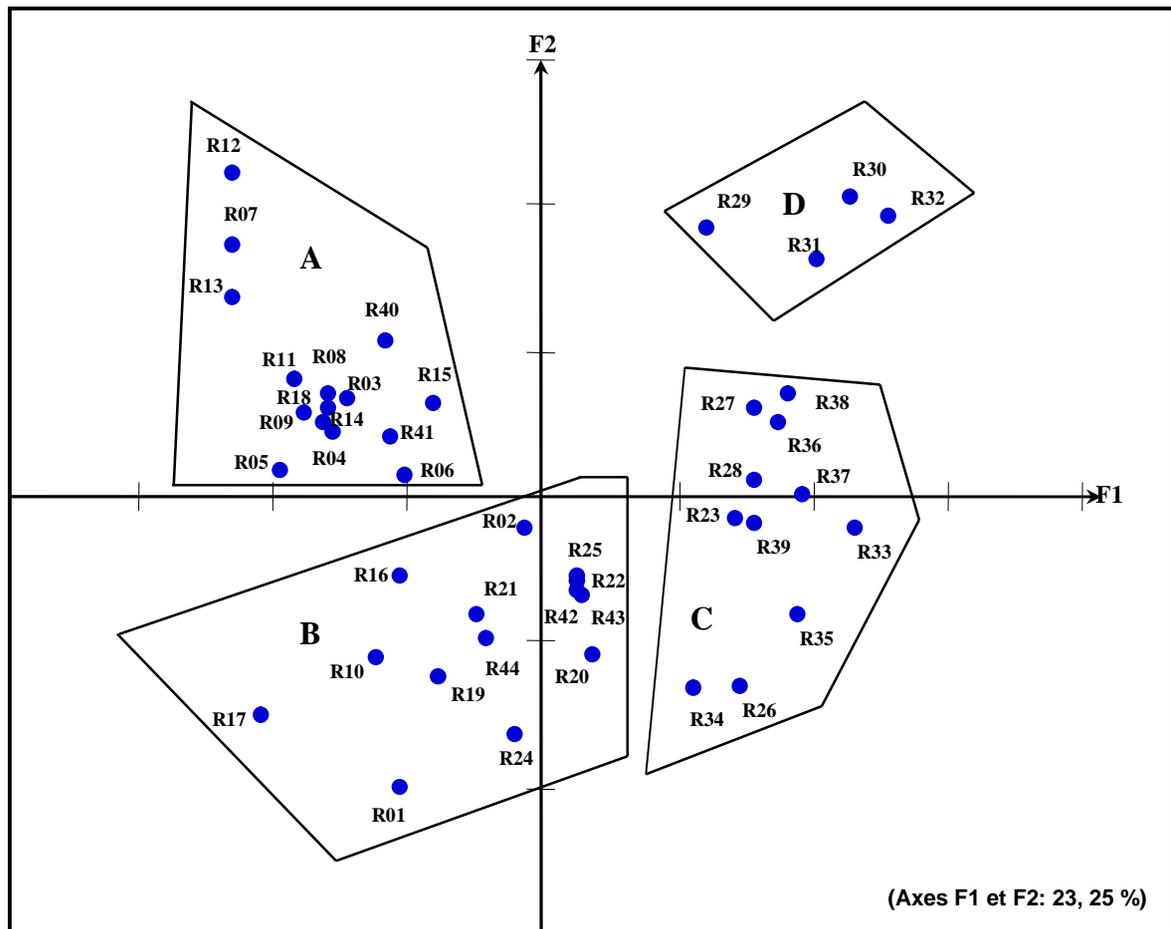


Figure II. 20. Carte de l'analyse factorielle des correspondances des relevés, plan (1-2)

Du côté positif on a les relevés et leurs paramètres caractéristiques (Tab. II. 6) :

Tableau II. 6. Caractéristiques stationnelles des relevés à forte contribution: partie positive de l'axe1

Relevés	Altitude	Versant	Q <sub>2</sub>
30	2215	S	65,80
31	2200	N	117,54
32	2250	N	120,52
33	1850	N	97,40
36	1850	N	97,40
37	1900	N	100,20
38	2250	N	120,52
35	1800	N	94,62
28	1910	S	57,69
27	1930	S	58,21

Alors que du coté négatif on trouve (Tab. II. 7) :

**Tableau II. 7. Caractéristiques stationnelles des relevés à forte contribution : partie négative de l'axe1**

Relevés	Altitude	Versant	Q <sub>2</sub>
5	1400	S	44,96
7	1360	S	44,01
12	1287	S	42,27
13	1360	S	44,01
17	1320	S	43,05

L'examen des fiches descriptives des relevées du tableau II. 6, présentant une forte contribution à la partie positive de l'axe 1 montre qu'ils se rapportent, soit aux forêts de cèdre soit aux pelouses de hautes altitudes désignées par (Quézel, 1957) sous le vocable "pelouse écorchées". Ces formations sont caractérisées par des conditions bioclimatiques sub-humides à humides. Cependant ceux du tableau II. 7, se rapportent aux groupements de *Juniperus oxycedrus*, localisés à des altitudes plus basses, sur le versant sud correspondant aux conditions bioclimatiques semi aride. Quoique, l'altitude et le versant traduisent à priori un gradient d'humidité et n'ont aucun effet sur la végétation, que dans la mesure où elle influence les paramètres climatiques ; elle ne semble pas jouer, en tant que telle, un rôle prépondérant. Par contre il est certain que les précipitations sont plus fortes à mesure que l'on s'élève en altitude et que les facteurs thermiques diminuent aussi avec elle .

Il en résulte donc que l'axe1 est lié à un gradient d'humidité mieux exprimé par l'indice bioclimatique d'Emberger (Q<sub>2</sub>), puisque ce dernier traduit mieux l'action concomitante du versant / altitude.

Si la distribution des relevés le long de l'axe 1 s'ordonne selon un gradient bioclimatique, l'opposition entre les deux sous ensembles A et C de part et d'autre de l'origine correspond à des états extrêmes d'un ou plusieurs facteurs (subhumide et semi aride, basses altitudes et hautes altitudes). Par contre, la transition progressive exprime la continuité de l'influence de ces facteurs écologiques le long de l'axe 2 (Pouget, 1982).

L'analyse de la carte factorielle des espèces (Fig. II. 21.), montre l'opposition de part et d'autre de l'origine d'un certain nombre d'espèces.

On trouve :

Du côté négatif (Tab. II. 8) :

**Tableau II. 8. Les espèces à forte contribution à la partie négative de l'axe 1**

Espèces	contribution	Numéro sur carte
<i>Aegilops triuncialis</i> L. subsp. <i>triuncialis</i>	0,053	2
<i>Ampelodesmos mauritanicus</i> (Poir.) Durand & Schinz	0,037	6
<i>Asphodelus ramosus</i> L. subsp. <i>ramosus</i>	0,033	17
<i>Calycotome spinosa</i> (L.) Lamk	0,061	29
<i>Juniperus oxycedrus</i> L. subsp. <i>oxycedrus</i>	0,050	79
<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i> (Desf.) Samp.	0,032	103

Du côté positif (Tab. II. 9):

**Tableau II. 9. Les espèces à forte contribution à la partie positive de l'axe 1**

Espèces	Contribution	Numéro sur carte
<i>Berberis hispanica</i> Boiss. & Reut.	0,031	24
<i>Bupleurum spinosum</i> Gouan	0,036	28
<i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Carrière	0,016	34
<i>Dianthus vulturius</i> Guss. & Ten.	0,024	51
<i>Cytisus balansae</i> (Boiss.) Ball	0,020	48
<i>Sedum acre</i> subsp. <i>neglectum</i> (Ten.) Arcang.	0,044	116
<i>Teucrium chamaedrys</i> L. subsp. <i>chamaedrys</i>	0,019	127

La consultation de littérature concernant l'écologie de ces espèces notamment celle de Quézel et Santa (1962-1963), montre que :

- *Aegilops triuncialis* : Broussailles, pâturages, champs, clairières .
- *Ampelodesmos mauritanicus* : Forêts, broussailles.
- *Asphodelus ramosus* : Forêts, pâturages
- *Calycotome spinosa* : Forêts, broussailles
- *Juniperus oxycedrus* : Arbre ou arbuste
- *Quercus ilex* : Présent sur les sols calcaires en Algérie en ambiance très sylvatique. Présente un faciès de dégradation souvent important lorsqu'il est situé aux limites du semi-aride.

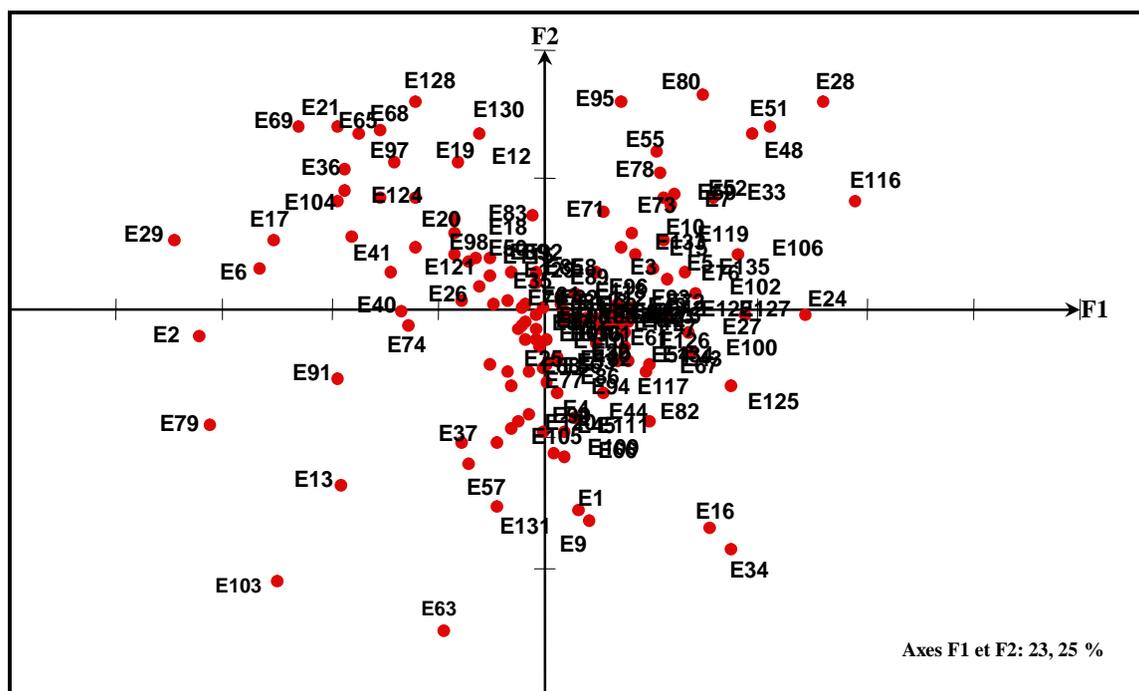


Figure II. 21. Carte de l'analyse factorielle des correspondances des espèces végétales (1-2) 137 espèces végétales X 44 relevés

L'examen de l'écologie des espèces caractérisant la partie positive de l'axe 1 montre que :

- *Berberis hispanica* : rocailles des hautes montagnes, au-dessus de 1500 m.
- *Bupleurum spinosum* : sur les hautes montagnes.
- *Cedrus atlantica* : montagnes de 1400 à 2600 m.
- *Cytisus balansae*: Pâturages rocailleux des hautes montagnes.
- *Sedum acre* : rochers des montagnes.
- *Teucrium chamaedrys* : pelouses des montagnes.
- *Dianthus vulturius*: Pelouses et rocailles des montagnes bien arrosées au-

dessus de 1300 m

Les espèces du premier lot se rapportent soit aux clairières soit aux maquis et aux garrigues mais de basses altitudes en conditions bioclimatiques peu favorables (semi aride). Alors que le second lot se rencontre surtout en hautes altitudes dans des forêts plus ou moins fermées ou dans les pelouses des hautes montagnes (Quézel, 1957 ; Quézel et Santa, 1962-1963 ; Schoenenberger 1970a ; 1970b ; Wojterski et Abdessemed, 1985).

Le constat du premier groupe d'espèces fait ressortir, qu'il est bien dominé par trois espèces : il s'agit du *Calycotome spinosa* (29), *Aegilops triuncialis* (2) et *Juniperus oxycedrus* (79). En effet, celles-ci se localisent de préférence en basses altitudes et ne dépassent guère 1700 m sur le versant sud (Schoenenberger, 1970a). Le deuxième groupe d'espèces est dominé notamment par : *Sedum acre* (116), *Bupleurum spinosum* (28) et *Berberis hispanica* (24). Dans les Aurès, ces deux espèces caractérisent les rochers et les pelouses sèches des hautes montagnes de l'étage subhumide et humide (Quézel, 1957 ; Abdessemed, 1984 ; Wojterski et Abdessemed, 1985). On les rencontre le plus souvent associées au cortège floristique du cèdre (Abdessemed, 1981).

Par ailleurs, l'axe 1 oppose donc deux lots d'espèces ; il traduit ainsi des conditions stationnelles différentes. Le premier correspond aux conditions bioclimatiques subhumide supérieure à humide offertes par les altitudes les plus élevées, par contre le second correspond aux conditions de semi-aride supérieur à subhumide inférieur à hiver frais. Cette constatation va en concordance avec celle faite en interprétant l'échelonnement des relevés le long de l'axe 1. De ce fait, cet axe explique nettement un gradient bioclimatique engendré par l'altitude et l'exposition des versants.

#### II. 4. 2. 3. Signification écologique de l'axe 2

L'axe 2 oppose également de part et d'autre de l'origine des relevés.

\* Sur la partie négative de l'axe 2 on trouve (Tab. II. 10) :

**Tableau II. 10. Caractérisation stationnelles des relevés à forte contribution à la partie négative de l'axe 2**

Relevés	Altitude	Recouvrement en %		
		Herbacée (Re1)	Arbustive (Re2)	Arborescente (Re3)
1	1410	5 - 25	50 - 75	0
17	1320	5 - 25	50 - 75	0
26	1700	5	5 - 25	75 - 100
24	1444	5 - 25	75 - 100	0
34	1600	25 - 50	25 - 50	25 - 50

\* Sur la partie positive de l'axe 2 on trouve (Tab. II. 11) :

**Tableau II. 11. Caractérisation stationnelles des relevés à forte contribution à la partie positive de l'axe 2**

Relevés	Altitude	Recouvrement en %		
		Herbacée (Re1)	Arbustive (Re2)	Arborescente (Re3)
12	1287	5 - 25	0	0
29	1770	5	25 - 50	0
30	2215	5 - 25	25 - 50	0
31	2200	5 - 25	25 - 50	0
32	2250	25 - 50	25 - 50	0
7	1360	5	25 - 50	0

L'examen des tableaux II. 10 et II. 11, permet de dégager les observations suivantes :

- La première constatation est que les relevés structurant la partie positive de l'axe sont caractérisés par l'absence totale de la strate arborescente. Celle-ci est relativement importante dans les relevés structurant la partie négative de cet axe.

- Si la strate arbustive est bien développée dans les relevés du premier groupe, toutefois, elle est relative dans le second. En plus, dans ce dernier elle se compose, notamment par des chaméphytes en coussinet (orophytes en coussinet), alors que dans le premier c'est surtout un maquis de chêne vert mélangé le plus souvent avec le frêne dimorphe. De tout cela, il en résulte que, les relevés exécutés en zone asylvatique, en haute altitude ou dans des zones complètement défrichées à n'importe quelle altitude s'opposent aux relevés réalisés dans les formations où le couvert est plus ou moins développé. Il se pourrait donc, que l'axe 2 oppose des relevés réalisés dans les formations à couvert plus ou moins fermé pluristrate, par rapport à ceux provenant des formations dégradées avec un couvert très ouvert. Il traduit de ce fait un gradient physiologique allant des formations les plus ouvertes et dégradées vers les plus fermées et mieux conservées.

Afin de bien saisir ce gradient nous allons examiner l'écologie des espèces à forte contribution aux deux parties de l'axe (Fig. II. 21).

\* Sur la partie négative on peut citer (Tab. II. 12) :

**Tableau II. 12. Espèces structurantes la partie négative de l'axe 2**

Espèces	Contribution	Numéro sur carte
<i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Carrière	0,041	34
<i>Fraxinus dimorpha</i> Coss. & Durieu (domine)	0,072	63
<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i> (Desf.) Samp.	0,052	103
<i>Acer monspessulanum</i> L. subsp. <i>Monspessulanum</i>	0,028	1
<i>Asphodeline lutea</i> (L.) Rchb.	0,033	16
<i>Anthemis monilicostata</i> Pomel	0,032	9

\* Sur la partie positive on a (Tab. II. 13) :

**Tableau II. 13. Espèces structurantes la partie positive de l'axe 2**

Espèces	Contribution	Numéro sur carte
<i>Bupleurum spinosum</i> Gouan	0,029	28
<i>Cytisus balansae</i> (Boiss.) Ball	0,021	48
<i>Dianthus vulturius</i> Guss. & Ten.	0,022	51
<i>Hedynois rhagadioloides</i> (L.) F.W.Schmidt	0,023	69
<i>Jurinea humilis</i> (Desf.) DC. (domine)	0,030	80
<i>Paronychia chlorothyrsa</i> Murb. var. <i>chlorothyrsa</i>	0,029	95
<i>Teucrium polium</i> subsp. <i>aurasiacum</i> (Maire) Greuter & Burdet	0,029	128
<i>Atractylis caespitosa</i> Desf.	0,022	21
<i>Genista pseudopilosa</i> Coss.	0,021	65
<i>Globularia alypum</i> L. subsp. <i>alypum</i>	0,021	68
<i>Thymus munbyanus</i> Boiss. & Reut. subsp. <i>munbyanus</i>	0,021	130

Si l'on se réfère aux données bibliographiques de Quézel et Santa (1962-1963), Schoenenbeger (1970a, 1970b), Bonin et Thinon (1994) et de Le Houérou (1969), nous pouvons synthétiser l'écologie des espèces à forte contribution dans les tableaux II. 14 et II. 15.

\* Du côté positif (Tab. II. 14) :

**Tableau II. 14. Espèces à forte contribution**

<b>Espèce</b>	<b>Ecologie</b>
<i>Teucrium polium</i>	se rencontre du sommet du Chélia jusque dans l'étage saharien, connue comme étant héliophile.
<i>Paronychia capitata</i>	pelouse sèches et rocailles des hautes montagne s.
<i>Jurinea humilis</i>	pelouse caillouteuse dégradée.
<i>Hedypnois rhagadioloides</i>	?
<i>Bupleurum spinosum</i>	rocailles, pâturages, clairières surtout en montagnes
<i>Dianthus vulturius</i>	Pelouses et rocailles bien arrosées, pelouse sèche du Chélia et les cédraies claires d'altitude.
<i>Cytisus balansae</i>	pâturages rocailleux des hautes montagnes.
<i>Atractylis humilis</i>	Forêts, pâturages pierreux, steppes.
<i>Genista pseudopilosa</i>	Rocailles et forêts claires.
<i>Globularia alypum</i>	Rocailles, garrigues.
<i>Thymus munbyanus</i>	Pelouses, broussailles.

Ces données mettent en opposition des espèces ligneuses arborées aux espèces herbacées cespitueuses le plus souvent héliophiles. Cette opposition serait liés également au degré d'ouverture du couvert et traduit de ce fait, un gradient physio nomique qu'on peut qualifier de gradient dynamique allant des formations les plus sylvatiques vers les plus dégradées. Cela confirme de nouveau les résultats obtenus à partir de l'analyse des relevés et les paramètres prélevés sur le terrain. Dans les formations engendrées par la partie négative de cet axe, il est clair qu'on est en présence des formations dont on rencontre les trois strates : strate arborescent représentée par une futaie de cèdre, strate arbustive souvent par un taillis de chêne vert mélangé avec le frêne dimorphe et en fin selon le degré d'ouvertures on peut se rendre compte, avec une strate herbacée plus ou moins importante.

Quoique dans le second groupe engendré par des plantes herbacées ou chaméphytes formée essentiellement par les orophytes épineux en coussinet occupe les milieux les plus dégradés et plus clairs que ce soit en hautes altitude ou en faible altitude. En effet, ces formations sont la conséquence normale d'une action anthropique ; liés principalement au surpâturage, et la végétation qui en reste n'est que le refus du bétail car elle est peu palatable (Barbero *et al.* 1990).

\* Du côté négatif Tab. (II. 15) :

**Tableau II. 15. Espèces à forte contribution**

Espèces	Ecologie
<i>Fraxinus dimorpha</i>	Roches, pâturage des hautes montagnes, souvent associé aux formations de l'iliçaie dégradée et au genévrier thurifère.
<i>Quercus ilex</i>	Présent sur les sols calcaires en Algérie en ambiance très sylvatique. Présente un faciès de dégradation souvent important lorsqu'il est situé aux limites du semi-aride.
<i>Cedrus atlantica</i>	Il s'agit de forêts importantes à large amplitude altitudinale, forment toujours l'étage dominant. En dessous jeunes cèdres, chêne vert, érable, épine vinette...etc. La strate herbacée et très importante et comprend surtout des graminées et des composées.
<i>Acer monspessulanum</i>	Arbuste ou arbre de 2-5 m, forêts
<i>Asphodeline lutea</i>	Pâturages, clairières, rochers des forêts
<i>Anthemis monilicostata</i>	Prairies sèches

Les auteurs Schoenenbeger (1970a, 1970b), Abdessemed, 1985 ; Wojterski et Abdessemed, 1985) ont déjà signalé que le sommet de constitue un lieu privilégié pour l'entreposage, en été des bétails, notamment sous les vieux sujet de cèdre et que de nombreux sentiers et layons sont observables au niveau de la zone asylvati que.

#### II. 4. 2. 4. Signification écologique de l'axe 3

L'analyse de la carte factorielle des correspondances relative au plan formé par l'axe 1 et l'axe 3 (Fig. II. 22), montre que le nuage points – relevés, globalement, conserve sa distribution dans ce plan. Ce qui confirme davantage la discrimination des relevés par le plan 1 -2. Dans la mesure où l'apport de ce nouveau axe n'apporte plus d'information appréciable sur la distribution du nuage point relevés, hormis quelques groupes qui tendent à s'éclater et cèdent certain relevés pour l'un ou l'autre groupe (R29) ; nous arrêterons notre investigation à l'interprétation du premier plan ; c'est-à-dire celui formé par l'axe 1 et l'axe 2. Notons que dans des cas pareils, il n'est pas évident d'envisager une interprétation écologique de tel axe.

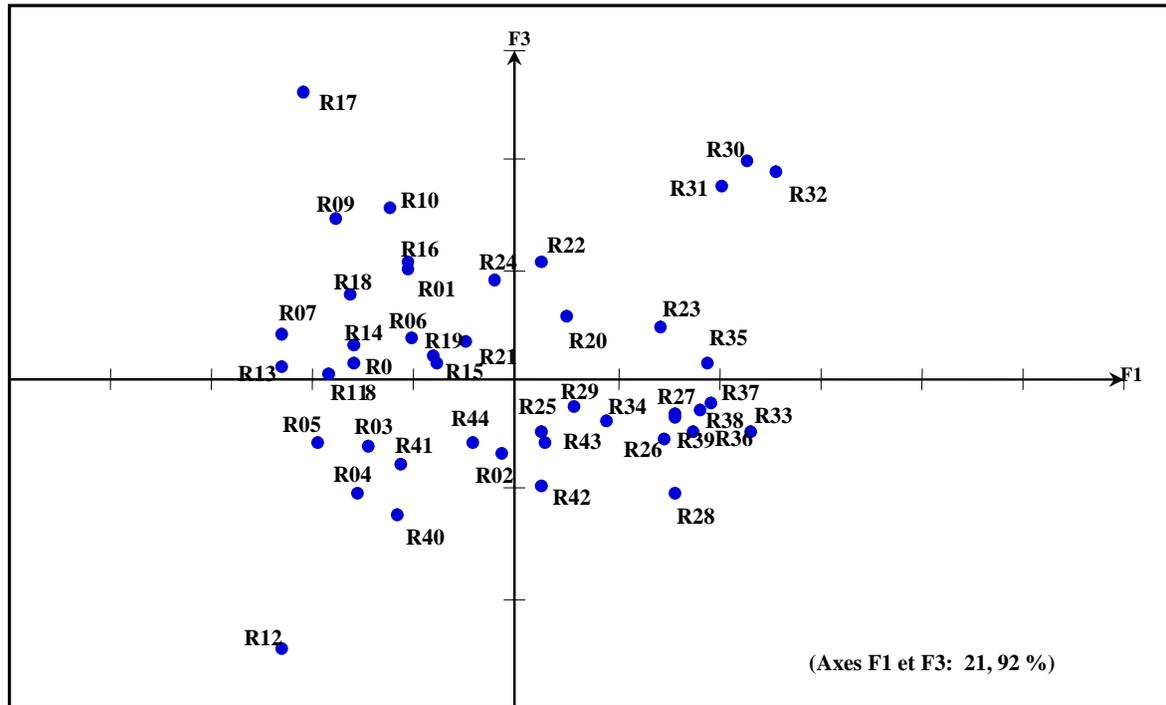


Figure II. 22. Carte de l'analyse factorielle des correspondances des relevés

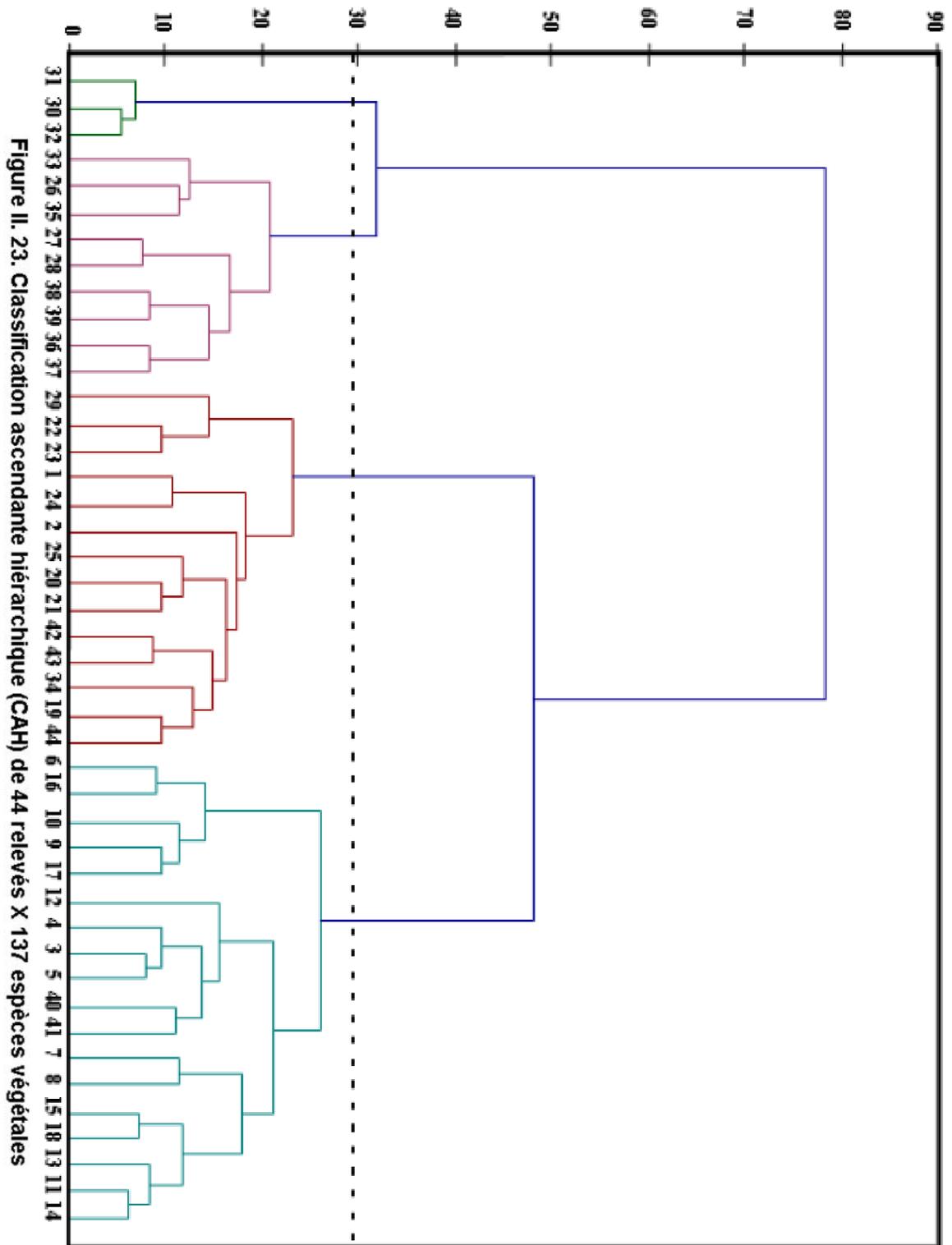
Plan (1-3).

#### II. 4. 2. 5. Typologie de la végétation de Chélia

Au terme de cette contribution 4 groupements végétaux constituant la typologie de la végétation de ce massif ont été définis. La discrimination de ceux-ci s'appuie essentiellement sur l'examen des contributions des relevés aux axes factoriels (Fig. II. 20). Bien que la discrimination des groupes floristiques semble meilleure, l'appartenance de certains relevés notamment ceux qui sont peu contribuant aux deux axes précédents, restent de l'ordre du détail (R29, R23...etc.) et notre ordination peut donc être jugée satisfaisante. L'utilisation de la classification ascendante hiérarchique (Fig. II. 23), met en évidence l'appartenance des relevés aux différents groupements et facilite, de ce fait cette discrimination (Achour-Kadi Hanifi et Loisel, 1997)

Les différences entre ces deux types d'analyse dendrogramme et analyse factorielle des correspondances demeurent très relatives et les relevés faisant défaut ne concernent qu'un certain nombre bien qu'ils sont bien expliqués par d'autres axes. La comparaison de la classification ascendante hiérarchique avec l'ordination de l'analyse factorielle des correspondances a permis d'affiner notre jugement (Achour-Kadi Hanifi et Loisel, 1997). Nous avons constaté que les divergences entre dendrogrammes et AFC sont principalement liées à quelques relevés, excepté les différences dues à la méthode de regroupement et à l'indice de distance utilisé. Cependant le mauvais classement de ces relevés pourrait s'expliquer par l'occupation de ces relevés des

situations floristiquement intermédiaires entre l'un ou l'autre des groupements prédéfinis. Ceci traduit la supposition d'une variation continue de la composition floristique le long des gradients écologiques : phénomène connue sous le terme continuum. Il en résulte, qu'il n'y a pas une individualisation nette des groupements obtenus précédemment. En effet, un certain nombre de relevés transitoires relient entre eux. Timbal (1973) a souligné qu'un certain nombre de relevés assure la transition entre les groupements, pouvant ainsi former des zones de contact selon la désignation de M'herit (1982). Toutefois l'examen de la présence de certaines espèces d'écologie bien connue surtout les espèces de fortes contributions nous permettent de les ranger auprès de l'un ou de l'autre groupement.



### II. 4. 2. 5. 1. Discrimination des groupements végétaux

L'étude de la carte factorielle des relevés formée par les axes 1 et 2 (Fig. II. 20) qui, rappelons-nous, traduit 23% environ de l'information contenue dans le nuage points - relevés, et le dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique (Fig. II. 23) fait ressortir 4 groupements végétaux plus ou moins homogènes.

I. Un groupe important de relevés caractérisés par des valeurs négatives sur le premier facteur et par des valeurs positives sur le deuxième facteur. Ce groupement est mentionné par la lettre "A"

II. Un groupe plus ou moins homogène caractérisé par des valeurs positives et négatives sur l'axe 1 et des valeurs négatives sur l'axe 2 indiqué par la lettre "B".

III. Un groupe relativement homogène s'échelonne le long des axes 1 et 2 désigné par la lettre "C".

IV. Un dernier petit groupe plus petit localisé au niveau du quadrant formé par des valeurs positives sur le premier et aussi des valeurs positives sur le second axe. Il vient s'individualiser à part. On l'indiquant par la lettre "D"

### II. 4. 2. 5. 2. Espèces caractéristiques des groupements végétaux et description des groupes floristiques

Pour pouvoir caractériser les groupes de relevés mis en évidence précédemment, nous essayerons d'effectuer l'étude de la répartition des espèces dans le même plan. La matrice des données se compose donc, de 137 espèces végétales et de 44 relevés. Etant donné, que ce sont les mêmes données, qui ont été utilisés au départ (même matrice des données brutes) et que ce sont les mêmes liaisons statistiques qui sont mises en évidence dans les deux cas, il y a correspondance et même équivalence entre les résultats des analyses sur les deux types de matrices. Il y a donc correspondance entre les groupes de relevés et les groupes d'espèces (Timbal, 1973). Guinochet (1973) avait souligné, que les R relevés correspondent à R points dans une espace à E dimensions, E étant le nombre d'espèces. L'inverse signifie que les E espèces correspondent à E points dans un espace à R dimensions. En effet selon Timbal (1973) dans le premier cas on met en évidence, des groupes de relevés (groupements végétaux) et dans le second les groupes d'espèces (groupes floristiques), les premiers étant caractérisés par les seconds.

L'examen de la carte factorielle issue de l'analyse factorielle de 137 espèces végétales sur 44 relevés (Fig. II. 21) montre la distribution du nuage point espèces en 4 groupes. Les espèces de fortes contributions caractérisant les groupements ainsi définis sont :

- Le groupement A est caractérisé par : **E79** (*Juniperus oxycedrus*), **E2** (*Aegilops triuncialis*), **E29** (*Calycotome spinosa*), **E6** (*Ampelodesmos mauritanicus*), **E69** (*Hedypnois rhagadioloides*), **E128** (*Teucrium polium*), **E130** (*Thymus munbyanus*), **E17** (*Asphodelus ramosus*), **E68** (*Globularia alypum*), **E21** (*Atractylis caespitose*) et **E65** (*Genista pseudopilosa*).
- Le groupement B est caractérisé par : **E103** (*Quercus ilex*), **E63** (*Fraxinus dimorpha*), **E13** (*Asparagus acutifolius*), **E131** (*Torilis nodosa*), **E9** (*Anthemis monilicostata*) et **E1** (*Acer monspessulanum*).
- Le groupement C est caractérisé par : **E34** (*Cedrus atlantica*), **E16** (*Asphodeline lutea*), **E24** (*Berberis hispanica*), **E127** (*Teucrium chamaedrys*), **E125** (*Taraxacum obovatum*) et **E35** (*Viola munbyana*).
- Le groupement D est caractérisé par : **E116** (*Sedum acre*), **E28** (*Bupleurum spinosum*), **E51** (*Dianthus vulturius*), **E80** (*Jurinea humilis*), **E95** (*Paronychia chlorothyrsa*), **E55** (*Erinacea anthyllis*) et **E48** (*Cytisus balansae*).

Cependant, il est à noter que certaines espèces présentent une forte contribution sur les deux axes simultanément, ce sont les espèces qui marquent la transition entre les groupes d'espèces et par conséquent entre les groupements végétaux prédéfinis. C'est le cas des espèces suivantes : **E116** (*Sedum acre*), **E48** (*Cytisus balansae*), **E28** (*Bupleurum spinosum*), **E34** (*Cedrus libanotica*), **E16** (*Asphodeline lutea*), **E1** (*Acer monspessulanum*), **E103** (*Quercus ilex*) et **E79** (*Juniperus oxycedrus*). En effet, il n'y a pas une individualité nette des groupements végétaux prédéfinis. Gounot (1969), Corre (1970), Ozenda (1982) et Beghami (2003) ont montré que le passage d'une structure de végétation à l'autre se fait, le plus souvent, suivant un gradient graduel et qu'il n'existe pas une individualité nette : phénomène connu sous le terme continuum dans l'organisation structurale de la végétation. Le chêne vert et le genévrier oxycède assurent la transition entre le groupement A et B, le frêne dimorphe, l'érable de Montpellier et le cèdre de l'Atlas assurent également une transition entre le groupement précédent B et le suivant, celui du cèdre (C). A la limite supérieure de la cédraie, et au moindre éclaircissement, les espèces de la calotte sommitales à savoir les orophytes épineuses en coussinet, profitent de ces conditions et pénètrent à l'intérieur de la cédraie. De même Ozenda (1982) a précisé que ces groupements se transforment progressivement et plusieurs groupements peuvent se succéder en un même lieu, suivant un processus dont le déroulement dépend en partie des

conditions de milieu et en partie d'une évolution des groupements eux-mêmes. Le tableau II. 16 illustre les espèces caractéristiques de chaque groupement.

#### **II. 4. 2. 6. Description des groupements végétaux ainsi définis**

La description des groupements végétaux ainsi définis consiste à présenter leurs aspects physiologiques et ses caractéristiques écologiques sommaire.

##### **II. 4. 2. 6. 1. Groupement à *Juniperus oxycedrus***

Ici il s'agit plutôt d'un maquis ou d'une garrigue selon la lithologie sur laquelle repose. Ces formations sont très ouvertes et manifeste un degré de dégradation très poussée. Au niveau pédologique dans la majorité des cas le sol est absent ou très squelettique résultant d'une érosion très vive ; ce sont soit des cônes de déjections soit reposent sur des encroûtements calcaires de sédimentation. Ce groupement se rencontre surtout sur les versants sud et les expositions sud-est les plus ensoleillées, sur des altitudes basses à moyennes occupant une tranche altitudinale allant de 1287 jusqu'à 1550 m par endroit.

##### **II. 4. 2. 6. 2. Groupement à *Quercus ilex* et *Fraxinus dimorpha***

Ce groupement à dominance de chêne vert et de frêne dimorphe se présente sous forme d'un taillis résultant d'une action anthropique très intense (coupes et surpâturage). Il ceinture le piedmont de ce massif, particulièrement du côté nord (Fig. II. 24). Cependant, sa fourchette altitudinale varie de 1360 jusqu'à 1610 m, il se rencontre sur les deux versants, mais il prend son ampleur sur le versant nord. Là les conditions pédologiques sont moins mauvaises que le premier ; des horizons humifère plus ou moins épaisses sont souvent identifiables. La lithologie est constituée par des terrains de marnes ou marno - calcaires parfois mêlés à des éboulis gréseux.

Tableau II. 16. Espèces caractéristiques des groupements végétaux.

groupements	Espèces caractéristiques		dénomination
A	<i>Aegilops triuncialis</i> <i>Ampelodesmos mauritanicus</i> <i>Asphodelus ramosus</i> <i>Calycotome spinosa</i> <i>Juniperus oxycedrus</i> <i>Genista pseudopilosa</i> <i>Atractylis humilis</i> <i>Teucrium polium</i> <i>Globularia alypum</i> <i>Hedypnois rhagadioloïdes</i> <i>Thymus munbyanus</i>	2 6 17 <b>29</b> <b>79</b> 65 21 <b>128</b> 68 69 130	Groupement à <i>Juniperus oxycedrus</i>
B	<i>Acer manspessulanum</i> <i>Anthemis monilicostata</i> <i>Asparagus acutifolius</i> <i>Fraxinus dimorpha</i> <i>Quercus ilex</i> <i>Torilis nodosa</i>	1 9 13 <b>63</b> <b>103</b> 131	Groupement à <i>Quercus ilex</i> et <i>Fraxinus dimorpha</i>
C	<i>Cedrus atlantica</i> <i>Asphodeline lutea</i> <i>Berberis hispanica</i> <i>Teucrium chamaedrys</i> <i>Taraxacum obovatum</i> <i>Viola munbyana</i>	<b>34</b> 16 24 127 125 135	Groupement à <i>Cedrus atlantica</i>
D	<i>Bupleurum spinosum</i> <i>Cytisus balansae</i> <i>Dianthus vulturius</i> <i>Erinacea anthyllis</i> <i>Jurinea humilis</i> <i>Paronychia chlorothyrsa</i> <i>Sedum acre</i>	28 48 51 55 80 95 116	Groupement à <i>Bupleurum spinosum</i> et <i>Cytisus balansae</i> (orophytes épineuses en coussinet)

#### II. 4. 2. 6. 3. Groupement à *Cedrus atlantica* "C"

Le groupement de cèdre n'est perceptible sur le versant nord qu'à partir de 1600 m avec un décalage d'au moins 200 m suivant les endroits. Le cèdre à l'état isolé est observable à partir de 1350 m sous forme de pied éparpillés témoignant une cédraie jadis plus extensive qu'aujourd'hui et qui a régressé, pour se réfugier en haut, suite aux agressions et aux pressions multiples exercées par l'homme. De point de vue physiologique, ce sont généralement des forêts plus âgées avec une régénération très prometteuse (Fig. II. 25). Ces cédraies abritent une flore inestimable composée par des taxons endémiques ou rares. Malheureusement comme toutes les cédraies de l'Aurès et Belezema, cette dernière décennie est marquée par un dépérissement immense de ces cèdres. (Bentouati et Bariteau, 2006 ; Bentouati, 2008). Delartigue (1904) avait

déjà souligné une mortalité estimée à 1/3 des peuplements pendant la période de sécheresse de 1872 à 1882.



**Figure II. 24. Groupement de chêne vert et de frêne dimorphe en bas suivi par un groupement de cèdre de l'atlas. Quelques sujets d'érable de Montpellier dans la cédraie**

#### **II. 4. 2. 6. 4. Groupement des orophytes épineuses en coussinet (*Bupleurum spinosum* et *Cytisus balansae*)**

La calotte sommitale du massif de Chélia est l'unique paysage dans les Aurès et le Belezma, qui porte une végétation organisée en physionomie particulière, anciennement appelée des xérophytes épineuses en coussinet ou la pelouse écorché selon la désignation de (Quézel, 1957). Cette formation est caractérisée par l'absence totale des arbres et des arbustes qui sont remplacées par une autre strate constituée essentiellement de chaméphytes organisées en coussinet. Elle repose sur des pentes très abruptes et un terrain gréseux rocailleux. Les conditions bioclimatiques qui règnent sont le subhumide et l'humide avec un hiver draconien. Il prend son extension dès 2000 m d'altitude jusqu'à 2326 m.



**Figure II. 25. Belle régénération naturelle dans la cédraie du Chélia (en arrière plan des sujets de cèdre dépéris (Beghami, 2009)**

La présence assez permanente des bétails en fait d'elle un lieu de refuge pour ceux -ci, notamment en période de l'été où des orages sont très fréquent favorisant ainsi à la floraison des espèces fourragères, déjà fleurit en basse altitude en ce moment. Schoenenberger, (1970b), considère que la reconstitution pourrait faire de ces pelouses très riches du point de vue floristique une banque de gènes pour la recherche en vue de l'amélioration des plantes pastorales. De son côté Abdessemed (1984) recommande la mise en réserve du versant Nord et de la calotte sommitale pour la protection d'espèces rares telles que *Acer opalus*, *Taxus baccata*, *Ribes uva-crispa*, *Ribes petraeun*, *Prunus prostrata*, *Amelanchier ovalis*, etc.

## Conclusion

L'étude de la flore forestière et para-forestière du massif de Chélia à partir de 44 relevés répartis selon un échantillonnage stratifié a révélé une diversité floristique importante composée par 247 espèces végétales. La typologie de cette flore montre qu'elle est organisée en groupements végétaux déterminés d'abord par des facteurs écologiques puis par des facteurs anthropiques. Les groupements mis en évidence sont : **Groupement à *Juniperus oxycedrus***, **Groupement à *Quercus ilex*** et **Groupement à *Fraxinus dimorpha*, *Cedrus atlantica*** et **Groupement à *Bupleurum spinosum* et *Cytisus balansae***. Les groupements ainsi définis sont caractérisés par un certain nombre d'espèces différentielles et qui se répartissent aussi en fonction de leurs exigences écologique.

Deux gradients écologiques déterminent la répartition des ces quatre groupements, le premiers est lié à l'altitude et le versant qui, traduisent les conditions bioclimatiques dans lesquelles poussent cette végétation, alors que le second est physionomique traduit ainsi l'état de dégradation des formations végétales.

# **Chapitre V**

*Relations environnement -  
végétation*

## II. 5. Relations variables écopédologiques – groupements végétaux

Dans ce chapitre nous aborderons les relations directes existantes entre les variables du milieu et la distribution de la végétation. Deux sortes de relations seront traitées : d'une part, les relations entre la végétation et les facteurs écologiques (Versant, substrat, pente, altitude...etc.) ici l'analyse canonique a été utilisée. D'autre part l'incidence des paramètres pédologique sera traitée en utilisant une AFC.

### II. 5. 1. Relations variables environnementales – groupements végétaux

L'analyse canonique des correspondances (ACC) est la version canonique de l'analyse factorielle des correspondances AFC. Elle met explicitement en relation deux matrices : une matrice à expliquer et une matrice de variables explicatives (Chessel *et al.* 1987 ; Thioulouse *et al.* 2004). L'avantage particulier de cette analyse est d'extraire la meilleure combinaison des variables environnementales (gradient synthétique) qui maximise la variance de la moyenne pondérées des positions des espèces (Dolédec *et al.* 2000). Cette analyse peut également nous aider à déterminer quelques facteurs d'ordre écologique qui régissent la composition floristique des groupements végétaux du massif de Chélia.

Cette analyse porte sur un tableau de contingence constitué par 137 espèces végétales, après avoir éliminé les fréquences inférieures à 3 (annexe III), codées en présences absences et un second tableau dans lequel sont portées les variables environnementales (annexe IV). Le couplage des deux tableaux permet également de rechercher la co-structure entre la distribution de la flore de Chélia et les variables du milieu (Dolédec *et al.* 2000). Selon Thioulouse *et al.* (1996) cette analyse recherche le meilleur compromis alliant corrélation et structure des deux tableaux. Cette démarche consiste, entre autre, à mettre en évidence l'existence d'une co-structure entre les deux tableaux ; celui des paramètres de l'environnement d'une part et celui des variables floristiques d'autre part (44 x 11 et 44 x 137).

Pour se faire, nous avons d'abord effectué un test de signification de l'analyse canonique des correspondances, portée sur une série de 1000 permutations aléatoires entre les deux tableaux ; le test est très significatif (Fig. II. 26). Ceci autorise l'appariement des deux tableaux, l'analyse canonique s'avère en effet, pertinente pour un appariement aléatoire des deux tableaux. Par conséquent, les structures reflétées par le tableau des paramètres du milieu et de la végétation sont partiellement superposables, ce qui met en évidence l'existence d'une co-structure entre eux. L'interprétation des résultats du test de permutation, montre que Les données sites/objets sont linéairement liées aux données sites/variables. Le risque de rejeter l'hypothèse que Les

données sites/objets ne sont pas linéairement liées aux données sites/variables alors qu'elle est vraie est inférieur à 0,01%.

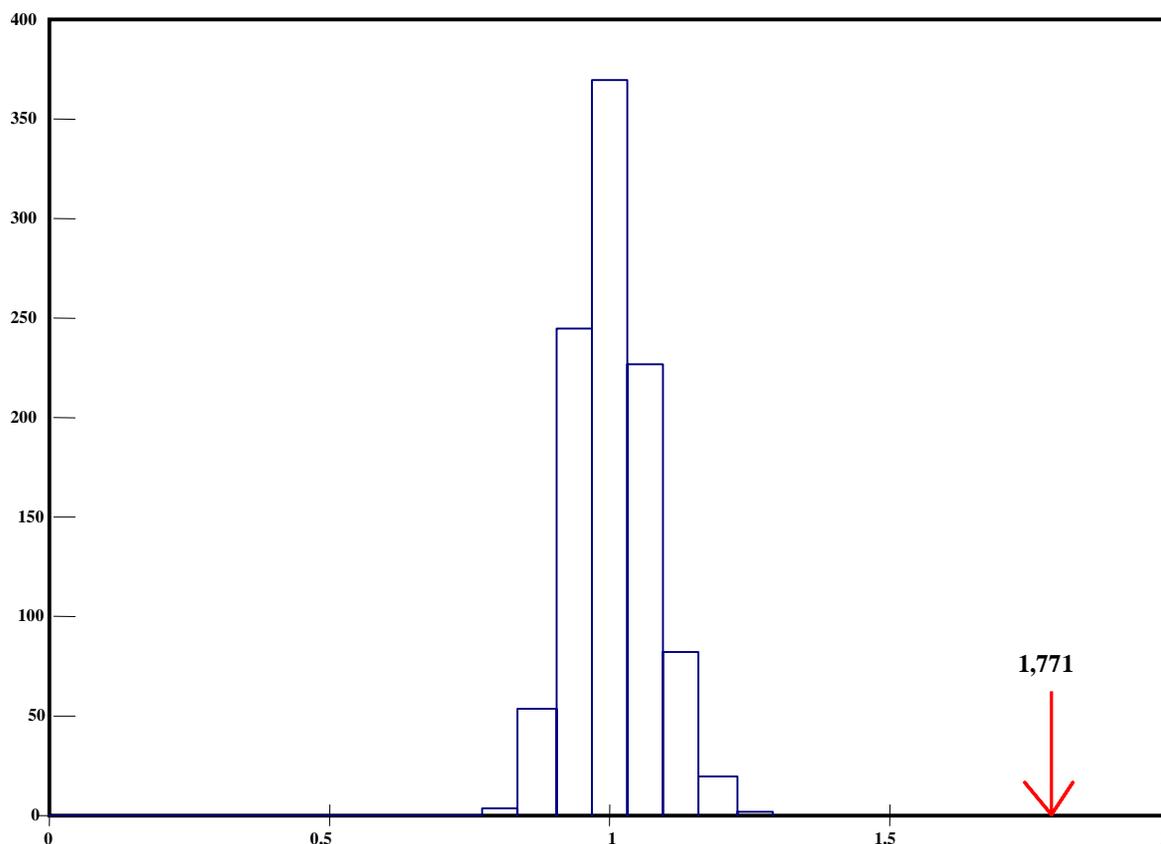


Figure II. 26. Test d'appariement pour 1000 permutations aléatoires.

### II. 5. 1. 1. Résultats et discussions

Le taux d'inertie expliqué par les 5 premiers axes est consigné dans le tableau II. 17

Tableau II. 17. Taux d'inertie expliqué par les 5 premiers facteurs

Axes	1	2	3	4	5
Taux d'inertie	0,56	3,46	0,11	,10	,73

Le plan formé par le premier et le second axe totalise un taux d'inertie de 44% (Tab. II. 17). Le plus fort pourcentage d'inertie est expliqué par le premier et le second facteur, ce qui attire l'attention sur l'existence d'une structure primaire et une autre secondaire. Cela signifie que la représentation de l'analyse canonique des correspondances en deux dimensions est suffisante pour analyser simultanément les relations entre les sites, les espèces et les variables.

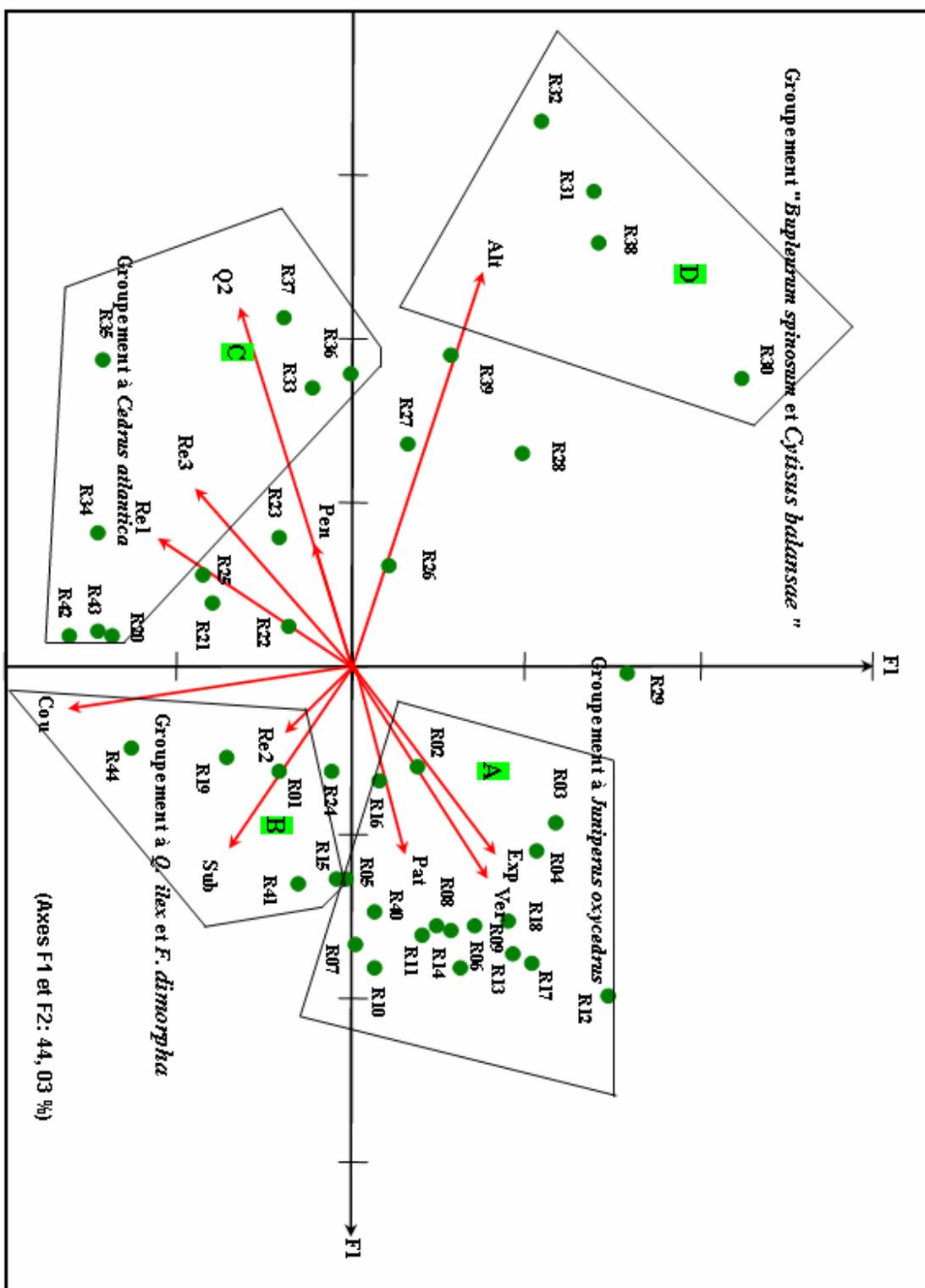
### II. 5. 1. 1. 1. Analyse de la carte factorielle des relevés et des variables relative au plan formé par l'axe 1 et 2

La carte de l'analyse canonique des correspondances, met clairement la répartition des relevés en fonction des variables du milieu et de leur composition floristique en 4 groupes plus ou moins homogènes. Cette distribution est sous la dépendance d'un certain nombre de variables (Fig. II. 27).

- **Groupement des orophytes épineuses en coussinet (*Bupleurum spinosum* et *Cytisus balansae*) «D»** : différencié notamment par les relevés 30, 31, 32 et 38 est déterminé par les plus fortes altitudes ainsi que les valeurs les plus importantes de l'indice d'Emberger. Wojterski et Abdessamed (1985) ont indiqué déjà l'importance du facteur bioclimatique dans le façonnement de ce groupement ; ils ajoutent que celui-ci atteint son pleine extension sur les pentes nord, nord ouest et ouest du massif de Chélia, le recouvrement des touffes épineuses est très élevé 60-90%, leur hauteur variée entre 40 et 60/80 cm. Ce sont les expositions qui bénéficient ainsi des conditions d'humidité les plus favorables. Notons que de nombreux auteurs en particulier Seltzer (1946), Schoenenberger (1972), Abdessamed (1981), Kadik (1987) et Beghami (2007) ont indiqué que les expositions nord et nord ouest reçoivent plus de précipitations que les autres. Il est à noter de nouveau que cet indice est en relation directe avec l'altitude ; du moment que les maxima, les minima et les précipitations varient suivant un gradient altitudinal. Les espèces qui se rapportent aux pelouses écorchées peuvent pénétrer dans la cédraie, là où les conditions stationnelles le permettent (cédraie claire), ce sont les espèces héliophiles. C'est pourquoi, Barbero *et al.* (1990) ont souligné que les structures arborées alticoles entrent en contact avec les formations steppiques d'altitude à déterminisme thermique et constituent là des structures particulières de végétation.

En outre Wojterski et Abdessamed (1985) ont précisé que la transition de la forêt vers l'étage des groupements à xérophytes épineuses en coussinet est brusque. Parmi ces espèces qui assurent la transition, nous citons : *Erinacea anthyllis*, *Cytisus balansae*, *Bupleurum spinosum* et *Dianthus vulturius*. Aussi, Schoenenberger (1970a) les a considérées comme précurseurs de la cédraie et que, ce groupement reflète par conséquent, un changement brutal des conditions climatiques ; probablement dû à la violence des vents d'une part et à la durée d'enneigement d'autre part.





- **Groupement à *Cedrus atlantica* "C"** : ce groupement est caractérisé en particulier par les relevés 33, 34, 35, 36, 37, 42 et 43. C'est une formation forestière dominée par le cèdre de l'atlas dont le substrat prend les plus basses valeurs ce qui correspond aux faciès gréseux. Cette formation occupe des altitudes moyennes et se trouve sous les conditions bioclimatiques très favorables (subhumide à humide). L'indice bioclimatique d'Emberger, décroît graduellement selon l'axe 1 de la partie négative à la partie positive, cette décroissance est engendrée par l'altitude, le versant et l'exposition : indice plus élevé correspond aux étages bioclimatiques subhumide à humide, qui se rapporte surtout aux belles cédraies pures ou mixtes (Beghami *et al.* 2007). Aussi, l'examen de la carte factorielle de l'analyse canonique (Fig. II. 27) montre que ces belles cédraies sont liées au recouvrement du sol, par la strate arborescente. Le recouvrement arborescent de ce groupement est élevé.

Les flèches caractérisant le versant et l'exposition s'opposent à celles du recouvrement de la strate arborescente et de l'indice bioclimatique. Ces flèches possèdent une longueur importante, ce qui explique leurs implications dans l'individualisation de ce groupement. Cela signifie que ce groupement trouve son extension, en particulier, sur les versants nord en expositions nord et nord ouest.

La variable environnementale qui attire, également, l'attention pour ce groupe est celle du recouvrement de la strate herbacée. Ce groupe manifeste une strate herbacée très développée ce qui prouve davantage son intérêt en matière de richesse floristique, ainsi que son degré d'ouverture relativement important et très poussée.

- **Groupement à *Juniperus oxycedrus* "A"** : les relevés caractérisant mieux ce groupement sont les relevés 6, 7, 9, 10, 11, 12 et 17. de point de vue paramètres écologiques, ce groupement est défini par des valeurs les plus faibles du taux de recouvrement arborescent ; coïncidant notamment avec les formations dégradées de maquis et de garrigues reposant tantôt sur des calcaires tantôt sur des éboulis de grès. Il est aussi caractérisé par de fortes valeurs du versant, correspondant au versant sud et dont les conditions bioclimatiques se rattachent au semi aride. L'indice attribué au pâturage influe de la même manière ce groupement. C'est là où le pacage et le parcours prend du l'ampleur. Il en résulte que le groupement à *Juniperus oxycedrus* est une garrigue très ouverte inféodée surtout aux expositions sud et aux conditions bioclimatiques de semi aride souffrant, ainsi en été des vents secs et chauds venant du plus grand désert du monde. L'action de l'homme sur ces formations, est particulièrement sensible. Ces pré-forêts représentent des structures bloquées dans les conditions édaphoclimatiques actuelles, en général de type matorral arboré, et qui constituent dès lors la végétation potentielle, elles répondent de toute façon à des structures de végétation particulières, où les conifères jouent

en général un rôle majeur (Quézel et Médail, 2003 ; Médail et Quézel, 2003). Des valeurs plus basses de cet indice correspondent au semi-aride, caractérisent la partie positive de l'axe 1 où se situe le groupement de *Juniperus oxycedrus*.

- **Groupement à *Quercus ilex* et *Fraxinus dimorpha* "B"** : les relevés types de ce groupement sont 1, 15, 19, 41 et 44. La longueur de la flèche indiquant le substrat est relativement importante. Les valeurs les plus élevées du substrat coïncident justement avec les calcaires et les marno - calcaire du céno-manien. Ce qui signifie l'importance de ce paramètre dans la discrimination des stations de ce groupement. La deuxième remarque qu'on peut tirer de cette carte (Fig. II. 27) est l'importance du facteur recouvrement de la strate arbustive, ce sont des groupements pré - forestiers dont l'évolution peut conduire à des écosystèmes forestiers. Les plus fortes valeurs de ce paramètre déterminent ce groupement, en faisant de lui une garrigue plus ou moins ouverte souvent mêlée avec le frêne dimorphe. Toutefois ces formations surpâturées (les plus élevées valeurs de pâturage) sont localisées à des altitudes faible à moyennes bénéficiant des conditions d'humidités plus favorables : le semi aride supérieur et le subhumide. En effet, ce dernier est fortement anthropisées, à couverture plus ou moins dense, à sols encore relativement bien conservés, pourrait constituer des stades transitoires d'évolution vers les véritables forêts, ou encore les lisières de celles-ci (Quézel et Médail, 2003).

Il est à noter que la variable coupes possède une flèche très importante et occupe une situation intermédiaire, entre le groupement de cèdre et celui de chêne vert. Cela signifie que les coupes sont pratiquées surtout dans ces deux groupements et ce sont de ce fait les plus exposés aux pressions anthropiques en raison de multiples usages qu'on en peut tirer (bois de chauffage, mutilation des branches pour les troupeaux et coupe de bois d'œuvre concerne surtout le cèdre).

### **II. 5. 1. 2. Analyse de la carte factorielle des relevés, des variables et des espèces relatives au plan formé par l'axe 1 et 2**

La projection du troisième triplet de cette analyse à savoir les espèces végétales sur le même plan, permet de caractériser cette typologie par un certain nombre d'espèces contribuant à la formation de ces groupements. L'analyse de la carte des espèces montre une relative concordance de la répartition des espèces dans ce plan avec celle issue de l'analyse factorielle des correspondances. Néanmoins l'encombrement du plan par un nombre important d'objets : relevés, flèches et abréviations des paramètres de l'environnement, les sites et les espèces nous n'a pas permis de l'utiliser. Pour cela on se contente de l'analyse factorielle des correspondances, d'autant plus que c'est la méthode la plus adéquate à la discrimination des groupements végétaux et à leurs caractérisations floristiques. Par ailleurs nous pouvons caractériser les groupements végétaux par les groupes écologiques et par les espèces végétales

issues de l'analyse factorielle des correspondances. Ces deux méthodes d'analyse de déterminisme écologique de la végétation de Chélia : par l'interprétation indirecte des axes en fonction de l'écologie des espèces à forte contribution ou bien par le biais de l'analyse canonique, sont très concordantes.

## II. 5. 2. Relation variables pédologiques - flore : cas du massif du Chélia

Après avoir étudié et analysé dans les chapitres précédents le déterminisme écologique des groupements végétaux définis dans la zone d'étude, il est important maintenant d'examiner quelques rapports entre le sol et la végétation et d'analyser l'importance écologique des caractères particuliers de ces relations dans cette zone.

Afin d'établir les rapports entre les sols et la végétation, de nombreuses toposéquences ont été réalisées suivant les variations lithologiques du substratum géologique. Dans chaque faciès un profil à deux profils ont été réalisés (Beghami, 2003).

La question principale qui se pose est comment mettre en évidence les critères édaphiques discriminants de la végétation forestière à différentes échelles ? Pour répondre à cette question fondamentale une méthodologie d'échantillonnage et de traitement statistique a été poursuivie.

### II. 5. 2. 1. Méthodologie

L'extension géographique de telle ou telle communauté végétale est la résultante de l'interaction complexe d'un ensemble de facteurs écologiques (Pouget, 1982). Un facteur écologique étant "tout caractère du milieu physique et biotique susceptible d'agir sur la distribution des espèces dans la nature (Gounot, 1969). Il est classique de distinguer :

- les facteurs climatiques (pluviosité, températures).
- les facteurs anthropiques liés à l'action passée ou présente de l'homme et des animaux.
- les facteurs édaphiques liés à l'influence du sol sur la distribution de la végétation .

Etant donné que les premières catégories de facteurs écologiques ont été suffisamment étudiées dans les chapitres précédents, soit d'une manière directe, soit d'une manière indirecte, la présente recherche concerne l'incidence de quelques paramètres pédologiques sur la répartition de la flore du Chélia.

Pour mieux caractériser les relations reliant les variables pédologiques à la répartition de la flore dans les Aurès, une étude a été réalisée dans le massif de Chélia. La démarche poursuivie consiste à réaliser des profils pédologiques dans les strates déjà définies durant la campagne d'échantillonnage de la flore. Au total 7 profils ont été réalisés dans la zone d'étude à raison de 1 à 2 profils par strate lithologique et en fonction du changement de la végétation (Pouget, 1982 ; Beghami, 2003). Puis tout autour de chaque profil un relevé de la flore est exécuté (Pouget, 1982) avec des indications appliquées à l'étude de la flore.

Sur chaque profil ont été noté des informations générales concernant le site selon le manuel I.S.R.I.C (1994) publié par le centre international de référence et d'information pédologique.

Une fois ces indications sont notées, on procède à l'ouverture de la fosse : ses dimensions sont généralement de 1m sur 1.5m, la profondeur est variable, le plus souvent limitée par l'apparition de la roche mère.

Après avoir rafraîchi la fosse, on procède à la description des niveaux visibles selon les différences de morphologie et de couleurs observées sur le terrain.

Pour nos analyses numériques, on considère uniquement les deux niveaux : de surface et sous-jacent. Le premier niveau étant affecté par le numéro 1 et le second par le numéro 2. Selon Bonin et Thinon (1980) le choix de ces deux niveaux permet de suivre simultanément l'évolution des variables du milieu édaphique : niveau de surface, où le sol a été plus ou moins perturbé, et niveau plus profond en une zone stabilisée moins sensible aux interventions anthropique. Enfin un échantillon de 2 kilogrammes est prélevé (en commençant le prélèvement du bas en haut), placé dans un sac en polyéthylène étiqueté. Les analyses de laboratoire seront réalisées sur cet échantillon.

### **II. 5. 2. 1. 1. Analyses physico-chimiques au laboratoire**

Le but essentiel de ces analyses est de mettre en évidence, certains caractères physiques et chimiques des sols récoltés au cours de l'échantillonnage, afin de pouvoir définir l'incidence du paramètre pédologique sur l'individualisation de la végétation.

Cependant, il est impératif de souligner ici les réserves que suscitent les résultats en raison, comme nous l'avons déjà signalé, des moyens humains et techniques disponibles.

Après avoir séché l'échantillon du sol à l'air libre et tamisé la terre fine inférieure à 2 mm obtenue, on opère les différentes analyses physiques et chimiques.

- La granulométrie. La détermination du pourcentage de chaque fraction du sol a été obtenue par la méthode internationale (pipette Robinson). Après avoir détruit la matière organique par l'eau oxygénée (oxydant énergétique), les particules sont dispersées à l'aide de l'hexamétaphosphate de sodium.

Toutefois les particules, dont le diamètre est supérieur à 50 micromètres, sont séparées par tamisage, ce sont les sables ; les particules moyennes et fines sont obtenues par la mesure de la vitesse de sédimentation.

- Le calcaire total. Déterminé par la méthode de calcimètre de Bernard.

- Le pH. C'est la concentration en ions  $H^+$  libre existant dans la solution du sol (acidité actuelle) comme le souligne DUCHAUFFOUR (1988), la mesure du pH s'est faite par un pH-mètre à électrode dans une solution sol-eau.

- Les bases échangeables. Percolation à l'acétate d'ammonium, le dosage de  $K^+$  et  $Na^+$  se fait par un photomètre à flamme, par contre le  $Ca^{++}$  et  $Mg^{++}$  par spectrophotométrie d'absorption atomique.

- Capacité d'échange cationique (CEC ou T). C'est la quantité maximale de cations qu'un sol peut absorber. Les échantillons utilisés dans le dosage des bases échangeables sont lavés à l'alcool (éthanol) ensuite, on pratique une percolation par le chlorure de sodium.

- Le carbone organique. Obtenu par la méthode de WALKLEY-BLACK.

- L'azote total. Méthode de KJELDAHL.

### **II. 5. 2. 1. 2. Traitement des données et analyse statistique**

Après avoir réalisé les analyses physico-chimiques du sol et l'identification des espèces végétales se trouvant dans le relevé - profil ; deux tableaux à deux entrées ont été élaborés. L'un concerne les variables pédologiques (Tab. II. 17). Les abréviations utilisées sont portées en annexe (V). L'autre tableau concerne la flore rencontrée dans ces relevés - profils, elle compte 167 espèces végétales et qui sont codées en présence - absence (annexe V).

Afin de traiter toutes ces données ensemble et d'établir les relations exprimant les liaisons groupes d'espèces - variables, une analyse factorielle des correspondances a été suivie. Selon Pouget (1982), sur une base floristique en considérant seulement la composition floristique des relevés, les espèces se regroupent uniquement sur ce critère : deux espèces seront d'autant plus proches, donc pourront appartenir à un même groupe, si elles se retrouvent souvent ensemble sur un même relevé. Aussi faut-il souligner le rapprochement entre une espèce ou un groupe d'espèces d'une variable signifié que cette variable caractérise cette espèce ou groupe d'espèces.

Mais avant d'entamer cette analyse, un recodage des données pédologique en classe est réalisé. Chaque variable est partagée en 3 classes en fonction de la médiane calculée à partir de la valeur minimale et maximale de la variable en question. La matrice brute soumise à l'analyse comportant les variables et les espèces est portée en annexe V. Notons qu'à l'intersection entre les lignes et les colonnes sont notées la présence (1) ou l'absence (0) de la classe ou de l'espèce considérée.

Tableau II. 17. Variables physico-chimique des profils pédologiques

Profil - Relevé Variable Niveau 1 et 2	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
A1	18,0	25,6	29,8	18,3	18,5	42,2	34,3
A2	17,1	11,2	43,9	38,5	30,5	36,0	44,5
L1	32,1	27,7	23,8	28,9	19,7	45,3	32,4
L2	25,7	28,4	12,4	17,6	22,5	43,1	20,8
S1	49,9	46,7	43,4	52,8	61,8	12,5	33,3
S2	57,2	60,4	43,7	43,9	47,0	20,9	34,7
pH1	7,3	7,2	7,6	7,2	7,2	7,1	6,9
pH2	7,7	7,1	7,7	7,7	7,6	7,6	7,2
CT1	0,4	0,4	0,8	1,0	0,4	6,3	0,6
CT2	1,7	0,6	9,2	2,8	1,3	4,2	0,8
C1	2,0	3,0	3,0	3,0	3,5	1,8	3,5
C2	1,0	1,0	1,0	0,7	2,6	0,8	0,8
N1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,3	0,1	0,3
N2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
C/N1	13,0	21,5	12,0	20,0	12,5	12,5	14,0
C/N2	10,0	9,0	8,0	9,0	11,0	9,0	11,0
T1	41,6	44,3	40,8	45,0	40,0	53,0	38,9
T2	38,4	28,8	44,8	50,6	38,4	35,4	47,0
Ca1	28,8	24,3	23,2	37,4	11,7	25,2	18,2
Ca2	22,5	17,5	27,5	32,6	18,2	23,4	22,2
Mg1	7,3	7,2	11,6	7,7	14,0	16,6	10,7
Mg2	6,9	5,1	8,9	8	14,1	5,2	14,7
Na1	0,7	0,2	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Na2	0,9	0,8	0,6	0,3	1,6	0	1,6
K1	1,2	3,6	4,2	2,9	5,6	7,2	3,2
K2	1,7	2,8	2,5	3,2	3,6	2,5	3,5

### II. 5. 2. 2. Résultats et discussions

Les résultats de l'AFC montrent que les 5 premiers axes expliquent plus de 88% de la variance totale (Tab. II. 18). Les deux premiers totalisent à eux seuls plus de 44% de variance totale. Nous arrêterons, alors, notre interprétation aux deux premiers axes (Fig. 28).

**Tableau II. 18. Taux d'inertie des 5 premiers axes**

	F1	F2	F3	F4	F5
Taux de variance	24,133	20,744	16,769	14,198	12,590
Taux cumulé	24,133	44,877	61,646	75,844	88,435

#### II. 5. 2. 2. 1. Interprétation de la carte des relevés

Dans l'espace engendré par les deux axes 1 et 2 totalisant plus de 44% de l'inertie total, il est possible d'y extraire les regroupements des relevés – profils, non seulement en fonction de leurs composition floristique mais aussi selon les variables physico – chimiques des profils pédologiques.

Trois regroupements peuvent être dégagés de cette analyse (Fig. II. 28.).

- Le premier englobe les relevés – profils R1 et R2. Ce sont les deux profils réalisés en hautes altitudes : R1 dans la zone asylvatique et R2 dans la cédraie. Ces profils reposent sur un substratum gréseux du Barrémien ou de l'Aptien.
- Le second groupe comporte 3 Relevés – profils R5, R6 et R7. néanmoins les Relevés – profils caractéristiques de ce groupement sont le 6 et le 7. L'examen des fiches technique des ces relevées montre qu'ils proviennent surtout des moyenne altitudes, sous les maquis de chêne vert en mélange avec le frêne et le cèdre plus ou moins ouvert. Le faciès géologique est représenté par l'intercalation des marnes et des calcaires avec présence parfois de minces couches gréseuses.
- Le dernier groupement comporte R3 et R4, il est réalisé en basse altitude sur le versant sud sous les maquis de chêne mais là le genévrier oxycèdre joue un rôle important. Ici l'affleurement rocheux est constitué de l'alternance des marnes et des calcaires ou des éboulements gréseux reposant sur un encroûtement calcaire.

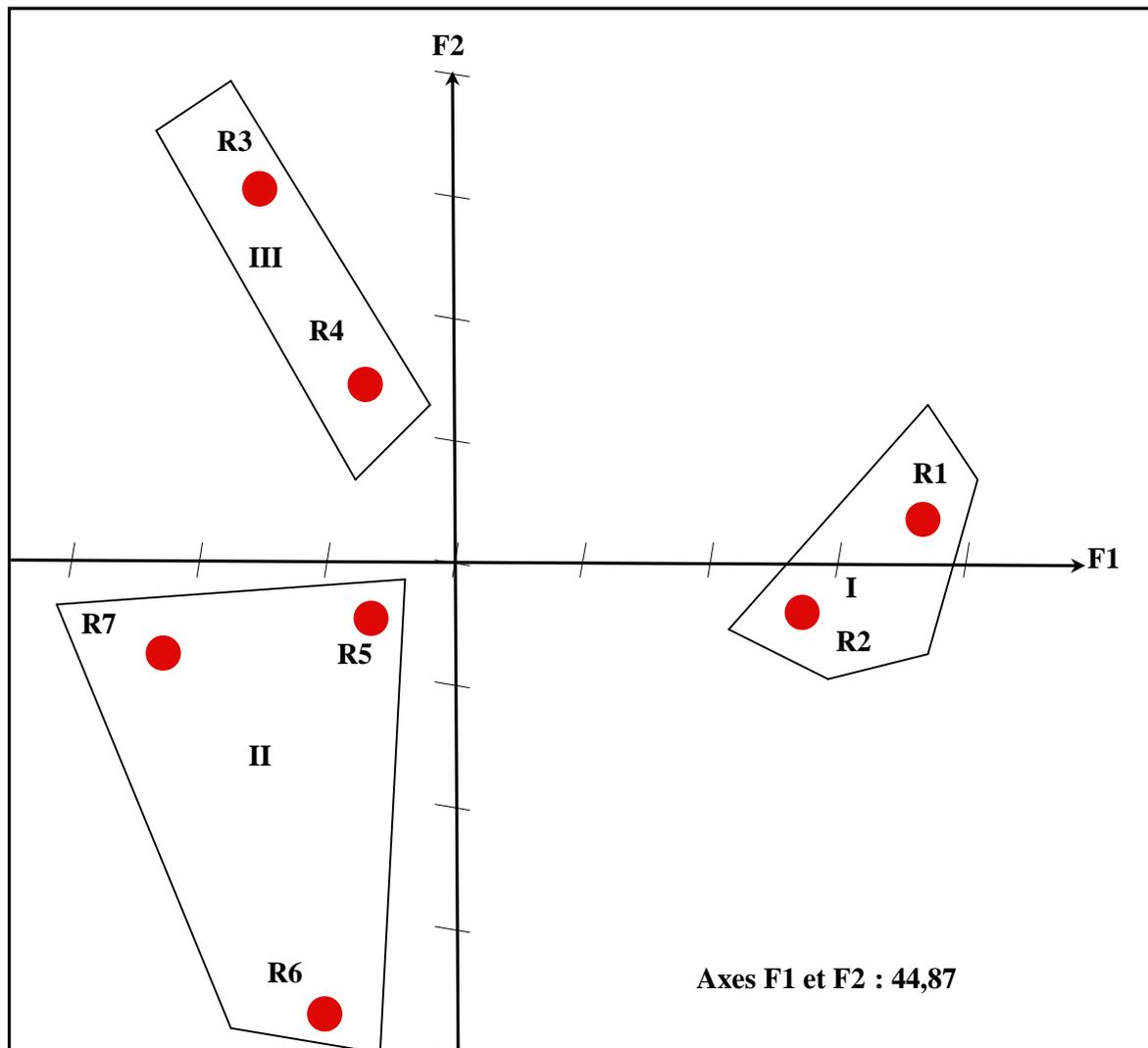


Figure II. 28. carte factorielle 1, 2 des relevés (flore, variables pédologiques et site)

#### II. 5. 2. 2. Interprétation de la carte des relevés, des espèces et des variables

L'interprétation des résultats issus de l'AFC comportant les relevés, les espèces et les variables à la fois (Fig. II. 29) revient à rechercher la signification des proximités entre ces objets (Pouget, 1982). La proximité entre les espèces traduit en fait des réactions similaires vis -à-vis les conditions écologiques, alors que la proximité entre les relevés signifie qu'ils contiennent un plus grand nombre d'espèces en commun et offre de ce fait des conditions écologiques voisines (Gonot, 1969 ; Ginochet, 1973 ; Pouget, 1982). Par ailleurs la disposition des variables pédologiques sur la même carte peut nous donner une idée sur celles qui sont plus discriminant de la végétation. En effet, ces variables facilite l'interprétation des axes et permet d'attribuer des gradients synthétiques mais cette fois plutôt pédologique qu'on peut ajouter aux gradients écologiques suscités dans les chapitres précédents. Dans cette analyse, les relations sont donc,

directes entre les espèces végétales et les variables écologiques qui déterminent leur regroupement (Pouget, 1982).

Afin de ressortir les espèces et les variables pédologiques qui participent plus à la l'élaboration des axes factoriels et discrimine par conséquent le nuage point relevés – profils, espèces et variable, l'examen des contributions de ces objet aux axes reste une étape capitale.

- **Dans le coté positif de l'axe 1 (Tab. II. 19)**

Le tableau II. 19 illustre les plus fortes contributions des espèces et des variables à partie positive de l'axe 1. Ce sont, cependant, les espèces et les variables discriminant le nuage et caractérisent de ce fait les regroupements définis en haut c'est-à-dire le groupement I (R1, R2).

**Tableau II. 19. Espèces et variables à forte contribution à la partie positive de l'axe 1**

F1+	Variables et Espèces	contri bution	Cor X	Cor Y
A21	Argile niveau 2, première classe (inférieur à 22)	0,017	2,066	0,085
S23	Sable niveau 2, troisième classe (supérieur à 47)	0,017	2,066	0,085
pH21	acidité niveau 2, première classe (6,9-7,1)	0,006	1,748	-0,195
E12	<i>Arabis pubescens</i> (Desf.) Poir. subsp. <i>pubescens</i>	0,006	1,748	-0,195
E16	<i>Armeria alliacea</i> (Cav.) Hoffmanns. & Link subsp. <i>alliacea</i>	0,011	2,383	0,366
E33	<i>Berberis hispanica</i> Boiss. & Reut.	0,017	2,066	0,085
E37	<i>Bupleurum spinosum</i> Gouan	0,017	2,066	0,085
E44	<i>Catananche montana</i> Coss. & Durieu	0,017	2,066	0,085
E51	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	0,017	2,066	0,085
E60	<i>Cynosurus echinatus</i> L.	0,008	1,146	-0,853
E61	<i>Cytisus balansae</i> (Boiss.) Ball	0,011	2,383	0,366
E65	<i>Dianthus vulturius</i> Guss. & Ten.	0,017	2,066	0,085
E67	<i>Erinacea anthyllis</i> Link	0,011	2,383	0,366
E70	<i>Erysimum grandiflorum</i> Desf.	0,011	2,383	0,366
E86	<i>Helichrysum lacteum</i> Coss. & Durieu	0,017	2,066	0,085
E91	<i>Iberis balansae</i> Jord.	0,011	2,383	0,366
E92	<i>Inula montana</i> L.	0,017	2,066	0,085
E93	<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>hemisphaerica</i> (C.Presl) Nyman	0,011	2,383	0,366
E95	<i>Jurinea humilis</i> (Desf.) DC.	0,011	2,383	0,366
E119	<i>Papaver dubium</i> L. subsp. <i>dubium</i>	0,011	2,383	0,366
E120	<i>Paronychia kapela</i> subsp. <i>serpyllifolia</i> (Chaix) Graebn.	0,011	2,383	0,366
E128	<i>Prunus prostrata</i> Labill.	0,011	2,383	0,366
E131	<i>Rosa pimpinellifolia</i> L.	0,017	2,066	0,085
E161	<i>Petrorhagia illyrica</i> subsp. <i>angustifolia</i> (Poir.) P.W.Ball & Heywood	0,006	1,748	-0,195

L'étude de l'écologie de ces espèces montre qu'elles proviennent des hautes altitudes sous les forêt ou les clairières. Aussi la vérification de l'appartenance de ces espèces prouve qu'ils proviennent des relevés des hautes altitudes sous les cédraies ou la zone asylvatique. Selon ces résultats (Tab. II. 19), les paramètres pédologiques : Argile du niveau 2, sables du niveau 2 et acidité de ce même niveau caractérisent ces espèces ainsi que ce groupement composé par R1 et R2. En effet ces profils, comme nous l'avons déjà signalé, sont exécutés sur un faciès gréseux.



Il est admis que les substrats gréseux donnent un sol sableux ; ici les sables occupent la 3<sup>ème</sup> classe correspondant aux plus grands taux de sables rencontrés dans les sols du Chéla. Les argiles et le potentiel d'hydrogène (pH), mises ainsi en évidence prouvent davantage les caractéristiques essentielles de cette catégorie de sols, sols équilibrés permettant une bonne alimentation minérale. Les terres siliceuses contiennent du sable et sont souvent plus ou moins acides (pH<7). Par conséquent ce lot de groupements relevés – profils peut représenter les deux groupements végétaux déjà décrits ceux de "*Cedrus atlantica*" et de "*Bupleurum spinosum*"

- Dans le quadrant formé par les parties négatives des axes 1 et 2 (Tab. II. 20 et II. 21.) :

**Tableau II. 20. Espèces et variables à forte contribution à la partie négative de l'axe 1**

F1-	Variables et Espèces	contribution	Cor X	Cor Y
pH22	acidité niveau 2 classe 2 (7,1 - 7,4)	0,005	-1,549	-0,443
E1	<i>Acer monspessulanum</i> L. subsp. <i>monspessulanum</i>	0,005	-1,121	-1,587
E3	<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreb. subsp. <i>chamaepitys</i>	0,005	-1,121	-1,587
E7	<i>Ampelodesmos mauritanicus</i> (Poir.) Durand & Schinz	0,005	-0,915	-0,649
E28	<i>Atractylis serratuloides</i> Sieber ex Cass.	0,005	-1,549	-0,443
E47	<i>Centaurea tenuifolia</i> Dufour	0,005	-1,549	-0,443
E50	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	0,005	-1,549	-0,443
E58	<i>Crucianella patula</i> L.	0,005	-1,121	-1,587
E64	<i>Desmazeria sicula</i> (Jacq.) Dumort.	0,005	-1,121	-1,587
E66	<i>Dianthus sylvestris</i> Wulfen subsp. <i>sylvestris</i>	0,005	-1,121	-1,587
E68	<i>Erodium trifolium</i> (Cav.) Guitt.	0,005	-1,549	-0,443
E73	<i>Fraxinus dimorpha</i> Coss. & Durieu	0,005	-0,902	-1,078
E98	<i>Lathyrus annuus</i> L.	0,005	-1,549	-0,443
E105	<i>Lotus ornithopodioides</i> L.	0,005	-1,549	-0,443
E106	<i>Malope malacoides</i> subsp. <i>laevigata</i> (Pomel) Quézel & Santa ex Greuter & Burdet	0,005	-1,549	-0,443
E129	<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i> (Desf.) Samp.	0,005	-0,802	-0,501
E133	<i>Rubia peregrina</i> L. subsp. <i>peregrina</i>	0,007	-1,091	-0,241
E134	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	0,005	-1,549	-0,443
E141	<i>Sixalix atropurpurea</i> subsp. <i>maritima</i> (L.) Greuter & Burdet	0,005	-1,121	-1,587
E157	<i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertn. subsp. <i>nodosa</i>	0,005	-0,902	-1,078
E159	<i>Trifolium campestre</i> Schreb.	0,005	-0,902	-1,078

**Tableau II. 21. Espèces et variables à forte contribution à la partie négative de l'axe 2**

F2-	Variables et Espèces	contribution	Cor X	Cor Y
L13	Limon niveau 1 classe 3 supérieures à 33	0,015	-0,692	-2,731
S11	sable niveau 1 classe 1 inférieur à 30	0,015	-0,692	-2,731
T13	capacité d'échange niveau 1 classe 3 supérieures à 45	0,015	-0,692	-2,731
L23	Limon niveau 2 classe 3 supérieures à 33	0,015	-0,692	-2,731
S21	sable niveau 2 classe 1 inférieur à 30	0,015	-0,692	-2,731
CT22	calcaire total niveau 2 classe 2 (4 - 5)	0,015	-0,692	-2,731
Na21	Sodium niveau 2 classe 1 inférieur à 0,5	0,015	-0,692	-2,731
E43	<i>Catananche caerulea</i> L.	0,015	-0,692	-2,731
E56	<i>Coronilla scorpioides</i> (L.) W.D.J.Koch	0,015	-0,692	-2,731
E109	<i>Medicago minima</i> (L.) L.	0,015	-0,692	-2,731
E111	<i>Silene latifolia</i> Poir.	0,015	-0,692	-2,731
E112	<i>Melica ciliata</i> L.	0,015	-0,692	-2,731
E116	<i>Muscari neglectum</i> Guss. ex Ten.	0,015	-0,692	-2,731
E136	<i>Ruscus aculeatus</i> L.	0,015	-0,692	-2,731
E139	<i>Saponaria glutinosa</i> M.Bieb.	0,015	-0,692	-2,731
E143	<i>Scandix stellata</i> Banks & Sol.	0,015	-0,692	-2,731
E146	<i>Sedum sediforme</i> (Jacq.) Pau	0,015	-0,692	-2,731
E163	<i>Verbascum rotundifolium</i> Ten. subsp. <i>rotundifolium</i>	0,015	-0,692	-2,731

Ces espèces et variables sont celles qui dégagent et hiérarchisent, dans ses grandes lignes, les influences majeures des principaux facteurs pédologiques. Ces facteurs pédologiques tels qu'ils sont illustrés par le tableau II. 20 et II. 21 caractérisent le groupement II (Fig. II. 28). La constatation de la liste des espèces à forte contribution (Tab. II. 20 et II. 21), montre que ces espèces proviennent des moyennes altitudes et qui sont liées surtout aux maquis de chêne vert et du Frêne mêlé localement avec le cèdre de l'Atlas. Entre autre, ces profils sont caractérisés par un faciès marno-calcaire avec présence parfois de mince couche de grès. Cependant, le potentiel d'hydrogène du niveau 2, qui structure ce groupement, occupe une classe moyenne (7,1 - 7,4), donc il manifeste une alcalinité. Cela nous pousse à émettre l'hypothèse suivante : soit le sol est calcaire, soit salé. La deuxième hypothèse est rejetée vu que le taux du sodium du niveau 2 occupe la plus faible classe (Na21). Les relevés – profils de ce groupe occupent la même tranche altitudinale et partagent presque les mêmes espèces surtout différentielles du groupement végétal défini précédemment, celui *Quercus ilex et Fraxinus dimorpha*, dont on trouve particulièrement le chêne vert qui est inféodé aux sols calcaires (Barbero, 1990, Quézel et Barbero, 1990).

- dans le quadrant formé par les parties : positive de l'axe 2 et négative de l'axe 1 (Tab. II. 22 et II. 23.).

Dans ce quadrant se localise le groupement relevé – profil III (Fig. II. 28). Il est constitué par les relevés 3 et 4 structurant la partie négative de l'axe 1 et positive de l'axe 2.

Tableau II. 22. Espèces et variables structurant la partie positive de l'axe 2

F2+	Variables et Espèces	Contr ibution	cor X	Cor Y
pH13	acidité niveau 1 classe 3 (7,5 - 7,7)	0,012	-1,031	2,452
CT23	calcaire total niveau 2 classe 3 sup à 6	0,012	-1,031	2,452
E27	<i>Atractylis caespitosa</i> Desf.	0,013	-0,767	1,839
E77	<i>Genista pseudopilosa</i> Coss.	0,013	-0,767	1,839
E101	<i>Linum strictum</i> L.	0,013	-0,767	1,839
E102	<i>Neatostema apulum</i> (L.) I.M.Johnst.	0,013	-0,767	1,839
E4	<i>Allium paniculatum</i> L.	0,012	-1,031	2,452
E13	<i>Arceuthobium oxycedri</i> (DC.) M.Bieb.	0,012	-1,031	2,452
E15	<i>Argyrolobium zanonii</i> (Turra) P.W.Ball subsp. <i>zanonii</i>	0,012	-1,031	2,452
E17	<i>Arrhenatherum elatius</i> subsp. <i>bulbosum</i> (Willd.) Schübl. & G.Martens	0,012	-1,031	2,452
E18	<i>Artemisia campestris</i> L. subsp. <i>campestris</i>	0,012	-1,031	2,452
E21	<i>Asperula hirsuta</i> Desf.	0,012	-1,031	2,452
E24	<i>Asterolinum linum-stellatum</i> (L.) Duby	0,012	-1,031	2,452
E29	<i>Atractylis cancellata</i> L.	0,013	-1,031	2,452
E53	<i>Ptilostemon casabonae</i> (L.) Greuter	0,012	-1,031	2,452
E55	<i>Coronilla minima</i> L. subsp. <i>minima</i>	0,012	-1,031	2,452
E81	<i>Globularia alypum</i> L. subsp. <i>alypum</i>	0,012	-1,031	2,452
E83	<i>Hedysarum pallidum</i> Desf.	0,012	-1,031	2,452
E99	<i>Rhaponticum coniferum</i> (L.) Greuter	0,012	-1,031	2,452
E107	<i>Malva sylvestris</i> L.	0,012	-1,031	2,452
E137	<i>Salvia verbenaca</i> L.	0,012	-1,031	2,452
E152	<i>Teucrium pseudo-chamaepitys</i> L.	0,012	-1,031	2,452
E155	<i>Thapsia garganica</i> L.	0,012	-1,031	2,452

Les espèces de ce groupement illustrées par les tableaux II. 22 et II. 23 se rapportent surtout aux maquis dégradés localisés notamment sur le versant nord du Chélia en basses. La présence particulière des espèces altitudes. *Arceuthobium oxycedri*, *Atractylis humilis*, *Atractylis cancellata*, *Globularia alypum*, *Juniperus oxycedrus*, *Aegilops triuncialis*, *Hedypnois cretica* et *Calycotome spinosa* permet de rattacher ces relevés – profils au groupement végétal à *Juniperus oxycedrus* décrit au dessus (Tab. II. 16). Ce groupement végétal est caractérisé alors, en plus des variables environnementales suscitées, par les variables pédologiques : un pH du niveau 1, franchement basique atteint les plus fortes valeurs (classe 3), un taux très élevé du carbone du niveau surfacique, un taux de magnésium modéré, un taux d'argile plus élevé (c'est normal tant que les profils sont réalisés sur un encroûtement calcaire), des limons du niveau 2 appartenant à la classe 1 soit inférieur à 22% et en fin un taux de sables du deuxième niveau varie de 30 à 47% (Tab. II. 22 et Tab. II. 23)

**Tableau II. 23. Espèces et variables structurant la partie négative de l'axe 1**

F1-	Espèces et variables	Contribution	Cor X	Cor Y
C13	carbone niveau 1 classe 3 sup à 2,6	0,006	-1,015	0,650
Mg12	magnésium niveau 1 classe 2 inférieures à (9 – 13)	0,007	-1,290	1,004
A23	Argile Niveau 2 classe 3 sup à 33	0,007	-0,944	0,126
L21	limons niveau 2 classe 1 inférieur à 22	0,006	-1,028	1,079
S22	sable niveau 2 classe 2 30 - 47	0,006	-0,887	0,794
E2	<i>Aegilops triuncialis</i> L. subsp. <i>triuncialis</i>	0,007	-0,848	0,089
E34	<i>Trachynia distachya</i> (L.) Link	0,006	-1,028	1,079
E38	<i>Calycotome spinosa</i>	0,006	-1,028	1,079
E48	<i>Centaurea tougourensis</i> Boiss. & Reut.	0,007	-0,848	0,089
E54	<i>Convolvulus cantabrica</i> L.	0,007	-0,944	0,126
E82	<i>Hedypnois rhagadioloides</i> (L.) F.W.Schmidt	0,006	-1,028	1,079
E94	<i>Juniperus oxycedrus</i> L. subsp. <i>oxycedrus</i>	0,007	-0,848	0,089

En effet, la nature de roche mère ; tout matériel lithologique dont les caractères physico-chimiques seront transmis au sol qui le surmonte et qui se forme à ses dé pends, l'état de la dégradation dans laquelle se trouvent ces formations végétales et l'action anthropique, surtout le parcours excessif et permanent, ont reflété ce cortège floristique et ces paramètres pédologiques. De tous ce la, il semble bien que le groupement végétal à *Juniperus oxycedrus* est caractérisé par ce groupe de relevé – profil, et par conséquent les paramètres pédologiques cités au dessus et les ces espèces végétales pourraient le caractérisés.

## Conclusion

Après avoir déterminé la typologie de la flore du massif de Chélia et la détermination, d'une manière indirecte et synthétique, des facteurs écologiques régissant sa distribution spatiale, la mise en évidences des relations directes entre les variables écopédologiques et cette flore a fait l'objet de ce chapitre.

Tout d'abord les relations entre les variables environnementales et groupements végétaux ont été recherchées. Pour cela un appariement de eux tableaux, l'un représente les facteurs environnementaux et l'autre la flore. L'accouplement s'avère être très pertinent et la recherche d'une co-structure est possible. A travers cette analyse canonique, un ensemble de variables contrôlent les groupements végétaux mises en évidences.

Le Groupement des orophytes épineuses en coussinet (*Bupleurum spinosum* et *Cytisus balansae*) est individualisé en hautes altitudes sur les pentes nord, nord ouest et ouest du m assif et est caractérisée notamment par des conditions d'humidité les plus favorable.

Le Groupement à *Cedrus atlantica* occupent une tranche altitudinale allant des moyennes altitudes jusqu'aux hautes altitudes. Il se trouve sous les conditions bioclimatiques très favorables (subhumide à humide). Il s'aperçoit, en particulier, sur les versants nord en expositions nord et nord ouest.

De point de vue pédologiques ces deux groupement peuvent être caractérisés par un taux d'Argile du niveau 2 appartenant à la première classe c'est-à-dire inférieur à 22%, un taux des Sables aussi du niveau 2 dépendant de la troisième classe (supérieur à 47) c'est-à-dire riche et un potentiel d'hydrogène faible tendre à l'acidité.

Le quatrième groupements résultant de la dégradation du précédent se distingue surtout sur le versant nord. Il s'agit du groupement à *Quercus ilex* et *Fraxinus dimorpha*. Ce groupement repose sur un faciès calcaire et marno - calcaire du cénomaniens. Il se situe au niveau des basses et moyennes altitudes et caractérisé par un paysage dominé par une strate arbustive importante, jouant ainsi un rôle primordiale dans leur façonnement. Les variables pédologiques ; potentiel d'hydrogène du niveau 2 (7,1 - 7,4), Limon niveau 1 et 2 classe 3 supérieures à 33%, sable niveau 1 et 2 classe 1 inférieur à 30%, calcaire total niveau 2 classe 2 (4 - 5) et calcaire total niveau 2 classe 2 (4 - 5).

Quand la dégradation est plus poussée et les conditions notamment bioclimatiques deviennent défavorables, le groupement à *Quercus ilex* et *Fraxinus dimorpha* cede sa place au groupement à *Juniperus oxycedrus*. Ici le genévrier oxycèdre, se trouvant en mélange avec le chêne vert et le frêne dimorphe joue un rôle déterminant. Il est localisé surtout en basses et moyennes altitude sur versant sud ; là où les conditions bioclimatiques de semi aride et la pression humaine en lui faisant en état précaire. L'ensemble des paramètres pédologique structurant ce groupement peuvent être résumés comme suit : un pH du niveau 1 franchement basique atteint les plus fortes valeurs (classe 3), un taux très élevé du carbone du niveau surfacique, un taux de magnésium modéré, un taux d'argile plus élevé, des limons du niveau 2 appartenant à la classe 1 soit inférieur à 22% et en fin un taux de sables du deuxième niveau varie de 30 à 47%.

# **Chapitre VI**

*Approche biologique*

## II. 6. Perturbation anthropique de la végétation de Chélia : approche biologique

### Introduction

Les forêts méditerranéennes constituent un milieu naturel fragile déjà profondément perturbé par les utilisations multiples, dont les origines remontent au début du Néolithique (Barbero *et al.* 1990). La perturbation est définie comme étant une fluctuation environnementale et un événement destructeur qui affecte la santé, la structure des forêts, et/ou modifie les ressources ou l'environnement physique à n'importe quelle échelle spatiale ou temporelle (Simula, 2009).

Si l'approche biologique est la classification la plus utilisée pour la distinction des différents types phytosociologiques reflétant les potentialités des stations et le degré de perturbation humaine, cependant, la forme vitale du végétal peut exprimer les pressions naturelles et/ou artificielles qui lui ont été exercées. Par ailleurs, Les différents types biologiques qui informent sur les formes de croissance et donc sur l'adaptation des végétaux aux conditions locales de milieu et de perturbation y compris aux pressions exercées par l'homme et les animaux herbivores. Le spectre biologique, originellement défini sensu Raunkiaer, est un indicateur supplémentaire et particulièrement important de la structure de l'écosystème ainsi que, probablement, de son fonctionnement (Aronson *et al.* 1995).

En fonction de la manière, par laquelle la plante peut traverser la période critique et défavorable de son cycle biologique (la localisation des bourgeons de rénovation par rapport à la surface du sol), on classe les plantes dans des types biologiques Raunkiaer (1934). La variabilité du spectre biologique d'un écosystème décroît habituellement quand croît son niveau de dégradation. Ce type d'attribut vital peut, en particulier, être utilisé pour comparer différents états de formations végétales originellement de même type (Aronson *et al.* 1995).

L'objectif visé à travers ce chapitre est d'étudier l'impact de l'action anthropique et l'état de perturbation de la végétation de l'Aurès, en utilisant une approche biologique pour étudier le cas de la flore du massif de Chélia. En étudiant la répartition de la flore par type biologique dans les différents groupements végétaux mis en évidence dans les chapitres passés. L'indice de perturbation peut nous renseigner sur le degré de dégradation des ces biotope et permet de les classer en fonction de celle-ci.

## II. 6. 1. Méthodes

Bien entendu que ce travail consiste à évaluer le spectre biologique global de la flore du Chélia et de comparer les spectres réels des groupements prédéfinis. Aussi avons -nous calculé l'indice de perturbation (IP) (Loisel *et al.*1993 in Achour-Kadi Hanifi et Loisel, 1997) des groupements qui s'écrit :

$$\frac{\text{Nombre de Chaméphytes} + \text{Nombre de Thérophytes} \times 100}{\text{Nombre total d'espèces}}$$

Cependant, les formes biologiques ont été considérées sans distinction des différentes subdivisions relatives à la variation de la taille, de la morphologie et de la disposition des différents organes. Les classes retenues sont : phanerophytes (Ph), chamaephytes (Ch), hémicryptophytes (Hé), géophytes (Gé) et thérophytes (Th). Par ailleurs, pour chaque espèce le type biologique sensu Raunkiaer (Raunkiaer, 1934 ; Ellenberg et Mueller-Dombois, 1967) est renseigné d'après nos propres observations in situ, complétées lorsque cela est possible avec les données fournies par certaines flores ou catalogues récents des pays voisins Pignatti , 1982 ; Carazo-Montijano et Fernández-López, 2006)

## II. 6. 2. Résultats

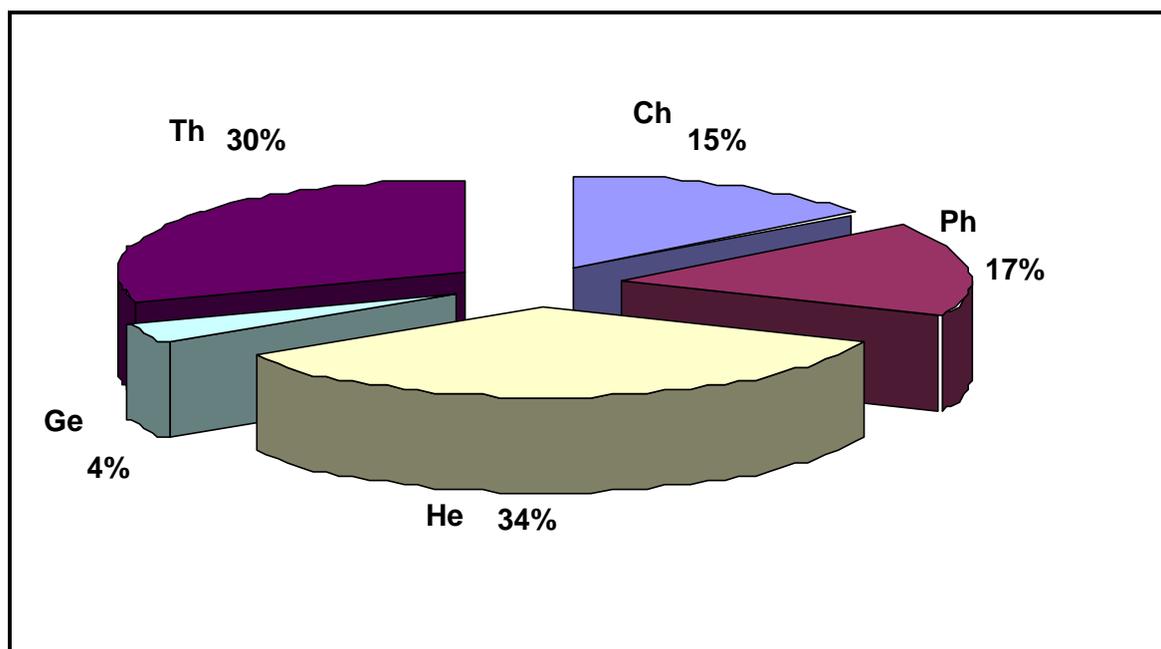
### II. 6. 2. 1. Spectre biologique global

L'allure générale du spectre biologique global de la flore du Chélia, exprime son statut global. Il montre qu'il est dominé par les hémicryptophytes puis les thérophytes (Tab. II. 24). D'une manière générale, les hémicryptophytes traduisent l'effet de la pluviosité et du froid (Floret *et al.*1990). Quant aux thérophytes, qui atteignent aussi un taux important ; ils témoignent un degré de d'ouverture et de dégradation très important es dues au pâturage, à la surexploitation du milieu et à toutes dégradations naturelles ou artificielles .

**Tableau II. 24. Spectre biologique et indice de perturbation globaux**

	Ch	Ph	He	Ge	Th	IP
Nombre d'espèces	20	23	46	6	41	45%
%	14,7	16,91	33,82	4,42	30,15	

La part des ligneux, d'une manière générale, est équilibrée compte tenu du reste des formes (Fig. II. 30). Ceci confirme l'aspect, du moins global, de cette zone en terme de vocation forestière par excellence.



**Figure II. 30. La part des types biologiques dans le spectre biologique global**

Le degré de thérophytisation et d'anthropisation exprime une valeur alarmante. L'indice calculé est de 45% : autant que l'indice est élevé autant que la dégradation est poussée. Cette thérophytisation, des formations forestières est liée à leur envahissement généralisées par des espèces annuelles souvent sub-nitrophiles et disséminées essentiellement par les troupeaux (Barbero *et al.*1990). Ces auteurs ajoutent, entre autre, que ces espèces sont favorisées par un cycle biologique court (quelques semaines à quelques mois) qui leur permet d'occuper le sol durant les courtes périodes favorables à leur développement et ce dans tous les ensembles bioclimatiques et leurs variantes. Abdessemed (1984), en étudiant les conséquences du parcours sur la dégradation des phytocénoses a conclu qu'il entraîne une uniformisation du tapis végétal caractérisé par le développement des espèces peu palatables ou nitrophiles.

#### II. 6. 2. 2. Spectre biologique du groupement à *Bupleurum spinosum* et *Cytisus balansae*

Le dénombrement des espèces appartenant à ce groupement donne un spectre biologique caractéristique (Tab. II. 25), son observation permet d'énumérer les remarques suivantes :

**Tableau II. 25. Spectre biologique du groupement à *Bupleurum spinosum* et *Cytisus balansae* et indice de perturbation**

	Ch	Ph	He	Ge	Th	IP
Nombre d'espèces	12	4	20	0	6	43%
%	28,57	9,52	47,61	0	14,3	

- Une forte dominance des hémicryptophytes : presque 50% du cortège floristique de la calotte sommitale est dominé par les hémicryptophytes. Ceci pourrait s'expliquer par la pluviosité et le froid qui règne surtout en hiver, mais aussi par le fort éclaircissement suite à l'absence des phanérophytes représentés par les arbres (Danin et Orshan, 1990 ; Floret *et al.*1990). Notons également que les espèces pérennes peuvent devenir abondantes et envahissantes dans des situations de perturbation prolongée (Aronson *et al.*1995). De leurs parts Quézel (1957) et Abdessemed (1984) ont précisé que l'extension des pelouses culminales du chélia climatiquement favorables, serait due à la dégradation du cèdre.

- Le second constat est la place importante qu'occupent les chaméphytes (Fig. II. 31). En effet, ce sont elles qui donnent l'aspect physiognomique particulier de ce groupement, connu sous le terme « xérophytes épineuses en coussinet ou pelouse écorchée» (Quézel, 1957 ; Abdessemed, 1981).

- Le taux des phanérophytes est relativement faible. Ce type est représenté par des espèces nanophanérophytes naines ou prostrées. On peut citer : *Berberis hispanica*, *Rosa pimpinellifolia* et *Prunus prostrata*. La dominance des nanophanérophytes serait semble-t-il le résultat de la persistance de la neige en hivers et des vents violents (Wojterski et Abdessemed, 1985).

- Les thérophytes atteignent leurs valeurs minimums, très basses par rapport aux autres groupes et au spectre global. Là les annuelles sont d'environ 14% ce qui est dû semble-t-il à l'éloignement du site de la population. Ils n'arrivent ici que le bétail bovin circulant librement à l'intérieur du massif.

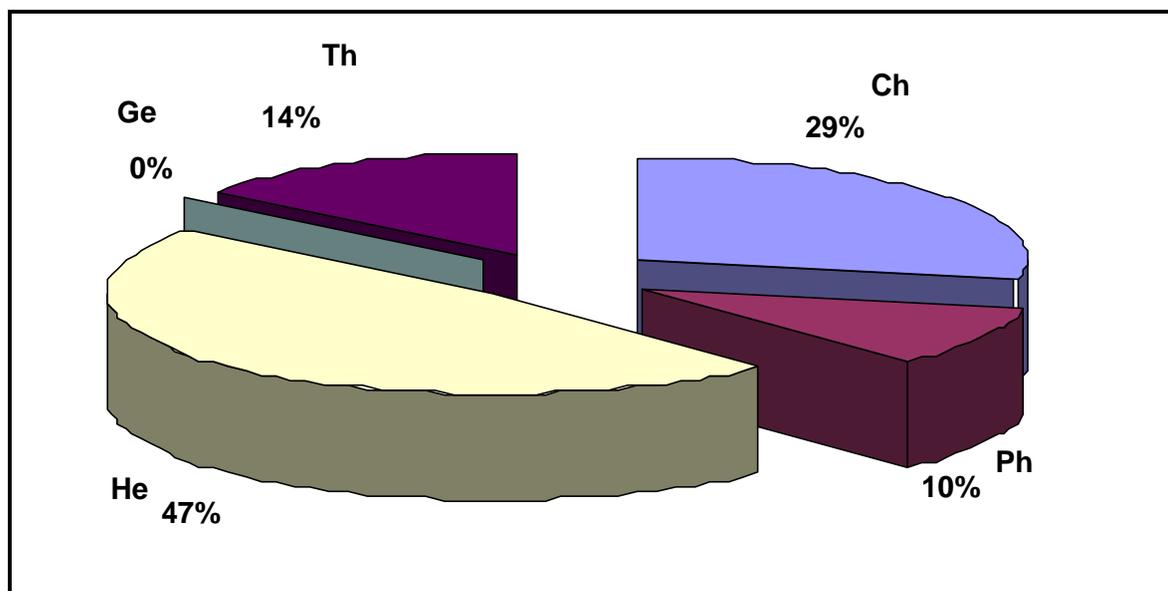


Figure II. 31. Spectre biologique du groupement à *Bupleurum spinosum*

• Quant à l'indice de perturbation, on a enregistré un indice très proche de l'indice global ; il est de 43%. Aussi avons-nous signalé dans les paragraphes précédents que cette zone constitue un lieu d'entreposage des bétails bovins surtout en été. Le pâturage semble ainsi favoriser et les chaméphytes refusées par les troupeaux dominant et envahissent l'espace. Notons que Le Houérou (1992), avait souligné l'augmentation des chaméphytes ligneuses dans les formations graminéennes par suite du surpâturage par les ovins et les bovins.

### II. 6. 2. 3. Spectre biologique du groupement à *Cedrus atlantica*

Dans ce groupement on assiste à une augmentation notable du taux des thérophytes par rapport à celui du groupement à *Bupleurum spinosum*. Mais ce taux reste toujours inférieur à celui du spectre brut. Cette augmentation est accompagnée aussi par un notable élévation des phanérophytes notamment les méga et méso-phanérophytes. Les hémicryptophytes sont également important et approchent les valeurs du groupement précédant (Fig. II. 32). Cela dû semble t-il à l'éclaircissement des forêts de cèdre et à la diminution de la densité du recouvrement (Tab. II. 26)

**Tableau II. 26. Spectre biologique du groupement à *Cedrus atlantica* et indice de perturbation**

	Ch	Ph	He	Ge	Th	IP
Nombre d'espèces	14	13	39	6	24	40%
%	14,58	13,55	40,62	6,25	25	

Selon Barbero *et al.* (1990), la matorralisation des ensembles forestiers est généralement rare dans le sud de l'Espagne et en Afrique du Nord en bioclimat subhumide et humide, et correspond à un envahissement généralisé des structures forestières par des sclérophytes des ourlets et manteaux préforestiers. Dans notre cédraie c'est surtout le chêne vert et le frêne qui récupéreront le terrain, surtout suite au dépérissement du cèdre de l'atlas constaté ces dernières années (Bentouati et Bariteau, 2006 ; Bentouati, 2008). Beghami *et al.* (2012, sous presse) ont démontré en utilisant une approche géomatique que les cédraies mixtes (cédraies à chêne) seraient diminuées d'environ -3,27% et que les garrigues de chêne vert auraient gagné environ +10,51% sur une période de 37 ans. Au sujet des chaméphytes comme on l'a déjà souligné, que lorsque le couvert s'éclaircit les chaméphytes s'infiltreront et constitueront de ce fait ce qu'on a nommé les espèces de transition entre les groupements.

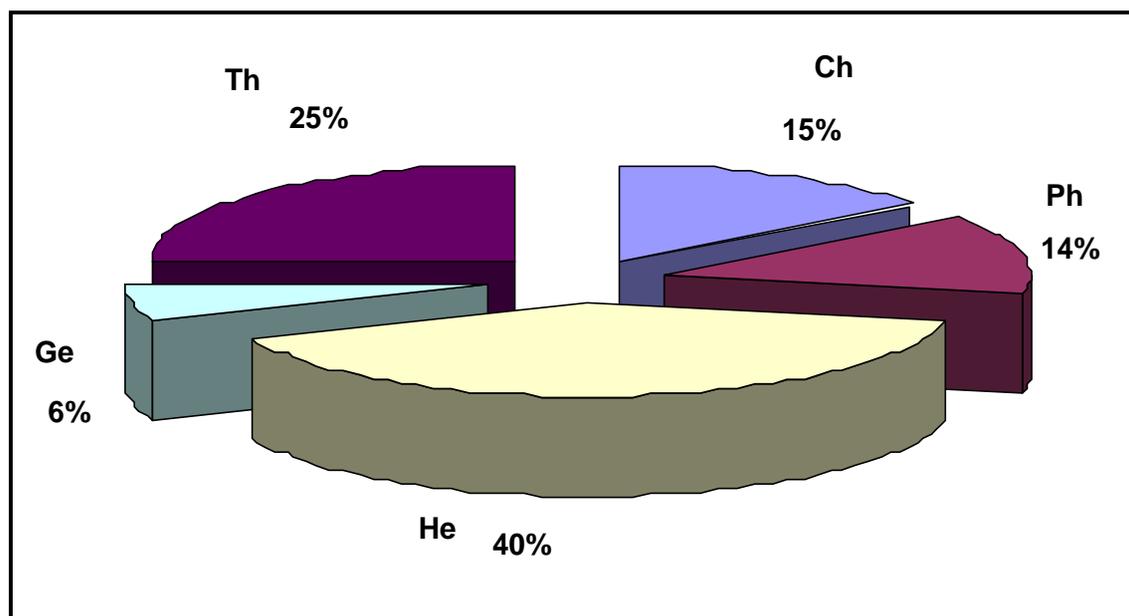


Figure II. 32. Spectre biologique du groupement à *Cedrus atlantica*

En ce qui concerne l'indice de perturbation, il est moins important ; vu le taux des espèces pérennes et le nombre réduit en chaméphytes. Ces dernières recolonisent les vides laissés, après perturbation, par les espèces arbustives et herbacées écologiquement exigeantes de l'écosystème initial (Barbero *et al.*1990). Les espèces pérennes paraissent occuper une position dominante dans la plupart des écosystèmes terrestres et aquatiques en conditions relativement stables (Aronson *et al.*1995).

#### II. 6. 2. 4. Spectre biologique du groupement à *Quercus ilex* et *Fraxinus dimorpha*

L'observation du tableau II. 27, fait ressortir les points suivants :

- Les phanérophytes constitués essentiellement de méso - phanérophytes détiennent une place très remarquable, elle est d'environ 17% (Fig. II. 33). Ce groupement se présente sous forme d'une garrigue ou maquis plus ou moins fermé, il repose sur des sols souvent dégradés et dont les conditions bioclimatiques sont propices (subhumide).

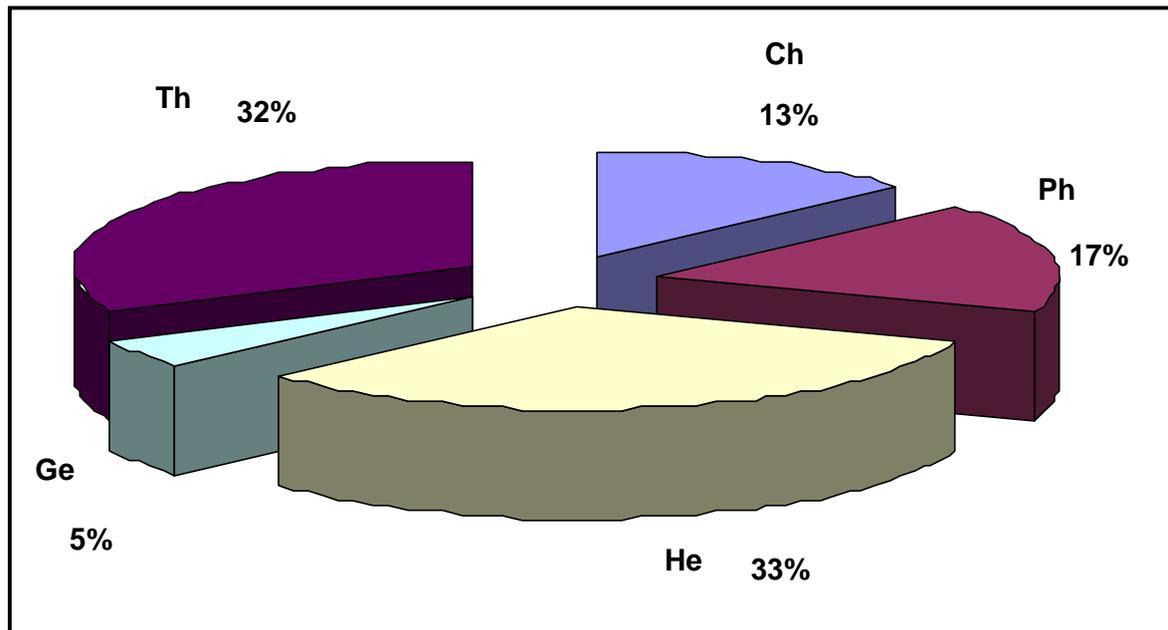
Tableau II. 27. Spectre biologique du groupement à *Quercus ilex* et *Fraxinus dimorpha* et indice de perturbation

	Ch	Ph	He	Ge	Th	IP
Nombre d'espèces	14	18	35	5	34	45%
%	13,2	17	33	4,7	32,1	

Abdessemed (1984) précise que la dégradation du microclimat et des sols entraîne la disparition des espèces mésophiles et leur remplacement par des espèces xérophiles. De notre part, nous estimons que ces biotopes étaient, autrefois parmi l'aire d'extension naturelle du cèdre

de l'atlas et qu'avec une pression accrue et récurrente aboutissant enfin à cette situation. Il ne subsiste aujourd'hui que quelques vestiges reliques de cèdre disséminé çà et là.

- Les thérophyte s'amplifient de nouveau pour atteindre des valeurs plus élevées que celles du spectre brut 32% environ. De point de vue altitude ces formations sont à proximité de la population et de leurs champs de culture : en hiver quand il n'y a pas de quoi se nourrir les bétails bovins, ovins et notamment les chèvres, ils eurent recours aux maquis.



**Figure II. 33. Spectre biologique du groupement à *Quercus ilex* et *Fraxinus xanthoxylo des***

- L'indice de perturbation manifeste ici une hausse pour égaler l'indice de la perturbation global, il est de 45%, c'est dû comme nous l'avons signalé précédemment à une forte anthropisation de ces formations.

#### II. 6. 2. 5. Spectre biologique du groupement à *Juniperus oxycedrus*

L'examen du Tab. II. 28, montre qu'ici comme ailleurs au niveau des groupements précédents les hémicryptophytes sont très proches, cependant les chaméphytes et les géophytes sont plus abondants que dans le groupement de chêne vert. En ce qui concerne les phanérophytes, une baisse considérable du taux de celle-ci (Fig. II. 34). Cet état de chose nous permet de conclure que ce groupement présente une tendance régressive plus poussée que celui de chêne vert. De ce fait il montre un stade de dégradation vers une démantèlement total dont Barbero *et al.* (1990) ont schématisé les phases comme suit :

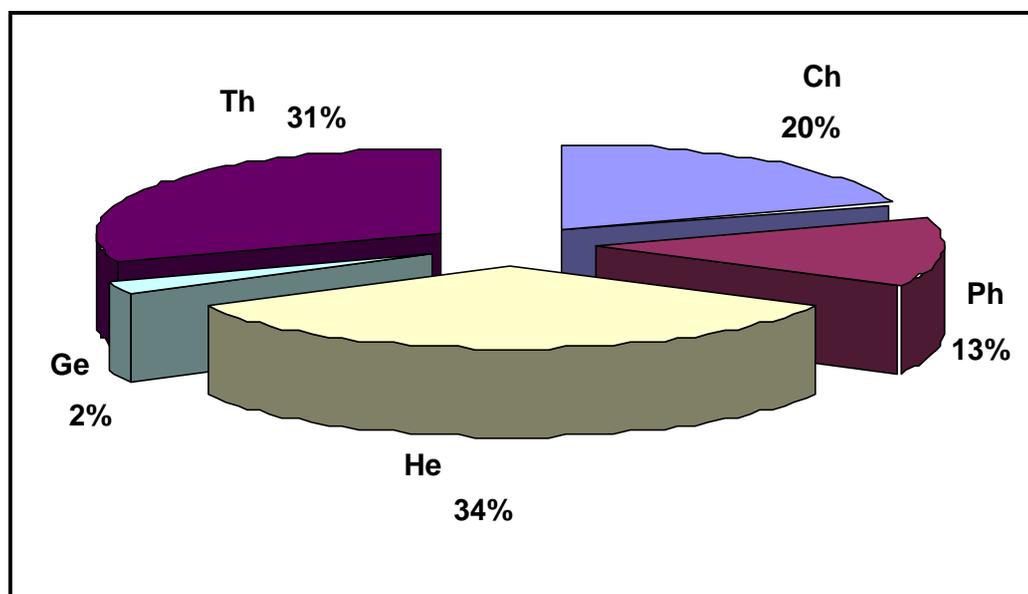
- La première consiste au remplacement des espèces rejetant de souche par des arbustes hauts recevant peu ou pas : (Cistacées, Papilionacées) qui à leur tour pourront être prélevés par l'homme.

- la deuxième marque alors la dématossilisation effective, avec l'installation de chaméphytes de plus petite taille constitués surtout par des Labiées (*Lavandula marocana*, *L. atlantica*, *L. dentata*, *Thymus*, etc.) et plus rarement des Papilionacées (*Genista pseudopilosa*, *Coronilla minima*). Malheureusement ce sont presque les mêmes espèces ou bien des espèces possédant le même type biologique que celle-ci qu'on rencontre dans ce groupement. Dans tout cas de figure, c'est le même scénario que nous imaginons à moins qu'un plan de préservation urgent et effective ! Soit appliqué.

**Tableau II. 28. Spectre biologique du groupement à *Juniperus oxycedrus* et indice de perturbation**

	Ch	Ph	He	Ge	Th	IP
Nombre d'espèces	17	11	29	2	26	51%
%	20	12,94	34,11	2,35	30,6	

Ici l'indice de thérophytisation atteint son maximum, il est de 51%. Ce groupement est lié à des valeurs de l'indice très élevé, ceci pourrait s'expliquer par : une anthropisation (incendie, coupes, Emondage pastoral) ouvrant le couvert et un surpâturage enrichissant le sol en nitrates et permet le développement des rudérales, notamment annuelles envahies par la suite par des espèces chaméphytes épineuses peu appréciées par les animaux domestique herbivores (Médail et Diadema, 2006 ; Quézel, 2000).



**Figure II. 34. Spectre biologique du groupement à *Juniperus oxycedrus***

Aussi faut-il ajouter que Aronson *et al.* (1995) ont précisé que certains stades de la succession de la majorité des écosystèmes méditerranéens, des zones aride et semi aride sont caractérisés par leur grand nombre d'espèces annuelles. A cela s'ajoute pratiquement l'aléa climatique, sachant que la plus grande partie de ces formations se localisent sur les versant sud et sud est, exposant cette végétation directement aux influences de l'aridité du climat, notamment le vent sec et chaud dominant en été (sirocco).

## **Conclusion**

L'étude des spectres biologiques réels confirme l'évolution régressive du tapis végétal telle qu'elle a été illustrée par l'examen de la composition floristique des groupements dans l'interprétation directe des gradients le long des axes factoriels. Puis confirmée par l'analyse canonique des correspondances. Cette régression du tapis végétal se traduit par la disparition progressive des phanérophytes, l'extension des hémicryptophytes et des chamaephytes en conditions bioclimatique relativement favorables (subhumide et humide) et l'apparition progressive des thérophytes en direction des formations bénéficiant des conditions bioclimatique peu propices (semi aride). Ces formations sont situées en basses altitude notamment sur le versant sud et sud est. Quand la dégradation s'accroît, des chaméphytes et des thérophytes deviennent dominantes dans la contribution au tapis végétal, bien qu'elles soient peu nombreuses. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus lors de l'utilisation de l'interprétation directe ou indirecte par le biais de l'analyse canonique des correspondances de la flore et des variables environnementales prélevées sur le terrain.

# **Partie III**

*Dynamique de la  
végétation de l'Aurès*

# **Chapitre /**

*Analyse géomatique*

### III. 1. Dynamique spatiotemporelle récente des formations forestières et montagnardes de la région de l'Aurès

#### Introduction

Bien entendu que les forêts méditerranéennes constituent un milieu naturel vulnérable déjà profondément perturbé par les utilisations multiples et très anciennes. Les agressions qu'elles ont subies ont cependant considérablement varié en fréquence et en intensité au cours de l'histoire, ce qui a déterminé des phases de progression ou de régression de leurs surfaces (Quézel et Barbero, 1990).

Ainsi, sur le pourtour de la méditerranée, tous les phytogéographes considèrent ou ont considéré, à de très rares exceptions près, que les paysages actuels s'inscrivent dans une série évolutive dont l'aboutissement climacique est à peu près la forêt dense sclérophylle, caducifoliée ou de forêt de conifères parfois clairsemés (Quézel, 1979). Contrairement aux pays de la rive nord, les formations forestières sur les rives sud et est de la Méditerranée sont en régression (Quézel, 2000). Avec l'action conjuguée de la hache, du feu et du pâturage, ces écosystèmes sont soumis à une pression de dégradation permanente (Ramade, 1997). En effet, la dégradation des écosystèmes forestiers, représente l'une des plus importantes causes de réduction et d'érosion de la biodiversité dans le monde. Aussi faut-il souligner que l'évolution accélérée des paysages végétaux naturels en régions limitrophes du désert menace l'équilibre de nombreux écosystèmes.

Au moment où la connaissance de la dynamique de la végétation constitue un enjeu indispensable pour la conservation et la préservation durable des écosystèmes, il n'en est pas de même pour les pays du sud. En Algérie il est vrai qu'elle a bénéficié d'une prospection botanique plus précoce, malheureusement, accuse un retard considérable dans la mise au point de la dynamique et de l'écologie de cette végétation.

Le massif des Aurès est localisé dans le nord-est de l'Algérie. Il constitue le carrefour des influences climatiques continentales, steppiques, maritimes et montagnardes méditerranéennes. Les études consacrées à la végétation de l'Aurès sont nombreuses et parfois très anciennes (Schoenenberger, 1970 a et b ; Schoenenberger, 1972 ; Abdesamed, 1981, 1984, 1985, Kadik, 1987, Beghami *et al.* 2007 ; Benmessaoud, 2009).

Cependant l'analyse de la dynamique spatiotemporelle de cette végétation vulnérable à toute forme de dégradation n'ayant pas été abordée. Cette étude se propose, donc, de faire le point sur l'analyse de la dynamique de cette végétation et d'étudier les facteurs de sa dégradation.

Pour cela une approche méthodologique de suivi diachronique multi -dates a été adoptée en utilisant toute sorte de sources d'information anciennes ( archives, photos aériennes, cartes topographique) et récentes (des Images satellitaire Landsat américain et des données de terrain).

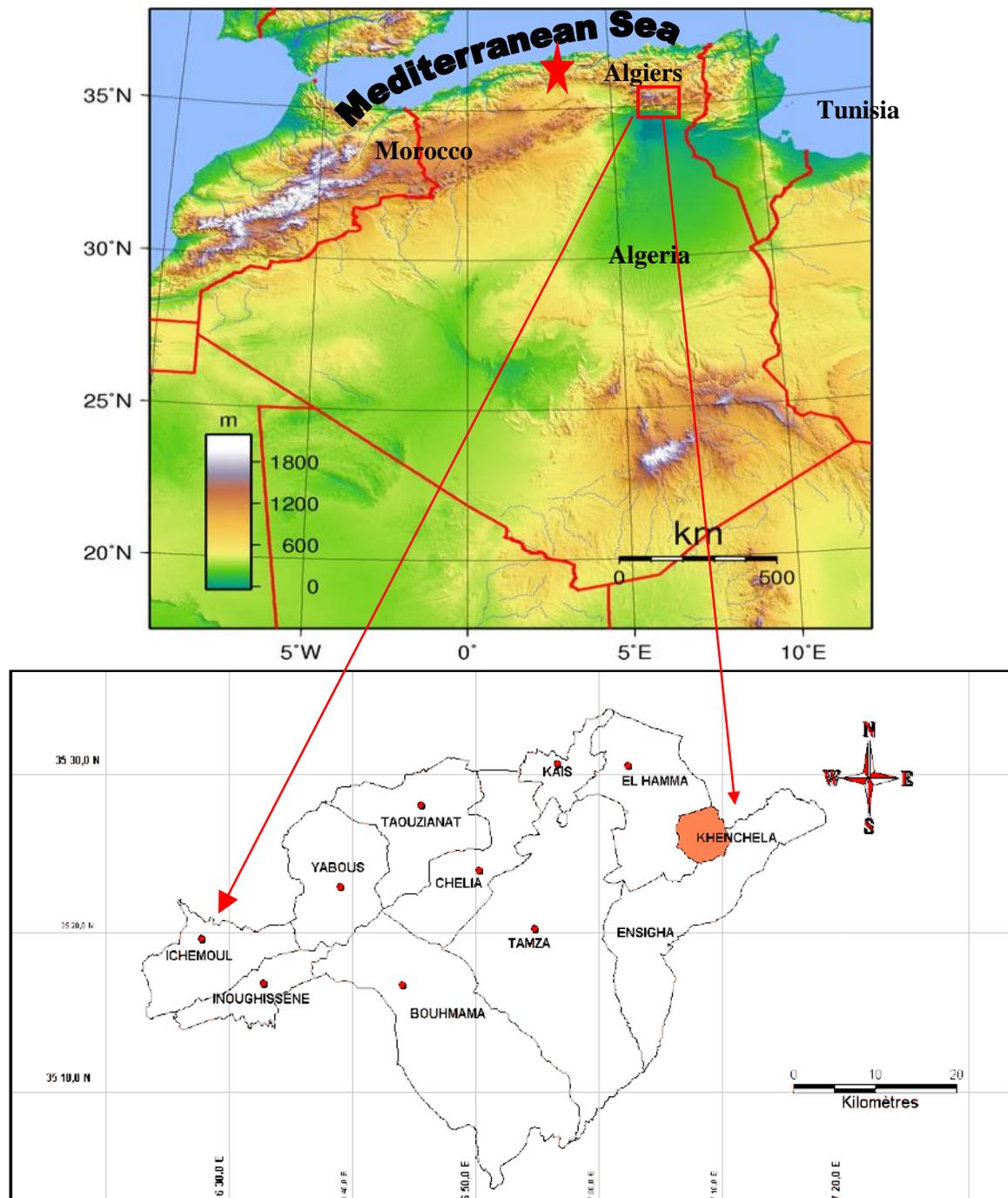
Les résultats font apparaître une dégradation du couvert végétal exprimant ainsi une réduction très poussée des formations forestière denses remplacée par des formations dégradées (garrigues) et des formations herbacées qui sont très sensible et menacées par l'action anthropozoiique.

### **III. 1. 1. Site d'étude**

La région concernée par le présent travail correspond aux Aurès, localisés dans le nord est de l'Algérie à quelques 250 Km de la Méditerranée sur l'Atlas Saharien. L'Aurès est orienté obliquement du Sud- Ouest au Nord-Est. Sa largeur de l'ouest à l'est est de 150 Km environ, et son épaisseur du nord au sud est de 80 Km. C'est moins un massif unique et compact qu'un ensemble de hautes chaînes entre lesque lles se creusent de profondes vallées. Il se compose d'un certain nombre de compartiments distinct s, juxtaposés, mais très différents (Besnier, 1899). Le relief de ces chaînes de montagne est très contrasté (Benmessaoud *et al.* 2009).

Géographiquement le site d'étude est limité par les latitudes 35° 10' et 35°30' Nord et les longitudes 6°20' et 7°10' Est (Fig. III. 1). Selon Laffitte (1939), La géologie des Aurès est très complexe : d'une manière générale, la zone d'étude repose sur des terrains du Crétacé e t du Quaternaire présentant des faciès gréseux, marno -calcaires, à flyschs et dolomitiques.

La pluviométrie varie de 300 mm jusqu'à 800 mm en fonction de l'altitude et de l'exposition des versants (Seltzer, 1946 ; Schoenenberger, 1972). De ce fait, elle est parcourue par les étages bioclimatiques de végétation allant du semi-aride et sub-humide, jusqu'aux limites de l'aride supérieur à la base méridionale du massif et de l'humide inférieur au sommet du Chélia à 2326 m (Beghami *et al.* 2007).



La saison estivale est la saison sèche, la plus distinguée chaque année. Les autres saisons peuvent également connaître la sécheresse, mais d'une manière occasionnelle et moins durable que celle de l'été (Kherchouche *et al.* 2007).

### III. 1. 2. Matériel et Méthodes

Notre objectif à travers cette étude est l'analyse des structures végétales majeures et l'étude de leur tendance dynamique. Pour cela une approche de suivi diachronique a été adoptée. Notre démarche repose, donc, sur l'utilisation des données de la télédétection pour une connaissance spatialisée de l'évolution de la couverture végétale. Le principe est de faire un état des lieux du couvert végétal dans les formations forestières est montagnardes en utilisant l'image MSS de Landsat 1972 et ETM+ de Landsat 7 2007. Les dates des images sont respectivement le 1/10/1973 et 29/03/2007.

Après avoir fixé les besoins en fonction des objectifs recherchés, qui se résument dans l'analyse de la dynamique récente de la végétation de l'Aurès, il sera possible d'expliquer chaque phase de traitement dans le détail, étape par étape.

A travers cette étude on cherche, alors, l'obtention d'un résultat final plus adéquat : soit la prédiction de la dynamique régressive ou progressive de la végétation par analyse spectrale de la végétation structurante le paysage de l'Aurès entre les dates 1973 et 2007. L'analyse spectrale de l'image est basée essentiellement sur des relevés effectués sur le terrain (Long *et al.* 1979) sans omettre de vérifier ces données sur les photos aériennes de mission 1972 après calage. Les données de terrain proviennent des relevés phytosociologiques répartis sur deux campagnes l'une au printemps 1999 dans la région de Chélia ((Beghami, 2002) et les seconds sont réalisés dans la région des Ouled Yagoub en l'an 2009. La confrontation des résultats obtenus avec ceux provenant de l'image 1973 et 2007, nous a permis d'analyser la tendance évolutive du couvert végétal qualitativement ainsi que quantitativement. (Martinez et Le Toan, 2007).

L'enchaînement des étapes de cette analyse géomatique peut être schématisée comme suit (El Garouani *et al.* 2007).

- Interprétation visuelle ;
- Classification non dirigée ;
- Classification dirigée ;
- Traitements post-classification ;
- Combinaison d'images : analyse diachronique

Le matériel utilisé est constitué, principalement, de toute sorte d'information sur le couvert végétal (Gounot, 1969), des images satellitaires récentes et anciennes, des logiciels Mapinf, ENVI et un GPS.

La réalisation des cartes de végétation est obtenue par la méthode de la classification dirigée à l'aide de l'algorithme du maximum de vraisemblance (Koné *et al.* 2007).

La typologie de la végétation adoptée résulte de la combinaison de différents critères (Gounot, 1969 ; Guinochet, 1973 ; Corre, 1987) comme suit :

- le taux de recouvrement ;
- l'espèce ou les espèces dominant le paysage (composition, structure) ;
- le nom de la formation végétale est conçu à partir de la strate dominante (Forêt, Garrigue, pelouse).

L'analyse de la signature spectrale des différentes typologies ainsi établies est réalisée en utilisant des canaux de MSS et de l'ETM+ des scènes Landsat. La combinaison des bandes RGB et infrarouge proche est recommandée pour l'étude de la végétation et reflète mieux la réalité de terrain (Benmessaoud *et al.* 2009)

### **III. 1. 3. Résultats et discussions**

Les résultats obtenus sont des cartes multi dates retraçant la dynamique et l'évolution du couvert végétal constituant les formations forestières, paraforestières et montagnardes de l'Aurès.

Au total, 9 unités physiologiques ont été mises en évidence (Tab. III. 2). Ce tableau permet de comparer, entre autre, ces unités entre elles et entre les deux dates. Les résultats trouvés sont nettement soutenus par ceux avancés par la monographie forestière des Aurès de l'année 1972 en superficie et en taux de répartition des différentes formations.

Ainsi Nedjahi (1988) donne une superficie de 17 000 Ha de cédraie pour la région des Aurès, ce qui va en accord avec nos chiffres (16813,47 Ha) établis à partir de l'image Landsat 1972. Cet état des choses prouve la qualité de la classification adoptée pour la typologie choisie. C'est ainsi qu'entre 1972 et 2007 (Fig. III. 2), soit à 37 ans d'intervalle, le couvert végétal se caractérise par :

Une diminution des surfaces couvertes par les cédraies denses et les cédraies à chêne vert : **-2,58 %** et **-3,27 %** respectivement, qui représentaient les formations forestières les plus dégradées. En effet, les formations forestières denses réunissent très peu d'herbage aux animaux (Abdessemed, 1981). Pour cette raison les riverains pratiquent souvent des défrichements (Fig. III. 3).

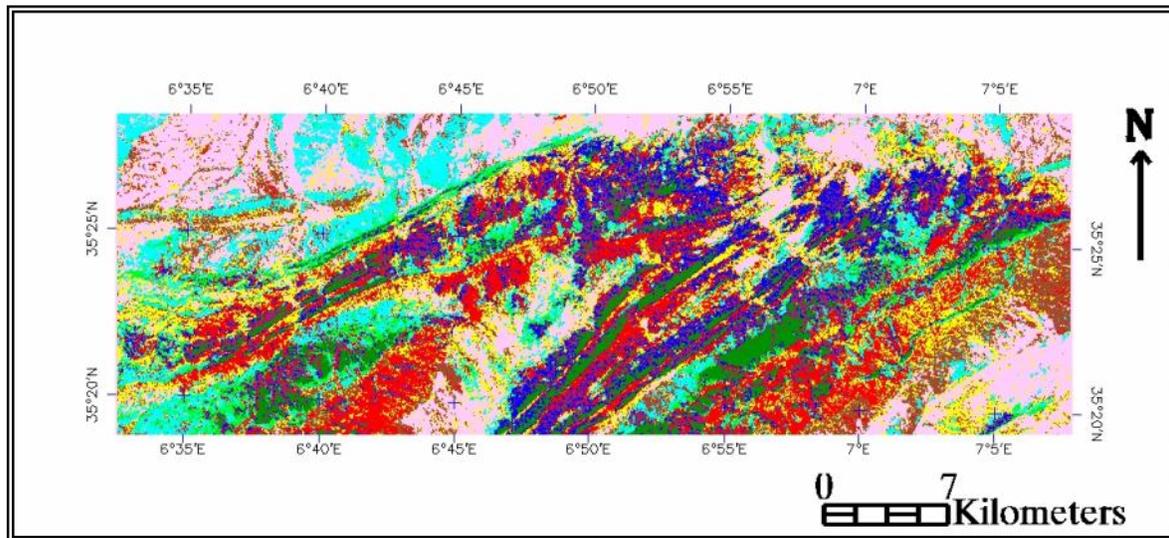
Aussi, l'agriculture notamment la céréaliculture, a subi une régression de l'ordre de **- 5,61 %** sur ce site. Cette régression serait dû, semble-t-il, au programme de FNDA adopté durant cette dernière décennie dont le principe est la reconversion de la céréaliculture, dans ces

régions, par l'arboriculture. Également la date de prise de l'image landsat 73 coïncide avec la période de fin d'automne, à ce moment là il ne reste de la céréaliculture que des chaumes et des sols labourés.

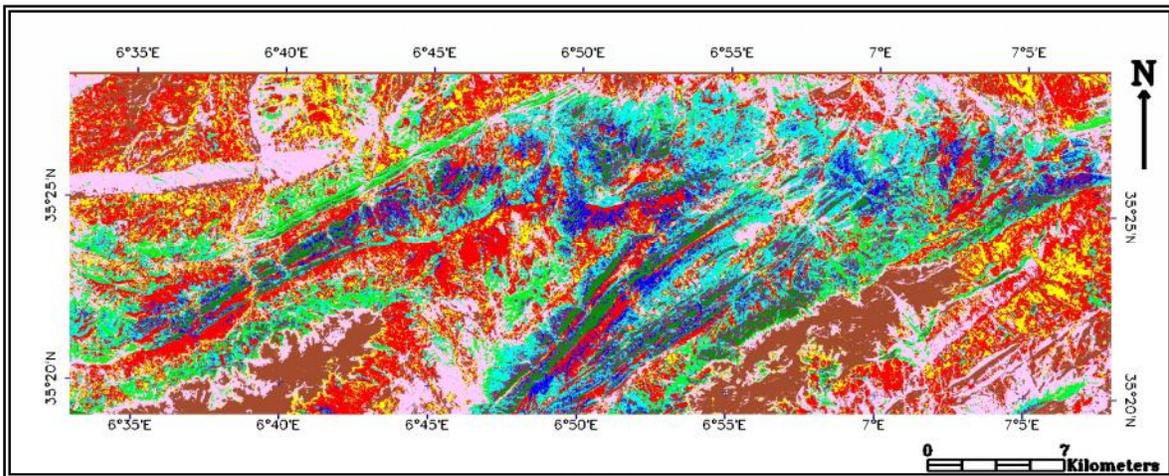
**Tableau III. 1. Dynamique du couvert végétal entre 1972 et 2007**

	1972		2007		Dynamique	
	Taux	Superficies	Taux	Superficies	Taux	superficie
Céréaliculture	15,26	14711,80	9,65	8864,89	<b>-5,61</b>	-5846,91
Cédraines denses	05,45	5254,21	2,87	2636,50	<b>-2,58</b>	-2617,71
Cédraines claires	04,55	4386,54	7,08	6503,98	<b>+2,53</b>	2117,44
Cédraines à chêne vert	07,44	7172,72	4,17	3830,74	<b>-3,27</b>	-3341,98
Forêts de pin d'Alep	08,67	8358,54	3,60	3307,11	<b>-5,07</b>	-5051,43
Garrigue de chêne verte et genévrier oxycèdre	15,68	15116,71	26,19	24059,23	<b>+10,51</b>	8942,52
Garrigue de chêne vert et frêne	13,94	13439,22	14,78	13577,52	<b>+0,84</b>	138,3
Pelouses et pâturage de montagnes	09,23	8898,42	11,03	10132,62	<b>+1,8</b>	1234,2
Affleurements rocheux et sol nu	19,78	19069,42	20,63	18951,58	<b>+0,85</b>	-117,84

En revanche, il ressort une extension des garrigues de chêne vert mêlée, soit avec le genévrier oxycèdre, soit avec le frêne dimorphe : **+10,51** % et **+0,84** respectivement. Celles-ci forment une auréole autour des bas versant des massifs surtout les versants sud. Cette extension n'est, en réalité, que l'expression de la transformation des formations forestières (cédraines, cédraines à chêne vert et forêts de pin d'Alep) après dégradation par des coupes illicites Fig. III. 7, par des incendies, par le parcours ou par le phénomène de dépérissement de cèdre signalé ces derniers temps dans les Aurès (depuis l'an 2000) (Kherchouche *et al.* 2007 ; Bentouati *et al.* 2006 ; Bentouati, 2008 ; Benhouhou *et al.* 2010).



1972



2007

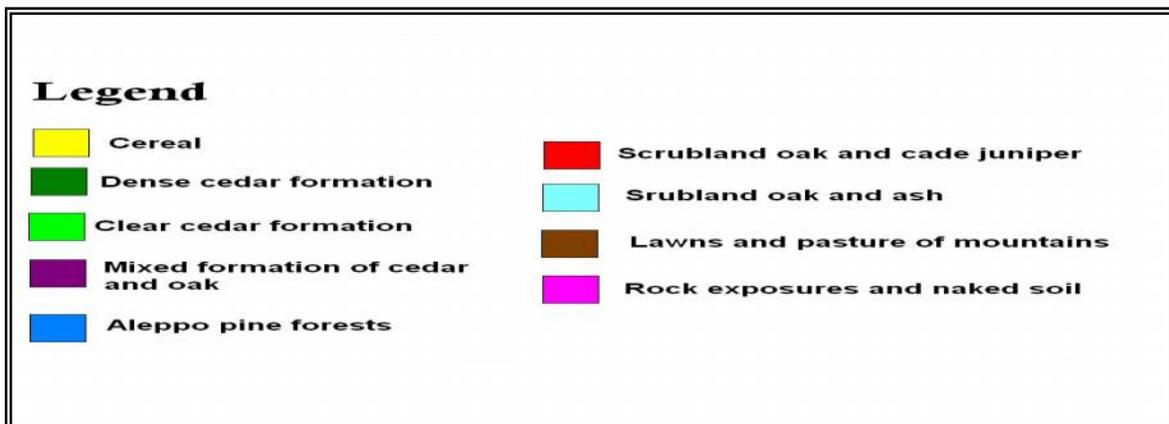


Figure III. 2. Evolution de la végétation entre 1972 et 2007



**Figure III. 3. Photo illustrant le dépérissement du Cèdre de l'Atlas**

Dans certaines zones on constate que des sols nus peuvent être évolués en garrigues de chêne vert si la pression anthropique surtout le surpâturage est abandonnée. Les zones nord ouest de ce site en témoignent (Fig. III. 5).

Les formations forestières à dominance de pin d'Alep ont connu une notable diminution malgré l'effort fourni par le service des forêts pour boiser et reboiser, tout en donnant une grande importance à cette essence plus plastique dans ces régions. Néanmoins, la région concernée par cette étude est plus septentrionale par rapport à celle concernée par ce plan d'action qui est la forêt des Beni Imloul.



**Figure III. 4. Photo montrant les coupes illicites**

Les formations forestières, qui ont subies cette régression (cédraies denses, cédraies à chêne vert, forêts de pin d'Alep) ont été transformées en garrigue de chêne vert ou parfois en clairières ; stades de dégradation des formations sclérophylles conformément à ce qui a été admis pour les formations végétales du pourtour méditerranéen (Flahault, 1937 in Thinon, 1992 ; Lacoste et Salanon, 2001 ; Quézel, 1979 ; Quézel, 1981). Notons à ce sujet que Schoenenberger (1970a) avait constaté que les bovins se mettaient volontiers à l'abri des vieux arbres des cédraies écrasant ainsi une régénération pleine de promesse.

Au bout de 40 ans environ les pelouses et les pâturages de montagne correspondant aux étages de végétation semi aride jusqu'à l'humide ont augmenté de 1,8%. Cette étape de dégradation des régions boisées dans une série de végétation donnée en Afrique du Nord donne l'une des plus hautes qualités du fourrage que d'autres (Le Houérou et Hoste, 1977). Cette qualité fourragère de ces parcours explique en partie le recours de la population locale au défrichage pour des fins de pastoralisme. Des coupes intenses associées aux parcours conduisent, après 40 ans, à la formation d'un maigre matorral clair là où se trouvaient de belles futaies appelées à un bel avenir, ce que Boudy (1955) avait déjà conclu. Ainsi faut-il souligner que Quézel (1957) avait

déjà montré que l'extension des pelouses culminales du Chélia climatiquement favorables, serait due à la dégradation du cèdre.

Pour les Affleurements rocheux et les surfaces dénudées dont le sol est nu ou bien laissent apparaître des plages où la roche affleure, sont légèrement augmentées durant cette période. Cette progression se fait au détriment du couvert forestier et de la végétation clairsemée (Benmessaoud *et al.* 2009). Les conséquences directes qui en découlent sont l'érosion sous ces multiples formes notamment l'érosion hydrique. La dégradation des formations ligneuses se traduit en outre, en termes de dégradation des sols, d'accélération du cycle de l'eau et des modifications sensibles des microclimats (Defourny, 1990).

La région des Aurès comme toute la frange nord du désert subissait et subisse davantage des problèmes de dégradation parfois irréversible (Abdessemed, 1984 ; 1985 ; Benmessaoud *et al.* 2009). Parallèlement à cela, même les milieux ouverts de types pelouses et matorrals clairsemés ne semblent pas dans un état de conservation optimal. Ces problèmes sont liés à une action surtout anthropique étroitement corrélée avec une forme extrême du climat méditerranéen (Le Houérou, 1997 ; Schoenenberger, 1970 a).

Le concours de la hache, du feu et du pâturage a contribué fortement à la formation du paysage méditerranéen actuel (Ramade, 1997 ; Barbero *et al.* 1990). Nous nous pensons que ces facteurs pèsent aujourd'hui plus qu'avant sur ces milieux déjà vulnérables à toutes sortes de dégradations notamment la désertification (Benmessaoud *et al.* 2009).

Etant donné que Le paysage végétal se présente, en outre sous forme d'un véritable continuum entre les différentes formations (Gounot, 1969 ; Ozenda, 1982 ; Corre, 1987 ; Defourny, 1990). L'analyse de cette végétation se heurte également à une imbrication non négligeable des groupements végétaux en fonction du changement graduel des facteurs de l'environnement, notamment le gradient bioclimatique positivement corrélé avec l'altitude et l'exposition des versants (Beghami, 2003 ; Beghami *et al.* 2007). Face à cette situation un échantillonnage plus exhaustif peut répondre à cette importante hétérogénéité (Defourny, 1990). Cependant, la difficulté de la classification peut être améliorée par une acquisition d'image dont la résolution des capteurs est meilleure.

## Conclusion

La superposition des différentes cartes montre d'un côté la réduction des formations nettement forestières au profit des formations plus dégradées et herbeuses. Il en résulte un couvert plus clair, moins stable et vulnérable à toute formes de dégradation.

Cette régression est la résultante d'une pression anthropique, qui se manifeste dans les coupes illicites, pâturage non contrôlé et les incendies de forêt.

Nos résultats indiquent que cette dynamique a contribué à un changement pays ager de la physionomie de la végétation de l'Aurès. Pour cela on s'est passé de forêts de conifère (cédraies et pinèdes) qui représentent elles mêmes le stade de dégradation des formations à végétation sclérophylles. Ces formations de conifères possèdent une valeur para-climacique, à leurs tours en se dégradant elles donnent des garrigues méditerranéennes.

L'étude de la dynamique récente de la végétation révèle une modification de l'espace naturel avec un accroissement des formations de cédraies claires, garrigue de chêne verte, pelouses et pâturage de montagnes ainsi que les zones d'affleurements rocheux et sol nu de 16, 53%. Toutefois, les autres formations forestières représentées ici par les cédraies denses et les cédraies à chêne vert ont tendance à régresser durant cette période, cette régression est évaluée à -5,85%. Les terrains qui ont été affectés à la céréaliculture ont subi aussi une décroissance c'est due probablement au différents programmes de développements agricole encourageant la population à abandonner cette activités et se réorienter vers l'arboriculture.

Un échantillonnage plus exhaustif ainsi que l'acquisition des images à haute résolution permettent d'améliorer le processus de classification des différents types physionomiques du couvert végétal et d'évaluer l'impact du phénomène de dépérissement du cèdre dans les Aurès. Cet impact est favorisé davantage dans une zone se trouvant aux abords du plus grand désert du monde fortement influencé par les changements globaux .

# **Chapitre II**

*Analyse diachronique de  
la flore*

## III. 2. Dynamique de la flore de l'Aurès : essai d'analyse diachronique de la flore du massif de Chélia

### Introduction

Dégradées par l'Homme depuis la préhistoire, la quasi-totalité des forêts méditerranéennes ne doit plus être considérée comme des forêts "naturelles" ou à plus forte raison "originelles", hormis dans quelques cas particuliers : protection par des communautés religieuses et les lieux sacrés comme les marabouts (Barbero *et al.* 2001). Les mutations socio-économiques, en particulier durant les dernières décennies, ont entraîné des changements importants au niveau des paysages méditerranéens, du fait notamment de la déprise agricole et de la forte urbanisation qui a suivi (Roche *et al.* 2008).

Les recherches menées en écologie du paysage mettent en évidence des effets probants de la structure du paysage sur la dynamique de la flore et de la faune (Petit *et al.* 2008). Dans le cadre de la recherche de l'impact du dépérissement du cèdre de l'Atlas et de la pression anthropique sur la dynamique de la flore des Aurès, notamment la flore des hautes montagnes, il est permis de s'interroger quelles sont les effets probables de ce changement de structure (Beghami *et al.* 2012) de végétations sur la biodiversité en l'occurrence celle liée à la dynamique de la flore ? Pour cela un suivi dans le temps de la flore du massif du Chélia est conduit sur une période de dix ans tout, en exploitant un jeu de relevés réalisés en 1999 (Beghami, 2003) et en 2009. L'analyse multivariée de l'ensemble ainsi que l'analyse de certains paramètres liés à la richesse spécifique, et à d'autres variables pouvant nous renseigner sur l'évolution régressive ou progressive de cette flore, ont été mis en évidence. Le fait que les organismes naturels n'interagissent qu'avec leur environnement "proche" rend l'espace "influent" sur les processus écologiques et, entre autres, sur ceux qui remodelent sans cesse le couvert végétal (Couteron, 2006). Dans cet ordre d'idées nous essayons d'évaluer et d'illustrer la tendance évolutive et dynamique de la flore de cette chrono-séquence.

Les monts de l'Aurès notamment le massif du Chélia subissent une évolution régressive de leur végétation. La superficie de la forêt a diminué. Dans le même temps la composition du couvert végétal a évolué de manière négative du fait de l'érosion des sols (Beghami *et al.* 2012). La dynamique régressive ou progressive du couvert végétal dans une région donnée constitue toujours un point de départ pour évaluer la tendance dynamique des écosystèmes.

Le suivi de l'évolution de la flore dans la région des Aurès n'a pas fait l'objet de travaux de recherches. La flore du massif du Chélia, de part sa position écologique et géographique,

constitue donc d'excellentes stations expérimentales pour l'étude des tendances dynamiques des écosystèmes dans la région des Aurès.

Les changements globaux, désignent l'ensemble des changements induits dans la dynamique de la biosphère par les activités humaines, directement ou non. De nos jours ces changements constituent une préoccupation majeure de la recherche scientifique au niveau mondial. Cependant cette question est peu évoquée en Algérie notamment dans les régions les plus vulnérables où toute sorte de changement est facilement perceptible et détectable. La région des Aurès de part sa position : carrefour des influences continentales, steppique, maritimes et montagnardes Méditerranéennes constitue un modèle type d'évaluation de telle tendance évolutive de la flore.

Dans ce contexte, la présente contribution se propose de livrer quelques éléments de réflexion et de s'interroger, au-delà, sur la tendance évolutive actuelle de la flore de cette région. Il s'agira d'abord de retracer les modifications de la flore et des principaux groupements qui ont pu apparaître durant une décennie dans le massif du Chélia, puis de réaliser une comparaison entre les statuts biologiques et biogéographiques des deux flores entre ces deux périodes.

La reconstitution de la dynamique de la flore dans ses dimensions spatiale et temporelle est une clé à la compréhension de la tendance évolutive des écosystèmes forestiers de l'Aurès. Pour cela, nous tenterons d'étudier la dynamique des groupements végétaux des formations forestières et montagnardes du massif du Chélia entre 1999 et 2009, en mettant l'accent sur les impacts des changements spatiaux et temporels sur la biodiversité des formations, la typologie de la végétation et la dynamique des ces phytocénoses au sein de ces territoires en mutation perpétuelle. Cette évaluation vient juste après le déclenchement du phénomène de dépérissement du cèdre de l'Atlas dans cette région décrit par Bentouati et Bariteau (2006) et Bentouati (2008)

### **III. 2. 1. Méthodologie**

Ce travail consiste à vérifier la tendance évolutive de la flore du massif de Chélia à partir d'une étude diachronique entre 1999 et 2009. Il s'agit d'étudier l'évolution de la composition floristique des différentes structures végétales après le dépérissement dramatique de ces cédraies. Cette étude pourrait mettre en évidence les modifications intervenues dans la typologie et la composition de la flore et les conséquences probables d'un tel changement dans la structure de la végétation sur l'évolution de la végétation. Ces modifications seront mises en perspective avec le phénomène de dépérissement du cèdre de l'Atlas. L'analyse des spectres biologiques et biogéographiques de la flore disparue (non revue en 2009) et apparue (non relevées en 1999)

ainsi que la richesse spécifique des deux listes permettraient de vérifier l'impact probable de modifications intervenues durant cette décennie.

La méthodologie appliquée repose donc sur le fait de suivre les mêmes étapes dans la réalisation des relevés entre les deux périodes. En d'autres termes on doit effectuer un ré-échantillonnage, à une date  $t_2$  des relevés floristiques ayant été déjà échantillonnés à une date  $t_1 < t_2$ . Pour pouvoir réaliser une comparaison de l'ensemble nous avons été amené à géoréférencer les relevés réalisés en 1999 préalablement repérés approximativement sur carte d'état major. Les campagnes de relevés des deux années ont été réalisés au printemps. Durant la nouvelle campagne une partie des anciens relevés a été repéré, relocalisés et retrouvés sur le terrain avec une précision suffisamment satisfaisante en utilisant les coordonnées et le descriptif du site. Il s'agit d'un sous groupe de relevés constitué de 23 relevés seulement parmi les 37 relevés réalisés en 1999 (Beghami, 2003) et ce par le même opérateur et selon strictement, le même protocole (surface, procédures ...) que l'on a adopté en 1999.

En complément, nous proposons de suivre la richesse et la diversité spécifique de cette flore entre ces deux dates. Toutefois nous essayons d'analyser l'impact des perturbations tantôt anthropiques tantôt celles liées au dépérissement des cédraies déclenché pendant cette même période. La méthode de suivi prend également en compte l'écologie et les informations apportées par certaines espèces plutôt que leur simple présence ou leur contribution à la biomasse. Il est admis que la végétation herbacée est susceptible de se modifier à l'échelle d'une décennie (Volkert, 2008).

Tout d'abord une analyse factorielle de correspondances a été appliquée pour un tableau floristique de l'année 1999, codé en présence/absence. Ce dernier, est, en fait, une matrice constituée de colonnes qui correspondent aux 23 relevés retrouvés et ré-échantillonnés et de lignes attribuées aux espèces végétales. Notons que la matrice de départ est constituée de 172 espèces réparties sur 23 relevés (annexe VI). Les espèces dont la fréquence est inférieure à 3 ont été retirées de l'analyse pour ne pas perturber l'analyse par des objets de très faibles fréquences. Il reste ainsi 81 espèces réparties sur 23 relevés et qui seront soumises à l'analyse factorielle des correspondances.

Selon Gégout et Houllier (1993), l'AFC fournit un moyen de résumer un tel tableau, en extrayant des axes factoriels synthétiques. Ces axes rendent compte des principaux gradients écologiques sous-jacents à la répartition de la végétation et le long desquels il est possible de positionner les espèces ou, symétriquement, les relevés.

Dans cette première analyse notre objectif est de mettre en évidence les principaux gradients écologiques contrôlant la distribution de la flore du Chélia. Ce ci est fait en examinant

d'une part les variables écologiques des relevés de fortes contributions et d'autre part les espèces dont l'écologie est connue et qui sont également de fortes contributions .

La deuxième analyse réalisée a pour but d'examiner la tendance évolutive de la flore de ce massif. Elle consiste à rechercher un compromis entre les deux tableaux ainsi construits. L'un concerne les données de la flore de l'année 1999 toujours codé en présence/absence et le second les données de la flore de l'année 2009 ré-échantillonnées, approximativement, dans les mêmes relevés et selon le même protocole. Cette analyse est appelée l'analyse factorielle des correspondances sur variables instrumentales (AFCVI) nommée le plus souvent par l'analyse canonique des correspondances (ACC). Selon Ter Braak (1986) cité par Gégout et Houllier (1993) et Lebreton *et al* (1988a, 1988b) cette technique d'analyse permet d'intégrer un modèle de régression multiple aux classiques analyses factorielles ce qui autorise à objectiver les explications et les interprétations apportées à un tel phénomène écologique.

Dans cette analyse, il est possible d'introduire et de projeter les relevés effectués en 2009 en tant que variables supplémentaires dans le plan factoriel engendré par les relevés effectués en 1999. Cependant, cette analyse est menée uniquement sur des espèces communes aux relevés de 1999 et de 2009. Au total 125 espèces communes entre les deux listes ont été analysées. Ceci est dû à la contrainte de la méthode qui, en utilisant des espèces apparues ou disparues (non revues) génèrent des colonnes de marges nulles. Ces variables qualitatives explicatives se positionneront dans le plan engendré par les axes factoriels de l'AFC des relevés de l'année 1999. L'extraction des coordonnées de chacun des points relevés permet d'évaluer le déplacement, qui exprime la dynamique de ces relevés entre deux dates et le long des axes factoriels, qui synthétisent à leurs tours des gradients écologiques. C'est une sorte de comparaison des relevés deux à deux en fonction des gradients écologiques ainsi établis. La démarche de cette technique se base alors sur des points essentiels : (1) rechercher les facteurs du milieu structurant les relevés de l'année 1999, (2) projeter les relevés de l'année 2009 dans cet espace et (3) étudier les mouvements de ces relevés selon ces facteurs, en les comparant avec leurs homologues de l'année 2009 (Volkert, 2008). En vue de différencier les relevés, les relevés sources de l'année 1999 ont été notés par la lettre "R" et ceux de l'année 2009, par la lettre "T". La figure III. 5 illustre l'enchaînement et la démarche poursuivie afin d'évaluer cette dynamique. Signalons à ce sujet que l'ensemble des analyses statistiques réalisé est effectué par le logiciel XLSTAT version 2009.

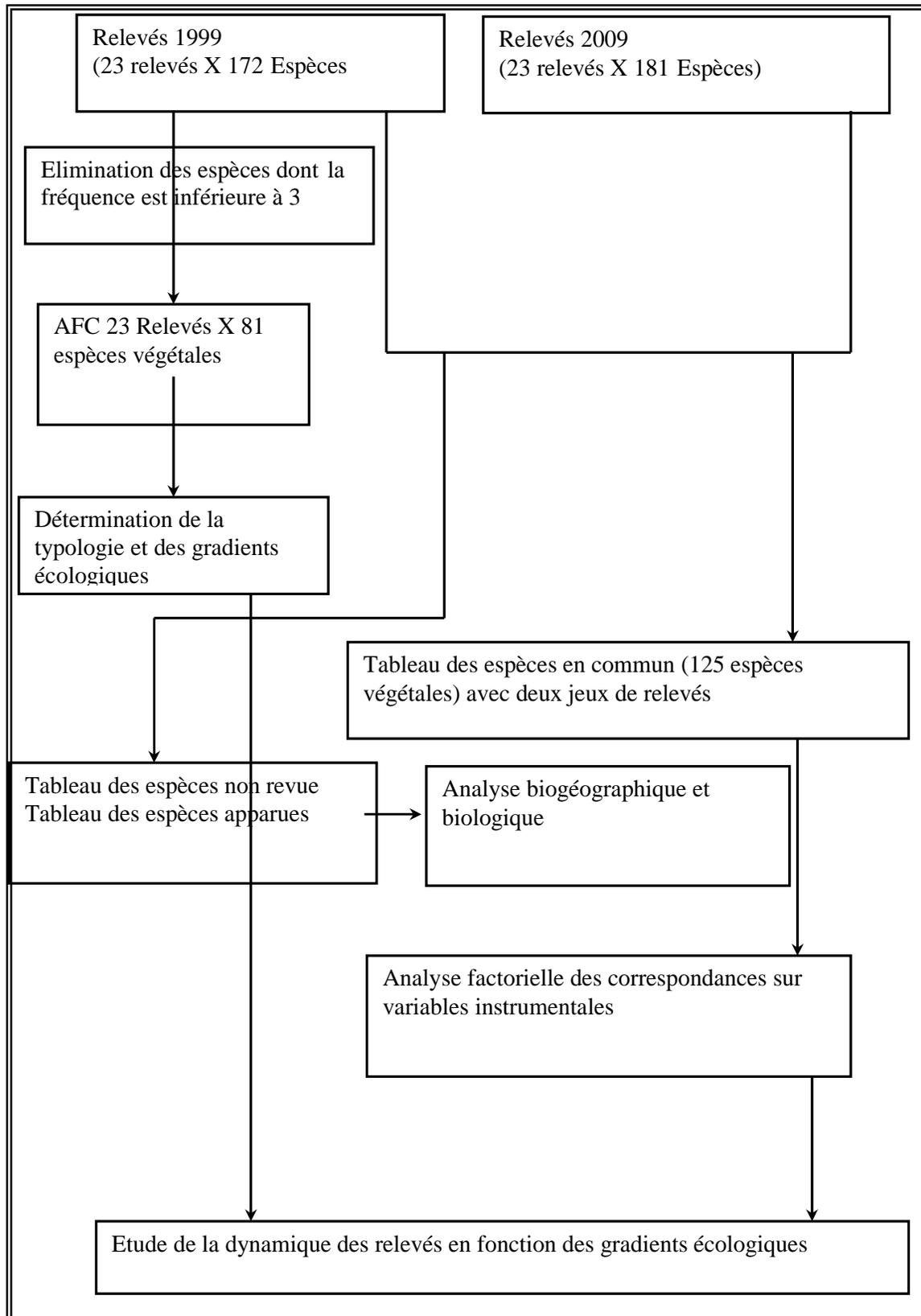


Figure. III. 5. Diagramme de l'enchaînement de l'analyse

### III. 2. 2. Résultats et discussions

A priori les deux listes issues des deux campagnes ont été comparées. La première liste montre que la flore de ce massif est composée de 172 espèces végétales vasculaires. La deuxième liste issue du ré-échantillonnage effectué en 2009 compte 181 espèces végétales (annexes VI et VII).

#### III. 2. 2. 1. Détermination des gradients écologiques

Afin de pouvoir dégager les gradients écologiques structurant la végétation de ce massif, une AFC est réalisée, sur le tableau floristique correspondant aux relevés sources ; ceux de l'année 1999 (81 espèces X 23 relevés). La figure III. 6 illustre le graphe des valeurs propres. En examinant ce graphe, il ressort que le premier et le second axe retiennent les plus fortes valeurs propres. En effet, ces deux axes totalisent un taux d'inertie cumulé de plus de 28% (Tab. III. 2). Cet état des choses nous pousse à limiter notre investigation aux deux premiers facteurs.

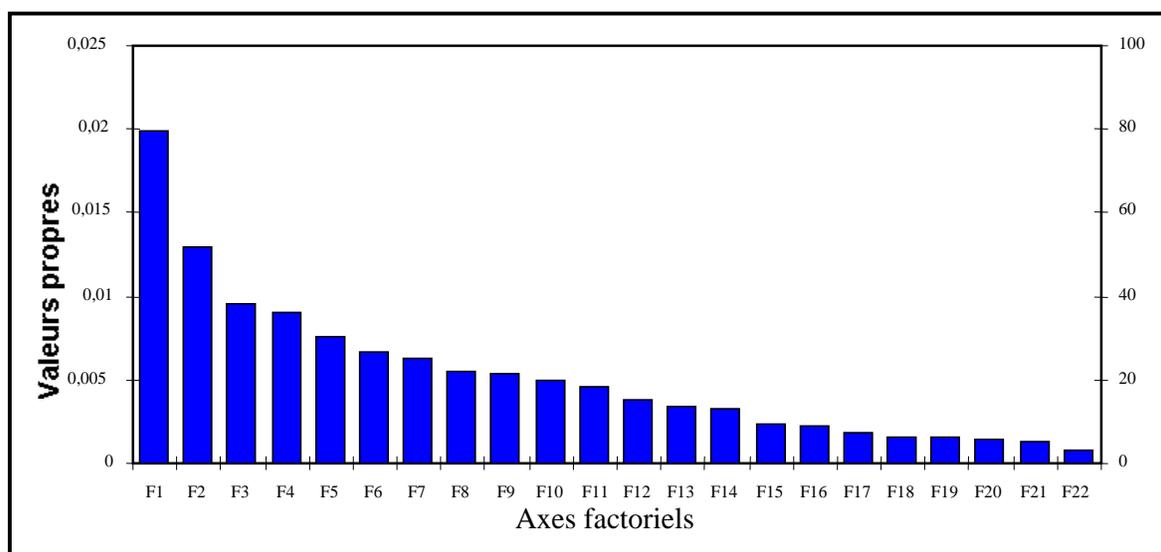


Figure III. 6. Graphe des valeurs propres

Tableau III. 2. Valeurs propres et taux d'inertie des 5 premiers axes

	F1	F2	F3	F4	F5
Valeur propre	0,020	0,013	0,010	0,009	0,008
Taux d'inertie	17,134	11,225	8,205	7,768	6,521
Taux d'inertie cumulé	17,134	28,359	36,564	44,332	50,853

### III. 2. 2. 1. 1. Signification écologique des axes

L'attribution des gradients synthétiques aux axes factoriels passe par une interprétation écologique de ces axes. Cette interprétation se fait selon deux niveaux ; tout d'abord en fonction de la distribution des relevés le long des axes en utilisant leurs paramètres environnementaux, puis selon l'échelonnement des espèces en étudiant l'écologie de celles connues.

- **Etude de la répartition des relevés**

Pour pouvoir envisager une interprétation écologique des axes et ressortir, d'une manière indirecte, les gradients synthétiques reflétés, nous examinons d'abord la distribution des relevés de l'année 1999 le long des axes factoriels (Fig. III. 7).

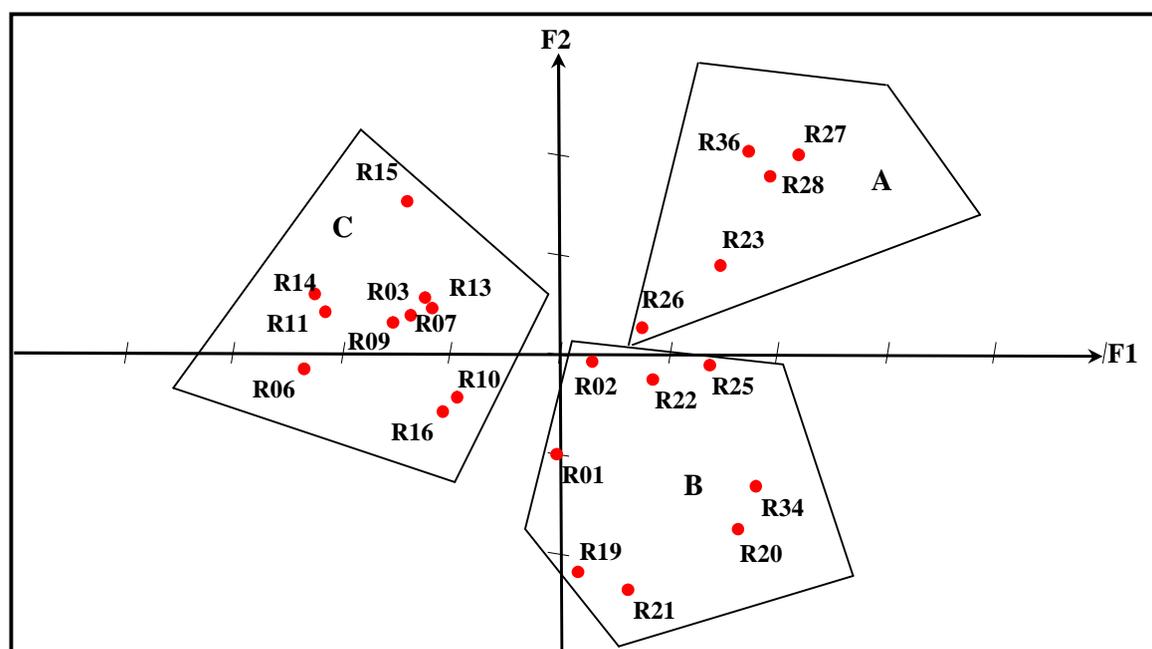


Figure III. 7. carte factorielle de l'AFC 81 espèces X 23 relevés (1999)

#### - Sur l'axe 1

Sur la partie positive de l'axe 1, les relevés aux plus fortes contributions sont R27, R28, R34 et R36 (Tab. III. 3). Sur sa partie négative, on trouve R06, R11, R14 et en moindre importance R09.

Tableau III. 3. Relevés aux fortes contributions aux deux premiers axes

F1 +		F1 -		F2 +		F2 -	
relevé	contribution	relevé	contribution	relevé	contribution	relevé	contribution
R27	0,099	R06	0,108	R36	0,124	R21	0,176
R28	0,077	R11	0,099	R27	0,119	R19	0,151
R34	0,068	R14	0,092	R28	0,093	R20	0,099
R36	0,062	R09	0,045	R15	0,069	R34	0,056

L'examen des variables environnementales caractérisant ces relevés, reportés dans le tableau III. 4 (Beghami, 2003), montre que le paramètre caractéristique et différentiel de ces deux lots de relevés est l'altitude. Elle traduit mieux tous les changements de paramètres climatiques en l'occurrence le quotient pluviothermique d'Emberger qui tient compte de la pluviométrie, des minima et des maxima thermiques. L'axe 1 oppose donc de part et d'autre de l'origine des relevés localisés en hautes altitudes bénéficiant des conditions notamment bioclimatiques propices et des relevés situés sur les piedmonts en basses et en moyennes altitudes en situation climatique peu favorable. Soulignons que ces derniers relevés sont localisés sur le versant sud. Il ressort que selon cet axe les relevés s'échelonnent en fonction de leur position altitudinale ; des basses altitudes vers les hautes altitudes.

#### **- Sur l'axe 2**

Sur la partie positive de cet axe on note les relevés R36, R27, R28 et R15. Ces relevés s'opposent de part et d'autre de l'origine aux relevés R21, R19, R20 et R34 (Fig. III. 7).

Le recours au tableau III. 4 des variables du milieu de ces relevés (Beghami, 2003), permet de suivre les facteurs écologiques responsables de cette distribution et par conséquent le gradient écologique recherché. L'examen attentif des variables du milieu des relevés aux plus fortes contributions, a permis la mise en évidence de la strate arborescente relativement importante dans les relevés structurant la partie positive de cet axe (R27, R28 et R36). Cette strate est nulle ou peu développée dans les relevés de seconde partie de l'axe (R19, R20 et R21). L'axe 2 semble donc, traduire un gradient physiognomique ; c'est-à-dire lié à la structure de la végétation au développement des différentes strates du couvert végétal.

#### **• Etude de la distribution des espèces**

L'interprétation écologique des axes que nous envisagerons ici, est justifiée par l'autoécologie des espèces aux fortes contributions aux axes factoriels. Au vu des relevés, la répartition de la végétation dans l'espace factoriel, peut se faire selon les axes le long desquels il est possible de positionner les espèces (Guinochet, 1973).

**Tableau III. 4. Variables environnementales des relevés (Beghami, 2003). En italique les relevés concernés par l'analyse, en gras les relevés aux fortes contribution aux deux axes factoriels**

**P : Paramètres, R : Relevé**

<b>P</b> R	Alt	Sub	Ver	Exp	Pen	Q2	Re1	Re2	Re3
<i>R01</i>	1410	1	2	5	5	73,74	2	4	0
<i>R02</i>	1520	3	1	3	30	47,87	4	1	1
<i>R03</i>	1550	3	1	2	20	48,6	2	2	0
<i>R04</i>	1500	3	1	2	30	47,38	2	2	0
<i>R05</i>	1400	1	1	3	45	44,96	3	1	0
<b><i>R06</i></b>	<b>1315</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>42,94</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
<i>R07</i>	1360	1	1	3	4	44,01	1	4	0
<i>R08</i>	1355	1	1	1	5	43,89	2	3	2
<b><i>R09</i></b>	<b>1350</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>15</b>	<b>43,77</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>1</b>
<i>R10</i>	1400	3	1	2	3	44,96	1	5	3
<i>R11</i>	1380	3	1	2	10	44,48	2	5	0
<i>R12</i>	1287	3	1	1	3	42,27	2	0	0
<i>R13</i>	1360	3	1	2	20	44,01	2	3	0
<b><i>R14</i></b>	<b>1347</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>43,7</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
<b><i>R15</i></b>	<b>1415</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>45,32</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
<i>R16</i>	1610	3	1	1	5	50,08	2	5	3
<i>R17</i>	1320	2	1	1	20	43,05	2	4	0
<i>R18</i>	1326	2	1	1	15	43,2	3	3	0
<i>R19</i>	1360	1	2	4	30	71,16	3	3	0
<i>R20</i>	1445	2	2	6	15	75,56	5	5	2
<i>R21</i>	1573	2	2	6	20	82,3	3	4	2
<i>R22</i>	1495	2	2	5	20	78,17	4	3	0
<i>R23</i>	1572	2	2	4	3	82,24	5	2	0
<i>R24</i>	1444	2	2	4	15	75,5	2	5	0
<i>R25</i>	1580	2	2	6	20	82,67	4	2	1
<i>R26</i>	1700	3	2	5	25	89,13	1	2	5
<b><i>R27</i></b>	<b>1930</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>58,21</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b><i>R28</i></b>	<b>1910</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>57,69</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<i>R29</i>	1770	4	1	3	30	54,1	1	3	0
<i>R30</i>	2215	4	1	3	15	65,8	2	3	0
<i>R31</i>	2200	4	2	4	20	117,54	2	3	0
<i>R32</i>	2250	4	2	5	25	120,52	3	3	0
<i>R33</i>	1850	3	2	5	30	97,4	3	4	3
<b><i>R34</i></b>	<b>1600</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>83,74</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<i>R35</i>	1800	3	2	5	30	94,62	3	2	5
<b><i>R36</i></b>	<b>1850</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>97,4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
<i>R37</i>	1900	3	2	5	40	100,2	3	3	4

L'utilisation de certaines références de bases notamment la flore de Maire (1952, 1960, 1964, 1965, 1967, 1977) et la nouvelle flore de Quézel et Santa (1962-1963) nous a permis d'élaborer une synthèse de l'autoécologie de ces espèces (Tab III. 5). Selon Volkert (2008), la contribution des différentes espèces impliquée dans l'analyse à la construction des axes factoriels permet de savoir quelles espèces ont pesé le plus lourd dans leur construction (Fig. III. 8).

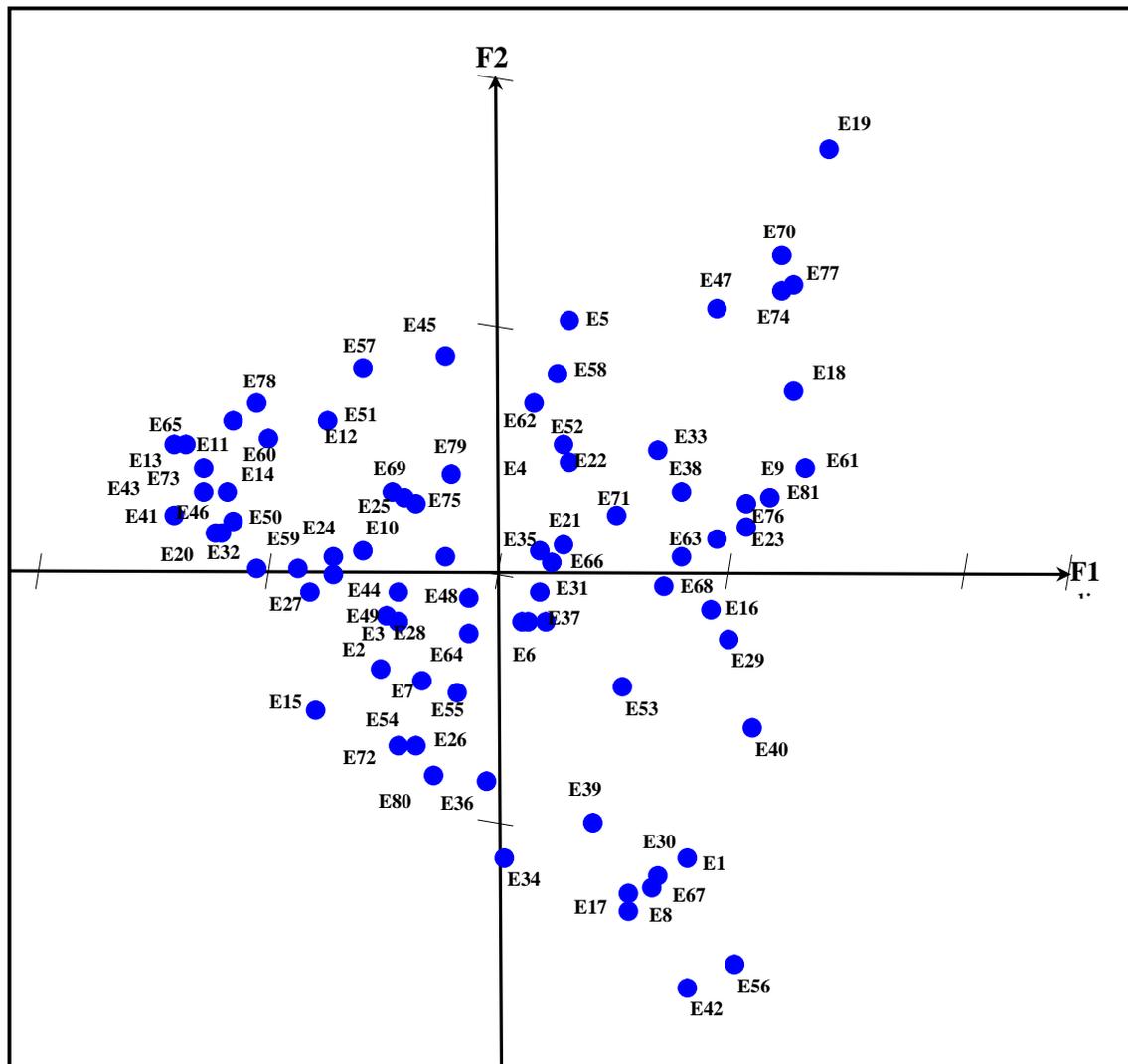


Figure III. 8. Carte factorielle de l'AFC. 81 espèces X 23 relevés.

#### - Sur l'axe 1

Le tableau III. 5 illustre les données de l'autoécologie des espèces aux fortes contributions à l'axe 1. Ces données montrent que cette oppose des espèces de pâturages, de clairières, de rochers et de forêts de hautes montagnes aux espèces de champs, de garrigues, de rocaille et de forêt de basses et de moyennes altitudes. Les espèces de hautes montagnes sont localisées sur la partie positive, tandis que celles de basses et moyennes altitudes structurent la partie négative. Aussi faut-il souligner que dans les Aurès les espèces du premier lot se

rencontrent particulièrement en hautes altitudes, quelque soit la formation végétale, toutefois le second lot est localisée en basses et moyennes altitudes indépendamment de la structure horizontale et verticale de la végétation. De ce fait, cet axe pourrait traduire un gradient altitudinal décroissant du côté positif vers le côté négatif.

**Tableau III. 5. Écologie des espèces aux fortes contributions à l'axe 1**

F1		Espèces	Ecologie	
<b>Partie positive</b>	E9	0,026	<i>Asphodeline lutea</i>	Pâturages, clairières, rochers des forêts
	E18	0,028	<i>Bromus squarrosus</i>	Broussailles, pâturages forêt des montagnes
	E19	0,026	<i>Bupleurum spinosum</i>	hautes montagnes
	E23	0,025	<i>Cedrus atlantica</i>	Montagnes de 1400 à 2600 m
	E61	0,040	<i>Plantago coronopus</i>	Pelouses surtout montagnardes
	E70	0,031	<i>Sedum acre</i>	Rochers des montagnes
	E74	0,025	<i>Silene atlantica</i>	Forêts, rocaille des montagnes
	E77	0,035	<i>Teucrium chamaedrys</i>	Pelouses des montagnes
	E81	0,029	<i>Vicia glauca</i>	Rocailles calcaires des hautes montagnes
<b>Partie négative</b>	E13	0,031	<i>Atractylis cancellata</i>	Forêts, pâturages, champs
	E20	0,032	<i>Calycotome spinosa</i>	Forêts, broussailles
	E43	0,025	<i>Globularia alypum</i>	Rocailles, garrigues
	E73	0,031	<i>Sideritis montana</i>	Pelouses, rocaille
	E11	0,021	<i>Asterolinum stellatum</i>	Pelouses, garrigues
	E32	0,023	<i>Daphne oleoides</i>	Rochers calcaires des montagnes
	E41	0,032	<i>Genista pseudo-pilosa</i>	Rocailles et forêts claires
	E65	0,023	<i>Rhamnus alaternus</i>	Rochers des montagnes

**- Sur l'axe 2**

De la même façon, le long de l'axe 2 s'échelonnent des espèces (Fig. III. 8). Ainsi le tableau III. 6 donne quelques éléments sur l'écologie de ces espèces. Bien que certaines espèces contribuent à la partie positive de l'axe 1, contribuent également à la formation de la partie positive de l'axe 2. Évidemment les espèces structurantes la partie positive de l'axe 2 se rapportent particulièrement aux formations végétales partiellement claires. Ici les strates arborescentes et arbustives sont relativement développées ; indifféremment de la position altitudinale. Sur sa partie négative, une bonne partie d'espèces est composée de ligneux (*Fraxinus dimorpha*, *Acer monspessulanum* et *Phillyrea angustifolia*). Certaines d'entre elles se comportent tantôt comme des arbustes tantôt comme des arbres.

Dans les Aurès comme partout dans le bassin méditerranéen, ces espèces, avec le chêne vert, forment l'essentielle des maquis et des garrigues de moyennes et de basses altitudes. Ces dernières peuvent se rencontrer à différentes altitudes depuis les basses jusqu'aux moyennes altitudes, quel que soit le versant. Elles indiquent des formations végétales buissonnantes avec deux strates plus ou moins claires accompagnées par un cortège floristique composé essentiellement d'espèces herbacées annuelles et héliophiles. Cette infiltration d'espèces de pleine lumière se fait généralement en faveur du fort éclaircissement qui se crée lors de l'ouverture du couvert (Barbero *et al.* 1990 ; Aronson *et al.* 1995).

Cependant l'axe 2 pourrait synthétiser un gradient physiognomique lié à la taille et la forme de la formation végétale. Il expliquerait, entre autre, un gradient de dégradation du couvert végétal : des formations plus ou moins pluristratifiées aux formations dégradées monostrates de pelouses et de rocaille que ce soit en hautes ou en basses altitudes. Ce gradient est décroissant du côté positif de l'axe jusqu'aux valeurs négatives de l'axe. C'est-à-dire qu'on passe des formations végétales monostratifiées les plus claires (valeurs négatives de l'axe), à n'importe qu'elle altitudes, aux formations pluristratifiées (valeurs positives de l'axe) et ce indépendamment du niveau d'altitudes.

**Tableau III. 6. Écologie des espèces aux fortes contributions à l'axe 2**

	F2	Espèces	Ecologie	
<b>Partie positive</b>	E19	0,053	<i>Bupleurum spinosum</i>	hautes montagnes
	E47	0,034	<i>Hyoseris radiata</i>	Rochers, rocailles, pâturages
	E70	0,039	<i>Sedum acre</i>	Rochers des montagnes
	E74	0,040	<i>Silene atlantica</i>	Forêts, rocaille des montagnes
	E77	0,041	<i>Teucrium chamaedrys</i>	Pelouses des montagnes
<b>Partie négative</b>	E30	0,029	<i>Crucinnella patula</i>	Pâturages arides
	E1	0,042	<i>Acer monspessulanum</i>	Arbuste ou arbre de 2-5 m Forêts
	E8	0,043	<i>Asperula hirsuta</i>	Champs, broussailles
	E17	0,035	<i>Brachypodium distachyum</i>	Broussaille, rocailles, pâturages, clairières
	E34	0,034	<i>Ephedra major</i>	Rochers, broussailles des montagnes
	E39	0,052	<i>Fraxinus xanthoxyloides</i>	Rochers, pâturages des hautes montagnes
	E42	0,071	<i>Geranium pusillum</i>	Ravins humides
	E56	0,048	<i>Phillyrea angustifolia</i>	Forêts des montagnes
	E67	0,041	<i>Rubus ulmifolius</i>	Forêts, broussailles

### III. 2. 2. 1. 2. Typologie de la végétation

Afin de mieux étudier et caractériser la dynamique de la flore de cette zone dans une optique intégrale, c'est-à-dire la dynamique de la typologie de la végétation soulevée par les 23 relevés retrouvés, nous tenterons d'examiner la répartition du nuage relevé dans le plan factoriel formé par le premier et le second facteur (Fig. III. 7). Ce plan fait ressortir 3 groupements végétaux.

- le premier groupement, "A" occupe le premier quadrant, caractérisé par des valeurs positives sur les deux axes factoriels. Il détermine une formation forestière plus ou moins claire dont les trois étages co-existent.

- A l'opposé, vient s'individualiser un second groupement, "B" caractérisé par des valeurs positives sur le premier axe et des valeurs négatives sur l'axe 2. ce groupement indique surtout les garrigues mixtes du frêne dimorphe, de chêne mêlé parfois à l'érable de montpellier.

- Le dernier groupement "C" s'individualise un peu à part. Il occupe surtout les valeurs négatives de l'axe 1 et qui se distribue selon l'axe 2. En effet, il est localisé au niveau des basses altitudes caractérisé par une végétation des garrigues individualisé par les espèces : *Globularia alypum*, *Calycotome spinosa*, *Genista pseudo-pilosa* et par une végétation rupicole telles, *Rhamnus alaternus*. Cette végétation résulte de la dégradation des formations co-dominées par le chêne vert et le genévrier oxycèdre (Beghami *et al.* 2012).

### III. 2. 2. 2. Evolution de la végétation entre 1999 et 2009

L'analyse que nous allons faire ici, consiste à projeter les relevés de l'année 2009 dans le plan factoriel formé par l'analyse factorielle des correspondances des relevés de 1999 (Fig. III. 9). L'analyse poursuivie est dite l'analyse canonique des correspondances ou l'analyse factorielle des correspondances sur variables instrumentales (AFCVI). Rappelons que pour des raisons de distinction, les relevés sources ont été noté par la lettre "R" alors que ceux de 2009 par la lettre "T". Aussi la matrice traitée se compose de 125 espèces végétales communes aux deux listes réparties sur 23 relevés.

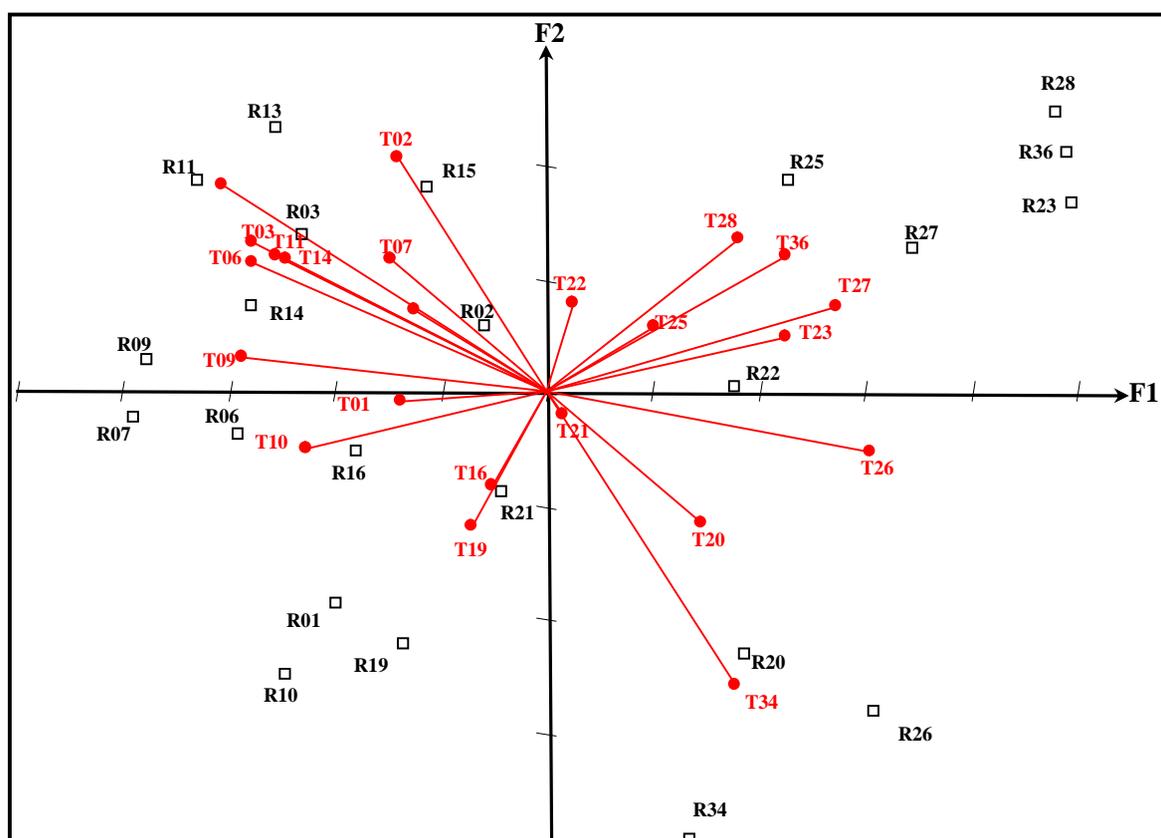
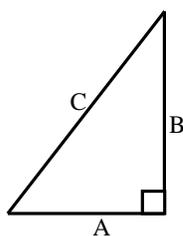


Figure III. 9. Analyse factorielle avec variables instrumentales (● Relevé effectué en 2009, □ Relevé effectué en 1999)

#### III. 2. 2. 2. 1. Evolution globale

Afin de quantifier les mouvements des relevés pris deux à deux durant la période 1999 - 2009, le calcul de la dissimilitude ou de la distance séparant les paires de relevés homologues est très utilisé. Pour cela le théorème de Pythagore est appliqué. C'est une généralisation à un grand nombre de dimensions de ce théorème de géométrie euclidienne qui, donne une formule reliant les longueurs des côtés dans un triangle rectangle : le carré de la longueur de



l'hypoténuse est égal à la somme des carrés des longueurs des deux autres côtés :

$$C^2 = A^2 + B^2.$$

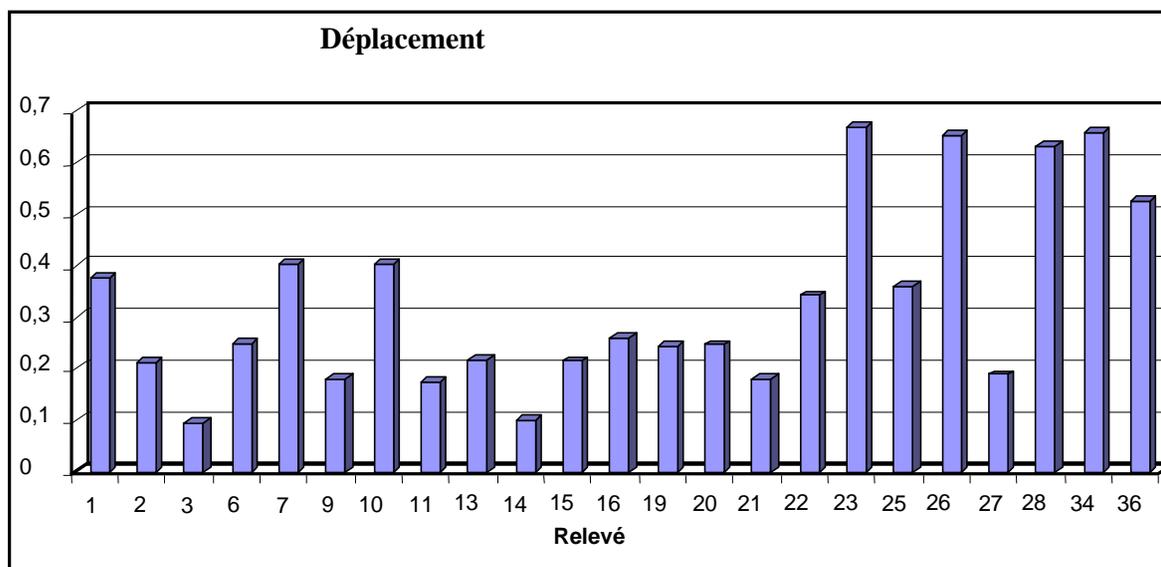
Dans notre cas, la mesure de la distance entre deux relevés homologues se ra donnée par la distance Euclidienne, qui est la racine carrée de la somme des carrés des différences de coordonnées X et Y sur les facteurs 1 et 2. Elle est donnée par la formule :  $D(R, T) = [(X_T - X_R)^2 + (Y_T - Y_R)^2]^{1/2}$ . L'extraction des cordonnées factorielles des relevés R et des relevés T permet de mesurer la distance séparant chaque couple de relevés homologue. Cette distance permet de rendre compte de tel déplacement quantitatif global des relevés . Le tableau III. 6 illustre les différents calcule réalisées.

**Tableau III. 7. Variables statistiques mesurées**

Couple (R, T)	X <sub>R</sub>	Y <sub>R</sub>	X <sub>T</sub>	Y <sub>T</sub>	X <sub>T</sub> - X <sub>R</sub>	Y <sub>T</sub> - Y <sub>R</sub>	déplacement
1	-0,392	-0,374	-0,273	-0,014	0,119	0,360	<b>0,379</b>
2	-0,113	0,117	-0,237	0,288	-0,123	0,171	<b>0,211</b>
3	-0,462	0,273	-0,555	0,261	-0,093	-0,012	<b>0,094</b>
6	-0,581	-0,076	-0,517	0,164	0,064	0,240	<b>0,248</b>
7	-0,779	-0,047	-0,488	0,232	0,290	0,279	<b>0,403</b>
9	-0,751	0,052	-0,570	0,060	0,180	0,008	<b>0,181</b>
10	-0,491	-0,498	-0,453	-0,097	0,038	0,400	<b>0,402</b>
11	-0,654	0,372	-0,556	0,229	0,099	-0,143	<b>0,174</b>
13	-0,618	0,581	-0,614	0,363	0,004	-0,218	<b>0,218</b>
14	-0,556	0,150	-0,512	0,238	0,044	0,089	<b>0,099</b>
15	-0,223	0,358	-0,248	0,145	-0,025	-0,213	<b>0,214</b>
16	-0,357	-0,108	-0,102	-0,168	0,254	-0,060	<b>0,261</b>
19	-0,268	-0,445	-0,143	-0,235	0,125	0,210	<b>0,245</b>
20	0,376	-0,463	0,296	-0,231	-0,080	0,232	<b>0,246</b>
21	-0,081	-0,179	0,032	-0,041	0,113	0,138	<b>0,179</b>
22	0,356	0,004	0,049	0,157	-0,307	0,152	<b>0,343</b>
23	0,961	0,392	0,375	0,070	-0,587	-0,322	<b>0,669</b>
25	0,456	0,370	0,204	0,113	-0,252	-0,257	<b>0,360</b>
26	0,730	-0,749	0,614	-0,105	-0,116	0,644	<b>0,655</b>
27	0,667	0,290	0,546	0,147	-0,121	-0,143	<b>0,187</b>
28	0,932	0,554	0,366	0,268	-0,566	-0,286	<b>0,634</b>
34	0,499	-1,160	0,356	-0,516	-0,143	0,643	<b>0,659</b>
36	0,933	0,448	0,451	0,239	-0,482	-0,209	<b>0,525</b>

Pour mieux mettre en relief ces déplacements, un histogramme a été établi. Le mouvement des relevés est singularisé dans l'ensemble des relevés ré -échantillonné. Néanmoins, l'histogramme de la figure III. 10, met clairement des déplacements important au niveau des relevés : 23, 26, 28, 34 et 36. C'est surtout les relevés du groupement "A" mis en évidence par l'AFC (Fig. III. 7). Toutefois les relevés de ce groupement ont été exécutés dans les formations forestières d'altitude ; là où le cèdre de l'Atlas joue un rôle important . Ces formations

se présentent sous forme d'une futaie pluristratifiée plus ou moins fermée par endroits. L'examen de la figure III. 11, qui présente des couples de relevés sous forme vectorielle, montre que le groupement "A" a une tendance de déplacement vers l'origine du plan ; cela signifie que ce groupement et durant cette décennie est en cours d'enrichissement par des espèces communes. Nous y reviendrons en examinant les tendances évolutives des relevés suivant les axes factoriels .



**Figure III. 10. Histogramme des déplacements des paires de relevés entre 1999 et 2009**

La deuxième observation que l'on peut dégager, en étudiant cet histogramme est que les relevés caractéristiques du groupement "B" : 19, 21, 20 et 34 manifestent aussi des déplacements importants vers l'origine du plan. Néanmoins dans le présent cas , ce groupement tend à s'éclater. Il se scinde en deux sous groupes. Cet éclatement serait dû au fait qu'ici, certains relevés du groupement précédent "A" ont tendance à rejoindre ce groupement, par suite de dégradation de leur structure ; tel le relevé 26. D'autres relevés ont tendance à quitter ce groupement vers d'autres groupements plus dégradés et occupent des situations intermédiaires entre le "B" et le "C" ; c'est le cas des relevés 19 et 1.

Le troisième constat qui découle de cet histogramme concerne les faibles déplacements enregistrés concernant les relevés du troisième groupe. Excepté les relevés 1, 7 et 10 : les autres gardent presque leurs positions et le groupement reste plus ou moins cohérent. Ces relevés attirent l'attention sur un déplacement surtout en fonction de l'axe 2 et en direction des valeurs positives de cet axe ; cela signifie que leurs densités tendent à diminuer et est en train de s'enrichir par les espèces de clairière.

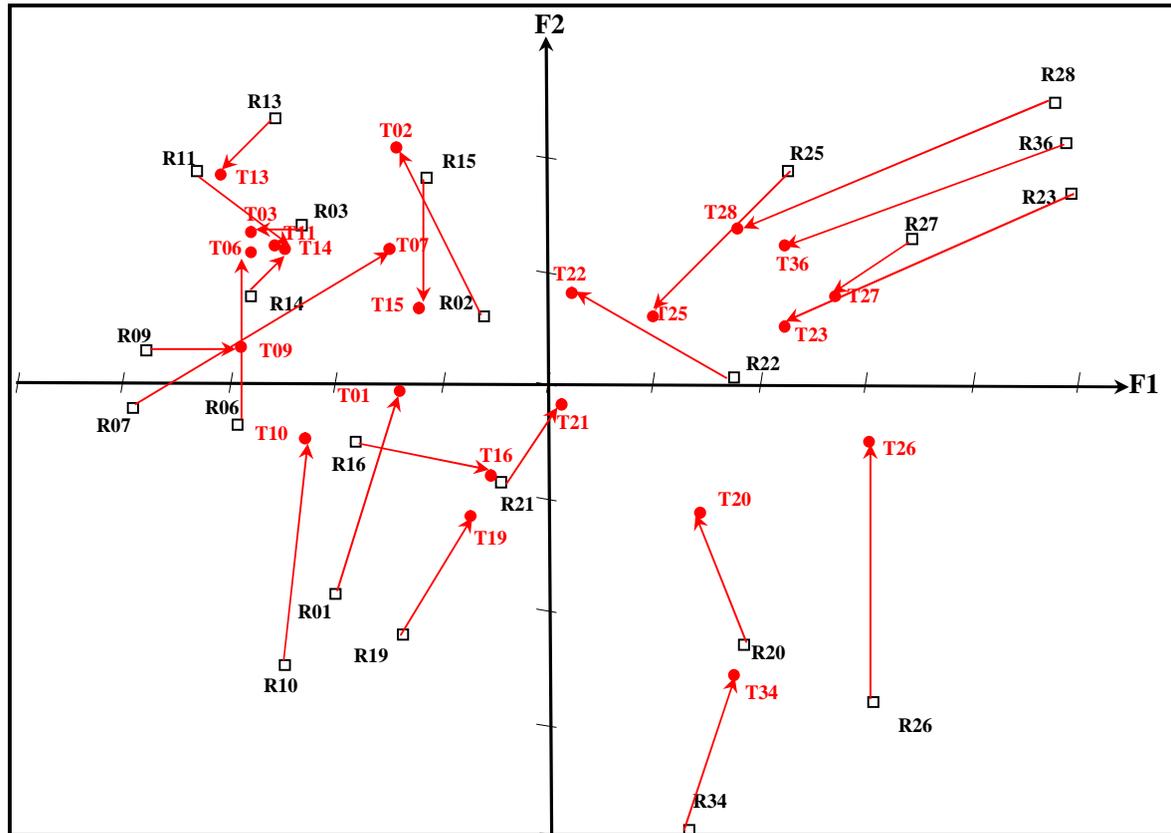


Figure III. 11. Déplacements vectoriels des relevés ré-échantillonnés dans le plan factoriel (1, 2) de l'AFCVI.

### III. 2. 2. 2. Tendence évolutive suivant les axes.

Nous avons jusqu'ici examiné l'évolution des groupements prédéfinis d'une manière globale ; c'est-à-dire sans mettre en rapport cette dynamique avec les deux gradients présentés par les axes factoriels. Donc, pour conférer une interprétation écologique aux déplacements enregistrés, nous devons examiner le mouvement des paires relevés axe par axe. La réalisation de cette tâche permet de répondre aux deux principales questions : le déplacement du relevé se fait-il dans quelle direction ? Quelles sont son importance et son explication écologique ? Pour ce faire les quantités suivantes ont été calculées Tab. III. 6

- la différence entre la coordonnée du relevé de 2009 et la coordonnée du relevé source sur le premier facteur est notée  $X_T - X_R$ . Si le résultat est négatif, le relevé s'est déplacé vers les valeurs négatives de l'axe, donc le relevé s'est rapproché du côté des faibles altitudes. Si le résultat est positif, cela signifie que le relevé s'est déplacé, durant cette période, en direction du sens positif de l'axe, donc vers les hautes altitudes.

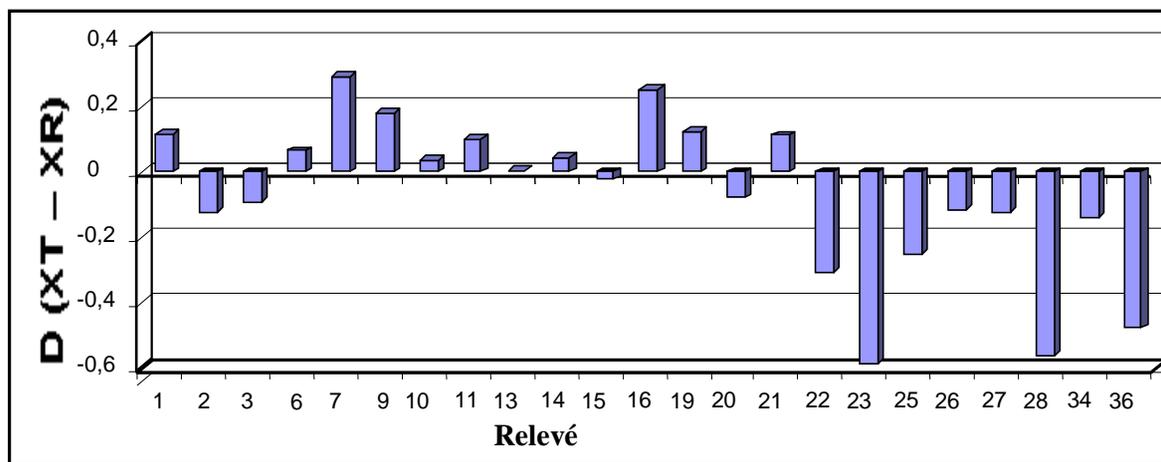
- La différence entre la coordonnée du relevé de 2009 et son homologue de 1999 suivant le deuxième facteur est appréciée par la quantité  $Y_T - Y_R$ . Si le résultat est positif ; le

déplacement s'effectue vers les formations forestières plus ou moins ouvertes. Dans le cas inverse, le déplacement est dans le sens des maquis et des garrigues plus ou moins fermés.

### III. 2. 2. 3. Interprétation écologique des déplacements

#### - suivant le facteur 1

Les déplacements ainsi quantifiés par la différence  $X_T - X_R$  ; c'est-à-dire les mouvements des relevés de l'année 2009 par rapport aux relevés sources le long du premier facteur, nous renseignent sur le sens de déplacement à travers le gradient écologique "altitude" mis en évidence par l'AFC. Une première approche descriptive serait de distinguer des groupes de relevés de compositions floristique relativement homogène qui auraient tendance à avoir évolué de façons comparable. Selon cet axe deux groupes de relevés pourraient être mis en évidence ; le groupement "A" et "C". Un déplacement vers les faibles altitudes affecte le premier et un déplacement vers les hautes altitudes caractérise le second. Si les relevés remontent en altitude cela veut dire que la composition floristique s'enrichit davantage en espèces de hautes altitudes et s'appauvrit en espèces de faibles altitudes. L'inverse est vrai. Ici deux hypothèses peuvent être envisagées.



**Figure III. 12. déplacement de chacun des paires relevées le long du facteur 1 (1999-2009).**

La première consiste à supposer qu'un changement climatique est intervenu durant cette période et qu'un changement global s'est produit dans cette zone, conformément à ce qui est constaté à travers le monde. Cependant, Cette hypothèse ne peut être soutenue devant le fait, que la période considérée est très restreinte, et toute sorte de changement climatique ne peut être mis, significativement en évidence durant une telle période.

La deuxième suppose que le changement dans la structure de la végétation, soit dû à un phénomène naturel ou anthropique (coupes, incendies ou dépérissement) s'étant produit durant cette période.

Quand un changement important dans la structure de la végétation a lieu dans une zone donnée, il s'accompagne, le plus souvent, par un changement dans la composition floristique, avec une augmentation de la richesse spécifique, l'abondance des espèces héliophiles et la raréfaction des espèces sciaphiles (Medail et Diadema, 2006 ; Quézel, 2000).

L'examen de l'histogramme de la figure III. 12 (sur axe 1) montre que les déplacements significatifs le long du premier axe reviennent aux relevés 23, 28 et 36. Or ces relevés possèdent aussi de fortes contributions par rapport à l'axe 2, qui traduit la physionomie. Par conséquent, ce scénario pourrait s'expliquer ainsi : un changement dans la structure de la végétation dominante, est sous l'influence de l'altitude, s'est produit à un moment donné. Puis un envahissement généralisé de ces formations par des espèces, qui sont le plus souvent très communes s'est produit en fonction de l'altitude.

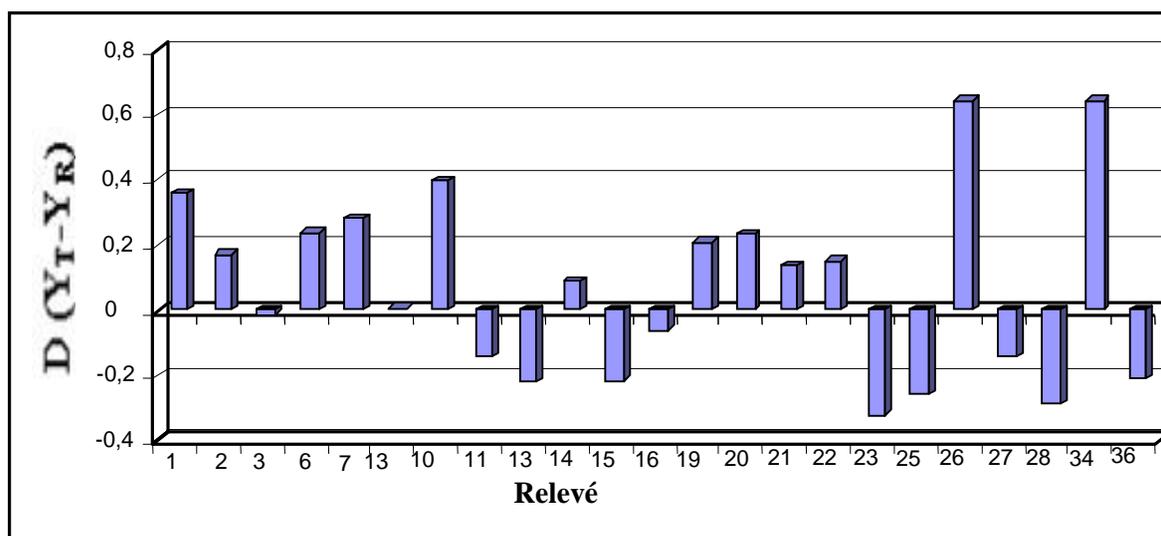
Pour cette raison, il semblerait que ce soit l'effet concomitant de la physionomie (dégradation) et de l'altitude qui provoque ce déplacement. C'est au niveau des cédraies localisées principalement en moyennes et en hautes altitudes que se seraient déplacés, par suite, l'enrichissement par des espèces de s'étages de végétation de basses et de moyennes altitudes. Le groupement "A", dont les relevés ont été réalisés principalement en cédraie, avec ses flèches très contractées vers l'origine du plan. En témoigne cette dégradation écologique suivant le gradient altitudinal traduit par l'axe 1.

En revanche d'autres déplacements relativement significatifs, en direction des valeurs positives de l'axe ; c'est-à-dire vers les hautes altitudes ont été enregistrés (Fig. III. 12). Les relevés 7, 16 et, en moindre importance, le 9 illustrent cette observation. Ce sont les relevés du groupement "C" qui manifestent un léger infléchissement vers les hautes altitudes. Ceux-ci seraient dus probablement à la diminution de l'action anthropique (pâturage et différents usages de ressources forestières) durant cette décennie par suite des programmes d'aides et de reconversion agricoles notamment sur le versant sud.

#### - suivant le facteur 2

Dans le cas présent les mouvements des relevés récents par rapport aux relevés sources sont quantifiés par la mise en évidence de la différence  $Y_T - Y_R$ . C'est l'écart entre l'ordonnée d'un relevé effectué en 2009 et son homologue source sur l'axe des ordonnées représenté par le deuxième facteur. Il est entendu, que ce facteur pourrait traduire un gradient synthétique lié à la

structure verticale et horizontale de la végétation. La structure verticale exprime le nombre de strates c'est-à-dire l'aspect forestier du couvert végétal. La structure horizontale traduit mieux le degré d'ouverture et de fermeture du couvert. Dans le Ché lia il est admis en général que l'aspect forestier du couvert végétal n'est perceptible qu'en haute altitude, sous forme de cédraies mixte ou pure, plus ou moins fermées (Beghami, 2003 ; 2007). Quand ces cédraies se dégradent, elles cèdent leurs place soit aux formations de pelouses de hautes altitude soit, occasionnellement aux pelouses écorché de la calotte sommitale (Quezel, 1957 ; Abdessemed, 1984 ; Beghami, 2003). En basse altitude, ce sont surtout les stades de dégradation de type maquis et garrigues qui succèdent aux forêts de cèdre. Ces stades sont dominés par le genévrier oxycèdre, le chêne vert, le frêne parfois substitué à l'érable de Montpellier. Quel que soit le cas de figure, ces dernières formes, et indépendamment du facteur altitudinal, sont connues par une richesse considérable en espèces héliophiles et une diversité floristique notable.



**Figure III. 13. déplacement de chacun des paires relevés le long du facteur 2 (1999-2009).**

L'examen de l'histogramme Fig. III. 13, montre qu'ici la tendance évolutive des groupes de relevés n'est pas dans le même sens mais plutôt se fait en tout sens, et concerne l'ensemble des relevés. Le nuage est beaucoup plus perturbé, c'est-à-dire que selon ce gradient, les déplacements ne se font pas en groupes mais indépendamment des groupements végétaux prédéfinis. Autrement dit, le changement de la structure de la végétation dans le massif de Ché lia est constaté par endroit et n'est pas généralisé par type de végétation et ne peut donc avoir des conséquences sur l'ensemble.

Les mutations hautement significatives observées durant cette période au travers de la partie positive de l'axe 2 (des formations forestières vers les garrigues dégradées) concernent les

relevés 26, 34 et en moindre importance le 10 et le 1 (Fig. III. 13). Les deux premiers relevés sont localisés à 1700 m et à 1600 m d'altitude respectivement, sur le versant nord. Ils bénéficient des conditions bioclimatique et lithologique relativement proches et appartiennent aux groupements "A" et "B" respectivement. Le premier provient des cédraies pures alors que le second des cédraies mixtes. Le second passage de 2009 a permis de constater des dépérissements massifs du cèdre de l'Atlas (Fig. III. 14) dans ces deux relevés. Dépérissement nullement observé en 1999 (Beghami, 2003). Cela pourrait s'expliquer en partie par l'impact de ce phénomène sur la dynamique de la végétation du Chéla.

Les deux derniers relevés (10 et 1) tendent à se dégrader : le relevé 10 qui possédait une structure verticale pluristratifiée dont la strate arborescente est relativement développée (Tab. III. 4), connaît une dégradation de cette strate et un degré d'ouverture plus poussée. Cependant le relevé 1, malgré qu'il soit dépourvu totalement de la strate arborescente. Néanmoins le degré d'ouverture de la strate arbustive y est peu affecté.

Dans le sens négatif de l'axe 2, les mouvements les plus significatifs reviennent aux relevés 23, 25, 28, 36, 15 et 13. Les 4 premiers relevés proviennent du groupement "A", tandis que les 2 derniers font partie du groupement "B". Ces relevés auraient une tendance à migrer vers les formations de maquis et de garrigues où la strate arbustive joue un rôle paysager très déterminant.

Ces formations sont dominées, sur les versant, sud par le chêne vert, le genévrier oxycèdre et parfois le frêne dimorphe. Par contre sur le versant nord ce sont le chêne vert et le frêne dimorphe qui partagent l'espace, et de temps en temps on peut apercevoir l'érable de Montpellier, notamment à la lisière entre les cédraies et ces formations. La confrontation de ces résultats à ceux de Beghami *et al* (2012) et dans les chapitres précédents montre qu'il y a une grande concordance et ce en utilisant les différentes approches : géomatiques, écologique et dynamique.

#### III. 2. 2. 2. 4. Evolution de la richesse globale

La comparaison des listes issues des deux campagnes, de relevés de 1999 et 2009 (annexes VI et VII), montre que la première comporte 172 espèces réparties sur 23 relevés, tandis que la seconde comprend 181 espèces réparties, également, sur 23 relevés. La richesse moyenne passe alors de 7,34 à 7,87 respectivement pendant la période considérée. Le taux des espèces non revues est de 26,3%, ce chiffre est important : il pourrait être justifié par les changements intervenues durant cette décennie et/ou par l'effort d'échantillonnage et la maîtrise plus importante de botanique par l'opérateur (Vela, communication personnelle 2012). Toutefois, il n'est pas évident de distinguer les effets des changements du milieu de ceux liés aux

conditions de l'expérimentation sur l'évolution de la dynamique actuelle de la végétation de ce massif. Cette contrainte nous a obligé constamment à se mettre au conditionnel et d'attirer l'attention sur les réserves auxquelles sont assujetties nos résultats.

En ce qui concerne les espèces apparues (!) dans la liste de 2009 et qui ne figuraient pas dans la liste de 1999, plusieurs arguments peuvent expliquer cette différence. Une petite variation dans les conditions climatiques : précocité ou tardivité des pluies ou bien des gels tardives, un petit décalage de la date du relevé et parfois des espèces inaperçues par le botaniste peuvent entraîner ces différences. A ceci, peut s'ajouter la délimitation de la surface du relevé telle qu'elle a été définie en 1999. Pour ces raisons on a dû travailler uniquement sur les espèces communes et n'utiliser les autres que pour comprendre les changements intervenus dans la chorologie et dans les types biologiques *sensu stricto* (Raunkiaer, 1934), sous réserve de prendre en considération les sources d'erreurs suscitées.



Figure. III. 14. Calotte sommitale et position approximative du relevé 26

### III. 2. 2. 3. Analyse biogéographique et biologique des espèces non revues et des espèces apparues.

#### III. 2. 2. 3. 1. Analyse biogéographique

L'établissement des aires de répartition des espèces apparues en 2009 ou disparues des relevés sources (Fig. III. 15 et III. 16). permettrait de caractériser les deux spectres chorologiques et d'en tirer des comparaisons valables.

L'étude des spectres chorologiques des espèces non revues ou apparues durant cette période permet également de synthétiser les conditions écologiques auxquelles ces espèces sont adaptées. L'examen des histogrammes relatifs aux spectres chorologiques de ces espèces souligne un enrichissement de l'élément méditerranéen par un taux doublé et les espèces nordiques ont subi une importante diminution. Cette remarquable baisse pourrait s'expliquer par la remontée du nombre des espèces de souche méditerranéenne dans le spectre global. Ici l'élément méditerranéen est nettement favorisé par cette tendance dynamique qui serait en rapport semble-t-il avec l'effet de l'ouverture du couvert par suite d'une action anthropique accrue (pâturage et coupe) et du phénomène de dépérissement déclenché juste après l'année 2000. Quant aux taxa nordiques la consultation des deux listes montre que les effectifs sont très proches : 7 contre 9. C'est, plutôt la richesse globale 41 espèces en 1999 contre 61 en 2009 qui a générée cette régression et cela ne semble pas en relation avec les changements climatiques.

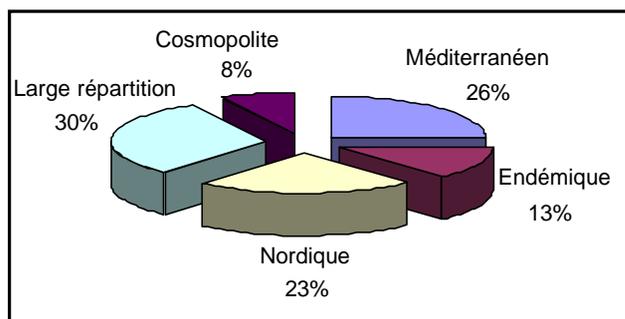


Figure III. 15. Chorologie de la flore non revue (1999)

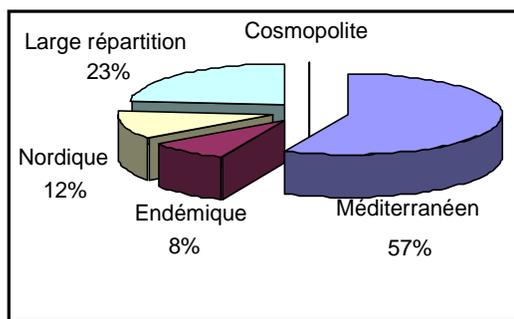
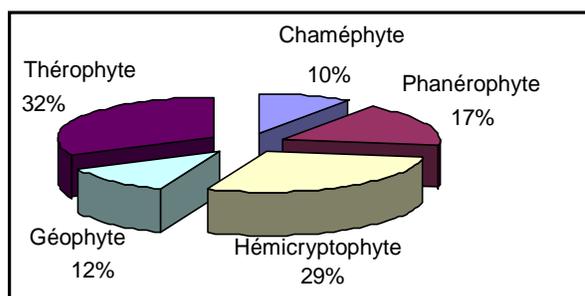


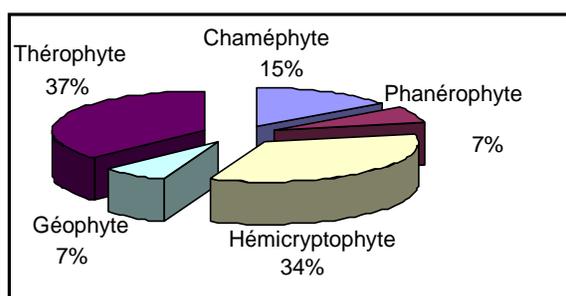
Figure III. 16. Chorologie de la flore apparue (2009)

#### III. 2. 2. 3. 2. Analyse biologique

Pour voir à quel point, la nouvelle structure de la végétation et sa dynamique régressive ainsi que toutes les conséquences qui en découlent, nous tenterons de traiter la réaction des formes biologiques aux nouvelles conditions biotiques, abiotiques et anthropiques. Pour se faire, différents types biologiques ont été établis d'après la bibliographie de références à savoir (Quezel et Santa, 1962-1963 ; Carazo-Montijano et Fernández-López, 2006).



**Figure III. 17. Type biologique des espèces disparues (1999)**



**Figure III. 18. Type biologique des espèces apparues (2009)**

En s'appuyant sur l'étude des histogrammes des figures III. 17 et III. 18, plusieurs remarques s'imposent :

- D'abord une progression remarquable des thérophytes. Leur taux passe de 32% à 37%. Cette forme de végétation souligne un changement dans les conditions écologiques et d'une façon rapide et brutale. Ceci est dû semble-t-il à l'éclaircissement du couvert. Dès qu'un couvert s'ouvre les premières espèces qui envahissent l'espace seraient les annuelles facilement adaptables aux nouvelles contraintes du milieu (Barbero *et al.* 1990 ; Danin et Orshan, 1990 ; Floret *et al.* 1990 ; Quézel, 2000 ; Médail et Diadema, 2006). Ce taux met en évidence la dégradation et la perturbation du milieu qui est souvent en rapport, le plus souvent, avec cette forme biologique (Dutoit, 1999).
- Les hémicryptophytes sont passés de 29% à 34%. En hautes altitudes la dégradation des formations forestières conduit le plus souvent à l'enrichissement de cette forme biologique. Quézel (1957) et Abdessemed (1984) ont déjà précisé que l'extension des pelouses des hautes altitudes du massif du Chéchia serait intervenue à la faveur de la dégradation des cédraies.
- Les chaméphytes qui sont le plus souvent toxiques pour les animaux herbivores et sont, de ce fait, refusés par ceux-ci, ce qui expliquerait leur augmentation de leurs taux (Médail et Diadema, 2006).
- La forme qui témoigne le plus sûrement de cette dégradation est la réduction des ligneux par rapport aux autres formes suffrutescentes et herbacées. Le recul du taux des phanérophytes vient le confirmer : 7% contre 17% en 1999.

## Conclusion

Les monts de l'Aurès notamment le massif du Chélia ne sont pas loin de telles évolutions régressives du couvert végétal que connues le monde entier. La superficie de ces forêts a diminué et dans le même temps la composition du couvert végétal a évolué, avec des conséquences négatives sur la composition floristique et en matière d'érosion des sols.

La présente contribution qui s'est proposée a consisté à livrer quelques éléments de réflexion et de s'interroger, au-delà, sur la tendance évolutive actuelle de la flore de cette région. Il s'agira d'abord de retracer les modifications de la flore et des principaux groupements qui ont pu survenir durant une décennie dans le massif du Chélia, puis de réaliser une comparaison entre les statuts biologiques, biogéographiques des deux flores entre ces deux périodes.

Les résultats obtenus par une approche floristique appliquée dans le massif du Chélia ont montré que la dynamique récente de la végétation de l'Aurès, possède une tendance évolutive comparable à celle démontrée par l'analyse géomatique des formations végétales. Cette démarche est réalisée grâce à la recherche d'un compromis entre deux listes de flore issues de deux campagnes d'échantillonnage ; l'un en 1999 et l'autre en 2009. Ces résultats établis en application de l'analyse factorielle sur variables instrumentales prouvent qu'un changement dans la structure de la végétation dominante s'est déclenché durant cette période, puis un envahissement généralisé de ces formations par des espèces herbacées thérophytes ou suffrutescentes chaméphytes, et qui sont le plus souvent très communes. Cependant une autre type de dégradation dégagée par cette analyse ; elle se résume dans les mutations observées des formations forestières vers les garrigues dégradées de plus en plus ouvertes. Par ailleurs, l'analyse biogéographique des espèces "envahissantes" montre que ce sont toujours les taxa de souche méditerranéenne qui domine le spectre chorologique ce qui pourrait s'expliquer par des changements de structure provoquée par l'action anthropique et par le déclin forestier et non plus liés aux changements climatiques.

# **Chapitre III**

*Analyse phytohistorique*

### III. 3. Approche phytohistorique de trois stations de l'Aurès par l'analyse pédoanthracologique

#### Introduction

La végétation de l'Aurès, comme l'ensemble de la végétation de l'Afrique du Nord, n'a pas échappé à l'action de l'homme qui, depuis l'époque néolithique, pratique l'élevage et l'agriculture (Camps, 1974 ; Roubet, 1979). Les écosystèmes forestiers ont été profondément modifiés au cours de plus de 7 millénaires d'exploitation et il est aujourd'hui difficile de cerner la véritable nature des formations végétales potentielles, en équilibre avec les facteurs climato-édaphiques. Il nous a paru intéressant de tenter une première approche phytohistorique en quelques points du massif. Cette possibilité nous est aujourd'hui offerte par l'existence d'une nouvelle méthode d'investigation de la végétation ligneuse du passé : la pédoanthracologie.

L'une des plus anciennes et la plus répandue des disciplines phytohistoriques est la palynologie, qui étudie les grains de pollen et les spores conservés dans les milieux anoxiques humides. Cependant, cette méthode est peu adaptée aux régions sèches, en raison de la rareté des sites favorables, mais aussi d'une résolution spatiale à l'échelle régionale, non discriminante de l'étagement altitudinal. Une seconde discipline, l'anthracologie, s'intéresse aux charbons de bois contenus dans les sols et sédiments et sa résolution spatiale est beaucoup plus locale. Cet outil phytohistorique se subdivise en deux disciplines, l'archéoanthracologie et la pédoanthracologie (Pons et Thinon, 1987).

L'archéoanthracologie, la plus ancienne, étudie les charbons de bois rencontrés dans un contexte archéologique, en liaison avec des sites d'habitat humain. Il s'agit des restes de foyers ou de structures d'habitations incendiées. Son champ historique débute avec la maîtrise du feu par l'homme, soit plus de 400000 ans. Sa résolution spatiale correspond à l'aire de récolte du bois au voisinage de l'habitat. Cette aire, primitivement réduite, s'est progressivement étendue avec la sédentarisation et l'apparition de moyens de transport. L'archéoanthracologie a connu un développement assez important au 20<sup>ème</sup> siècle en Algérie, avec notamment les travaux de Saint-Laurent (1934), Le Dû et Saccardy (1948) et Couvert (1969, 1970, 1977).

La pédoanthracologie, d'origine plus récente (Thinon, 1978, 1992), est fondée sur l'étude des fragments de charbon de bois contenus dans la plupart des sols de la planète. Ces charbons, rencontrés à l'écart des habitats humains proviennent d'incendies de la végétation, soit naturels, soit beaucoup plus fréquemment, associés aux pratiques agro-pastorales. Les charbons sont progressivement enfouis dans les sols sous l'action de la sédimentation et de l'activité biologique, tout en subissant généralement une fragmentation qui peut conduire à leur

disparition. Moyennant quelques précautions d'ordre topographique, la précision spatiale peut atteindre quelques mètres à quelques dizaines de mètres, soit l'échelle de la station. La précision taxinomique atteint généralement le rang générique et assez souvent celui de l'espèce.

Les charbons, par rapport aux grains de pollen, peuvent être directement datés par le taux de radiocarbone ( $^{14}\text{C}$ ). Dans le cas de la pédoanthracologie, la très faible masse des charbons nécessite la méthode de datation par spectrométrie de masse par accélérateur. Les informations recueillies portent généralement sur les 4 à 5 derniers millénaires, mais peuvent parfois remonter aux débuts de la néolithisation.

Cette discipline a déjà apporté quelques résultats en Afrique du Nord, notamment au Maroc et en Tunisie. Dans le système atlasique marocain, de vastes espaces aujourd'hui asylvatiques étaient autrefois boisés par le chêne vert ou le chêne zéen (Thinon et Alifriqui, 2003). En Tunisie, la steppe à alfa de la région de Kasserine dérive d'une formation de chêne vert (Thinon, 1992).

Dans le cadre de ce travail, nous nous sommes limités à l'étude de trois stations, deux en altitude sur le massif du Chélia et une troisième à la base de la cédraie des Ouled Yagoub.

### **III. 3. 1. Méthodes d'échantillonnage et d'analyse**

#### **III. 3. 1. 1. Prélèvements de terrain**

Le choix de la station est avant tout guidé par des considérations botaniques et écologiques. On recherchera de préférence les situations se rapprochant le plus de l'horizontale, éloignées d'une pente, sur un sol évolué et profond, non remanié. En montagne ces conditions sont rarement réunies, et on cherchera dans la mesure du possible, les zones faiblement déclives, les épaulements, où l'ablation et les apports sont réduits.

Une fosse pédologique est creusée si possible jusqu'à la roche mère. On peut également profiter d'une coupe déjà réalisée comme par exemple la tranchée d'une piste, dont on rafraîchira le talus (Fig. III. 19). Les caractéristiques pédologiques du profil sont relevées, ainsi que celles de la végétation et du contexte de la station, accompagnées de photographies. Les prélèvements (5 à 10 litres de sédiment, selon la richesse apparente en charbons) sont réalisés à plusieurs niveaux, de préférence en fonction des limites des horizons pédologiques, leur nombre étant en relation avec la profondeur du sol.



**Figure III. 19. Profil pédoanthracologique**

Chaque échantillon est prélevé généralement sur une épaisseur de 10 à 20 cm, ou davantage si le sol est très épais. Les prélèvements se font soit en niveaux successifs contigus, soit séparés par un hiatus, à partir de la base de la fosse (afin d'éviter les contaminations par les éléments des niveaux supérieurs). Pour des raisons de poids et d'encombrement, on n'échantillonne pas les cailloux inutiles en tamisant le sédiment sur une maille de 20 mm. On doit noter qu'au prélèvement, les charbons apparaissent rarement, sauf pour les sols les plus riches.

Durant une campagne d'échantillonnage dans les Aurès, trois profils pédoanthracologiques ont été creusés. Ces profils sont répartis au niveau des cédraies de Chélia et des Ouled Yagoub. Ceux du Chélia sont indiqués respectivement Aurès 1 et Aurès 2 ; le premier est réalisé au niveau de la calotte sommitale du massif de Chélia, au lieu dit Ras Kaltoum (2215m), le second à l'intérieur de la cédraie sur le versant sud à la localité de Thizi N'zmroun (1989m), alors que le troisième au niveau du piedmont de la cédraie des Ouled Yagoub au lieu dit El Ansal à 1530 m d'altitude désigné par Aurès 3 (Fig. III. 20).

### **III. 3. 1. 2. Traitements en laboratoire**

#### **- Extraction**

On fait d'abord sécher les échantillons à l'air libre ou bien dans une étuve ventilée à une température ne dépassant pas une cinquantaine de degrés Celsius. Ce séchage permet de renforcer la résistance de nombreux charbons fragilisés par l'humectation et de diminuer leur densité.

L'extraction des charbons à partir du sédiment consiste à réaliser un tamisage ménagé sous l'eau, généralement jusqu'à la maille de 0,4 mm (Fig. III. 21). Le sédiment est d'abord malaxé dans une cuve rotative en acier inoxydable à ailettes remplie d'eau (25 l environ). Le liquide amortit les chocs du brassage, afin de préserver les charbons. Cette opération a pour but d'éliminer les agrégats risquant de colmater le tamis de 0,4 mm ; ceux-ci sont progressivement réduits en particules de faible taille mises en suspension. Un surnageant, constitué par de la matière organique (racines pour l'essentiel) et les charbons les plus légers, se forme en surface. On doit noter que pour certains sols, la plupart des charbons ne flottent pas. Le liquide et le surnageant sont alors versés sur un tamis correspondant à la maille minimale (0,4 mm). L'opération est répétée (3 fois en général) jusqu'à ce que la proportion des agrégats ait fortement régressé.

Le culot de la cuve est ensuite versé sur une colonne de tamis 5 mm, 2 mm et 0,4 mm. Les éléments grossiers ayant un effet destructeur sur les charbons de bois sont retenus par la maille supérieure, tout en laissant passer tous les charbons, sauf cas très exceptionnels. La maille de 2 mm retient les plus gros charbons, facilement visibles et collectables à l'aide d'une pince souple. La maille inférieure de 0,4 mm, constitue un bon compromis entre les possibilités de détermination des petits charbons et l'effort d'extraction à partir du sédiment. Les deux dernières mailles retiennent également les derniers agrégats qui peuvent facilement être réduits à l'aide d'un pinceau à poils souples.

Les divers refus (à l'exception de ceux de 5 mm) sont traités pendant quelques dizaines d'heures par une solution d'un défloculant non carboné (hexamétaphosphate de sodium) puis rincés et séchés à l'étuve, comme précédemment. Les charbons sont ensuite isolés par un tri à la loupe binoculaire. Les refus minéraux, notamment pour les sols édifiés sur un substrat cristallin, peuvent être très importants et l'extraction manuelle des charbons sous un instrument d'optique s'avère fastidieuse et génératrice de fatigue oculaire. Un enrichissement par un appareil de tri par lévigation permet de réduire cette tâche à des proportions acceptables.

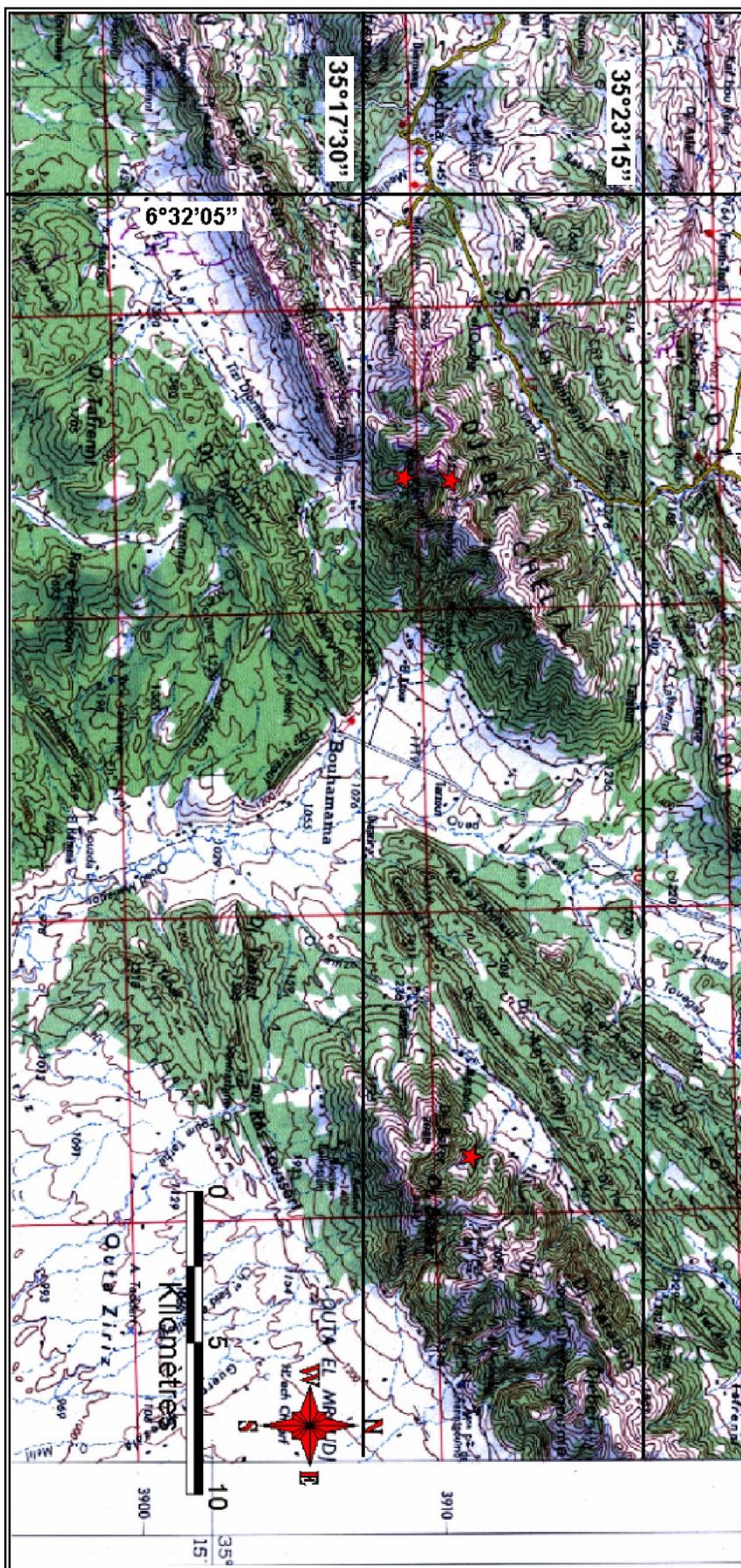


Figure III. 20. Carte de distribution des profil : en étoile localisation des profils pédoanthracologiques



**Figure III. 21. L'extraction des charbons à partir du sédiment par un malaxeur**

**- Préparation à l'observation microscopique**

Les charbons résultant des tris, comme ceux extraits à vue lors du tamisage ne sont généralement pas totalement libérés de leur gangue minérale par le séjour dans la solution de dispersant. Leur préparation est complétée par un nettoyage individuel à l'aide d'un générateur ultrasonique (Fig. III. 22 et III. 23). Les dépôts rebelles et les petits charbons difficilement manipulables peuvent enfin être traités par des solutions concentrées d'acide fluorhydrique puis chlorhydrique.

La préparation des plans d'observation microscopique peut se faire, sur les plus gros charbons, par des cassures ou des clivages réalisés à l'aide d'une lame de scalpel, selon les trois plans ligneux.



Figure III. 22. Fragments de charbons avec des racines sous la loupe



Figure III. 23. Générateur ultrasonique

### III. 3. 1. 3. Identifications des charbons, analyse et présentation des résultats

#### - Identification

En dehors de quelques retraits et déformations de nature et d'amplitude connues, la carbonisation respecte les plus fines structures anatomiques du bois d'origine, souvent bien inférieures au pouvoir résolvant de l'optique microscopique photonique. L'identification botanique du charbon de bois consiste à reconnaître, par l'observation microscopique des trois plans ligneux (transversal, tangentiel et radial), les différents caractères anatomiques du bois carbonisé.

L'observation, réalisée en microscopie épiscopique (grossissements x200, x500 et x1000) se fait directement sur le charbon qui peut, par la suite, être éventuellement daté. Malgré ses hautes performances, le microscope électronique est mal adapté au travail quotidien et les perfectionnements de la microscopie photonique mettent à la disposition de l'observateur des procédés efficaces, facilement utilisables et peu coûteux, comme le contraste interférentiel de Nomarski (Thinon, 1988).

Les identifications se font par référence aux descriptions anatomiques des atlas des bois (Greguss, 1955, 1959 ; Jacquot, 1955 ; Jacquot *et al.* 1973 ; Schweingruber, 1990, par exemple). Cependant, ces ouvrages ne décrivent généralement qu'un nombre limité de taxons, surtout arborescents et localisés essentiellement au nord de la Méditerranée. Seul, Couvert (1977) a réalisé un atlas concernant l'Afrique du Nord et décrit les charbons de bois d'une trentaine d'échantillons de 17 espèces. Les identifications réalisées dans le cadre de la présente étude ont fait appel à la collection de référence (anthracothèque) pour l'Afrique du Nord, constituée à Marseille par M. Thinon.

#### - Datations

Dans le cadre de ce travail, il n'a pas été possible d'obtenir les crédits nécessaires pour les datations (par spectrométrie de masse) qui sont réalisées par des laboratoires spécialisés. La figure III. 24 donne une représentation synthétique de la méthode.

### III. 3. 1. 4. Analyse et présentation des résultats

Les résultats des identifications sont essentiellement qualitatifs et il est encore prématuré, en l'état actuel des connaissances, de vouloir établir une relation invariante ou déterminable entre la biomasse des taxons incendiés et la masse résiduelle actuelle de leur charbon contenu dans le sol (anthracomasse).

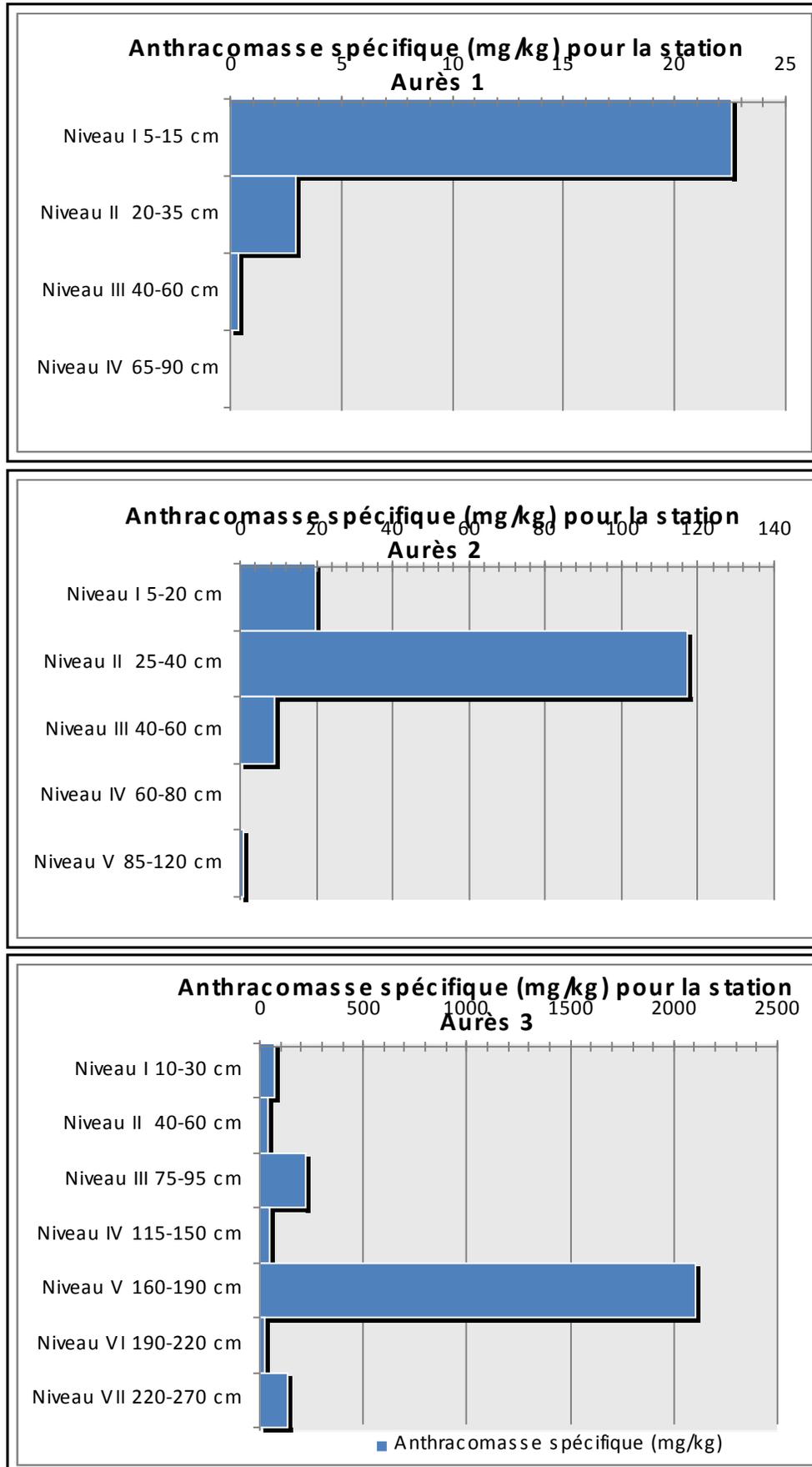


Les études réalisées dans ce sens montrent que seules les valeurs relatives extrêmes ont une réelle signification (écarts au moins égaux à 50 %). Les interprétations se font donc surtout en fonction de la présence d'un taxon et des caractéristiques écologiques qui en découlent, méthode simple et fiable.

Cependant, quelques expressions quantitatives peuvent permettre des comparaisons entre niveaux d'un même sol et entre des sols différents. La masse totale des charbons supérieurs à une taille donnée (généralement 400  $\mu\text{m}$ ), extraits d'un échantillon, constitue l'antracomasse. La richesse en charbons d'un échantillon peut être caractérisée par son "antracomasse spécifique" (AS), c'est-à-dire la masse (exprimée en mg) des charbons contenue dans un kilogramme de sol, dont les éléments sont inférieurs à 5 mm. On peut distinguer plusieurs types d'antracomasses spécifiques selon qu'elles se rapportent à un seul niveau, à l'ensemble des niveaux étudiés dans un profil (antracomasse spécifique moyenne, ASM), à un taxon ou aux charbons indéterminables ou bien indéterminés (antracomasse spécifique partielle, ASP) etc. On doit remarquer que l'étude des distributions granulométriques des charbons montre que l'essentiel de l'antracomasse se situe au-dessus de 400  $\mu\text{m}$ , qu'il s'agisse de sols des régions tempérées ou bien tropicales.

Dans le cadre de notre travail, nous présentons les variations des antracomasses spécifiques des trois profils, en fonction de la profondeur (Fig. III. 25). Certains niveaux étant extrêmement riches en charbons (plusieurs milliers), il n'a pas été possible d'avancer les identifications au-delà d'un premier échantillonnage qui donne un aperçu du passé végétal ligneux des stations sur quelques siècles à quelques millénaires.

Figure III. 25. Variation des anthracomasses spécifiques des trois profils, en fonction de la profondeur



### III. 3. 2. Étude des stations

#### Description succincte des stations, résultats des identifications et interprétation

La méthodologie pédoanthracologique est un processus long et minutieux. Les phases préliminaires à l'identification microscopique, notamment celles des tris sous instrument optique et les nettoyages mécaniques et chimiques, représentent entre les trois quarts et les quatre cinquièmes du temps global de l'étude hors intervention de terrain. De ce fait, dans le cadre de notre thèse, les différents stages que nous avons réalisés dans le laboratoire de M. Thinon ne nous ont permis qu'une première approche de l'étude de l'anatomie des bois. Les identifications que nous présentons ont été réalisées par ce chercheur créateur de la discipline.

La grande abondance des charbons dans les niveaux de certains sols a contraint à un échantillonnage. D'une façon générale, un premier examen des charbons au microscope stéréoscopique a permis de séparer les gymnospermes des angiospermes. Un large échantillonnage ou, plus rarement, une étude exhaustive, sont à l'origine des listes des taxons déterminés. Ces listes classent les taxons par ordre quantitatif, sans pour cela présager, comme il a été déjà dit, d'une même représentation dans le milieu d'origine. Une nette dominance peut cependant être significative. Les informations d'ordre écologique, apportées par la présence des espèces est par contre significative. Il faut aussi remarquer qu'il peut aussi y avoir des mélanges chronologiques, liés aux perturbations des sols, notamment dans les cas de fortes déclivités et aussi déterminés par l'activité biologique. Les anthracomasses spécifiques des niveaux étudiés dans les trois profils sont présentées dans la figure III. 25. Il n'a pas été possible de faire réaliser des datations.

#### III. 3. 2. 1. Massif du Chélia

##### Aurès 1

Ras Kaltoum, arête sommitale à l'est du sommet (35° 19,245' N ; 6° 38,625 E) ; altitude : 2195 m ; pente : 8° ; exposition nord-est ; substrat gréseux. Végétation constituée par une pelouse à *Helianthemum nummularium* dominant, quelques touffes de *Cytisus balansae* à proximité (Fig. III. 26 et III. 27). Anthracomasse spécifique moyenne : 5,55.

Niveau I ; 5-15 cm

*Cedrus atlantica*

*Taxus baccata*

*Erinacea anthyllis*

Niveau II ; 20-35 cm

*Cedrus atlantica*

Niveau III ; 40-60 cm

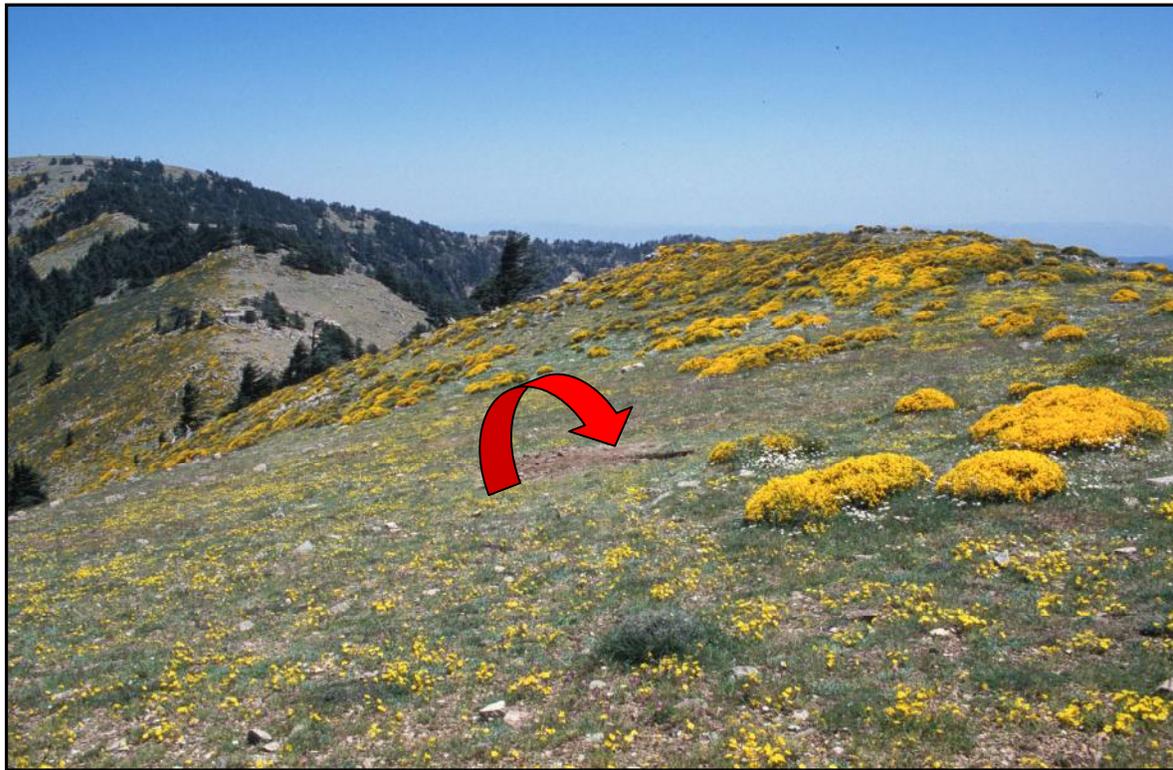
*Cedrus atlantica*

*Taxus baccata*

*Acer* sp.

Niveau IV ; 65-90 cm

Conifère et dicotylédone indéterminables



**Figure III. 26. Vue générale de l'arrête sommitale, profil Aurès 1**

Ce sol possède la plus faible anthracomasse moyenne. Les charbons de profondeur sont peu nombreux et leur mauvais état n'a pas permis de les identifier. Ce mauvais état est sans doute à mettre en relation avec les traces d'hydromorphie observées en dessous de 60 cm de profondeur (Fig. III. 27). Dans les niveaux supérieurs, le cèdre est dominant. On peut noter la présence de l'if (*Taxus baccata*) dans deux des niveaux et celle d'un érable (*Acer* sp.) sans pouvoir en déterminer l'espèce, dans le niveau III. Dans l'horizon voisin de la surface, l'ouverture du milieu est signalée par la présence d'*Erinacea anthyllis*. Malgré la pente relativement peu importante, l'observation du terrain montre que, comme sur toutes les crêtes, le

sol a subi une érosion (Fig. III. 26) qui a éliminé une partie de l'information enregistrée sous forme de charbons.

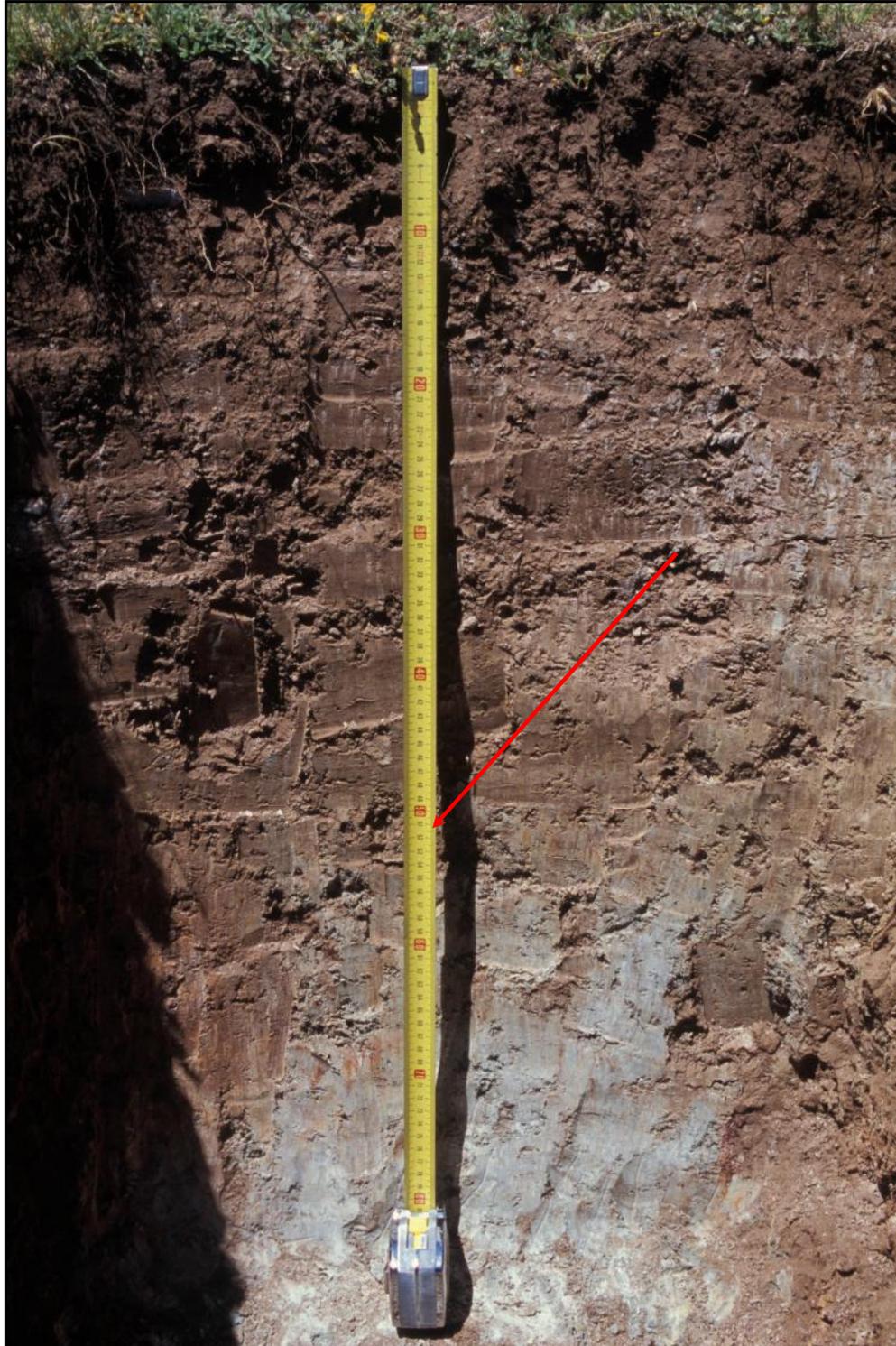


Figure III. 27. Profil Aurès 1, traces d'hydromorphie au dessous de 60 cm

**Aurès 2**

Thizi N'zmroun, versant sud (35° 18,334' N ; 6° 37,661' E) ; altitude 1995 m ; pente : 14° ; exposition ouest ; substrat gréseux à passées marneuses. Pelouse à *Artemisia campestris* et *helianthemum nummularium* dominants, présence de quelques touffes de *Bupleurum spinosum* et de cèdres épars (Fig. III. 28 et III. 29). Anthracomasse spécifique moyenne : 31,12.



**Figure III. 28. Vue générale du site du profil Aurès 2**

Niveau I ; 5-10 cm

*Cedrus atlantica*, très dominant

*Quercus ilex*

Charbons d'espèces herbacées indéterminées et indéterminables

Niveau II ; 25-40 cm

Tiges de petites dicotylédones sub-ligneuses indéterminables, très dominantes

*Cedrus atlantica*

*Taxus baccata*

*Pistacia terebinthus*

*Quercus ilex*

Niveau III ; 40-60 cm

*Pistacia terebinthus*

Charbons d'espèces herbacées indéterminables

*Cedrus atlantica*

Niveau IV ; 60-80 cm

*Cedrus atlantica*

*Taxus baccata*

*Quercus ilex*

Niveau V ; 85-120 cm

*Cedrus atlantica*

*Pistacia terebinthus*

Dicotylédone indéterminable



Figure III. 29. profil pédoanthracologique Aurès 2

Ce sol montre deux phases pédogénétiques (Fig. III. 29). L'horizon supérieur, humifère et grumeleux cède la place, entre 50 et 60 cm à des horizons nettement plus minéraux. La zone de transition contient de nombreux cailloux, l'ensemble paraissant résulter d'une phase de forte ablation, suivie d'un colluvionnement. L'évolution des anthracomasses confirme ce hiatus, avec une brusque chute des quantités de charbons en dessous du niveau 40-60 cm qui englobe la transition.

Les deux niveaux de profondeur montrent la présence du cèdre, accompagné par le pistachier térébinthe (*Pistacia terebinthus*), l'if et le chêne vert (*Quercus ilex*). Dans le niveau de transition, les charbons d'espèces herbacées à tige résistante prennent une place importante, avec une forte régression du cèdre, au profit du pistachier térébinthe, espèce héliophile. Dans le niveau 25-40 cm, le plus riche en éléments carbonisés, le taux des herbacées et de petites tiges sub-ligneuses indéterminables dépasse nettement celui des ligneux, ce qui paraît indiquer une extension de l'ouverture du milieu. Dans le niveau supérieur, le cèdre redevient dominant, avec une disparition de l'if.

### III. 3. 2. 2. Cédraie des Ouled Yagoub

#### Aurès 3

Localisé au piémont de la cédraie, versant nord (35° 19, 655' N ; 6° 53,207' E) ; altitude : 1530 m ; pente : 24° ; exposition nord-est ; substrat : colluvium de bas de pente avec blocaille sur cailloutis d'oued. Végétation : pelouse à *Helianthemum* plurisp. avec *Astragalus armatus* en lisière d'un peuplement de *Cedrus atlantica* accompagné par *Quercus ilex*, *Juniperus oxycedrus* et *Fraxinus xanthoxyloides*. Accumulation importante, entamée par une piste, niveau charbonneux observable entre 170 et 190 cm de profondeur (Fig. III. 19 et III. 30). Anthracomasse spécifique moyenne : 371,29.

Niveau I ; 10-30 cm

*Cedrus atlantica* très dominant

*Quercus ilex*

*Taxus baccata*

Niveau II ; 40-60 cm

*Cedrus atlantica*, très dominant

*Taxus baccata*, relativement abondant

*Quercus ilex*

*Quercus type faginea*

*Fraxinus xanthoxyloides*



**Figure III. 30. Niveau très charbonneux, Aurès 3 (Ouled yagoub)**

Niveau III ; 75-95 cm

*Cedrus atlantica*, très dominant

*Taxus baccata*, relativement abondant

*Quercus ilex*

*Quercus type faginea*

Niveau IV ; 115-150 cm

*Cedrus atlantica*, très dominant

*Taxus baccata*, relativement abondant

*Quercus ilex*

*Quercus type faginea*

Niveau V ; 160-190 cm

Charbons de la couche à anthracomasse très élevée (couche charbonneuse), triés au-dessus de 1,25 mm.

*Cedrus atlantica*, en totalité d'un très large échantil lonnage

Niveau VI ; 190-220 cm

*Cedrus atlantica*, dominant

*Taxus baccata*, abondant

*Fraxinus xanthoxyloides*

*Quercus ilex*

*Quercus* type *faginea*

Niveau VII ; 220-270 cm

*Cedrus atlantica*, dominant

*Taxus baccata*, abondant

*Fraxinus xanthoxyloides*

*Acer* sp.

*Quercus* type *faginea*

*Quercus ilex*

Ce sol, le plus riche en charbon de bois, s'est constitué en bas de versant, au voisinage d'un oued. La coupe, réalisée pour le passage d'une piste (Fig. III. 19), à été rafraîchie jusqu'à 2,7 m de profondeur. Elle montre des litages successifs, correspondant vraisemblablement à des alternances de phases d'apports, de relative stabilité et d'érosion, avec la descente de gros blocs en provenance de l'amont. Une couche charbonneuse sinueuse est particulièrement visible entre 170 et 190 cm, sous un gros bloc rocheux (Fig. III. 30).

Le niveau de profondeur contient six espèces forestières, avec une dominance du cèdre et en particulier la présence d'un chêne caducifolié qui est vraisemblablement le chêne zéen (*Quercus faginea*), le chêne afarès nécessitant une pluviométrie élevée. Il est, en effet, difficile de distinguer les chênes caducifoliés entre eux, sur la base de leur anatomie. On peut également signaler la présence d'un érable, sans pouvoir préciser laquelle des espèces présentes en Afrique du Nord. La distinction des espèces dans le genre est possible, malgré des caractères anatomiques très proches. Il faut, pour cela, disposer de plusieurs échantillons de référence par espèce, récoltés dans des conditions écologiques différentes. La collection de référence utilisée est encore incomplète dans ce domaine pour pouvoir se prononcer avec certitude. On peut cependant considérer qu'il s'agit vraisemblablement de l'érable de Montpellier (*Acer*

*monspessulanum*), l'érable le plus répandu en Algérie, bien que l'érable à feuilles d'obier (*Acer opalus*) soit signalé dans l'Aurès. Le frêne dimorphe (*Fraxinus xanthoxyloides*) est également présent ainsi que l'if dont les charbons sont particulièrement abondants, ainsi qu'un peu de chêne vert.

Le niveau sus-jacent présente une composition très proche, avec la disparition de l'érable. Le niveau V, contenant le niveau charbonneux, apparaît entièrement constitué par du cèdre. On doit remarquer que l'extrême richesse en fragments de charbon (plusieurs milliers) a conduit à limiter le tri à la maille de 1,25 mm, ce qui a pu exclure les charbons plus petits, normalement contenus dans le reste de l'échantillon. La monospécificité et l'aspect du niveau charbonneux montre qu'il s'agit d'un feu vraisemblablement unique et localisé.

Les quatre niveaux supérieurs présentent une composition sensiblement similaire, avec la présence du frêne dans le II et la disparition du chêne à feuillage caduc dans le I. On doit noter que l'if est assez abondant dans ces niveaux, à l'exception du supérieur où il est devancé par le chêne vert. L'ensemble semble montrer la permanence d'un milieu relativement forestier, malgré des phases d'érosion évidentes du versant. Il est à noter que le genévrier oxycèdre, assez abondant au voisinage du profil, n'a pas été observé dans les charbons de bois. Cette observation laisse à penser que son abondance est relativement récente.

### **Conclusion**

Les différents niveaux des trois sols échantillonnés contiennent tous des charbons de bois, souvent en quantités relativement importantes, par rapport à ce qui est observé ailleurs, en Europe ou Afrique du Nord. Cette richesse en charbons peut être sensiblement corrélée au taux de boisement actuel, ce qui laisse à penser que les modalités de l'exploitation par les populations ont peu changé au cours du temps.

En l'absence de datations, on peut supposer que les débuts de cette exploitation sont contemporains des niveaux archéologiques de la grotte Capéletti (Roubet, 1979), qui s'ouvre vers 1500 m d'altitude à une vingtaine de kilomètres à l'ouest nord-ouest du Chélia, au Khanguet Si Mohamed Tahar, près du Djebel Temagoult, entre Oued Taga et Tzouket. La fouille de cette grotte a livré de l'outillage en pierre taillée et polie témoignant d'une occupation par l'homme dès le néolithique. On y trouve également des ossements d'animaux domestiques, ovins, caprins et bovins et des bois et graines carbonisés. Des datations, réalisées sur charbons de bois montrent que l'homme pasteur a commencé à occuper l'Aurès il y a plus de 7000 ans. Une vingtaine de charbons provenant de ces couches archéologiques ont été étudiés par M. Couvert (Couvert, 1969). Cet auteur a identifié dans, des niveaux dont l'âge n'est pas précisé, l'if et le frêne dimorphe, dominants, ainsi que le chêne vert, un peuplier et le frêne oxyphyllé (*Fraxinus*

*angustifolia*), ces deux taxons étant liés à la présence d'un oued voisin. L'usage commun du feu pour gérer les pâturages est donc très ancien en Algérie du Nord. Les données de cette grotte rejoignent celles d'un sondage pédoanthracologique réalisé dans le massif du Siroua, au Maroc (Thinon et Alifriqui, 2004), dans lequel des charbons, récemment datés, avoisinent les 8000 ans (Thinon, communication verbale).

Les identifications de M. Couvert confirment l'omniprésence de l'if qui constitue une partie importante des charbons pédoanthracologiques. Cette présence, dans les milieux anciennement occupés par les chênes, est aussi attestée au Maroc (Thinon et Alifriqui, 2004) dans le Haut Atlas de Marrakech. Vers 2600 m d'altitude, dans un milieu actuellement totalement asylvatique, un sondage pédoanthracologique montre la présence des chênes zéen et vert, accompagnés par l'if, un érable et le houx (*Ilex aquifolium*), il y a environ 4500 ans. Une telle association est aujourd'hui observable au nord de la Méditerranée, dans la vieille forêt protégée de la Sainte-Baume, non loin de Marseille, en climat méditerranéen. L'abondance des charbons d'if et leur persistance malgré les dégradations paraît découler de la toxicité du feuillage de cet arbre, qui le protège de la dent des animaux.

Le cèdre est aussi une composante ancienne des forêts de l'Aurès. Les dégradations néolithiques ont certainement dû le favoriser aux dépens des espèces feuillues, comme semble le montrer la base du sol 3, mais les données fragmentaires dont nous disposons ne permettent pas d'étayer complètement cette hypothèse. Cet arbre devait cependant constituer des peuplements d'équilibre dans les situations de plus faible concurrence.

Ce sol de versant nord montre, comme au Maroc, que le chêne zéen jouait, par le passé, un rôle plus important dans les peuplements forestiers les moins xérophiles.

Le sol 2 indique que le milieu a pu, par le passé, connaître des phases de dégradation au moins aussi importantes qu'aujourd'hui, avec des phénomènes d'érosion marquée. Le sol 3 indique aussi des transports de blocs incompatibles avec la densité forestière actuelle. Malgré ces atteintes, qui sont très anciennes et, sans doute quelques fluctuations climatiques, les mêmes espèces participent, à des degrés divers, de l'histoire des peuplements forestiers, puisque aucun des taxons identifiés n'a disparu des Aurès. Comme on l'a vu, la situation actuelle est moins alarmante que celle de la fin du 19<sup>ème</sup> siècle car la régénération du cèdre est bien présente. Cette incursion dans le passé ne peut que conforter l'idée qu'une bonne gestion forestière peut assurer la pérennité et la diversité du couvert forestier.

Enfin, cette étude pédoanthracologique préliminaire montre l'intérêt de cette discipline comme outil d'appréciation des potentialités forestières.

# *Conclusion générale*

## Conclusion générale

La région des Aurès localisée dans la terminaison orientale de l'Atlas saharien est constituée par un ensemble de chaînons parallèles, dirigés Sud Ouest - Nord Est. Elle forme une sorte de barrière biogéographique face au plus grand désert du monde. En effet, c'est un îlot vert encerclé par de vastes paysages monotones : des plaines de céréaliculture au nord et des terrains de parcours et dégradés au sud.

Le but essentiel de ce mémoire de thèse était de contribuer, dans un premier temps, à la connaissance de l'écologie des formations forestières et montagnardes majeures dans les Aurès. Puis l'analyse de leur dynamique en s'appuyant sur différentes approches à savoir : géomatique, floristique et pédoanthracologique.

L'étude climatique et bioclimatique de cette région, à travers un ensemble de stations météorologiques sur deux périodes, révèle que la pluviométrie varie de 217 mm sur les versants les plus méridionaux en basses altitudes à plus de 900 mm en hautes altitudes. De ce fait les étages bioclimatiques de végétations mis en évidence sont le semi aride, le subhumide et l'humide. La période sèche peut avoir une amplitude qui varie de cinq à trois mois en fonction de l'altitude, de latitude et de l'exposition des versants. L'étude de la dynamique des précipitations sur deux périodes a montré qu'un déficit hydrique dans certaines stations allant de 146,3 jusqu'à 36,6 mm par an. Néanmoins une station a montré une tendance à une augmentation de la moyenne annuelle de l'ordre de 21,2 mm. Le manque de stations en situation forestière et des prélèvements sans interruptions nous a gêné d'en tirer des conclusions plus satisfaisantes sur ce sujet.

Au terme de cette étude, il convient de récapituler les principaux résultats concernant, d'une part quelques aspects écologiques traités dans cette thèse et d'autre part, la dynamique et la tendance évolutive de ces formations végétales.

- **Ecologie**

L'intérêt floristique de la cédraie des Ouled Yagoub a été étudié. De cette étude, se dégage un ensemble de conclusions sur la richesse de la diversité floristique de cette cédraie. 249 espèces végétales ont été inventoriées et paraissent importantes eu égard à la surface du massif évaluée à 3240 hectares. Cependant, sa diversité spécifique représente plus 9 % de la richesse spécifique de l'Algérie méditerranéenne.

L'analyse biogéographique montre que l'ensemble méditerranéen est le plus important avec environ 44 %. Ce chiffre est important, il prouve les influences d'un climat encore méditerranéen et peu désertique. Cette cédraie semble constituer la limite est de l'endémisme

### Conclusion générale

algéro-marocain et le début d'un autre algéro-tunisien. Les taxa endémique représentent plus de 11% de la flore de cette cédraie. L'étude du statut des espèces rencontrées fait ressortir un certain nombre d'espèces rares et menacées soulignant l'importance de ce massif particulier en termes de conservation et de développement durable, non seulement du potentiel forestier mais aussi de la biodiversité régionale.

L'étude des formations du genévrier thurifère dans les Aurès a eu pour objectifs la compréhension de cette espèce dans cette région et d'apporter certaines réponses afin de combler le retard commis dans l'étude de celle-ci. Ici quelques aspects liés à sa répartition, sa structure, sa physionomie et à sa régénération ont été évoqués.

Le thurifère dans les Aurès est partagé sur cinq localités. L'analyse des paramètres relatifs ainsi bien à sa structure qu'à sa physionomie montre qu'il ne diffère pas beaucoup de son homologue de la Méditerranée occidentale.

Le spectre chorologique du cortège floristique du genévrier thurifère montre que le taux des taxa de souche méditerranéenne est particulièrement proche de ceux individualisés par le cèdre de l'Atlas dans le massif des Ouled Yagoub, il est de 43% environ.

La typologie de sa flore associée peut être discriminée en deux groupements végétaux dont le déterminisme est exercé par l'altitude et la physionomie des formations .

L'utilisation de l'approche biologique notamment l'analyse de l'indice de perturbation a montré un milieu fortement anthropisé plus en bas de versant que vers les sommets. Face à l'ampleur et à la croissance des risques anthropiques auxquels sont exposées les formations du genévrier thurifère, il est temps de mettre en place rapidement une politique de protection et de développement durable plus efficace.

La description des groupements végétaux et la mise en évidence de la signification écologiques de la végétation du massif du Chélia notamment celle individualisée par la cédraie a fait l'objet d'un échantillonnage stratifié. 44 relevés *sensu stricto* zuricho- montpellieraine ont été réalisés. Cette investigation nous a permis de décrire quatre groupements végétaux : Groupements à *Juniperus oxycedrus*, à *Quercus ilex* et *Fraxinus dimorpha*, à *Cedrus atlantica* et à *Bupleurum spinosum* et *Cytisus balansae*.

La discrimination de ces groupements se fait, d'abord par un gradient bioclimatique, puis par un gradient physionomique traduisant ainsi l'état de dégradation du couvert végétal .

L'analyse des relations entre les variables écologiques et la typologie de la flore ainsi définie a dévoilé l'intervention de certaines variables écopédologiques dans la distribution de cette végétation. Cet impact direct de ces variables a été établi en application de deux sortes

### Conclusion générale

d'analyses multivariées. L'analyse canonique des correspondances donne la co-structure entre les groupes écologiques et les groupements végétaux, bien que l'analyse factorielle des correspondances met en relief les variables pédologiques qui les caractérisent. Notant qu'une grande concordance est approuvée par les deux types d'analyse, celle résultant de l'interprétation écologique indirecte des axes et cette dernière.

Le Groupement à *Bupleurum spinosum* et *Cytisus balansae* est caractérisé par : des hautes altitudes, localisé sur les pentes nord, nord ouest et ouest du massif sous les conditions d'humidité les plus favorables avec des paramètres pédologiques dont le taux d'argile du niveau 2 est faible, un taux de sable aussi du niveau 2 est élevé et en fin un pH tendant vers l'acidité.

Le Groupement à *Cedrus atlantica*, coïncide avec les mêmes variables pédologiques mais sur des altitudes moyennes et hautes sous les conditions de bioclimat subhumide à humide.

Juste un peu en bas, un autre groupement à *Quercus ilex* et *Fraxinus dimorpha* entre en contact avec le précédent. Il est caractérisé notamment par un faciès calcaire et marno – calcaire et une physionomie dominée par une strate arbustive importante. Sur le plan pédologique, les variables ainsi trouvées donnent un pH alcalin, un taux du limon des deux niveaux importants avec un taux de calcaire qui varie entre 4 et 5 meq/100g de sol.

Quand la dégradation est plus poussée conjuguée à des conditions bioclimatiques peu favorables le groupement à *Quercus ilex* et *Fraxinus dimorpha* concède sa place à un groupement de *Juniperus oxycedrus*. Il prospère en particulier sur le versant sud. En ce qui concerne les variables pédologiques, il est caractérisé surtout par une franche alcalinité et une remarquable richesse du carbone de surface.

L'étude de la dégradation du couvert végétal par une approche biologique a confirmé une régression du tapis végétal. Cette régression se traduit par une disparition progressive des phanérophytes et un envahissement du milieu par les chaméphytes et des thérophytes. Les indices de perturbation ainsi calculés montrent un gradient de dégradation croissant du bas en haut en fonction de l'activité anthropique.

- **Dynamique de la végétation de l'Aurès**

L'étude de la dynamique de la végétation de l'Aurès revient à répondre à certaines questions soulevées dans l'introduction de ce mémoire de thèse. Il s'agit particulièrement intéressant de répondre aux questions suivantes : Quelle est la dynamique récente de la végétation de l'Aurès ? Et Quelle est la composition floristique de la région des Aurès pendant l'holocène ?

### Conclusion générale

La première est abordée selon une approche géomatique, la deuxième par une approche phytoécologique. La dernière question nécessite l'utilisation d'une nouvelle technique de restitution phytohistorique ; c'est la pédoanthracologie.

L'application de la géomatique par la superposition des différentes cartes montre d'un côté la réduction des formations nettement forestières au profit des formations plus dégradées et herbues. Il en résulte un couvert plus clair, moins stable et vulnérable à toute forme de dégradation. Aussi nos résultats, qui se dégagent par cette approche, ont-ils indiqués que cette dynamique a contribué à un changement paysager de la physionomie de la végétation de l'Aurès.

La dynamique récente de la végétation de l'Aurès, mise en évidence par une approche floristique appliquée dans le massif du Chélia a montré une tendance évolutive comparable à celle démontrée par l'analyse géomatique des formations végétales. Cette démarche est réalisée grâce à la recherche d'un compromis entre deux listes de flore issues de deux campagnes d'échantillonnage ; l'une en 1999 et l'autre en 2009. Les résultats obtenus en application de l'analyse factorielle sur variables instrumentales montre qu'un changement dans la structure de la végétation dominante s'est déclenché durant cette période, puis un envahissement généralisé de ces formations par des espèces herbacées thérophytes ou suffrutescentes chaméphytes, et qui sont le plus souvent très communes s'est produit. Cependant un autre type de dégradation dégagée par cette analyse ; elle se résume dans les mutations observées des formations forestières vers les garrigues dégradées de plus en plus ouvertes. Par ailleurs, l'analyse biogéographique des espèces "envahissantes" montre que ce sont toujours les taxa de souche méditerranéenne qui domine le spectre chorologique, ce qui pourrait s'expliquer par des changements de structure provoquée par l'action anthropique et par le déclin forestier et non seulement par des changements climatiques.

La dernière approche, qui repose sur la reconstitution de la liste floristique des formations forestières des Aurès, a montrée d'abord une richesse en anthracomasse spécifique des horizons superficiels dans les profils réalisés au niveau du massif de Chélia. Dans le profil pédoanthracologique réalisé au piedmont de la cédraie des Ouled Yagoub, une remarquable richesse spécifique est observée dans le niveau 160 – 290 cm ; c'est profond et semble-t-il refléter des incendies importants et très anciens. La détermination de certaines espèces ligneuses dévoile une richesse en if, en chêne zeen et beaucoup de cèdre. La présence du chêne zeen dans cet endroit, là où n'a été jamais signalé pourrait exprimer déjà une aire jadis beaucoup plus importante qu'aujourd'hui dans la région des Aurès. Cette espèce est reconnue localiser uniquement dans une petite localité à l'ouest des Ouled Yagoub, ce qui laisse penser qu'elle constituait autrefois une espèce majeure et principale de nos écosystèmes primitifs. Le cèdre

### Conclusion générale

est aussi une composante ancienne des forêts de l'Aurès. Les dégradations néolithiques ont certainement dû le favoriser aux dépens des espèces feuillues, comme semble le montrer la base du sol 3, mais les données fragmentaires dont nous disposons ne permettent pas d'étayer complètement cette hypothèse.

En réponse à des enjeux environnementaux forts, ce travail de thèse s'est délibérément accompli afin de répondre à certaines questions d'actualités environnementales dans une zone hautement vulnérable aux contraintes naturelles et à une action anthropique ancienne et accrue. Pour rappel, il avait pour double objectif : d'abord traiter certains aspects liés à l'écologie des principales formations forestières des Aurès, puis retracer leurs dynamiques en utilisant différentes approches.

L'une des principales leçons qu'on peut retenir de ce travail est que la zone de l'Aurès comporte des formations végétales possédant un intérêt phytogénétique patrimonial certain et très remarquable. Ainsi, les conclusions tirées de cette modeste recherche poussent à s'interroger sur la possibilité de s'orienter, dans l'avenir, vers d'autres axes de recherches pour aborder de manière originale quelques questions de nature plus fondamentale. Pour cela les perspectives de recherche que nous proposons pourraient s'orienter vers les quelques thématiques à savoir :

En écologie notamment la restauration des écosystèmes, l'étude des problèmes liés à la dégradation du couvert végétal et au déclin forestier (dépérissement du cèdre de l'Atlas et autres espèces forestières) en utilisant les approches écologiques et géomatiques avec acquisition des images aux résolutions satisfaisantes. Des études centrées sur la phytogénétique le flux de gènes entre les populations végétales reliques des Aurès et leurs homologues régionales. La modélisation de la dynamique végétale, avec des études prospectives sur les scénarios possibles d'évolution de ce patrimoine, serait d'une grande importance pour l'établissement des plans de conservation durable et de restauration des écosystèmes aurésiennes.

En fin, il y a plus de 30 ans, Abdessemed Khelifa a écrit au sujet de l'état de conservation des cédraies de l'Aurès : si la situation actuelle de l'inconscience du problème de dégradation perdure, le stade ultime et pratiquement irréversible du désert minéral serait rapidement atteint.

Il me tient à coeur de conclure ce manuscrit par cette citation, à la fois parce que ses nombreuses perspectives sur l'état de conservation à l'époque de ces cédraies malheureusement devenues aujourd'hui plus que visibles (couvert végétal très dégradé, les dépérissements déclanchés ces dernières années et la transformations de certains endroits autrefois purement forestiers en versants minéraux par le feu), mais aussi parce qu'à travers elle, il y a un hommage rendu à tous ces savants - botanistes de terrain sans les travaux desquels ce travail n'aurait pu se concevoir.

*Références  
biobibliographiques*

## Références biobibliographiques

1. Abdessemed K. 1981. *Le cèdre de l'Atlas (Cedrus atlantica M.) dans les massifs de l'Aurès et Belezma (Algérie) : étude phytosociologique et problèmes de conservation et d'aménagement*. Thèse de docteur ingénieur, Univ. Aix -Marseille, 199 p.
2. Abdessemed K. 1984. Les problèmes de la dégradation des formations végétales dans l'Aurès (Algérie). Première partie la dégradation, ses origines et ses conséquences. *Forêt méditerranéenne*, t. VI, n°1, 19-26
3. Abdessemed K. 1985. Les problèmes de la dégradation des formations végétales dans l'Aurès (Algérie). Deuxième partie : les mesures à prendre. *Forêt méditerranéenne*, t. VII, n°1, 43-51
4. Achhal A., Akabli O., Barbero M., Benabid A., M'hirit O., Peyre V., Quézel P. et Rivas-Martinez S. 1980. A propos de la valeur bioclimatique et dynamique de quelques essences forestières au Maroc, *Ecologia Mediterranea*, 5 : 211- 249.
5. Achour-Kadi Hanifi H. et Loisel R. 1997. Caractéristiques édaphiques des formations à *Stipa tenacissima* L. de l'Algérie en relation avec la dynamique de la végétation. *Ecologia Mediterranea*, 23 : 33-43.
6. Alaoui Haroni S., Alifriqui M. et Ouhammou A. 2009. La diversité floristique des pelouses humides d'altitude: cas de quelques sites du haut atlas marocain . *Acta Botanica Malacitana* 34. 91-106.
7. Aronson J., Floret C., Le Floc'h E., Ovalle C. et Pontanier R. 1995. Restauration et réhabilitation des écosystèmes dégradés en zones arides et semi -arides. Le vocabulaire et les concepts. In : Pontanier, R., M'hiri A., Aronson, J., Akrimi N. et Le Floc'h, E. (eds), *L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait ?* 11-29. J. Libbey Eurotext.
8. Bagnouls F. et Gaussen H., 1953. Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat.Toulouse*, 33: 193-239.
9. Baldy C. 1965. Projet de planification rurale intégrale de la Tunisie Centrale. Climatologie et bioclimatologie agricole de la Tunisie Centrale. *Rapport définitif abrégé* - 1 vol., ronéo, 40 p. - 1 vol., annexes, 1 vol., cartes.
10. Barbero M. 1990. Méditerranée : Bioclimatologie, sclérophylle, sylvigénèse. *Ecologia Mediterranea*, XVI : 1-12

### Références bibliographiques

11. Barbero M., Quézel P. et Loisel R., 1990.- Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. *Forêt méditerranéenne*, 12 : 194-215
12. Barbero M., Loisel R Médail F. et Quézel, P. 2001 Bio-geographical features and biodiversity of forests in the Mediterranean basin, - *Boccone* 13: 11 -25.
13. Barbier S., Chevalier R., Loussot P., Berges L. et Gosselin F. 2009 . Improving biodiversity indicators of sustainable forest management: Tree genus abundance rather than tree genus richness and dominance for understory vegetation in French lowland oak hornbeam forests. *Forest Ecology and Management*, 176–S186. [www.elsevier.com/locate/foreco](http://www.elsevier.com/locate/foreco)
14. Battandier J.A. 1888-1890. *Flore de l'Algérie, ancienne flore d'Alger transformée, contenant la description de toutes les plantes signalées jusqu'à ce jour comme spontanées en Algérie et catalogue des plantes du Maroc : Dicotylédones*. Alger, Typographie Adolphe Jourdan, Imprimeur–Libraire–éditeur & Paris, Librairie F. Savy, 825 p. et 2 appendices.
15. Battandier J.A. 1910. *Flore de l'Algérie : Supplément aux phanérogames*. Paris, librairie des sciences naturelles Paul Klincksieck, Editeur. Alger, imprimerie agricole et commerciale, 90 p.
16. Battandier J.A. et Trabut L.C. 1884. *Flore d'Alger et catalogue des plantes d'Algérie : Monocotylédones*. Alger, Adolphe Jourdan, Libraire-éditeur, Imprimeur-Libraire de l'école de médecine, 211 p.
17. Battandier J.A. et Trabut L.C. 1895. *Flore de l'Algérie, contenant la description de toutes les plantes signalées jusqu'à ce jour comme spontanées en Algérie et catalogue des plantes du Maroc : Monocotylédones*. Alger, Adolphe Jourdan, Libraire-éditeur, Imprimeur-Libraire de l'académie, 256 p.
18. Battandier, J.A. et Trabut L.C., 1902. *Flore analytique et synoptique de l'Algérie et de la Tunisie*. Alger, veuve Giralt, imprimeur-éditeur, 460 p.
19. Beghami Y. 2003. *Contribution à l'analyse de la flore et de quelques paramètres de l'environnement de la cédraie du massif de Chélia (Aurès)*. Université de Batna, Faculté des Sciences, Thèse de magistère, 2003, 104 p. 104 P. + 17 P annexes

### Références bibliographiques

20. Beghami Y., de Bélair G., Véla E. 2007. Les groupements végétaux de la cédraie du massif de Chelia, "Aurès" (Algérie). Actes du colloque GEOFLORE, Bulletin de l'Association des botanistes Lorrains, Numéro spécial 1, 153-159.
21. Beghami Y., Kalla M., Véla E., Thinon M. et Benmessaoud H., 2011. Notes sur le Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera*) dans le massif de l'Aurès (Algérie). Communication au IV colloque international sur le Genévrier thurifère et espèces affines. Hautes-Alpes, France, du 5 au 8 octobre 2011. [www.colloquethurifere2011.fr](http://www.colloquethurifere2011.fr)
22. Beghami Y., Kalla M., Thinon M. et Hassen Benmessaoud. 2012. Spatiotemporal Dynamics of Forest and Mountain Formations in Aurès Area, Algeria. Journal of Life Sciences 6, 663-669
23. Belkassir M. et Temagout O. 2001. *Etude d'Élevage et du Pastoralisme au sein du Parc National de Belezma (Genévrier thurifère)*. Programme U.I.C.N pour l'Afrique du Nord.
24. Belkhodja L. et Bignot G. 2004. La transgression thanétienne (Paléocène supérieur) dans l'Aurès occidental (Algérie), d'après les associations de Foraminifères de la coupe d'El Kantara. Revue de micropaléontologie 47, 1-12. [www.elsevier.com/locate/revmic](http://www.elsevier.com/locate/revmic)
25. Bellion C. 1976. *Etude géologique et hydrogéologique de la terminaison occidentale des monts de Belezma (Algérie)*. Thèse du doctorat de 3<sup>ème</sup> cycle, Univ de Paris VI France.
26. Belloum A. 1993. Hydrologie agricole en Algérie ; une double problématique, *Hydrological Sciences Journal*, 38 :6, 479-495. <http://dx.doi.org/10.1080/02626669309492700>
27. Beltrando G., 2011. *Les climats : processus, variabilité et risques*. Armand Colin, Coll. U, 270 p. (2<sup>ème</sup> édition), 286 p.
28. Benabadi N. et Bouazza M. 2000. Quelques Modifications Climatiques Intervenues dans le Sud-Ouest de l'Oranie (Algérie Occidentale). *Rev. Energ. Ren.* Vol.3, 117-125
29. Benabid A. 1994. Biogéographie et phytodynamique des cédraies de l'Atlas, *Cedrus atlantica* (Manetti). *Ann. Rech. For. Maroc*, T 27, 61-76
30. Benhouhou S. de Bélair G., Gharzouli R., Véla E. et Yahi N. 2010. Proposition de zones importantes pour les plantes en Algérie. *UICN Méditerranée, Malaga*, 21 p.
31. Benmessaoud H., Kalla M. et Dridi H., 2009. Evaluation de l'occupation des sols et désertification dans le Sud des Aurès (Algérie). *M@ppemonde* 94, <http://mappemonde.mgm.fr/num22/articles/art09206.html>

### Références bibliographiques

32. Benmessaoud H. 2010. *Étude de la vulnérabilité a la désertification par des méthodes quantitatives numériques dans le massif des Aurès (Algérie)*. Thèse de docteur En aménagement du territoire. Université de Batna, 227 p.
33. Bensaid A. 2006. *SIG et télédétection pour l'étude de l'ensablement dans une zone aride : le cas de la wilaya de Naâma (Algérie)*. Thèse de Docteur de l'Université Joseph Fourier-Grenoble 1 Discipline : Géographie
34. Bentouati A et Bariteau M. 2006. Réflexions sur le dépérissement du Cèdre de l'Atlas des Aurès (Algérie). *Forêt méditerranéenne t. XXVII, n° 4*, 317- 322
35. Bentouati A. 2008. La situation du cèdre de l'Atlas dans les Aurès (Algérie). *Forêt méditerranéenne t. XXIX, n° 2*, 203-208
36. Benzecri J.P. 1973. L'analyse des données, tome I, La taxinomie, Dunod, 615 p.
37. Besnier M. 1899. Notes sur l'Aurès : la plaine d'Arris. In: *Annales de Géographie*. 1899, t. 8, n°40, 366-369.
38. Blayac J. 1899. Le pays des Nememchas à l'est des monts Aurès. In: *Annales de Géographie*. 1899, t. 8, n°38, 141-159.
39. Bonin G et Thinin M. 1980. Relation entre variables du milieu édaphique et groupements végétaux préforestiers et forestiers au Mont Ventoux - *Ecologia méditerranéa*, 5, 315-326.
40. Boudy P. 1950. *Economie forestière nord-africaine. Tome II, monographie et traitement des essences forestières*. La Rose, Paris.
41. Boudy P. 1952. Guide du forestier en Afrique du Nord. Paris, Ed, la maison rustique. 505 p.
42. Boudy P. 1955. *Economie forestière Nord Africaine, Tome IV* (Ed.), Larose, Paris, France, 199 p.
43. Busson H. 1900. Les vallées de l'Aurès. In: *Annales de Géographie*. 1900, t. 9, n° 43, 43-55.
44. Camps G. 1974. *Les civilisations préhistoriques de l'Afrique du Nord et du Sahara* . Ed. Doin, Paris, 373 p.
45. Carazo-Montijano M.M. et Fernández-López C. 2006. Catálogo de las plantas vasculares de Andalucía y Marruecos - *herbario Jaen*, 420 p.

### Références bibliographiques

46. Carcaillet C. et Thinon M. 1996. Pedoanthracological contribution to the evolution of the upper treeline in the Maurienne Valley (North French Alps) : Methodology and preliminary data. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 91, 399 - 416.
47. Casin P, 1999. Analyse des données et des panels de données, *De Boeck Université*, Paris-Bruxelles, 192 p
48. Chaumont M. et Paquin C. 1971. Notice et carte pluviométrique de l'Algérie au 1/500.000. *Bul. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.*, Alger. 24 p.
49. Chessel D., Lebreton J-D. et Yoccoz N. 1987. Propriétés de l'analyse canonique des correspondances ; une illustration en hydrobiologie. *Revue de statistique appliquée*, tome 35, n° 4, 55-71
50. Chessel D., Thioulouse J., Doledec S. et Olivier J-M. 1997 : Documentation thématique. IV. Couplage et contraintes. CNRS–Univ Lyon 1. 232 p
51. Corre J. 1987. *Cours post-universitaire pour l'aménagement intégré des territoires, valeur indicatrice de la végétation* – Commission Française pour l'U.N.E.S.C.O, 139 p.
52. Cosson E. 1880. *Flore des états Barbaresques, Algérie, Tunisie et Maroc : Volume 1 (1<sup>ère</sup> partie : Histoire et géographie avec cartes)*. Paris, 265 p
53. Cosson E., 1856.- *Rapport sur un voyage botanique en Algérie de Philipp eville à Biskra et dans les monts Aurès*. Extrait des annales des sciences naturelles, 4<sup>ème</sup> série, tome IV. Paris librairie de Victor Masson, 159 p.
54. Couteron P. 2006. *Statistiques spatiales appliquées à l'étude de la végétation : un lien entre structures et processus dynamiques*. Thèse d'Habilitation à Diriger des Recherches. Université Montpellier II, Sciences et Techniques du Languedoc , 69 p.
55. Couvert M. 1969. Étude de quelques charbons préhistoriques de la grotte Capéletti (Aurès-Algérie). *Libyca*, 13, 213-217.
56. Couvert M. 1970. *Étude des charbons préhistoriques ; préparation des coupes minces et analyse des structures*. Trav. du C.R.A.P.E., Alger, 88 p.
57. Couvert M. 1977. *Atlas d'anatomie des charbons des foyers préhistoriques. Afrique du Nord tempérée*. Mém. du C.R.A.P.E., Alger 168 p., 35 pl. phot. et 35 pl. dess.
58. Cuénod A., Pottier-Alapetite, G. et Labbe, A. 1954. Flore analytique et synoptique de la Tunisie. Cryptogames vasculaires, gymnospermes et monocotylédones. Office de l'expérimentation et de la vulgarisation agricole de Tunisie, Tunis, 287 p.

### Références biobibliographiques

59. Daget P. 1977a. Analyse des formes climatiques par le système d'Emberger *Vegetatio*. Vol 34, 2, 87-103
60. Daget P. 1977b. Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux. Modes de caractérisation. *Vegetatio*. Vol 34, 2, 1-20
61. Daget P., Adhali L, David P. et Taillole F. 1993. Le bioclimat méditerranéen et ses modalités dans les pays arabes. *Repères*.5, 18 p
62. Dagnelie P. 1970. *Théorie et méthodes statistiques, T1. La statistique descriptive et les fondements de l'inférence statistique* : les presses agronomiques de Gembloux, Belgique, 378 p.
63. Danin A. et Orshan G. 1990. The distribution of Raunkiaer life forms in Israel in relation to the environment. *Journal of Vegetation Science*, 1, 41-48.
64. Debrach J. 1953. Notes sur les climats du Maroc occidental. *Maroc médical*, 342, 1122-1134.
65. Defourny P. 1990. Méthode d'évaluation quantitative de la végétation ligneuse en région soudano-sahélienne à partir de données Landsat TM (Burkina Faso). *Téledétection et sécheresse*. Éd. AUPELF-UREF. John Libbey Eurotext. Paris, France, 63-74.
66. De lartigue M. 1904. "Monographie de l'Aurès" Constantine, Imprimerie à vapeur Marle-Audrino, gr. in-8, x, 491 p.
67. Desfontaines R-L. 1778. *Flora Atlantica, sive Historia plantarum quae in Atlante, agro Tunetano et Algeriensi crescunt*, auctore Renato Desfontaines Parisiis, apud L.-G. Desgranges (et apud Blanchon), an vi-an vin, 3 vol. in-4°, dont 1 de planches gravées, 444 p
68. Despois J. 1955. *La Tunisie orientale, sahel et basse steppe. Étude géographique*. Édit. P.U.F., 2ème édition, Paris, 554 p.
69. Dobignard A. et Chatelain C. 2010. *Index synonymique de la flore d'Afrique du Nord. Vol. 1: Pterydophyta, Gymnospermae, Monocotyledonae*. Conservatoire et jardin botaniques de la Ville de Genève, hors série n°11, 455 p.
70. Dobignard A. et Chatelain C., 2010-2011. *Index synonymique et bibliographique de la flore d'Afrique du Nord* : vol.1 (2010), vol 2-3 (2011), vol. 4-5 in prep. Consultable sur <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/index.php?langue=fr>
71. Dolédec S., Chessel D. et Gimaret C. 2000. Niche separation in community analysis: a new method. *Ecology* 81, 2914-1927. <http://pbil.univ-lyon1.fr/R/articles/arti102.pdf>

### Références bibliographiques

72. Dutoit T., Roche P. et Alard A 1999. Influence de perturbations anthropiques sur la composition et la diversité botanique des pelouses calcicoles de la vallée de la Seine en Haute-Normandie (France). *Can. J. Bot.* 77, 377–388.
73. El Garouani A., Chen H., Lewis L., Tribak A. et Abahrour M. Apport de la télédétection et du SIG pour le suivi spatiotemporel de l'occupation du sol et de l'érosion nette dans le bassin de l'Oued Tlata (Maroc). *Actes des JSIRAUF*, Hanoi, 1 - 9.
74. Elhaï H. 1968, *Biogéographie*. Paris, Armand Colin, coll. U, 406 p.
75. Ellenberg H. et Mueller-Dombois D. 1967. A key to Raunkiaer plant life forms with revised subdivisions. *Berichte geobot. Inst. eidg. tech. Hochschule Rübel*, 37, 56-73.
76. Emberger L. 1931. Sur un formule climatique applicable en géographie botanique. *Compt. Rend. Séances Acad. Sci.* 191, 389-390.
77. Emberger L. 1939. Aperçu général sur la végétation du Maroc, commentaire de la carte phytogéographique du Maroc au 1/1.500.000, *Veroff. Géobot. Indy. Zürich*, 14, 40- 157.
78. Emberger L. 1952. Sur le quotient pluvio thermique. *C.R Ac. Sci.*, 234, 2508-2511
79. Emberger L. 1971. Considérations complémentaires au sujet des recherches bioclimatiques et phytogéographiques - écologiques. in « *Travaux de botanique et d'écologie de Louis Emberger* » ; 291-301 ; Masson, Paris.
80. Fabre J.P., Mouna M., Du Merle P. et Benhalima S. 1999. Le point sur certains ravageurs du cèdre de l'Atlas en Afrique du Nord, en France et en Europe. *Rev. Forêt méditerran.*, t XX, 4, 203-218.
81. Fennane M., Ibn Tattou M., Mathez J., Ouyahya A. et El Oualidi J. 1 999. *Flore Pratique du Maroc*. Trav. Inst. Sci., série Botanique, 36, Rabat, 1-560
82. Floret C. et Pontanier R. 1982. L'aridité en Tunisie Présaharienne. Climat, sol, végétation et aménagement. *O.R.S.T.O.M.* n° 150, (Ed.) ORST outre-mer, Paris France, 544 p.
83. Floret C. et Pontanier R. 1984. Aridité climatique, aridité édaphique. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 131, *Actual.bot.*, (2/3/4) 265-275.
84. Floret C., Galan M-J., Le Floc'h., Orshan G. et Romane F. 1990. Growth forms and phenomorphology traits along an environmental gradient: tools for studying vegetation. *Journal of Vegetation Science* 1, 71-80.

### Références bibliographiques

85. Frontier S. 1983. *Stratégies d'échantillonnage en écologie*. Les presses de L'université Laval. Québec- Masson. 494 p.
86. Gauquelin T. et Montes N. 2001. Relations et similitudes fonctionnelles Genévrier Thurifère - xérophytes épineuses en coussinet dans les Atlas marocains. Communication au 2<sup>ème</sup> Colloque International : *Le Genévrier Thurifère et les Forêts d'altitude dans les montagnes du pourtour méditerranéen*.
87. Gauquelin T., Asmodé J- F. et Largier G. 2000. *Le genévrier thurifère (Juniperus thurifera L.) dans le bassin occidental de la Méditerranée. Actes du colloque international de Marignac (Haute-Garonne, France). Les dossiers forestiers*, Ed, ONF.
88. Gauquelin T., Bertaudière V., Montès N., Badri W. et Asmodé J.F. 1999. Endangered stands of thuriferous juniper in the western Mediterranean basin: ecological status, conservation and management. *Biodiv. Cons.*, 8 : 1479-1498.
89. Gégout J C-I et Houllier F. 1993. Apports de l'analyse factorielle des correspondances sur variables instrumentales en typologie des stations : illustration sur la plaine de la lanterne (Haute-saône). *Rev. For. Fr.* XLV - 5-1993
90. Gharzouli R. et Djellouli Y. 2005. Diversité floristique de la Kabylie des Babors (Algérie). *Sécheresse*, 16 (3), 217-23
91. Godron M. 1971. Comparaison d'une courbe aire espèces et de son modèle. *Oecol. Plant.* 6, 189- 193.
92. Gouat P. et Gouat J. 1983. L'habitat du goundi (*Ctenodactylus gundi*) dans le massif de l'Aurès (Algérie). *Mammalia*, t. 47 n° 4, 227-238
93. Gounot M. 1969. *Méthodes d'étude quantitatives de la végétation*. Masson, Paris, France, 314 p.
94. Greguss P. 1955. *Identification of living Gymnosperms on the basis of Xylotomy*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 263 p., 350 pl. et 8 suppl.
95. Greguss P. (1959). *Holzanatomie der europäischen Laubhölzer und Sträucher*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 330 p., 303 pl. et 6 suppl.
96. Guinochet M. 1973. *Phytosociologie*. Masson, Paris, France, 1973, 272p.
97. Guiraud R. 1973. *Evolution post-triasique de l'avant pays de la chaîne alpine de l'Algérie, d'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines*. Thèse de docteur ès sciences. Univ de Nice- France.

### Références bibliographiques

98. Halimi A. 1980. *L'Atlas Blideen. Climats et étages végétaux* O.P.U. Alger – 523p
99. Hammi S., Simonneau V., Alifriqui M., Auclair L. et Montes N. 2007. Évolution des recouvrements forestiers et de l'occupation des sols entre 1964 et 2002 dans la haute vallée des Ait Bouguemez (Haut Atlas central, Maroc). *Sécheresse*, 18 (4), 1-7
100. Herkat M. et Delfaud J. 2000. Genèse des séquences sédimentaires du Crétacé supérieur des Aurès (Algérie). Rôle de l'eustatisme, de la tectonique, de la subsidence : une mise au point. C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la Terre et des planètes / *Earth and Planetary Sciences* 330, 785–792
101. Heywood H. V. 1995. The Mediterranean flora in the context of word biodiversity. *Ecologia Mediterranea* XXI (1/2), 11-18
102. I.S.R.I.C. 1994. Directive pour la description des sols. Service des sols, ressource aménagement et conservation. Centre international de référence et d'information pédologique. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture Rome,
103. Jacquot C. (1955). *Atlas d'anatomie des bois des Conifères*. Centre technique du bois, Paris, 2 T., 133 p., 64 pl.
104. Jacquot C. Trenard Y. et Dirol D. 1973. — *Atlas d'anatomie des bois des Angiospermes (Essences feuillues)*. Centre technique du bois, Paris, 2 T., 175 p., 72 pl.
105. Jalut G., Esteban Amat A., Mora S-R., Fontugne M., Mook R., Bonnet L. and Gauquelin T. 1997. Holocene climatic changes in the western Mediterranean: installation of the Mediterranean climate. C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la Terre et des planètes / *Earth and Planetary Sciences* 325 issue 5, 327-334
106. Joleaud L. et Laffitte R. 1934. Grotte préhistorique de Khanguet. Si Mohammed Tah ar (Aurès septentrional). In: *Journal de la Société des Africanistes*, t 4 fascicule 1, 111-114.
107. Kaâbache M. 1990. *Les groupements végétaux de la région de Bou Saada (Algérie). Essai de synthèse sur la végétation steppique du maghreb*. Thèse de doctorat en sciences. Université de Paris sud, centre d'Orsay, France, 134 p.
108. Kadik B. 1987. *Contribution à l'étude du pin d'Alep (Pinus halepensis Mill.) en Algérie* : Ecologie dendrométrie morphologie. OPU. Alger, 1987, 580 p.
109. Kazi Tani, C., Le Bourgeois, T. et Munoz, F. 2010. Aspects floristiques de la flore des champs du domaine phytogéographique oranais (Nord-Ouest algérien) et persistance d'espèces rares et endémiques. *Fl. Medit.* 20, 5-22.

### Références bibliographiques

110. Kherchouche D., Beghami Y. et Kalla M. Impact de la sécheresse sur le dé périssement des cédraies dans le massif des Aurès. Communication aux Journées internationales sur l'impact des changements climatiques sur les régions arides et semi arides. CRSTRA – Biskra – du 15 au 17.
111. Koné M., Aman A., Adou Yao C-Y., Coulibaly L. et N'guessan K-E. Suivi diachronique par télédétection spatiale de la couverture ligneuse en milieu de savane soudanienne en côte d'Ivoire. *Revue Télédétection*, 7 (1, 2, 3, 4), 433-446.
112. Lacoste A. et Roux M. 1972. L'analyse multidimensionnelle en phytosociologie et en écologie. Application à des données de l'étage subalpin des Alpes -maritimes. II. l'analyse des données écologiques et l'analyse globale. *Decol. Plant.*, 7, 125-146.
113. Lacoste A., Salanon R. 1969. *Eléments de biogéographie et d'écologie*. Paris, Nathan, coll. fac. Géographie, 189 p.
114. Lacoste A., Salanon R., 2001, *Eléments de biogéographie et d'écologie*. 2e édition. Paris, Nathan, coll. fac. Géographie, 318 p.
115. Laffitte R. 1939. *Esquisse géologique de l'Aurès*. Thèse ès sciences – Paris, France. 484p.
116. Lebreton J. D., Chessel D., Prodron R. et Yoccoz N. 1988a. L'analyse des relations espèces – milieux par l'analyse canonique des correspondances. I. variables de milieu quantitatives. *Acta oecologica, OEcologia Generalis*, 9 (1), 53- 67
117. Lebreton J. D., Chessel D., Richardot-Coulet M. et Yoccoz N. 1988b. L'analyse des relations espèces – milieux par l'analyse canonique des correspondances. II. variables de milieu qualitatives. *Acta oecologica, OEcologia Generalis*, 9 (2), 137- 151
118. Le Dû R. et Saccardy L. 1948. Étude de quelques charbons préhistoriques de la région de Tébessa. *Rev. Afric.*, 92, 111-119.
119. Le Houérou H, N. 1990. Global change: vegetation, ecosystems, and land use in the southern Mediterranean basin by the mid twenty -first century. *Israel journal of botany*, vol. 39, 481-508
120. Le Houérou H-N. 1959. *Recherches écologiques et floristiques sur la végétation de la Tunisie méridionale*, 2 Vol., Inst. Rech. Sahar, Alger; mémoire n°6, vol.1 : 281 p ; vol.2 : 229 p.

### Références bibliographiques

121. Le Houérou H.N. 1969. La végétation de la Tunisie Steppique. *Ann. Inst. Nation. Rech. Agron. Tunis*, 42 (5), 1-624 p.
122. Le Houérou H-N. 1975. Les pâturages naturels de l'Afrique du nord : Typologie, production, productivité et développement C.R. Coll. Inventaire et Cartographie des pâturages en Afrique Tropicale. *Centre Internat pour l'élevage en Afrique*, Addis Abeba, 41 -55.
123. Le Houérou H-N. 1986. The desert and arid zones of Northern Africa. (Eds), *Hot Deserts and Arid Shrublands*, vol. 12 B, pp. 101–147. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V. 451 pp.
124. Le Houérou H-N. 1992. An overview of vegetation and land degradation in world arid lands. In : Dregne HE, ed. *Degradation and restoration of arid lands*. Lubbock : International Center for Arid and Semiarid Land Studies, Texas Tech Univ, 1992 : 127-63.
125. Le Houérou H-N. 1995. Considérations biogéographiques sur les steppes arides du nord de l'Afrique. *Sécheresse* 2, Vol 6, 167-182
126. Le Houérou H-N. 1997. Climate flora and fauna changes in the Sahara over the past 500 million years. *Journal of Arid Environments* 37 (4), 619–647.
127. Le Houérou H-N. et Hoste C-H. 1977. Rangeland production and annual rainfall relation in the Mediterranean basin and in the African sahelo -Sudanian zone. *Journal of range management* 30(3), 181-198.
128. Le Houérou H-N., Claudin J. et Haywood M. 1975. - Etude phytoécologique du Hodna. *FAO, UNIP/SF ALG. 9. I* Vol. multigr. 154 p. 2 cartes.
129. Le Houérou H-N., Claudin J. et Pouget M. 1977. Etude bioclimatique des steppes algériennes (Avec une carte bioclimatique à 1/1.000.000ème). *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord Alger*, t. 68, fasc. 3 et 4, 33-75.
130. Le Houérou H-N. 1991. La Méditerranée en l'an 2050: Impacts respectifs d'une éventuelle évolution climatique et de la démographie sur la végétation, les écosystèmes et l'utilisation des terres. Etude prospective. – *Météorologie* 7(36), 4-37.
131. Lecompte M. 1969. La végétation du Moyen-Atlas Central, *trav. Inst. Sc. Chérifien*, Fac. Sci. Bot. et Biol. Végé. 31, 16 p. 1 carte et notice.

### Références bibliographiques

132. Lepoutre B. 1963. Recherches sur les conditions édaphiques de la régénération des cédraies Marocains. *Ann. Rech. For. Maroc*
133. Lepoutre B. et Martin J. 1966. Le causse moyen atlasique. *Les cahiers de la recherche agronomique* n° 24, 1967 : congrès de pédologie méditerranéenne. Madrid. Excursion au maroc. T. 5 2<sup>ième</sup> partie : description des régions traversées, chapitre IV, 207-226.
134. Lobry J. Gascuel D. et Domain F. 2003. La biodiversité spécifique des ressources démersales du plateau continental guinéen : utilisation d'indices classiques pour un diagnostic sur l'évolution de l'écosystème. *Aquatic Living Resources*, 16, 59-68  
[www.elsevier.com/locate/aquativ](http://www.elsevier.com/locate/aquativ)
135. Long G., Lacaze B., Debussche G. et Le Floch E. 1978. Expérimentation sur l'utilisation des données landsat pour l'étude écologique des zones arides de Tunisie (expérience arzotu). *O. R.S.T. O.M. collection de référence*, 365-375.
136. M'hirit O. 1982. *Etude écologique et forestière des cédraies du Rif marocain. Essai sur une approche multi-dimensionnelle de la phyto-écologie et de la productivité du cèdre (Cedrus atlantica Manetti)*. Thèse Doct. Es- sciences, Univ. Droit Econ. Et Sci. D'Aix-Marseille, 436 p + annexes.
137. Maire R. 1924. Etude sur la végétation et la flore du Grand Atlas marocain. *Mem. Soc. Sc. Nat. Maroc*, 4, 220 p.
138. Maire R. 1952. *Flore de l'Afrique du Nord : volume I*. Lechevalier Ed., Paris. 366 p.
139. Maire R. 1960. *Flore de l'Afrique du Nord. Volume VI : Gynandrales, Orchidaceae*. Edition Paul Lechevalier, Paris VI<sup>e</sup>, 397 p.
140. Maire R. 1965. *Flore de l'Afrique du Nord Volume XII. Dicotyledonae*. Edition PAUL LECHEVALIER. Paris VI<sup>e</sup>, 407 p.
141. Maire R. 1967. *Flore de l'Afrique du Nord Volume XIII. Dicotyledonae*. Edition PAUL LECHEVALIER Paris VI<sup>e</sup>, 365 p.
142. Maire R. 1977. *Flore de l'Afrique du Nord Volume XIV. Dicotyledonae*. Edition LECHEVALIER S.A.R.L Paris VII<sup>e</sup>, 397 p.
143. Martinez M-J. et Le Toan T. 2007. Mapping of flood dynamics and spatial distribution of vegetation in the amazon floodplain using multitemporal sar data. *Remote Sensing of Environment* 108 (3), 209-223.

### Références bibliographiques

144. Médail F. et Diadema K. 2006. Biodiversité végétale méditerranéenne et anthropisation : approches macro et micro-régionales. *Annales de Géographie*, 651, 618-640.
145. Médail F. et Diadema K. 2009. Glacial refugia influence plant diversity patterns in the Mediterranean Basin. *Journal of Biogeography*. 36, 1333-1345.
146. Médail F. et Quézel P. 1997. Hot-spot analysis for conservation of plants biodiversity in the Mediterranean Basin. *Ann. Mo. Bot. Gard.*, 84 : 121-127.
147. Médail F. et Quézel, P. 1999. The phytogeographical significance of S.W. Morocco compared to the Canary Islands. *Plant Ecology* 140: 221–244.
148. Médail F. et Quézel, P. 2003. Conséquences écologiques possibles des changements climatiques sur la flore et la végétation du bassin méditerranéen. — *Bocconea* 16, 397-422.
149. Meddour R. 2010. *Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie : exemple des groupements végétaux forestiers et préforestiers de la Kabylie Djurdjureene*. Thèse de docteur d'état en sciences agronomiques. Univ, Mouloud Maammeri de Tizi ouzou. Algérie. 368p + annexes
150. Meddour R. 1994. La cédraie de l'Atlas blideen (Algérie) valeur bioclimatique, syntaxonomique et dynamique. *Ann. Rec. For. Maroc*, 27 (spécial) 106-127.
151. Mediouni K. et Yahi N. 1994: Phytodynamique et autoécologie du *Cedrus atlantica* dans le Djurdjura. *Ann. Rech. For. Maroc*, 27 (spécial), 278-105
152. Meharzi M-K. 1994. Le rôle de l'orographie dans la répartition spatiale des précipitations dans le massif de l'Aurès. In: *Méditerranée*, Géographie physique de l'Algérie orientale. Tome 80, 3-4, 73-78.
153. Mercier G. 1897. Le nom des plantes en dialecte Chaouia de l'Aourès. *Actes du congrès des orientalistes*. 79-92.
154. Mitard A.E. 1941. Aperçu des grands traits géographiques de l'Aurès, Algérie. In: *Revue de géographie alpine*. Tome 29 n°4. 557-578.
155. Mittermeier R-A., Gil P-R., Hoffman M., Pilgrim J., Brooks T., Mittermeier C -G., Lamoreux J. et da Fonseca G-A-B. 2005. *Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Threatened Terrestrial Ecoregions*. CEMEX, Conservation International and Agrupacion Sierra Madre, Monterrey & Mexico.

### Références bibliographiques

- 156.** Munby G. 1847. Munby G. 1847: Flore de l'Algérie ou Catalogue des plantes indigènes du royaume d'Alger, accompagné des descriptions de quelques espèces nouvelles ou peu connues. J.B. Baillière, Paris, 120 p et 6 pl.
- 157.** Myers N., Mittermeier R-A., Mittermeier C-G., da Fonseca G.A.B. and Kent. J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853-858.
- 158.** Nadin, P. 2008. *La région méditerranéenne : un haut lieu de biodiversité*. Statistiques en bref - environnement et énergie. Eurostat, 8 p.
- 159.** Nedjahi A. *La cédraie de Chréa (Atlas Blideen) : phénologie, productivité, régénération*. Thèse de docteur de l'université de Nancy1, U.E.R physique, chimie, biologie, 184 p.
- 160.** Okkacha H. 2008. *Contribution à l'étude de la Chamaeropsie de la région de Tlemcen : aspects écologiques et cartographie*. Thèse de doctorat en écologie végétale. 2 Vol, 256 p.
- 161.** Ozenda P, 1982. *Les végétaux dans la biosphère*, Paris, Douin, 431 p.
- 162.** Papadopoulos A., Barbero M et Quézel P. 2003. Caractérisation climatique et bioclimatique de l'aire de répartition du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en Grèce ; l'action du climat sur la dynamique de ses populations. *ecologia mediterranea*, tome 29, fascicule 1, 27-37.
- 163.** Pardé J. et Bouchon J. 1988. Dendrométrie. Ecole nationale du génie rural, des eaux et des forêts. I.N.G.R.E.F, 2<sup>ème</sup> édition, 328 p.
- 164.** Petit S., Thenail C., Chauvel B., Le Cœur D. et Baudry J. 2008. Les apports de l'écologie du paysage pour comprendre la dynamique de la flore adventice. *Innovations Agronomiques*, 3, 49-60
- 165.** Peyre C. 1978. Sur la valeur discriminatoire du paramètre m en bioclimatologie marocaine. *Bulletin de l'Institut Scientifique* n° 2, Rabat, 61- 68.
- 166.** Pignatti S. 1982. *Flora d'Italia*. Edagricole, Bologna 3 vol. 790 +732 + 780 p.
- 167.** Pons A. et Thimon M. 1987. The role of fire from palaeoecological data. *ecologia mediterranea*, 12 (4), 3-11.
- 168.** Pottier Alapetite G. 1979. *Flore de la Tunisie : angiospermes - dicotylédones. Apétales-dialypétales*. Publications scientifiques tunisiennes. Programme flore et végétation tunisiennes. Ouvrage publié par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique et le Ministère de l'Agriculture, première partie, 651 p.

### Références biobibliographiques

169. Pottier Alapetite G. 1981. *Flore de la Tunisie : angiospermes - dicotylédones. Gamopétales*. Publications scientifiques tunisiennes. Programme flore et végétation tunisiennes. Ouvrage publié par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique et le Ministère de l'Agriculture, première partie, 1190 p.
170. Pouget M. 1982. Les relations sols végétations dans les steppes Sud algéroises. O.R.O.S.T.O.M, Paris 555 p.
171. Pujos A. 1966 Les milieux de la cédraie Marocaine, étude d'une classification des cédraies du Moyen Atlas et du Rif en fonction des facteurs du sol et du climat et de la régénération naturelle dans ces peuplements, *Annales de la recherche forestière au Maroc*, 1-323.
172. Quézel P. 1957. *Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord*. Lechevalier (Ed.), Paris, France, 463 p.
173. Quézel P. 1979. « Matorrals » méditerranéens et « Chaparrals » californiens. Quelques aspects comparatifs de leur dynamique, de leurs structures et de leur signification écologique. *Annales des sciences forestières*, 36 (1), 1-12.
174. Quézel P. 1981. Les hautes montagnes du Maghreb et du Proche-Orient : essai de mise en parallèle des caractères phytogéographiques. Actas III Congreso Optima. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 37 (2), 353-372.
175. Quézel P. 1985. Definition of the Mediterranean region and the origin of its flora. In : Gomez Campo, C. (ed), Plant Conservation in the Mediterranean area, W. Junk, Dordrecht, 9-24.
176. Quézel P. 1991. Structures de végétation et flore en Afrique du Nord: leurs incidences sur les problèmes de conservation. In M. Rejdali et V.H. Heywood (éds), *Conservation des ressources végétales*, Actes Editions, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, 19-32.
177. Quézel P. 1995. La flore du bassin méditerranéen : origine, mise en place, endémisme. *Ecologia Mediterranea* XXI (1/2), 19-39
178. Quézel P. et Barbero M. 1989. Les formations de genévriers rampants du Djurdjura (Algérie). Leur signification écologique, dynamique et syntaxonomique dans une approche globale des cédraies kabyles. *Lazaroa*, (11), 85-99.

### Références biobibliographiques

179. Quézel P. et Barbero M. 1990. Les forêts méditerranéennes. Problèmes posés par leur signification historique, écologique et leur conservation. *Acta Bot. Malacitana*, 15, 145-178.
180. Quézel P. et Bouaga, D. 1974. Aperçu sur la connaissance actuelle de la flore de l'Algérie et de la Tunisie. *Coll. Int. C.N.R.S.* n° 235. Montpellier,
181. Quézel P. et Médail F. 2003. Que faut-il entendre par “forêts Méditerranéennes”? *Forêt méditerranéenne t. XXIV, n° 1*, 11-31
182. Quézel P. et Santa S. 1962-1963.- *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Ed. C.N.R.S., Paris, 1170 p. (2 vols.).
183. Quézel P. 2000. *Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen*. Ibis Press Edit., Paris, 117 p.
184. Quézel P. 1956.- Contribution à l'étude des forêts de chênes à feuilles caduques d'Algérie. *Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. N.*, Nouv. Série n°1, 57 p.
185. Rajeriarison C. 1996. Aperçu bibliographique sur l'origine et les affinités de la flore malgache. *Biogéographie de Madagascar*, 195-203
186. Ramade F. 1984. *Eléments d'écologie, écologie fondamentale*. Auckland, McGraw-Hill, Paris, 397 p
187. Ramade F. 1997. Conservation des écosystèmes Méditerranéens : enjeux et perspectives. Les fascicules du plan bleu 3. Programme des nations unies pour l'environnement .Economica. 189 P
188. Raunkiaer C. 1934. *The life forms of plants and statistical plant geography*. Oxford University Press, 104 p.
189. Rivas-Martínez S. 1981. Les étages bioclimatiques de la végétation de la péninsule ibérique. ACTAS III CONGR. ÓPTIMA. Anales. Jard. Bot. Madrid 37 (2): pp 251-268.
190. Robin V., Touflan T., Botta L. et Talon B. ? Histoire de la dynamique végétale passée des forêts anciennes du Queyras, 27-47.
191. Roche P. Vennetier M. Guyot F. Moundy P. -J. et Bourguignon V. 2008. Dynamique périurbaine et composition floristique des petits îlots boisés en Provence calcaire. *RFF*, n° 5 spécial “Le paysage à l’interface des activités agricoles et forestières” , 623-640.

### Références bibliographiques

192. Roubet C. 1979. *Économie pastorale préagricole en Algérie orientale : le Néolithique de tradition capsienne*. Exemple l'Aurès. C.N.R.S., Études d'Antiquités Africaines, Paris, 594 p.
193. Saint-Laurent J. de. 1934. In Pallary, P.,- *L'abri Alain, près d'Oran (Algérie)*. Arch. De l'I.P.H., mém. 12, 27-28.
194. Sauvage ch. 1962. Le quotient pluviothermique d'emberger, son utilisation et la représentation géographique de ses variations au maroc. *Physique du globe et Météorologie, annales* Tome XX, 11-15.
195. Sauvage Ch., (1963): Etages bioclimatiques. Atlas du Maroc. Notices explicatives, Sect. II, *Physique du globe et Météorologie*, 44 p.
196. Schoenenberger A. 1970a. *Etude du couvert forestier de l'Aurès oriental tendances évolutives de ce peuplement* F.A.O, Projet –Algérie15. Constantine, 42 p.
197. Schoenenberger A. 1970b. *Catalogue des espèces vasculaires des massifs forestiers des Ben Imloul- Chèlia- Belezma- S'gag (Aurès)*, CRBT / ONRS, Alger, 30 p.
198. Schoenenberger A., 1972. Présentation géobotanique du massif des Aurès (Algérie). *Comptes rendus des séances mensuelles de la Société des Sciences naturelles et Physiques du Maroc*, 38, 68-77.
199. Schweingruber F. H. 1990. *Anatomie europäischer Hölzer. Anatomy of European Woods*. Eidgenöss. Forschungsanst. f. Wald, Schnee u. Landschaft, Birmensdorf. Verlag Paul Haupt, Bern, Stuttgart, 800 p.
200. Seltzer P. 1946. *Le climat de l'Algérie*. Trav. l'inst. Mét. phys. glo., Algérie Alger. Carbonel. 219 p.
201. Simula M. 2009. *Vers une définition de la dégradation des forêts: analyse comparative des définitions existantes*. Rapport FAO, Rome, Italie 63 p.
202. Sitayeb T. et Benabdeli K. 2008. Contribution à l'étude de la dynamique de l'occupation des sols de la plaine de la Macta (Algérie) à l'aide de la télédétection et des systèmes d'information géographique. *C. R. Biologies* 33, 466–474.
203. Talon B. 1998. Études pédoanthracologiques des variations de la limite supérieure des arbres au cours de l'holocène dans les alpes françaises. *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 52, n° 2, 1- 14.
204. Terrab A., Schnswetter P., Talavera S., Véla E. et Stuessy T.F. 2008. Range-wide phylogeography of *juniperus thurifera* L., a presumptive keystone species of western

### Références bibliographiques

- mediterranean vegetation during cold stages of the Pleistocene. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 48, 94-102.
- 205.** Timbal J. 1973. La végétation de la forêt de Saint-Hétène (Vosges). *Végétation* Vol. 27, 4-6, 267-321.
- 206.** Thinon M. 1978. La pédoanthracologie : une nouvelle méthode d'analyse phytochronologique depuis le Néolithique. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 287, série D, 1203-1206.
- 207.** Thinon M. 1980 : Application de la pédoanthracologie à la caractérisation des potentialités du milieu, dans *Ecologie appliquée, indicateurs biologiques et techniques d'études*, Paris, 204-220.
- 208.** Thinon M. 1988. Utilisation de la microscopie épiscopique interférentielle pour l'identification botanique des charbons de bois. *Wood and Archaeology*. Bois et archéologie. First European Conférence, Louvain-la-Neuve, October 2nd-3rd, *PACT 22 - III.4*, 179-188.
- 209.** Thinon M. 1992. *L'analyse pédoanthracologique. Aspects méthodologiques et applications*. Thèse de Doctorat d'état ès Sciences. Université Aix-Marseille III, 317 p.
- 210.** Thinon M. et Alifriqui M. 2004. Dégradation des thuriféraires marocaines : Premières données phytohistoriques pédoanthracologiques. *Naturalia Marocana*, 2 (1-2), 235-243.
- 211.** Thioulouse J., Simier M. et Chessel D. 2004. Simultaneous analysis of a sequence of paired ecological tables. *Ecology*, 85(1), 2004, 272–283.
- 212.** Toth J. 1978. *Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (Cedrus atlantica M.) dans le Sud de la France*. Thèse de Docteur-ingénieur. Fac St Jérôme - Marseille, 136 p.
- 213.** Unesco, 1963. *La carte bioclimatique de la zone méditerranéenne. Notice explicative*, UNESCO, FAO, 60 p + 4 cartes.
- 214.** Valdes Castrillon B. et Hernandez Bermejo E. 1995. The Mediterranean flora a reservoir of genetic resources for cultivated plants. *ecologia mediterranea XXI* (1/2), 41-46
- 215.** Véla E. et Benhouhou S. 2006. Enjeux de conservation de la flore méditerranéenne en Algérie. Communication à la conférence du jeudi 6 avril 2006, Muséum National d'histoire Naturelle, Paris.

### Références bibliographiques

- 216.** Véla E. et Benhouhou S. 2007. Évaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le Bassin méditerranéen (Afrique du Nord). *Comptes Rendus Biologies*, 330, 589-605. <http://france.elsevier.com/direct/CRASS3/>
- 217.** Volkert B. 2008. *Une étude diachronique de la flore forestière d'Alsace à partir des travaux d'Emile Essler- mise en perspective avec les changements globaux*. Mémoire de fin d'étude, 16<sup>ième</sup> promotion des ingénieurs forestiers de l'ENGREF, Agro -Paris –Tech. 102 p.
- 218.** Wojterski T et Abdessemed K. 1985. Végétation autour du sommet de Chèlia -guide de l'excursion internationale de phytosociologie - Algérie du Nord- I.N.A El Harrach- Algérie, 195-197.
- 219.** Yahi N., Véla E., Benhouhou S., de Belair G. et Gharzouli R., 2011. Identifying Important Plants Areas (Key Biodiversity Areas for Plants) in northern Algeria. *Journal of Threatened Taxa*, in press...

# *Annexes*

## Annexe I : Liste des espèces rencontrées dans la cédraies des Ouled Yagoub

N°	Espèce
1	<i>Acer monspessulanum</i> L.
2	<i>Aegilops triuncialis</i> L.
3	<i>Aegilops ventricosa</i> Tausch
4	<i>Aethionema saxatile</i> ssp. <i>saxatile</i> Thell
5	<i>Ajuga chamaepytis</i> Schreb.
6	<i>Ajuga iva</i> (L.) Schreb.
7	<i>Alchemilla arvensis</i> (L.) Scop.
8	<i>Alkanna tinctoria</i> (L.) Tausch
9	<i>Alliaria officinalis</i> Andr.
10	<i>Allium ampeloprasum</i> L.
11	<i>Allium roseum</i> L.
12	<i>Alyssum alpestre</i> L.
13	<i>Alyssum montanum</i> L.
14	<i>Ampelodesma mauritanicum</i> (Poiret.) Dur. et Sch.
15	<i>Anagallis arvensis</i> L.
16	<i>Anagallis monelli</i> L.
17	<i>Anthemis monilicostata</i> Pomel.
18	<i>Anthemis pedunculata</i> Desf. ssp. <i>eu-pedunculata</i> Desf. PM.
19	<i>Anthyllis vulneraria</i> L.
20	<i>Arabis alpina</i> L.
21	<i>Arabis pubescens</i> (Desf.) Poil.
22	<i>Arceuthobium oxycedri</i> (D.C.) MB.
23	<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.
24	<i>Armeria alliacea</i> (Cav.) Hoffm.
25	<i>Arrhenatherium elatius</i> ssp. <i>erianthum</i> (B. et R.) Trab.
26	<i>Asparagus acutifolius</i> L.
27	<i>Asperula cynanchica</i> L.
28	<i>Asperula hirsuta</i> L.
29	<i>Asperula laevigata</i> L.
30	<i>Asphodeline lutea</i> (L. Rchb).
31	<i>Asphodelus microcarpus</i> . salzm et viv.
32	<i>Asplenium ceterach</i> . Lamk.
33	<i>Asplenium trichomones</i> . L.
34	<i>Astragalus armatus</i> ssp <i>numidicus</i> Willd.
35	<i>Astragalus caprinus</i> . L.
36	<i>Astragalus cruciatus</i> Link.
37	<i>Astragalus geniculatus</i> Desf.
38	<i>Astragalus monspessulanus</i> L.
39	<i>Astragalus sesameus</i> L.
40	<i>Astragalus hamosus</i> . L.
41	<i>Atractylis humilis</i> . L.
42	<i>Atractylis cancellata</i> L.
43	<i>Avena bromoides</i> . (Gouan) Trab.
44	<i>Bellis silvestris</i> . L.
45	<i>Berberis hispanica</i> . Bois et Reut.
46	<i>Brachypodium distachyum</i> . (L.) P.B.

N°	Espèce
47	<i>Bromus erectus</i> Huds.
48	<i>Bromus squarrosus</i> . L.
49	<i>Bromus sterilis</i> L.
50	<i>Bromus tectorum</i> L.
51	<i>Bunium alpinum</i> Waldst. et Kit.
52	<i>Bupleurum spinosum</i> . L.
53	<i>Calycotome spinosa</i> . (L.). Lamk.
54	<i>Capsella bursa-pastoris</i> . .
55	<i>Carduus getulus</i> Pomel.
56	<i>Carduus nutans</i> ssp. <i>macrocephalus</i> (Desf.) Gugler
57	<i>Carduus pycnocephalus</i> L.
58	<i>Catananche caerulea</i> L.
59	<i>Catananche caespitosa</i> Desf.
60	<i>Cedrus atlantica</i> Manetti.
61	<i>Centaurea acaulis</i> L.
62	<i>Centaurea africana</i> var. <i>africana</i> (Bonnet) M.
63	<i>Centaurea alba</i> var. <i>mauritanica</i> Batt.
64	<i>Centaurea involucrate</i> Desf.
63	<i>Centaurea solstitialis</i> ssp. <i>schouwii</i> (DC.) Q. et S.
65	<i>Centaurea tougourensis</i> ssp. <i>tougourensis</i> Q. et S.
66	<i>Centaureum pulchellum</i> . (Sw.) Hayek.
67	<i>Cerastium gibraltarium</i> Boiss.
68	<i>Cirsium acarna</i> . (L.) Moench.
69	<i>Cirsium casabonae</i> .(L.) Dc.
70	<i>Cistus salvifolius</i> . L.
71	<i>Cistus villosus</i> L.
72	<i>Convolvulus cantabrica</i> . L.
73	<i>Coronilla minima</i> L.
74	<i>Cotyledon umbilicus-venris</i> . L.
75	<i>Crataegus laciniata</i> . Ucria.
76	<i>Crataegus monogyna</i> (Jacq) R.
77	<i>Crepis faureliana</i> M.
78	<i>Crucianella patula</i> L.
79	<i>Cynoglossum cheirifolium</i> . L.
80	<i>Cynoglossum dioscoridis</i> . Vill.
81	<i>Cynosurus echinatus</i> . L.
82	<i>Cystopteris filix-fragilis</i> . (L.) Borb.
83	<i>Dactylus glomerata</i> . L.
84	<i>Daphne gnidium</i> L.
85	<i>Daphne oleoides</i> Schreb var. <i>atlantica</i> Maire
86	<i>Dasypyrum hordeaceum</i> (Coss.et Dur.) M
87	<i>Daucus carota</i> ssp. <i>hispanicus</i> (Gouan) Thell.
88	<i>Desmazeria sicula</i> . (Jacq.) Dumort.
89	<i>Dianthus balbisii</i> Ser.
90	<i>Dianthus Caryophyllus</i> L.
91	<i>Elichrysum lacteum</i> Coss. et Dur.
92	<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz.
93	<i>Erinacea anthyllis</i> Link.

N°	Espèce
94	<i>Erodium bipinnatum</i> Willd.
95	<i>Erodium cheilanthifolium</i> . Boiss.
96	<i>Erodium montanum</i> Coss. et Dur.
97	<i>Erucastrum laevigatum</i> (L.) O. E. Schulz.
98	<i>Eryngium dichotomum</i> Desf.
99	<i>Eryngium triquetrum</i> Vahl.
100	<i>Erysimum bocconeii</i> (All.) Pers.
101	<i>Euphorbia atlantica</i> Coss.
102	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.
103	<i>Euphorbia peplus</i> L.
104	<i>Evax pygmaea</i> (L.) Brot.
105	<i>Filago exigua</i> Sibth.
106	<i>Foeniculum vulgare</i> (Miller) Gaertne.
107	<i>Fraxinus xanthoxyloides</i> . Wamm.
108	<i>Galium aparine</i> ssp. <i>spurium</i> (L.) Hartm.
109	<i>Galium pusillum</i> . L.
110	<i>Galium setaceum</i> Lamk.
111	<i>Geranium lucidum</i> (Bauhin) L.
112	<i>Geranium molle</i> L.
113	<i>Geranium pusillum</i> L.
114	<i>Geranium robertianum</i> . L.
115	<i>Geranium rotundifolium</i> L.
116	<i>Globularia alypum</i> . L.
117	<i>Hedera helix</i> L.
118	<i>Hedypnois cretica</i> (L.) Willd.
119	<i>Helianthemum canum</i> (L.) Baumg.
120	<i>Helianthemum cinereum</i> ssp. <i>rubellum</i>
121	<i>Helianthemum croceum</i> (Desf.) Pers.
122	<i>Hertia cheirifolia</i> (L.) O. K.
123	<i>Himantoglossum hircinum</i> (L.) Spreng.
124	<i>Hippocrepis scabra</i> DC.
125	<i>Hordeum murinum</i> L.
126	<i>Hyoseris radiata</i> L.
127	<i>Hypochoeris achyrophorus</i> L.
128	<i>Hypochoeris glabra</i> (L.) End.
129	<i>Hypparhenia hirta</i> (L.) Stapf.
130	<i>Iberis linifolia</i> ssp. <i>Balansae</i> (Jord.) Maire
131	<i>Inula montana</i> L.
132	<i>Juniperus communis</i> ssp. <i>eu-communis</i> (Syme) Engl. var. <i>hemisphaerica</i> (Presl.) Parl.
133	<i>Juniperus oxycedrus</i> L.
134	<i>Jurinea humilis</i> DC.
135	<i>Kentranthus ruber</i> DC.
136	<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult
137	<i>Lamium amplexicaule</i> L.
138	<i>Lamium longiflorum</i> var. <i>numidicum</i> Ten.
139	<i>Lathyrus sphaericus</i> Retz
140	<i>Lathyrus annuus</i> L.
141	<i>Leontodon hispidulus</i> (Del.) Boiss.

N°	Espèce
142	<i>Linaria arvensis</i> L.
143	<i>Linaria heterophylla</i> ssp. <i>eu-heterophylla</i> Maire.
144	<i>Linum strictum</i> L.
145	<i>Lithospermum apulum</i> (L.) Vahl.
146	<i>Lolium perenne</i> L.
147	<i>Lonicera arborea</i> Boiss.
148	<i>Lonicera etrusca</i> Santi.
149	<i>Lotus corniculatus</i> ssp. <i>eu-corniculatus</i> Syme.
150	<i>Lotus ornithopodioides</i> L.
151	<i>Malope malachoïdes</i> L.
152	<i>Malva sylvestris</i> L.
153	<i>Marrubium vulgare</i> L.
154	<i>Medicago laciniata</i> (L.) All.
155	<i>Medicago Lupulina</i> L.
156	<i>Medicago minima</i>
157	<i>Medicago orbicularis</i> (L.) Willd.
158	<i>Medicago sativa</i> L.
159	<i>Medicago turbinata</i> (L.) Willd.
160	<i>Melica ciliata</i> L.
161	<i>Micropus bombicinus</i> Lag.
162	<i>Muscari comosum</i> (L.) Mill.
163	<i>Muscari neglectum</i> Guss.
164	<i>Ononis pusilla</i> L. AC
165	<i>Onosma fastigiatum</i> Br. BI.
166	<i>Ophrys tenthredinifera</i> ssp. <i>fi</i>
167	<i>Ornithogalum tenuifolium</i> Guss.
168	<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.
169	<i>Orobanche purpurea</i> ssp. <i>lactea</i> (Poiret) Rouy
170	<i>Papaver argemone</i> L.
171	<i>Paronichia Kapela</i> ssp. <i>serpyllifolia</i> (DC) Asch. et Gr.
172	<i>Paronychia arabica</i> ssp. <i>aurasiaca</i> (Webb.) Maire et Weiller
173	<i>Paronychia argentea</i> (Pourr.) Lamk.
174	<i>Paronychia capitata</i> (L.) Lamk.
175	<i>Pinus halepensis</i> L.
176	<i>Pistacia lentiscus</i> L.
177	<i>Plantago albicans</i> L.
178	<i>Plantago coronopus</i> ssp. <i>Cupani</i> (Guss.) Pilger.
179	<i>Plantago lagopus</i> L.
180	<i>Poa bulbosa</i> L.
181	<i>Polycarpon polycarpoides</i> (Biv.) Zodda
182	<i>Potentilla pensylvanica</i> L.
183	<i>Potentilla recta</i> L.
184	<i>Prunus avium</i> L.
185	<i>Prunus prostrata</i> Labil.
186	<i>Quercus ilex</i> L.
187	<i>Ranunculus bulbosus</i> L.
188	<i>Ranunculus montanus</i> ssp. <i>aurasiacus</i> (Pomel)
189	<i>Reseda alba</i> L.

N°	Espèce
190	<i>Rhamnus alaternus</i> ssp. <i>myrtifolia</i> (Willk.) Maire
191	<i>Rosa canina</i> L.
192	<i>Rosa pimpinellifolia</i> L.
193	<i>Rosa sicula</i> Tratt.
194	<i>Rubia peregrina</i> L.
195	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott.
196	<i>Rumex bucephalophorus</i> L.
197	<i>Rumex tuberosus</i> L.
198	<i>Ruscus aculeatus</i> L.
199	<i>Salvia argentea</i> L.
200	<i>Salvia argentea</i> ssp. <i>patula</i> (Desf.) Maire
201	<i>Salvia verbenaca</i> (L.) Briq.
202	<i>Sanguisorba ancistroides</i> (Desf.) A. Br.
203	<i>Sanguisorba minor</i> ssp. <i>verrucosa</i> (Ehrenb.) Asch. et Gr.
204	<i>Santolina rosmarinifolia</i> L.
205	<i>Satureja granatensis</i> (Boiss. et Reut.) R. Fernandes
206	<i>Scabiosa atropurpurea</i> ssp. <i>Maritima</i> (L.) Fiori et Paol.
207	<i>Scabiosa crenata</i> Cyr.
208	<i>Scrofularia arguta</i> Solandr.
209	<i>Sedum acre</i> L.
210	<i>Sedum caeruleum</i> L.
211	<i>Sedum sediforme</i> (Jacq.) Pau.
212	<i>Senecio lividus</i> L.
213	<i>Senecio vulgaris</i> L.
214	<i>Sherardia arvensis</i> L.
215	<i>Sideritis montana</i> L.
216	<i>Silene atlantica</i> Coss.
217	<i>Silene colorata</i> Poiret.
218	<i>Silene italica</i> L.
219	<i>Silene laeta</i> (Ait) A. Br.
220	<i>Sinapis pubescens</i> L.ssp <i>indurata</i> Coss.) Batt.
221	<i>Smyrniium perfoliatum</i> L.
222	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.
223	<i>Taraxacum obovatum</i> (Willd.) Dc.
224	<i>Taxus baccata</i> L.
225	<i>Teucrium pseudo-Chamaepitys</i> L.
226	<i>Teucrium chamaedrys</i> L.
227	<i>Teucrium polium</i> L.
228	<i>Thapsia garganica</i> L.
229	<i>Thlapsi perfoliatum</i> L. ssp. <i>euperfoliatum</i> M.
230	<i>Thymus ciliatus</i> Desf.
231	<i>Thymus hirtus</i> Willd.
232	<i>Torilis nodosa</i> Gaertn.
233	<i>Trifolium campestre</i>
234	<i>Trifolium cherleri</i> L.
235	<i>Trifolium pratense</i> L.
236	<i>Trifolium stellatum</i> L.
237	<i>Trifolium striatum</i> L.

N°	Espèce
238	<i>Trisetum panicea</i> (Lanllc) M .
239	<i>Veronica rosea</i> Desf.
240	<i>Vicia disperma</i> DC.
241	<i>Vicia glauca</i> Persel.
242	<i>Vicia onobrychioides</i> L.
243	<i>Vicia sativa</i> L.
244	<i>Viola munbyana</i> B. et R.
245	<i>Viola silvestris</i> Lamk.
246	<i>Viola tricolor</i> ssp. <i>minima</i> Gaudin.
247	<i>Vulpia alopecuros</i> (Schousb.) Link.
248	<i>Xanthium spinosum</i> L.
249	<i>Xeranthemum inapertum</i> (L.) Mill.

## Annexe II. Liste des espèces rencontrées dans les thuriféraires des Aurès

Espèces	R01	R02	R03	R04	R05	R06	R07	R08	R09	R10	R11	R12
1 <i>Adonis annua</i> ssp. <i>autumnalis</i> (L.) Maire et Weiller	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 <i>Aegilops triuncialis</i> L.	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
3 <i>Agropyron cristatum</i> (L.) Gaertn. subsp. <i>cristatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
4 <i>Ajuga chamaeptytis</i> Schreb.	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
5 <i>Alkanna tinctoria</i> (L.) Tausch	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 <i>Allium roseum</i> L. subsp. <i>roseum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 <i>Alyssum montanum</i> L.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8 <i>Alyssum simplex</i> Rudolphi	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
9 <i>Anisantha rubens</i> (L.) Nevski subsp. <i>rubens</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 <i>Anthemis monilicostata</i> Pomel.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
11 <i>Anthemis pedunculata</i> Desf. ssp. <i>eu-pedunculata</i> Desf.	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
12 <i>Anthyllis vulneraria</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
13 <i>Arenaria serpyllifolia</i> ssp. <i>typica</i> Beck	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
14 <i>Artemisia campestris</i> L. subsp. <i>campestris</i>	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
15 <i>Artemisia herba-alba</i> Asso	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
16 <i>Asperula cynanchica</i> L.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17 <i>Asphodeline lutea</i> (L. Rchb).	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
18 <i>Asphodelus fistulosus</i> L.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
19 <i>Astragalus armatus</i> ssp. <i>numidicus</i> Willd.	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0
20 <i>Astragalus edulis</i> Bunge	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
21 <i>Astragalus geniculatus</i> Desf.	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
22 <i>Astragalus hamosus</i> L.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
23 <i>Astragalus peregrinus</i> subsp. <i>warionis</i> (Gand.) Maire	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
24 <i>Atractylis cancellata</i> L.	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
25 <i>Atractylis humilis</i> ssp. <i>caespitosa</i> (Desf.) M.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
26 <i>Avena sterilis</i> L. subsp. <i>sterilis</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0

27	<i>Bellis silvestris</i> var. <i>pappulosa</i> (E. et R) Batt.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
28	<i>Berberis hispanica</i> . Bois et Reut.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
29	<i>Brachypodium distachyum</i> (L.) P.B.	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
30	<i>Brassica dimorpha</i> Coss. et Dur.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	<i>Bromus erectus</i> Huds.	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
32	<i>Bromus squarrosus</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
33	<i>Bromus tectorum</i> L.	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
34	<i>Bupleurum spinosum</i> L.	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0
35	<i>Carduus nutans</i> ssp. <i>macrocephalus</i> (Desf.) Gugler	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
36	<i>Carduus pycnocephalus</i> L. subsp. <i>pycnocephalus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
37	<i>Carthamus pinnatus</i> Desf.	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
38	<i>Catananche caerulea</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
39	<i>Cedrus atlantica</i> Manetti.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
40	<i>Centaurea acaulis</i> L.	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
41	<i>Centaurea alba</i> var. <i>mauritanica</i> Batt.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
42	<i>Centaurea involucrata</i> Desf.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
43	<i>Centaurea nicaeensis</i> ALL.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
44	<i>Centaurea tenuifolia</i> Dufour	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
45	<i>Centaurea tougourensis</i> ssp. <i>tougourensis</i> Q. et S.	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
46	<i>Centaurium pulchellum</i> (Sw.) Druce subsp. <i>pulchellum</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
47	<i>Cerastium gibraltarium</i> Boiss.	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
48	<i>Cirsium acarna</i> (L.) Moench.	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
49	<i>Colutea atlantica</i> Browicz	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	<i>Convolvulus cantabrica</i> L.	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
51	<i>Coronilla minima</i> L. ac	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
52	<i>Crataegus laciniata</i> Ucria.	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
53	<i>Crucianella patula</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
54	<i>Cynosurus echinatus</i> L.	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
55	<i>Cytisus purgans</i> (L.) Benth.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
56	<i>Dactylis glomerata</i> L. subsp. <i>glomerata</i>	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0

57	<i>Daphne gnidium</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
58	<i>Dasyphyrum breviaristatum</i> (H.Lindb.) Fred.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
59	<i>Dianthus serrulatus</i> Desf. subsp. <i>serrulatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
60	<i>Ephedra nebrodensis</i> Tin.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
61	<i>Erinacea anthyllis</i> Link.	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
62	<i>Eruca vesicaria</i> (L.) Car.	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
63	<i>Eryngium dichotomum</i> Desf.	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0
64	<i>Erysimum bocconeii</i> (All.) Pers.	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
65	<i>Euphorbia bupleuroides</i> ssp. <i>luteola</i> (Coss. et Dur.) Maire	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0
66	<i>Euphorbia helioscopia</i> L. subsp. <i>helioscopia</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
67	<i>Filago pygmaea</i> L. subsp. <i>pygmaea</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
68	<i>Fraxinus xanthoxyloides</i> Wamm.	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0
69	<i>Fumaria parviflora</i> Lamk	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	<i>Genista microcephala</i> Coss. et Dur. var. <i>genuina</i> Maire.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
71	<i>Geranium molle</i> L.	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
72	<i>Geranium rotundifolium</i> L.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
73	<i>Globularia alypum</i> ssp. <i>eu-Alypum</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
74	<i>Hedypnois cretica</i> (L.) Willd.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
75	<i>Helianthemum oelandicum</i> subsp. <i>incanum</i> (Willk.) G.López	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
76	<i>Helianthemum cinereum</i> ssp. <i>rubellum</i> (Presl.) M.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
77	<i>Helianthemum croceum</i> (Desf.) Pers.	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0
78	<i>Helianthemum papillare</i> Boiss.	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
79	<i>Helichrysum italicum</i> (Roth) G.Don subsp. <i>italicum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
80	<i>Helichrysum lacteum</i> Coss. & Durieu	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
81	<i>Hertia cheirifolia</i> (L.) O. K.	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0
82	<i>Hippocrepis monticola</i> Lassen	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
83	<i>Hordeum murinum</i> L.	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
84	<i>Hyoseris radiata</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
85	<i>Hyparrhenia hirta</i> (L.) Stapf.	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
86	<i>Hypochoeris glabra</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0





147	<i>Salvia verbenaca</i> (L.) Briq.	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
148	<i>Sanguisorba minor</i> ssp. <i>verrucosa</i> (Ehrenb.) Asch. et Gr.	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
149	<i>Santolina chamaecyparissus</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
150	<i>Satureja granatensis</i> (Boiss. et Reut.) R. Fernandes	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
151	<i>Scandix australis</i> L. subsp. <i>australis</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
152	<i>Scolymus hispanicus</i> L.	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
153	<i>Scorzonera laciniata</i> L.	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
154	<i>Scrophularia canina</i> subsp. <i>ramosissima</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
155	<i>Sedum acre</i> ssp. <i>neglectum</i> (Ten) Archang.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
156	<i>Sedum caeruleum</i> L.	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
157	<i>Senecio lividus</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
158	<i>Senecio vulgaris</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
159	<i>Sherardia arvensis</i> L.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
160	<i>Sideritis montana</i> L.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
161	<i>Silene conica</i> L.	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
162	<i>Silene italica</i> (L.) Pers.	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
163	<i>Sixalix atropurpurea</i> subsp. <i>maritima</i> (L.) Greuter & Burdet	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0
164	<i>Stipa asperifolia</i> subsp. <i>longiglumis</i>	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
165	<i>Stipa tenacissima</i> L.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
166	<i>Taxus baccata</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
167	<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
168	<i>Teucrium polium</i> ssp. <i>aurasianum</i> Maire	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0
169	<i>Thymelaea argentata</i> (Lam.) Pau	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
170	<i>Thymus algeriensis</i> Boiss. & Reut.	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
171	<i>Thymus munbyanus</i> Boiss. & Reut. subsp. <i>munbyanus</i>	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
172	<i>Torilis nodosa</i> Gaertn.	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
173	<i>Tragopogon porrifolius</i> L.	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
174	<i>Trigonella gladiata</i> M.Bieb.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
175	<i>Trigonella polyceratia</i> L.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
176	<i>Trisetaria panicea</i> (Lam.) Paunero	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

177	<i>Tulipa sylvestris</i> L. subsp. <i>sylvestris</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
178	<i>Umbilicus rupestris</i> (Salisb.) Dandy	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
179	<i>Urospermum dalechampii</i> (L.) F.W.Schmidt	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
180	<i>Verbascum rotundifolium</i> Ten. subsp. <i>rotundifolium</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
181	<i>Veronica rosea</i> Desf.	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
182	<i>Vicia glauca</i> C.Presl subsp. <i>glauca</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
183	<i>Vicia sativa</i> subsp. <i>amphicarpa</i> (L.) Batt.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
184	<i>Viola munbyana</i> B. et R.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
185	<i>Xeranthemum inapertum</i> (L.) Mill.	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0



N°	Espèce	R 01	R 02	R 03	R 04	R 05	R 06	R 07	R 08	R 09	R 10	R 11	R 12	R 13	R 14	R 15	R 16	R 17	R 18	R 19	R 20	R 21	R 22	R 23	R 24	R 25	R 26	R 27	R 28	R 29	R 30	R 31	R 32	R 33	R 34	R 35	R 36	R 37	R 38	R 39	R 40	R 41	R 42	R 43	R 44					
27	<i>Asparagus acutifolius</i> L.	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1		
28	<i>Asperula cynanchica</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0		
29	<i>Asperula hirsuta</i> L.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
30	<i>Asperula hirsuta</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0			
31	<i>Asphodeline lutea</i> (L.) Rchb.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1			
32	<i>Asphodelus aestives</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1			
33	<i>Asplenium ceterach</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
34	<i>Asterolinum stellatum</i> (L.) Duby.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		
35	<i>Astragalus armatus</i> Willd.	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
36	<i>Astragalus cruciatus</i> Link.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
37	<i>Astragalus hamosus</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
38	<i>Atractylis cancellata</i> L.	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
39	<i>Atractylis humilis</i> L.	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	
40	<i>Atractylis serratuloides</i> Sieb.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
41	<i>Avena barbata</i> Potter	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
42	<i>Avena bromoides</i> (Gouan) Trab.	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
43	<i>Bellis silvestris</i> L.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0		
44	<i>Berberis hispanica</i> Bois. et Reut.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0		
45	<i>Brachypodium distachyum</i> (L.) P. B.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	
46	<i>Brachypodium</i> sp P. B.	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
47	<i>Bromus erectus</i> Huds.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0		
48	<i>Bromus squarrosus</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1			
49	<i>Bromus sterilis</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
50	<i>Bupleurum spinosum</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0		
51	<i>Calycotome spinosa</i> (L.) Lamk.	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	
52	<i>Campanula atlantica</i> Coss. et Dur.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
53	<i>Campanula</i> sp L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
54	<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0		
55	<i>Carduncellus pinnatus</i> (Desf.) Dc.	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
56	<i>Carduus getulus</i> Pomel.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1

.../...













N°	Espèce	R 01	R 02	R 03	R 04	R 05	R 06	R 07	R 08	R 09	R 10	R 11	R 12	R 13	R 14	R 15	R 16	R 17	R 18	R 19	R 20	R 21	R 22	R 23	R 24	R 25	R 26	R 27	R 28	R 29	R 30	R 31	R 32	R 33	R 34	R 35	R 36	R 37	R 38	R 39	R 40	R 41	R 42	R 43	R 44		
230	<i>Torilis nodosa</i> Gaertn.	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1		
231	<i>Tragopogon porrifolius</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
232	<i>Trifolium campestre</i> Schreb.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1		
233	<i>Trifolium pratense</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
234	<i>Trifolium stellatum</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
235	<i>Trisetaria flavescens</i> Subsp. <i>pratensis</i> (Pers.) Beck	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0			
236	<i>Tulipa silvestris</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0		
237	<i>Tunica illyrica</i> ssp. <i>angustifolia</i> (Poiret) Maire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		
238	<i>Tunica prolifera</i> ssp. <i>prolifera</i> Briq.(Petrorhagia Rp7)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1		
239	<i>Valerianella coronata</i> (L.) Dc.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
240	<i>Verbascum rotundifolium</i> ssp. <i>eu-rotundifolium</i> Murb.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
241	<i>Veronica rosea</i> Desf.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
242	<i>Vicia glauca</i> Persel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	
243	<i>Vicia sativa</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		
244	<i>Viola mubyana</i> B. et R.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0		
245	<i>Viola odorata</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
246	<i>Vulpia alopecuros</i> (Schousb.) Link	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
247	<i>Xeranthemum inapertum</i> (L.) Mill.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0

**Annexe IV : Variables environnementales des 44 relevés 2009**

	<b>Alt</b>	<b>Sub</b>	<b>Ver</b>	<b>Exp</b>	<b>Pat</b>	<b>Cou</b>	<b>Pen</b>	<b>Q<sub>2</sub></b>	<b>Re1</b>	<b>Re2</b>	<b>Re3</b>
<b>R01</b>	1410	1	2	5	2	1	5	73,74	2	2	0
<b>R02</b>	1520	3	1	3	3	1	30	47,87	4	1	1
<b>R03</b>	1550	3	1	2	3	1	20	48,6	2	2	0
<b>R04</b>	1500	3	1	2	3	1	30	47,38	2	2	0
<b>R05</b>	1400	1	1	3	3	1	45	44,96	3	1	0
<b>R06</b>	1315	1	1	1	2	2	3	42,94	2	3	1
<b>R07</b>	1360	1	1	3	2	1	4	44,01	1	4	0
<b>R08</b>	1355	1	1	1	2	1	5	43,89	2	3	2
<b>R09</b>	1350	3	1	1	2	1	15	43,77	2	5	1
<b>R10</b>	1400	3	1	2	3	1	3	44,96	3	3	2
<b>R11</b>	1380	3	1	2	2	1	10	44,48	2	5	0
<b>R12</b>	1287	3	1	1	3	1	3	42,27	2	0	0
<b>R13</b>	1360	3	1	2	2	1	20	44,01	2	3	0
<b>R14</b>	1347	3	1	2	3	1	12	43,7	3	2	0
<b>R15</b>	1415	3	1	2	3	2	6	45,32	3	2	0
<b>R16</b>	1610	3	1	1	3	2	5	50,08	2	5	3
<b>R17</b>	1320	2	1	1	2	1	20	43,05	2	4	0
<b>R18</b>	1326	2	1	1	1	1	15	43,2	3	3	0
<b>R19</b>	1360	1	2	4	2	1	30	71,16	3	2	0
<b>R20</b>	1445	2	2	6	1	1	15	75,56	5	5	1
<b>R21</b>	1573	2	2	6	2	2	20	82,3	3	4	2
<b>R22</b>	1495	2	2	5	2	1	20	78,17	4	3	0
<b>R23</b>	1572	2	2	4	2	1	3	82,24	5	2	0
<b>R24</b>	1444	2	2	4	3	1	15	75,5	2	5	0
<b>R25</b>	1580	2	2	6	3	2	20	82,67	4	2	1
<b>R26</b>	1700	3	2	5	3	2	25	89,13	1	2	3
<b>R27</b>	1930	4	1	3	2	1	10	58,21	4	1	4
<b>R28</b>	1910	4	1	1	2	1	10	57,69	4	2	2
<b>R29</b>	1770	4	1	3	2	1	30	54,1	1	3	0
<b>R30</b>	2215	4	1	3	2	1	15	65,8	2	3	0
<b>R31</b>	2200	4	2	4	2	1	20	117,5	2	3	0
<b>R32</b>	2250	4	2	5	2	1	25	120,5	3	3	0
<b>R33</b>	1850	3	2	5	2	1	30	97,4	3	4	3
<b>R34</b>	1600	3	2	5	2	2	15	83,74	3	3	3
<b>R35</b>	1800	3	2	5	2	2	30	94,62	3	2	5
<b>R36</b>	1850	3	2	5	2	1	3	97,4	4	3	1
<b>R37</b>	1900	3	2	5	2	1	40	100,2	3	3	4
<b>R38</b>	2250	4	1	4	1	1	20	120,5	2	3	0
<b>R39</b>	2000	3	2	3	1	1	15	60,04	3	3	4
<b>R40</b>	1286	1	2	2	3	2	3	42,25	2	2	0
<b>R41</b>	1365	1	2	2	2	2	10	44,13	2	5	1
<b>R42</b>	1588	2	1	6	2	2	30	83,1	2	3	5
<b>R43</b>	1612	1	1	5	2	2	10	84,38	4	3	1
<b>R44</b>	1491	1	1	5	3	2	15	77,96	3	3	1

## Annexe V. Liste des espèces rencontrées dans les relevés profils et les variables pédologiques

Variables pédologiques	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
A11 (argile du niveau 1 classe 1)	1	0	0	1	1	0	0
A12 (argile du niveau 1 classe 2)	0	1	1	0	0	0	0
A13 (argile du niveau 1 classe 3)	0	0	0	0	0	1	1
L11 (limon du niveau 1 classe 1)	0	0	0	0	1	0	0
L12 (limon du niveau 1 classe 2)	1	1	1	1	0	0	1
L13 (limon du niveau 1 classe 3)	0	0	0	0	0	1	0
S11 (sable du niveau 1 classe 1)	0	0	0	0	0	1	0
S12 (sable du niveau 1 classe 2)	0	1	1	0	0	0	1
S13 (sable du niveau 1 classe 3)	1	0	0	1	1	0	0
pH11 (potentiel d'hydrogène du niveau 1 classe 1)	0	0	0	0	0	1	1
pH12 (potentiel d'hydrogène du niveau 1 classe 2)	1	1	0	1	1	0	0
pH13 (potentiel d'hydrogène du niveau 1 classe 3)	0	0	1	0	0	0	0
CT11 (calcaire total du niveau 1 classe 1)	1	1	1	1	1	0	0
CT13 (calcaire total du niveau 1 classe 2)	0	0	0	0	0	1	1
C12 (carbone organique du niveau 1 classe 1)	1	1	0	1	0	1	0
C13 (carbone organique du niveau 1 classe 2)	0	0	1	0	1	0	1
N11 (azote total du niveau 1 classe 1)	1	0	0	1	0	1	0
N12 (azote total du niveau 1 classe 2)	0	1	1	0	0	0	0
N13 (azote total du niveau 1 classe 3)	0	0	0	0	1	0	1
CN12 (Rapport C/N du niveau 1 classe 1)	1	0	1	0	1	1	1
CN13 (Rapport C/N du niveau 1 classe 2)	0	1	0	1	0	0	0
T12 (capacité d'échange cationique du niveau 1 classe 2)	1	1	1	1	1	0	1
T13 (capacité d'échange cationique du niveau 1 classe 3)	0	0	0	0	0	1	0
Ca11 (bases échangeables calcium du niveau 1 classe 1)	0	0	0	0	1	0	1
Ca12 (bases échangeables calcium du niveau 1 classe 2)	0	1	1	0	0	1	0
Ca13 (bases échangeables calcium du niveau 1 classe 3)	1	0	0	1	0	0	0
Mg11 (bases échangeables magnésium du niveau 1 classe 1)	1	1	0	1	0	0	0
Mg12 (bases échangeables magnésium du niveau 1 classe 2)	0	0	1	0	0	0	1
Mg13 (bases échangeables magnésium du niveau 1 classe 3)	0	0	0	0	1	1	0
Na11 (bases échangeables sodium du niveau 1 classe 1)	0	1	0	1	1	1	1
Na12 (bases échangeables sodium du niveau 1 classe 2)	1	0	1	0	0	0	0
K11 (bases échangeables potassium du niveau 1 classe 1)	1	0	0	1	0	0	0
K12 (bases échangeables potassium du niveau 1 classe 2)	0	1	1	0	0	0	1
K13 (bases échangeables potassium du niveau 1 classe 3)	0	0	0	0	1	1	0
A21 (argile du niveau 2 classe 1)	1	1	0	0	0	0	0
A22 (argile du niveau 2 classe 2)	0	0	0	0	1	0	0
A23 (argile du niveau 2 classe 3)	0	0	1	1	0	1	1
L21 (limon du niveau 2 classe 1)	0	0	1	1	0	0	1
L22 (limon du niveau 2 classe 2)	1	1	0	0	1	0	0
L23 (limon du niveau 2 classe 3)	0	0	0	0	0	1	0
S21 (sable du niveau 2 classe 1)	0	0	0	0	0	1	0
S22 (sable du niveau 2 classe 2)	0	0	1	1	1	0	1
S23 (sable du niveau 2 classe 3)	1	1	0	0	0	0	0
pH21 (potentiel d'hydrogène du niveau 2 classe 1)	0	1	0	0	0	0	0
pH22 (potentiel d'hydrogène du niveau 2 classe 2)	0	0	0	0	0	0	1
pH23 (potentiel d'hydrogène du niveau 2 classe 3)	1	0	1	1	1	1	0
CT21 (calcaire total du niveau 2 classe 1)	1	1	0	1	1	0	1
CT22 (calcaire total du niveau 2 classe 2)	0	0	0	0	0	1	0
CT23 (calcaire total du niveau 2 classe 3)	0	0	1	0	0	0	0
C21	1	1	1	1	0	1	1

<b>Variables pédologiques</b>		<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>R5</b>	<b>R6</b>	<b>R7</b>
C22 (carbone organique du niveau 2 classe 2)		0	0	0	0	1	0	0
N21 (azote total du niveau 2 classe 1)		1	1	1	1	0	1	1
N22 (azote total du niveau 2 classe 2)		0	0	0	0	1	0	0
CN21 (Rapport C/N du niveau 2 classe 1)		1	1	1	1	1	1	1
T21 (capacité d'échange cationique du niveau 2 classe 1)		0	1	0	0	0	1	0
T22 (capacité d'échange cationique du niveau 1 classe 2)		1	0	1	0	1	0	0
T23 (capacité d'échange cationique du niveau 1 classe 3)		0	0	0	1	0	0	1
Ca21 (bases échangeables calcium du niveau 2 classe 1)		0	1	0	0	1	0	0
Ca22 (bases échangeables calcium du niveau 2 classe 2)		1	0	1	0	0	1	1
Ca23 (bases échangeables calcium du niveau 2 classe 3)		0	0	0	1	0	0	0
Mg21 (bases échangeables magnésium du niveau 2 classe 1)		1	1	1	1	0	1	0
Mg23 (bases échangeables magnésium du niveau 2 classe 3)		0	0	0	0	1	0	1
Na21 (bases échangeables sodium du niveau 2 classe 1)		0	0	0	0	0	1	0
Na22 (bases échangeables sodium du niveau 2 classe 2)		1	1	1	1	0	0	0
Na23 (bases échangeables sodium du niveau 2 classe 3)		0	0	0	0	1	0	1
K21 (bases échangeables potassium du niveau 2 classe 1)		1	1	1	0	0	1	0
K22 (bases échangeables potassium du niveau 2 classe 1)		0	0	0	1	1	0	1
<b>N°</b>	<b>Espèces</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>R5</b>	<b>R6</b>	<b>R7</b>
1	<i>Acer monspessulanum</i> ssp. <i>eu-monspessulanum</i> P. Four.	0	0	0	0	0	1	1
2	<i>Aegilops triuncialis</i> L. R	0	0	1	1	1	1	1
3	<i>Ajuga chamaeopytis</i> Schreb. AR	0	0	0	0	0	1	1
4	<i>Allium paniculatum</i> L.	0	0	1	0	0	0	0
5	<i>Alyssum granatense</i> Boiss. et Reut. C	0	0	0	1	0	0	0
6	<i>Alyssum montanum</i> L. AC	1	1	0	0	0	1	0
7	<i>Ampelodesma mauritanicum</i> (Poiret.) Dur. et Sch. AR	0	0	0	1	0	1	1
8	<i>Anagallis monelli</i> L.	1	1	0	1	0	0	0
9	<i>Anchusa undulata</i> L. Méd.	0	0	0	1	0	0	0
10	<i>Anthemis monilicostata</i> Pomel.	1	1	0	0	1	1	1
11	<i>Anthyllis vulneraria</i> L.	0	1	0	0	0	0	0
12	<i>Arabis pubescens</i> (Desf.) Poil.	0	1	0	0	0	0	0
13	<i>Arceuthobium oxycedri</i> (D.C.) MB. AR	0	0	1	0	0	0	0
14	<i>Arenaria serpyllifolia</i> ssp. <i>typica</i> Beck AR	0	0	1	0	1	1	0
15	<i>Argyrolobium linnaeanum</i> Walp.	0	0	1	0	0	0	0
16	<i>Armeria alliacea</i> (Cav.) Hoffm. R	1	0	0	0	0	0	0
17	<i>Arrhenatherium elatius</i> ssp. <i>Bulbosum?</i> (B. et R.) Trab	0	0	1	0	0	0	0
18	<i>Artemisia campestris</i> L. Circumbor.	0	0	1	0	0	0	0
19	<i>Asparagus acutifolius</i> L. AR	0	0	0	1	0	0	1
20	<i>Asperula cynanchica</i> L. CC	0	0	0	0	1	0	0
21	<i>Asperula hirsuta</i> L. CC	0	0	1	0	0	0	0
22	<i>Asphodeline lutea</i> (L. Rchb). C	0	1	0	0	0	1	1
23	<i>Asphodelus microcarpus</i> salzm et viv. CC	0	0	1	1	0	0	1
24	<i>Asterolinum linum-stellatum</i> (L.) Duby	0	0	1	0	0	0	0
25	<i>Astragalus armatus</i> ssp. <i>numidicus</i> Willd. AC	0	0	0	1	0	0	0
26	<i>Astragalus hamosus</i> . L.	0	0	0	1	0	0	1
27	<i>Atractylis humilis</i> L.	0	0	1	1	0	0	0
28	<i>Atractylis serratuloides</i> Sieb.	0	0	0	0	0	0	1
29	<i>Atractylis cancellata</i> L. CCC	0	0	1	0	0	0	0
30	<i>Avena barbata</i> Potter	0	0	0	1	0	0	0
31	<i>Avena bromoides</i> (Gouan) Trab.	0	1	0	0	0	0	0
32	<i>Bellis silvestris</i> var. <i>pappulosa</i> (E. et R) Batt. R	0	1	0	0	0	1	0
33	<i>Berberis hispanica</i> . Bois et Reut. R	1	1	0	0	0	0	0

.../...

N°	Espèces	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
34	<i>Brachypodium distachyum</i> (L.) P.B. CC	0	0	1	1	0	0	1
35	<i>Bromus erectus</i> Huds. AC	1	1	0	0	0	0	0
36	<i>Bromus squarrosus</i> L.	1	0	0	0	1	1	1
37	<i>Bupleurum spinosum</i> L. ac	1	1	0	0	0	0	0
38	<i>Calycotome spinosa</i> (L.) Lamk. cc	0	0	1	1	0	0	1
39	<i>Capsella bursa-pastoris</i> L. cc	0	0	0	0	1	0	0
40	<i>Carduncellus pinnatus</i> (Desf.) DC.	0	0	0	1	0	0	0
41	<i>Carduus getulus</i> Pomel. ac	1	1	0	0	1	0	1
42	<i>Carduus nutans</i> ssp. <i>macrocephalus</i> (Desf.) Gugler	0	0	1	0	0	1	0
43	<i>Catananche caerulea</i> L. cc	0	0	0	0	0	1	0
44	<i>Catananche montana</i> Coss. AR : KI-2, CI, AS3	1	1	0	0	0	0	0
45	<i>Cedrus atlantica</i> Manetti.	0	1	0	0	1	1	1
46	<i>Centaurea involucreta</i> Desf.	0	0	0	1	0	0	0
47	<i>Centaurea tenuifolia</i> Dufour	0	0	0	0	0	0	1
48	<i>Centaurea tougourensis</i> ssp. <i>tougourensis</i> Q. et S.	0	0	1	1	1	1	1
49	<i>Centaureum pulchellum</i> (Sw.) Hayek.	0	1	0	0	0	0	0
50	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	0	0	0	0	0	0	1
51	<i>Cerastium gibraltarium</i> Boiss. AR	1	1	0	0	0	0	0
52	<i>Cirsium acarna</i> (L.) Moench. ac	0	0	0	1	0	0	0
53	<i>Cirsium casabonae</i> (L.) Dc. R	0	0	1	0	0	0	0
54	<i>Convolvulus cantabrica</i> L. c	0	0	1	1	0	1	1
55	<i>Coronilla minima</i> L. ac	0	0	1	0	0	0	0
56	<i>Coronilla scorpioides</i> Koch	0	0	0	0	0	1	0
57	<i>Crataegus laciniata</i> Ucria. AR	0	0	0	0	1	0	0
58	<i>Crucianella patula</i> L. cc	0	0	0	0	0	1	1
59	<i>Cynoglossum dioscoridis</i> . Vill. ac	1	0	0	0	0	0	0
60	<i>Cynosurus echinatus</i> L. c	1	1	0	0	0	1	0
61	<i>Cytisus purgans</i> (L.) Benth.	1	0	0	0	0	0	0
62	<i>Dactylis glomerata</i> L. C	1	1	1	1	1	1	1
63	<i>Dasypyrum hordeaceum</i> (Coss.et Dur.) M	1	1	0	0	0	0	0
64	<i>Desmazeria sicula</i> (Jacq.) Dumort. RR	0	0	0	0	0	1	1
65	<i>Dianthus balbisii</i> Ser.	1	1	0	0	0	0	0
66	<i>Dianthus Caryophyllus</i> L.	0	0	0	0	0	1	1
67	<i>Erinacea anthyllis</i> Link. AR	1	0	0	0	0	0	0
68	<i>Erodium montanum</i> Coss. et Dur.	0	0	0	0	0	0	1
69	<i>Eryngium dichotomum</i> Desf. CC	0	0	0	0	1	0	1
70	<i>Erysimum bocconeii</i> (All.) Pers. R AS	1	0	0	0	0	0	0
71	<i>Euphorbia bupleuroides</i> Desf.	0	0	0	1	0	0	1
72	<i>Filago exigua</i> Sibth. AR	0	0	0	1	1	1	0
73	<i>Fraxinus xanthoxyloides</i> Wamm. R Aures	0	0	0	0	1	1	1
74	<i>Galium pusillum</i> ssp. <i>typicum</i> Fiori	0	0	0	0	1	0	0
75	<i>Galium setaceum</i> Lamk. AR	0	1	0	0	0	1	0
76	<i>Galium verum</i> L.	1	0	0	0	0	1	0
77	<i>Genista pseudo-pilosa</i> Coss. R	0	0	1	1	0	0	0
78	<i>Geranium molle</i> L. CC	0	0	0	1	0	0	0
79	<i>Geranium pusillum</i> L. RR (Aurès)	0	1	0	0	0	0	1
80	<i>Geranium robertianum</i> L.	0	1	0	0	0	0	0
81	<i>Globularia alypum</i> ssp. <i>eu-Alypum</i> L. CC	0	0	1	0	0	0	0
82	<i>Hedypnois cretica</i> (L.) Willd. C	0	0	1	1	0	0	1
83	<i>Hedysarum pallidum</i> Desf.	0	0	1	0	0	0	0
84	<i>Helianthemum cinereum</i> ssp. <i>rubellum</i> (Presl.) M.	0	0	1	0	1	0	0
85	<i>Helianthemum croceum</i> (Desf.) Pers. AR	1	1	0	1	0	1	0

.../...

N°	Espèces	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
86	<i>Helichrysum lacteum</i> . var. <i>typicum</i> Coss. et Dur.	1	1	0	0	0	0	0
87	<i>Hordeum murinum</i> L. CC	0	0	0	0	1	1	1
88	<i>Hyoseris radiata</i> L. CC	0	0	1	0	1	1	1
89	<i>Hypochoeris achyrophorus</i> L. CCC	1	1	0	0	0	0	0
90	<i>Hypochoeris glabra</i> (L.) CCC	0	1	0	1	1	1	1
91	<i>Iberis linifolia</i> ssp. <i>Balansae</i> (Jord.) Maire	1	0	0	0	0	0	0
92	<i>Inula montana</i> L. AC	1	1	0	0	0	0	0
93	<i>Juniperus communis</i> ssp. <i>eu-communis</i> (Syme) Engl.	1	0	0	0	0	0	0
94	<i>Juniperus oxycedrus</i> L. CC	0	0	1	1	1	1	1
95	<i>Jurinea humilis</i> DC. AC	1	0	0	0	0	0	0
96	<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult AC	1	1	0	1	0	1	0
97	<i>Lamium longiflorum</i> var. <i>numidicum</i> Ten. AR	0	1	0	0	0	1	0
98	<i>Lathyrus annuus</i> L. AR	0	0	0	0	0	0	1
99	<i>Leuzea conifera</i> (L.) DC. AC: dans le Tell	0	0	1	0	0	0	0
100	<i>Linaria heterophylla</i> ssp. <i>eu-heterophylla</i> Maire.	1	1	0	0	0	0	0
101	<i>Linum strictum</i> L.	0	0	1	1	0	0	0
102	<i>Lithospermum apulum</i> (L.) Vahl. CC	0	0	1	1	0	0	0
103	<i>Lithospermum tenuiflorum</i> L. Verifier RP2 l'espèce	1	0	0	0	0	0	0
104	<i>Lotus corniculatus</i> ssp. <i>eu-corniculatus</i> Syme. AC	0	0	0	1	1	0	1
105	<i>Lotus ornithopodioides</i> L. C	0	0	0	0	0	0	1
106	<i>Malope malachoides</i> L.	0	0	0	0	0	0	1
107	<i>Malva sylvestris</i> L. CC	0	0	1	0	0	0	0
108	<i>Medicago laciniata</i> (L.) All. AC	0	0	0	0	1	0	1
109	<i>Medicago minima</i> AC	0	0	0	0	0	1	0
110	<i>Medicago sativa</i> L. C voir subsp ??? internet et erro! <i>M. glomerata</i> ??	0	0	1	1	1	0	0
111	<i>Melandrium album</i> ssp. <i>divaricatum</i> (Rchb.) Hayek	0	0	0	0	0	1	0
112	<i>Melica ciliata</i> L. R	0	0	0	0	0	1	0
113	<i>Melilotus indica</i> (L.) AIL	0	0	0	0	0	0	1
114	<i>Micropus bombicinus</i> Lag. CCC	0	0	0	1	1	1	0
115	<i>Muscari comosum</i> (L.) Mill. C	0	0	0	1	0	0	0
116	<i>Muscari neglectum</i> Guss. AC	0	0	0	0	0	1	0
117	<i>Ornithogalum umbellatum</i> L. C	1	1	0	0	1	0	0
118	<i>Pallenis spinosa</i> ssp. <i>cuspidata</i> (Pom.) Batt.	0	0	0	1	0	0	0
119	<i>Papaver dubium</i> L.	1	0	0	0	0	0	0
120	<i>Paronichia Kapela</i> ssp. <i>serpyllifolia</i> (DC) Asch. et Gr. AR	1	0	0	0	0	0	0
121	<i>Paronychia arabica</i> ssp. <i>aurasiaca</i> (Webb.) Maire et Weiller	0	0	1	0	1	0	0
122	<i>Pinus halepensis</i> Mill. CC	0	0	0	1	0	0	0
123	<i>Plantago coronopus</i> ssp. <i>Cupani</i> (Guss.) Pilger. AR	1	1	0	0	1	0	0
124	<i>Plantago lagopus</i> L. CC	0	0	0	0	1	0	1
125	<i>Poa bulbosa</i> L. AR verifier subsp Rp1???	1	0	0	0	0	0	0
126	<i>Polycarpon polycarpoides</i> (Biv.) Zodda	0	1	0	0	0	1	0
127	<i>Potentilla recta</i> L. AC	0	1	0	0	0	0	0
128	<i>Prunus prostrata</i> Labil.	1	0	0	0	0	0	0
129	<i>Quercus ilex</i> L. C	0	0	0	1	1	1	1
130	<i>Rosa pouzini</i> Tratt	0	0	0	1	1	0	1
131	<i>Rosa pimpinellifolia</i> L. RR	1	1	0	0	0	0	0
132	<i>Rosa sicula</i> Tratt.	0	1	0	0	0	1	0
133	<i>Rubia peregrina</i> L. CC	0	0	1	0	0	1	1
134	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott. C	0	0	0	0	0	0	1
135	<i>Rumex bucephalophorus</i> L. AC	0	1	0	0	1	0	1
136	<i>Ruscus aculeatus</i> L. C	0	0	0	0	0	1	0
137	<i>Salvia verbenaca</i> (L.) Briq.	0	0	1	0	0	0	0

.../...

N°	Espèces	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
138	<i>Sanguisorba minor</i> ssp. <i>verrucosa</i> (Ehrenb.) Asch. et Gr. R	1	0	0	0	1	0	0
139	<i>Saponaria glutinosa</i> M.B.	0	0	0	0	0	1	0
140	<i>Satureja granatensis</i> (Boiss. et Reut.) R. Fernandes	1	1	0	0	1	1	0
141	<i>Scabiosa atropurpurea</i> ssp. <i>maritima</i> (L.) Fiori et Paol	0	0	0	0	0	1	1
142	<i>Scabiosa crenata</i> Cyr. AR	0	0	1	0	1	0	0
143	<i>Scandix stellatum</i> Soland. R	0	0	0	0	0	1	0
144	<i>Sedum acre</i> L. AR	1	1	0	0	1	1	0
145	<i>Sedum caeruleum</i> L. CC	1	0	1	0	1	1	0
146	<i>Sedum sediforme</i> (Jacq.) Pau. C	0	0	0	0	0	1	0
147	<i>Senecio lividus</i> L. AR	1	0	0	0	0	0	0
148	<i>Senecio vulgaris</i> L. CCC	0	1	0	0	1	0	0
149	<i>Silene inflata</i> (Salisb.) Sm.)= <i>S. Cucubalus</i> Wibel (Q&S)	0	0	1	0	0	0	0
150	<i>Silene italica</i> ssp. <i>fontanesiana</i> Maire R	1	0	0	0	1	1	0
151	<i>Taraxacum obovatum</i> (Willd.) Dc. C	1	1	0	0	0	0	0
152	<i>Teucrium pseudo-Chamaepitys</i> L. CC	0	0	1	0	0	0	0
153	<i>Teucrium chamaedrys</i> L. AC	1	0	0	1	1	0	0
154	<i>Teucrium polium</i> ssp. <i>aurasianum</i> Maire AC	0	1	1	0	1	0	0
155	<i>Thapsia garganica</i> L. CC	0	0	1	0	0	0	0
156	<i>Thymus ciliatus</i> Desf.	1	1	1	0	1	1	0
157	<i>Torilis nodosa</i> Gaertn. CC	0	0	0	0	1	1	1
158	<i>Tragopogon porrifolius</i> L.	1	0	0	0	0	0	0
159	<i>Trifolium campestre</i> Schreb. CC	0	0	0	0	1	1	1
160	<i>Trisetaria flavescens</i> Subsp. <i>pratensis</i> (Pers.) Beck	0	1	0	0	0	0	0
161	<i>Tunica illyrica</i> ssp. <i>angustifolia</i> (Poiret) Maire	0	1	0	0	0	0	0
162	<i>Tunica prolifera</i> ssp. <i>prolifera</i> Briq.	1	0	0	0	0	0	1
163	<i>Verbascum rotundifolium</i> ssp. <i>eu-rotundifolium</i> Murb.	0	0	0	0	0	1	0
164	<i>Vicia glauca</i> Persel. R	0	1	0	0	0	1	0
165	<i>Vicia sativa</i> L. ssp. ???Rp7	0	0	0	1	0	0	0
166	<i>Viola munbyana</i> B. et R. AC	1	0	0	0	0	0	0
167	<i>Xeranthemum inapertum</i> (L.) Mill. CC	1	0	0	0	1	1	0

**Annexe VI. Liste floristique 172espèces /23 relevé, 1999)**

Espèce		R01	R02	R03	R06	R07	R09	R10	R11	R13	R14	R15	R16	R19	R20	R21	R22	R23	R25	R26	R27	R28	R34	R36
E1	<i>Acer monspessulanum</i> L.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0
E2	<i>Aegilops triuncialis</i> L.	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
E3	<i>Agropyron cristatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
E4	<i>Agrostis alpina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
E5	<i>Ajuga chamaepytis</i> Schreb.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
E6	<i>Allium sativum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E7	<i>Allium sp</i> (L.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
E8	<i>Ampelodesma mauritanicum</i> (Poirot.) Dur. etSch.	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
E9	<i>Anagallis monelli</i> L.	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1
E10	<i>Anchusa undulata ssp eu-undulata</i> M.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
E11	<i>Anthemis monilicostata</i> Pomel.	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1
E12	<i>Anthyllis vulneraria</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
E13	<i>Artemisia alba</i> Turra.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E14	<i>Artemisia campestris</i> L.	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E15	<i>Asparagus acutifolius</i> L.	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
E16	<i>Asperula cynanchica</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
E17	<i>Asperula hirsuta</i> L.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
E18	<i>Asphodeline lutea</i> (L.) Rchb.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1
E19	<i>Asphodelus aestives</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0
E20	<i>Asplenium ceterach</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
E21	<i>Asterolinum stellatum</i> (L.) Duby.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E22	<i>Astragalus armatus</i> Willd.	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
E23	<i>Astragalus cruciatus</i> Link.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E24	<i>Atractylis cancellata</i> L.	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E25	<i>Atractylis humilis</i> L.	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E26	<i>Atractylis serratuloides</i> Sieb.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
E27	<i>Avena bromoides</i> (Gouan) Trab.	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
E28	<i>Bellis silvestris</i> L.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E29	<i>Berberis hispanica</i> Bois. et Reut.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0

Espèce	R01	R02	R03	R06	R07	R09	R10	R11	R13	R14	R15	R16	R19	R20	R21	R22	R23	R25	R26	R27	R28	R34	R36
E30 <i>Brachypodium distachyum</i> (L.) P. B.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
E31 <i>Brachypodium</i> sp P. B.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E32 <i>Bromus squarrosus</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
E33 <i>Bromus sterilis</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
E34 <i>Bupleurum spinosum</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
E35 <i>Calycotome spinosa</i> (L.) Lamk.	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E36 <i>Campanula atlantica</i> Coss. et Dur.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E37 <i>Campanula</i> sp L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
E38 <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
E39 <i>Carduncellus pinnatus</i> (Desf.) Dc.	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
E40 <i>Carduus getulus</i> Pomel.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E41 <i>Catananche caerulea</i> L.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
E42 <i>Catananche lutea</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E43 <i>Cedrus libanotica</i> ssp. <i>atlantica</i> (Manetti) Holm.	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
E44 <i>Centaurea acaulis</i> L.	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E45 <i>Centaurea involucrata</i> Desf.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E46 <i>Centaurea tougourensis</i> B. et R.	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
E47 <i>Centaureum pulchellum</i> (Sw.) Hayek.	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E48 <i>Cirsium acarna</i> (L.) Moench	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E49 <i>Cistus albidus</i> L.	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E50 <i>Clematis vitalba</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
E51 <i>Convolvulus cantabrica</i> L.	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
E52 <i>Cotoneaster racemiflora</i> var. <i>nummularia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
E53 <i>Crataegus laciniata</i> Ucria.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
E54 <i>Crataegus oxycantha</i> ssp. <i>monogyna</i> (Jacq.) R. et Camus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
E55 <i>Crepis faureliana</i> M.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E56 <i>Crucinnella patula</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
E57 <i>Cynoglossum dioscoridis</i> Vill.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
E58 <i>Cystopteris fragilis</i> Bernh.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
E59 <i>Cytisus purgans</i> (L.) et Benth.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

.../...

Espèce	R01	R02	R03	R06	R07	R09	R10	R11	R13	R14	R15	R16	R19	R20	R21	R22	R23	R25	R26	R27	R28	R34	R36
<b>E60</b> <i>Dactylis glomerata</i> L.	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
<b>E61</b> <i>Daphne oleoides</i> var. <i>atlantica</i> M.	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E62</b> <i>Dianthus balbisii</i> Ser.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<b>E63</b> <i>Dianthus caryophyllus</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0
<b>E64</b> <i>Elichrysum lacteum</i> Coss. et Dur.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<b>E65</b> <i>Ephedra major</i> Host.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E66</b> <i>Epipactis tremolsii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<b>E67</b> <i>Erinacea anthyllis</i> Link.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<b>E68</b> <i>Erodium cheilanthifolium</i> Boiss.	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<b>E69</b> <i>Erodium montanum</i> Coss. et Dur.	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E70</b> <i>Erucastrum laevigatum</i> (L.) Q. E. Schulz.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E71</b> <i>Eryngium dichotomum</i> Desf.	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0
<b>E72</b> <i>Euphorbia atlantica</i> Coss.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<b>E73</b> <i>Euphorbia</i> sp. (L.)	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0
<b>E74</b> <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<b>E75</b> <i>Fraxinus xanthoxyloides</i> Wamm.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0
<b>E76</b> <i>Fumaria officinalis</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E77</b> <i>Galium pusillum</i> ssp. <i>typicum</i> Fiori.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
<b>E78</b> <i>Genista pseudo-pilosa</i> Coss.	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E79</b> <i>Geranium pusillum</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
<b>E80</b> <i>Geranium robertianum</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<b>E81</b> <i>Globularia alypum</i> L.	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E82</b> <i>Hedypnois cretica</i> (L.) Willd.	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E83</b> <i>Hedysarum pallidum</i> Desf.	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E84</b> <i>Helianthemum canum</i> (L.) Baumg.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>E85</b> <i>Helianthemum croceum</i> (Desf.) Pers.	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<b>E86</b> <i>Hertia cheirifolia</i> (L.) O. K.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<b>E87</b> <i>Hordeum murinum</i> L.	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E88</b> <i>Hyoseris radiata</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
<b>E89</b> <i>Hypochoeris achyrophorus</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1

.../...

Espèce	R01	R02	R03	R06	R07	R09	R10	R11	R13	R14	R15	R16	R19	R20	R21	R22	R23	R25	R26	R27	R28	R34	R36
<b>E90</b> <i>Hypochoeris glabra</i> (L.) End.	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
<b>E91</b> <i>Juniperus communis</i> ssp. <i>eu-communis</i> (Syme) Briq.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<b>E92</b> <i>Juniperus oxycedrus</i> L.	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<b>E93</b> <i>Juniperus phoenicea</i> L.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E94</b> <i>Juniperus thurifera</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<b>E95</b> <i>Jurinea humilis</i> Dc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>E96</b> <i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult .	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>E97</b> <i>Kohlranschia prolifera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<b>E98</b> <i>Lamium longiflorum</i> Ten.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<b>E99</b> <i>Lathyrus annuus</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<b>E100</b> <i>Leuzea conifera</i> L.	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E101</b> <i>Lithospermum tenuiflorum</i> L.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<b>E102</b> <i>Lotus corniculatus</i> L.	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1
<b>E103</b> <i>Lotus ornithopordoides</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<b>E104</b> <i>Malope malachoides</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<b>E105</b> <i>Medicago laciniata</i> (L.) All.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E106</b> <i>Medicago orbicularis</i> (L.) All.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E107</b> <i>Medicago sativa</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<b>E108</b> <i>Melandrium album</i> (Mill.) Sarke.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E109</b> <i>Melilotus neapolitana</i> Ten.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E110</b> <i>Micropus bombycinus</i> Lag.	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
<b>E111</b> <i>Neastostema apulum</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E112</b> <i>Onosma fastigiatum</i> Br. Bl.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E113</b> <i>Ornithogalum pyramidale</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E114</b> <i>Ornithogalum pyrenaicum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<b>E115</b> <i>Ornithogalum tenuifolium</i> Guss.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>E116</b> <i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>E117</b> <i>Papaver argemone</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
<b>E118</b> <i>Paronychia capitata</i> ssp. <i>chlorothyrsa</i> (Murb) M.	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>E119</b> <i>Paronychia echinata</i> Lamk.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1

.../...

Espèce	R01	R02	R03	R06	R07	R09	R10	R11	R13	R14	R15	R16	R19	R20	R21	R22	R23	R25	R26	R27	R28	R34	R36
<b>E120</b> <i>Phillyrea angustifolia</i> L.	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E121</b> <i>Pinus halepensis</i> L.	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E122</b> <i>Pistacia lentiscus</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E123</b> <i>Pistacia terebinthus</i> L.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E124</b> <i>plantago amplexicaule</i> Cav.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E125</b> <i>Plantago coronopus</i> ssp. <i>Cupani</i> (Guss.) Pilger	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1
<b>E126</b> <i>Plantago lagopus</i> L.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<b>E127</b> <i>Potentilla recta</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1
<b>E128</b> <i>Pyrus communis</i> ssp. <i>Longipes</i> (Coss. et Dur.) M.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<b>E129</b> <i>Quercus ilex</i> L.	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0
<b>E130</b> <i>Ranunculus bulbosus</i> L.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E131</b> <i>Rhamnus alaternus</i> ssp. <i>myrtifolia</i> (Willk.) M.	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E132</b> <i>Rosa canina</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<b>E133</b> <i>Rosa pimpinellifolia</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<b>E134</b> <i>Rosmarinus officinalis</i> L.	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E135</b> <i>Rubus ulmifolius</i> Schott.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
<b>E136</b> <i>Rumex bucephalophorus</i> L.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E137</b> <i>Ruscus aculeatus</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<b>E138</b> <i>Salvia verbenaca</i> (L.) Briq.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
<b>E139</b> <i>Sanguisorba ancistroides</i> (Desf.) A. Br.	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E140</b> <i>Sanguisorba minor</i> ssp. <i>Verrucosa</i> (Ehrh.) Asch. et Gr.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E141</b> <i>Satureja hochreutineri</i> Briq.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<b>E142</b> <i>Scabiosa crenata</i> Cyr.	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<b>E143</b> <i>Scorpiurus muricatus</i> L.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E144</b> <i>Sedum acre</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1
<b>E145</b> <i>Sedum album</i> L.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1
<b>E146</b> <i>Senecio vulgaris</i> L.	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E147</b> <i>Serofularia arguta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<b>E148</b> <i>Sherardia arvensis</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<b>E149</b> <i>Sideritis montana</i> L.	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

.../...



## Annexe VII. Liste floristique 181/23 relevés, 2009

Espèces	R01	R02	R03	R06	R07	R09	R10	R11	R13	R14	R15	R16	R19	R20	R21	R22	R23	R25	R26	R27	R28	R34	R36
1 <i>Acer monspessulanum</i> ssp. <i>eu-monspessulanum</i> P. Four. C	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0
2 <i>Aegilops triuncialis</i> L. R	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1
3 <i>Agropyron cristatum</i> (L.) Gaertn. ??? voir de bélair	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
4 <i>Ajuga chamaepytis</i> Schreb. AR	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
5 <i>Ajuga iva</i> (L.) Schreb. RR	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 <i>Alkanna tinctoria</i> (L.) Tausch AC	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 <i>Alliaria officinalis</i> Andr. AC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
8 <i>Allium paniculatum</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
9 <i>Alyssum montanum</i> L. AC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10 <i>Ampelodesma mauritanicum</i> (Poiret.) Dur. et Sch. AR	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0
11 <i>Anagallis monelli</i> L.	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
12 <i>Anchusa undulata</i> L. Méd.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
13 <i>Anthemis monilicostata</i> Pomel.	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
14 <i>Anthyllis vulneraria</i> L.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1
15 <i>Arenaria serpyllifolia</i> ssp. <i>typica</i> Beck AR	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
16 <i>Argyrolobium linmaeanum</i> Walp. ( <i>Lotophyllus argenteus</i> (L.) Link ?	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17 <i>Asparagus acutifolius</i> L. AR	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
18 <i>Asperula hirsuta</i> L. CC	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1
19 <i>Asphodeline lutea</i> (L. Rchb). C	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
20 <i>Asphodelus microcarpus</i> salzm et viv. CC	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
21 <i>Asterolinum linum-stellatum</i> (L.) Duby	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22 <i>Astragalus armatus</i> ssp. <i>numidicus</i> Willd. AC	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
23 <i>Atractylis humilis</i> L.	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
24 <i>Atractylis serratuloides</i> Sieb.	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25 <i>Atractylis cancellata</i> L. CCC	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26 <i>Avena bromoides</i> (Gouan) Trab.	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
27 <i>Bellis silvestris</i> var. <i>pappulosa</i> (E. et R) Batt. R	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1
28 <i>Berberis hispanica</i> . Bois et Reut. R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1

.../...

Espèces	R01	R02	R03	R06	R07	R09	R10	R11	R13	R14	R15	R16	R19	R20	R21	R22	R23	R25	R26	R27	R28	R34	R36
29 <i>Brachypodium distachyum</i> (L.) P.B. CC	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
30 <i>Bromus squarrosus</i> L.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
31 <i>Bromus sterilis</i> L. AC	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
32 <i>Bupleurum spinosum</i> L. ac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1
33 <i>Calycotome spinosa</i> (L.) Lamk. cc	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
34 <i>Campanula rapunculus</i> L. R: AS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
35 <i>Capsella bursa-pastoris</i> L. cc	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
36 <i>Carduncellus pinnatus</i> (Desf.) DC.	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
37 <i>Carduus getulus</i> Pomel. ac	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
38 <i>Carduus nutans</i> ssp. <i>macrocephalus</i> (Desf.) Gugler cc	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1
39 <i>Catananche caerulea</i> L. cc	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
40 <i>Catananche montana</i> Coss. AR : KI-2, CI, AS3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
41 <i>Cedrus atlantica</i> Manetti.	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
42 <i>Centaurea acaulis</i> L. c	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
43 <i>Centaurea incana</i> Desf., non Lag. Nec Ten.	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
44 <i>Centaurea tougourensis</i> ssp. <i>tougourensis</i> Q. et S.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1
45 <i>Centaureum pulchellum</i> (Sw.) Hayek.	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1
46 <i>Cerastium gibraltarium</i> Boiss. AR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
47 <i>Cirsium acarna</i> (L.) Moench. ac	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
48 <i>Cirsium casabonae</i> (L.) Dc. R	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49 <i>Cistus salvifolius</i> L. cc	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50 <i>Convolvulus cantabrica</i> L. c	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
51 <i>Coronilla minima</i> L. ac	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52 <i>Cotoneaster racemiflora</i> (Desf.) Koch R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1
53 <i>Crataegus laciniata</i> Ucria. AR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1
54 <i>Crucianella patula</i> L. cc	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0
55 <i>Cynoglossum dioscoridis</i> . Vill. ac	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
56 <i>Cynosurus echinatus</i> L. c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0
57 <i>Cytisus purgans</i> (L.) Benth.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0

.../...

Espèces		R01	R02	R03	R06	R07	R09	R10	R11	R13	R14	R15	R16	R19	R20	R21	R22	R23	R25	R26	R27	R28	R34	R36
58	<i>Dactylis glomerata</i> L. C	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1
59	<i>Daphne gnidium</i> L. c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
60	<i>Dasypyrum hordeaceum</i> (Coss.et Dur.) M ac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
61	<i>Desmazeria sicula</i> (Jacq.) Dumort. RR	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
62	<i>Dianthus balbisii</i> Ser. R (subsp voltussus voir internet)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
63	<i>Dianthus Caryophyllus</i> L.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1
64	<i>Ephedra major</i> Host AC	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65	<i>Erinacea anthyllis</i> Link. AR	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
66	<i>Erodium cheilanthifolium</i> ssp. eu-cheilanthilolium Maire R	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
67	<i>Erodium montanum</i> Coss. et Dur. AR (Aurès) R ailleurs	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
68	<i>Eryngium dichotomum</i> Desf. CC	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1
69	<i>Erysimum bocconeii</i> (All.) Pers. R AS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0
70	<i>Euphorbia atlantica</i> Coss. ? AC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0
71	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
72	<i>Evax pygmaea</i> (L.) Brot. CCC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
73	<i>Filago exigua</i> Sibth. AR AR	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
74	<i>Fraxinus xanthoxyloides</i> Wamm. R Aures	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0
75	<i>Galium pusillum</i> ssp. <i>typicum</i> Fiori	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
76	<i>Galium setaceum</i> Lamk. AR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
77	<i>Genista pseudo-pilosa</i> Coss. R	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
78	<i>Geranium pusillum</i> L. RR (Aurès)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
79	<i>Geranium robertianum</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
80	<i>Globularia alypum</i> ssp. eu-Alypum L. CC	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
81	<i>Hedypnois cretica</i> (L.) Willd. C	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
82	<i>Hedysarum pallidum</i> Desf.	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
83	<i>Helianthemum cinereum</i> ssp. <i>rubellum</i> (Presl.) M. C	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
84	<i>Helianthemum croceum</i> (Desf.) Pers. AR	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
85	<i>Helichrysum lacteum</i> . var. <i>typicum</i> Coss. et Dur. R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0
86	<i>Hertia cheirifolia</i> (L.) O. K. CC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

.../...

Espèces	R01	R02	R03	R06	R07	R09	R10	R11	R13	R14	R15	R16	R19	R20	R21	R22	R23	R25	R26	R27	R28	R34	R36
88 <i>Hordeum murinum</i> L. CC	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
89 <i>Hyoseris radiata</i> L. CC	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
90 <i>Hypochoeris achyrophorus</i> L. CCC	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1
91 <i>Hypochoeris glabra</i> (L.) CCC	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1
92 <i>Iberis linifolia</i> ssp. <i>Balansae</i> (Jord.) Maire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
93 <i>Inula montana</i> L. AC	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
94 <i>Juniperus communis</i> ssp. <i>eu-communis</i> (Syme) Engl. var.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
95 <i>Juniperus oxycedrus</i> L. CC	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
96 <i>Jurinea humilis</i> DC. AC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
97 <i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult AC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
98 <i>Lactuca viminea</i> (L.) Presl.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
99 <i>Lamium longiflorum</i> var. <i>numidicum</i> Ten. AR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
100 <i>Leuzea conifera</i> (L.) DC. AC: dans le Tell	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101 <i>Linaria heterophylla</i> ssp. <i>eu-heterophylla</i> Maire.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
102 <i>Linum strictum</i> L. AC (deux sous esp: <i>R9spicalum??</i> et <i>R10 corymbosum??</i> )	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
103 <i>Lithospermum apulum</i> (L.) Vahl. CC	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
104 <i>Lithospermum tenuiflorum</i> L. Verifier RP2 l'espèce	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
105 <i>Lotus corniculatus</i> ssp. <i>eu-corniculatus</i> Syme. AC	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0
106 <i>Lotus ornithopodioides</i> L. C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
107 <i>Malope malachoides</i> L.	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1
108 <i>Medicago laciniata</i> (L.) All. AC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
109 <i>Medicago minima</i> AC	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
110 <i>Medicago orbicularis</i> (L.) Willd. R Voir l'E par Errol et deb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
111 <i>Medicago sativa</i> L. C voir subsp ??? internet et errol <i>M. glomerata??</i> (R1)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
112 <i>Melica ciliata</i> L. R	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
113 <i>Micropus bombicinus</i> Lag. CCC	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
114 <i>Muscari comosum</i> (L.) Mill. C	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
115 <i>Muscari neglectum</i> Guss. AC	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
116 <i>Ononis pusilla</i> L. AC	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

.../...



Espèces	R01	R02	R03	R06	R07	R09	R10	R11	R13	R14	R15	R16	R19	R20	R21	R22	R23	R25	R26	R27	R28	R34	R36
146 <i>Salvia verbenaca</i> (L.) Briq.	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
147 <i>Sanguisorba minor</i> ssp. <i>verrucosa</i> (Ehrenb.) Asch. et Gr. R	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0
148 <i>Saponaria glutinosa</i> M.B.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
149 <i>Satureja granatensis</i> (Boiss. et Reut.)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
150 <i>Scabiosa atropurpurea</i> ssp. <i>maritima</i> (L.) Fiori et Paol.	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
151 <i>Scabiosa crenata</i> Cyr. AR	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
152 <i>Scandix stellatum</i> Soland. R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
153 <i>Scorpiurus muricatus</i> L. voir ssp R11????	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
154 <i>Sedum acre</i> L. AR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1
155 <i>Sedum caeruleum</i> L. CC	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1
156 <i>Sedum sediforme</i> (Jacq.) Pau. C	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
157 <i>Senecio lividus</i> L. AR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
158 <i>Senecio vulgaris</i> L. CCC	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
159 <i>Sideritis montana</i> L. CC	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
160 <i>Silene italica</i> ssp. <i>fontanesiana</i> Maire R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1
161 <i>Silene nocturna</i> L. AC	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
162 <i>Specularia falcata</i> A. DC.	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
163 <i>Stipa pennata</i> L. R: AS3: Aurès et Bellezma.	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
164 <i>Stipa tenacissima</i> L.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
165 <i>Taraxacum obovatum</i> (Willd.) Dc. C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1
166 <i>Taxus baccata</i> L. AR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
167 <i>Teucrium pseudo-Chamaepitys</i> L. CC	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
168 <i>Teucrium chamaedrys</i> L. AC	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1
169 <i>Teucrium polium</i> ssp. <i>aurasianum</i> Maire AC	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
170 <i>Thymus ciliatus</i> Desf.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1
171 <i>Torilis nodosa</i> Gaertn. CC	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1
172 <i>Trifolium campestre</i> Schreb. CC	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0
173 <i>Trifolium pratense</i> L. RR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
174 <i>Trifolium striatum</i> L. RR	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

.../...

<b>Espèces</b>	<b>R01</b>	<b>R02</b>	<b>R03</b>	<b>R06</b>	<b>R07</b>	<b>R09</b>	<b>R10</b>	<b>R11</b>	<b>R13</b>	<b>R14</b>	<b>R15</b>	<b>R16</b>	<b>R19</b>	<b>R20</b>	<b>R21</b>	<b>R22</b>	<b>R23</b>	<b>R25</b>	<b>R26</b>	<b>R27</b>	<b>R28</b>	<b>R34</b>	<b>R36</b>
175 <i>Tulipa sylvestris</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
176 <i>Tunica illyrica</i> ssp. <i>angustifolia</i> (Poiret) Maire	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
177 <i>Veronica rosea</i> Desf. R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
178 <i>Vicia glauca</i> Persel. R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0
179 <i>Viola munbyana</i> B. et R. AC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
180 <i>Vulpia alopecuros</i> (Schousb.) Link. ??? AC	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
181 <i>Xeranthemum inapertum</i> (L.) Mill. CC	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1

الجبالية في منطقة

هذه الدراسة البيئة وديناميات

من حيث العوامل الفيزيائية المحيطة و البيومناخية.  
فصول، فبعد عرض وجيز لخطة البحث  
هو منظم .  
العلمية

: تم فيه إجراء العرض التقديمي  
ص لدراسة بيئة

فصول المتبقية

(*Juniperus thurifera* L.)

في الفصل الأول، تم التطرق في الفصلين المواليين لدراسة  
يعقوب كذلك بيئة نوع نادر

في منطقة شيليا من وجهة التصنيف، العوامل الإيكولوجية وتأثيرات الإنسان المتحكمة فيها.

تحليل الجيوماتي يظهر التقهقر

الجزء الأخير: ركزنا فيه على ديناميات

تطورية تشكيلات

تشكيلات الحراجية، في حين أن دراسة النباتات ما بين سنتي 1999 - 2009 يكشف  
- ترابية؛ التي تجعلنا قادرين على استحضار التاريخ النباتي  
مدهورة.

*Quercus faginea* *Taxus baccata* :

*Cedrus atlantica* (Endl.) Carrière ، التحليل فد - ترابية،

تحليل بين -

مفتاحية:

*Juniperus thurifera* L.

## Résumé

Cette étude est focalisée sur l'écologie et la dynamique de la végétation et de la flore forestière et montagnarde de l'Aurès. Elle est articulée sur 3 parties.

Dans la **première partie** la présentation de la zone d'étude de point de vue mésologique et bioclimatologique a été réalisée.

La **seconde partie** est consacrée à l'écologie de la végétation et de la flore de l'Aurès. Elle est structurée en 6 chapitres. Après avoir passé en revue les aspects méthodologiques généraux dans le premier chapitre, L'intérêt patrimonial de la flore de la cédraie des Ouled Yagoub et l'écologie du *Juniperus thurifera* L, espèce relique dans la région de l'Aurès, ont été étudiés dans les deux suivant chapitres. Les trois derniers chapitres sont consacrés à la végétation du Ché lia de point de vue typologie, déterminisme écopédologique et perturbation anthropique.

La **dernière partie** est réservée à la dynamique de la végétation, en utilisant différentes approches. L'analyse géomatique montre une nette régression des formations forestières, alors que l'étude diachronique sur dix ans de la flore révèle aussi une tendance évolutive vers les formations ouvertes et dégradées. L'étude pédoanthracologique qui nous a permis de retracer la phytohistoire de la région dévoile des milieux forestiers à chêne zeen et if autrefois largement répondus.

**Mots clés :** Aurès, analyse diachronique, analyse pédoanthracologique, *Cedrus atlantica* (Endl.) Carrière, *Juniperus thurifera* L.

## Summary

This study is focused on ecology and dynamics of the vegetation and the forest mountain flora in the Aurès area. It's articulated on 3 parts.

In the **first part**, the presentation of the study area from environmental and bioclimatological was performed.

The **second part** is devoted to the ecology of the vegetation and flora of the Aurès. It is structured into 6 chapters. Aspects relating to the patrimonial interest of the flora of the cedar plantation of Ouled Yagoub and with the ecology of the species relic in the area of Aurès (*Juniperus will thurifera* L) were studied. The last three chapters are devoted to the vegetation of Chélia from typology point, determinism ecopedologic and anthropic perturbation.

The **last part** is reserved for dynamics of the vegetation, by using different approaches. The geomatic analysis shows a clear regression of the forest formations, whereas the diachronic study over ten years of the flora reveals also an evolutionary tendency towards the open and degraded formations. The pedoanthracologic study which enabled us to recall the phytohistoric area reveals forest mediums with oak zeen and yew formerly largely answered.

**Key words:** Aures, diachronic analysis, pedoanthracologic analysis, *Cedrus atlantica* (Endl.) Carrière, *Juniperus thurifera* L.