

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI OUZOU

FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES



THESE

Présentée

Par **Rachid MEDDOUR**

En vue de l'obtention du titre de

DOCTEUR D'ETAT EN SCIENCES

Agronomiques

Option : Foresterie

BIOCLIMATOLOGIE, PHYTOGEOGRAPHIE ET PHYTOSOCIOLOGIE EN ALGERIE EXEMPLE DES GROUPEMENTS FORESTIERS ET PREFORESTIERS DE LA KABYLIE DJURDJUREENNE

Devant le jury composé de

**M. Lamri ZERAIA
M. Arezki DERRIDJ
M. Hacène ABDELKRIM
Mme. Houria KHELIFI
Mme. Nassima YAH**

**Professeur, ONF Montpellier (France)
Professeur, UMM Tizi Ouzou
Professeur, ENSA El Harrach, Alger
Maître de Conférences, ENSA, Alger
Maître de Conférences, USTHB, Alger**

**Président
Directeur de thèse
Examinateur
Examinatrice
Examinatrice**

Soutenue publiquement le /12/2010

REMERCIEMENTS

Je ne remercierai jamais assez et, comme bon nombre de mes devanciers, je serai toujours infiniment reconnaissant envers celui qui m'a donné l'occasion de faire cette thèse, le Professeur Arezki DERRIDJ, doyen de la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques, promoteur de cette étude, qui m'a beaucoup aidé, m'a soutenu moralement, toujours accordé un soutien sans failles et encourager dans la rédaction de ce document. Mes discussions avec lui ont été très enrichissantes pour moi et ses encouragements très chaleureux. Je le remercie très sincèrement pour la confiance et l'intérêt qu'il m'a témoigné et de m'avoir supporté pendant ces 15 longues années. Mieux, il m'a même donné la possibilité de travailler avec lui et d'être un de ses proches collaborateurs, chaque fois qu'il occupe un poste de responsabilité. Sa confiance envers moi et l'estime qu'il me porte m'ont toujours permis de m'améliorer et je suis très redevable envers lui. Ses qualités humaines n'ont d'égales que son extrême amabilité et sa générosité proverbiale, dont on use et abuse parfois. Il possède toutes les qualités qui font de quelqu'un un être d'exception ... un grand homme. De notre séjour en Tunisie, sur l'île de Djerba à « Hotel California », je garde en mémoire les longues soirées remplies de discussions variées et un souvenir mémorable. En un mot Merci !

Le Professeur Lamri ZERAIA, président de jury de ma thèse, est à l'origine de ma passion pour la phytosociologie, puisqu'il a guidé mes premiers pas, il y a déjà presque 30 ans, dans ce domaine où il l'un des premiers précurseurs et l'un des meilleurs formateurs. Les rares occasions qui m'ont été offertes de pouvoir l'accompagner sur le terrain resteront pour moi des souvenirs impérissables. A deux reprises, il m'a offert l'opportunité de travailler avec lui d'abord à Meurdja, puis à Chréa sur cet Atlas de Blida, qu'il connaît si bien et mieux que quiconque. Comme on dit, il n'y a jamais deux sans trois, et cette troisième fois lui doit beaucoup, puisqu'il a très fortement marqué ma façon de voir les choses en matière de phytosociologie, avec sa rigueur et ses connaissances captivantes des deux côtés de la Méditerranée. Je le remercie vivement pour avoir accepté sans une once d'hésitation et avec obligeance de présider ce jury, c'est pour moi un immense honneur et un vrai bonheur.

Je remercie aussi les autres membres de mon jury de thèse pour avoir accepté d'en faire partie et pour y avoir consacré l'attention indispensable à l'amélioration du document.

Merci infiniment au Prof. Hacène ABDELKRIM, Professeur à l'ENSA d'El Harrach, spécialiste de la phytosociologie, qu'elle soit saharienne, steppique ou « malherbologique », qui m'a répondu oui sans l'ombre d'une hésitation malgré ses lourdes charges. Il m'a toujours reproché de m'éloigner de l'association algérienne de phytosociologie, mais ce n'est que par manque de temps, qu'il soit rassuré ici de mon soutien indéfectible à cette association. Il m'a accordé depuis longtemps son amitié et m'a exhorté de finir cette thèse. Ses mails sont un vrai bain de jouvence pour moi. Je lui porte une estime sincère et durable.

Merci infiniment à Madame Houria KHELIFI, maître de conférences à l'ENSA d'El Harrach, spécialiste de la phytosociologie des subéraies et des végétations littorales, que j'estime beaucoup, autant pour ses qualités humaines bien connues, qu'à ses compétences scientifiques. Je la remercie pour avoir accepté sans ambages et avec la gentillesse qui la

caractérise de faire partie de ce jury, c'est pour moi assurément un grand honneur. Je lui suis très reconnaissant.

Merci infiniment à Madame Nassima YAHY, maître de conférences à l'USTHB de Bab Ezzouar, spécialiste de la phytosociologie des cédraies d'Algérie, qui m'a fait un grand honneur en acceptant d'examiner ce travail ; mon estime lui est acquise depuis longtemps.

Tout au long de ces années de thèse, le Professeur Jean-Marie GEHU, ex directeur du Centre Régional de Phytosociologie de Bailleul, m'accorda un grand soutien et m'accueillit au CRP très chaleureusement. Je lui suis infiniment reconnaissant. Il n'a jamais cessé de veiller à ce que je sois dans les meilleures conditions possibles pour y travailler lors de mes stages. Il m'a accordé son amitié et sa confiance et a accepté de publier avec beaucoup d'humilité des articles, avec moi comme avec beaucoup d'autres « jeunes » auteurs algériens. La phytosociologie algérienne doit beaucoup à ce grand maître que j'ai eu la chance de connaître et de côtoyer, durant mes brefs séjours. Il m'a aussi transmis un peu de sa longue expérience de phytosociologue aguerri.

Je remercie tous les membres du personnel du CRP, pour avoir tout mis en œuvre pour que mes stages au centre, et donc cette étude, soient menés dans les meilleures conditions. Ces derniers ont aussi contribué de manière très importante à ma bibliographie et m'ont permis de mettre la main sur des documents essentiels, au niveau de la bibliothèque botanique de France.

Pour continuer avec ceux qui ont joué un rôle déterminant dans la réalisation de cette étude, je tiens à remercier mes compagnons de terrain, c'est-à-dire tous les étudiants et étudiantes de graduation qui sont nombreux, mais ils se reconnaîtront. Ils m'ont accompagné lors de la réalisation des relevés sur le terrain et en sont grandement remerciés.

Une autre étape décisive fut celle de la détermination de quelques centaines d'échantillons d'herbiers récoltés. Ce long travail n'aurait pas été une réussite sans l'aide des spécialistes qui y ont contribué. Je tiens à leur rendre l'hommage qu'ils méritent. Merci donc au regretté Abdelkader BELOUED et à mon ami Mahmoud LARIBI, fin botaniste et homme de terrain, qui vint à la phytosociologie, après quelques années de réticences et un peu sur le tard. Mahmoud fait partie de ceux à qui vous pouvez donner un fragment de plante et qui prennent un plaisir à tenter d'y donner un nom ; il m'a transmis une partie de ses connaissances en matière d'identification des plantes sur le terrain et en herbiers.

Je remercie également, un grand absent, mon ami Watik HAMDINE, un homme de terrain, dont le dynamisme singulier n'a pas manqué d'égayer nos sorties sur le terrain et nos missions en forêt, surtout à Tala Guilef. Son humour et le goût que nous partageons pour le terrain furent particulièrement propices à l'efficacité de mon travail.

Parmi tous mes collègues de travail, qu'il sera difficile de tous citer, je tiens à rendre un hommage particulier et à remercier tout spécialement le Professeur Mohamed BOUKHEMZA pour son amitié et son humour de tous les instants ; il m'a accordé un soutien moral très précieux.

Enfin, je me dois de remercier ma femme Ouahiba qui s'est investie dans ma passion et a supporté jusqu'au bout la vie d'ermite que mène un thésard au terme de sa recherche doctorale. Elle m'a accordé tout son soutien et m'a encouragé pour venir à bout de cette thèse qui n'en finissait pas.

Merci à vous tous et à tous ceux que je n'ai pas mentionnés mais auxquels je pense très fort.

À ma femme Ouahiba

À mes enfants

Salim Anis

Wassim

Sarah

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION ET OBJECTIFS.....	1
Chapitre 1. DESCRIPTION GENERALE DU MILIEU D'ETUDE	
I. ASPECTS GEOGRAPHIQUES	6
1.1. Limites territoriales naturelles.....	6
1.2. Limites administratives.....	8
II. CADRE PHYSIQUE ET BIOTIQUE.....	8
2.1. Orotopographie.....	8
2.1.1. Altitude.....	8
2.1.2. Pente.....	10
2.2. Description des divers géosystèmes.....	10
2.2.1. Les bassins du Sébaou et de l'Isser.....	12
2.2.2. La chaîne littorale.....	12
2.2.3. Le massif montagneux de Beni Ghobri-Akfadou.....	13
2.2.4. Le massif ancien kabyle (ou contreforts du Djurdjura).....	13
2.2.5. Le massif du Djurdjura.....	13
2.3. Géologie et lithologie.....	15
2.3.1. Chaîne littorale.....	15
2.3.2. Vallées du Sébaou et de l'Isser.....	17
2.3.3. Massif ancien kabyle.....	18
2.3.4. Chaîne de Beni Khalfoun.....	18
2.3.5. Vallée de l'oued Sahel.....	19
2.3.6. Chaîne gréseuse de l'Akfadou et du Taourirt Ighil.....	19
2.3.7. Chaîne calcaire du Djurdjura.....	20
2.3.7.1. Caractères lithologiques.....	20
2.3.7.2. Caractères stratigraphiques et tectoniques.....	20
2.3.7.3. Intérêt karstologique du Djurdjura.....	22
2.4. Pédologie	23
2.5. Hydrographie.....	24
2.5.1. Le réseau hydrographique.....	25
2.5.2. Les bassins versant.....	25
2.6. Végétation et occupation du sol.....	27
2.6.1. Répartition générale des terres.....	27
2.6.2. Patrimoine forestier.....	27
a. Description sommaire du patrimoine forestier.....	27
b. Principales forêts domaniales.....	29
c. Essences forestières constitutives.....	31
2.6.3. Carte d'occupation et d'utilisation du sol dans la région d'Azazga.....	32
2.6.4. Feux de forêts, un facteur de régression du couvert végétal.....	33
Chapitre 2. CLIMATS ET BIOCLIMATS DE LA KABYLIE DJURDJUREENNE	
I. INTRODUCTION.....	37
II. CARACTERISTIQUES ET DONNES DES STATIONS CLIMATIQUES DE REFERENCE.....	37
2.1. Les caractéristiques des stations climatiques de référence.....	37
2.2. Données climatiques disponibles, leurs moyennes annuelles et mensuelles.....	40
2.3. Paramètres climatiques et bioclimatiques à analyser.....	42
III. L'OMBROCLIMAT.....	44
3.1. Caractéristiques générales des précipitations en Algérie.....	44
3.2. Données pluviométriques des stations étudiées et variabilité interannuelle.....	45
3.3. Distribution et variabilité spatiale des précipitations des stations étudiées.....	46
3.3.1. Précipitations moyennes annuelles.....	47
3.3.1.1. L'influence de la distance à la mer	48
3.3.1.2. Dissymétrie pluviométrique entre adret et ubac et ombre pluviale.....	48
3.3.1.3. Cas du topoclimat de fonds de vallées.....	50

Table des matières

3.3.1.4. Vallée de l'oued Sahel, fœhn et aridité.....	50
3.3.2. Nombre de jours de pluie par an (fréquence des pluies).....	51
3.3.3. Précipitations moyennes mensuelles.....	52
3.3.4. Précipitations saisonnières et indicatif saisonnier de Musset.....	54
3.4. Gradients pluviométriques altitudinaux.....	57
3.4.1. Corrélation altitude-pluviométrie annuelle pour la façade Nord.....	57
3.4.2. Corrélation altitude-pluviométrie annuelle pour la façade sud.....	58
3.4.3. Pluviométrie sur les hauts sommets du Djurdjura.....	58
3.5. La continentalité pluviale : indice de Gams modifié Michalet.....	59
3.5.1. Principes et méthode.....	59
3.5.2. Application à la zone d'étude.....	60
3.6. Analyse multivariée des données pluviométriques : mise en évidence de leur corrélation, leur déterminisme et essai de régionalisation	64
IV. LE THERMOCLIMAT.....	67
4.1. Données thermiques moyennes des stations étudiées.....	67
4.2. Distribution et variabilité spatiales des températures.....	68
4.2.1. Températures moyennes annuelles (T).....	68
4.2.2. Températures moyennes mensuelles (Ti, Tmax, Tmin).....	69
4.2.3. Seuils biocritiques de $T < 10^{\circ}\text{C}$ et $T < 7^{\circ}\text{C}$ et repos végétatif hivernal.....	70
4.2.4. Températures moyennes minimales du mois le plus froid (m).....	70
4.2.5. Températures moyennes maximales du mois le plus chaud (M).....	71
4.2.6. Températures moyennes maximales du mois le plus froid (M').....	71
4.2.7. Nombre de jours de gel (NJG)	72
4.3. Les gradients thermiques altitudinaux.....	73
4.3.1. Variabilité des gradients thermiques en Algérie.....	74
4.3.2. Gradients thermiques et corrélations entre l'altitude et les paramètres thermiques.....	74
4.3.3. Rôle de l'exposition des versants.....	75
4.4. La continentalité thermique.....	77
4.4.1. Amplitude thermique annuelle moyenne (A)	78
4.4.2. Amplitude thermique annuelle extrême (Amax).....	78
4.4.3. L'indice de Gorczinski.....	79
4.4.3.1. Principes et méthode.....	79
4.4.3.2. Application à la zone d'étude.....	79
4.5. Analyse multivariée des données thermiques : mise en évidence de leur déterminisme et essai de spatialisation.....	81
V. CLASSIFICATION BIOCLIMATIQUE.....	84
5.1. La période de sécheresse, sa temporalité, sa durée et son intensité.....	85
5.1.1. Indice de sécheresse estivale d'Emberger-Giacobbe et méditerranéité.....	85
5.1.2. Indice d'aridité mensuel de De Martonne.....	86
5.1.3. Sécheresse et subsécheresse de Gaussen : le rapport ombrothermique P/T.....	87
5.1.4. Intensité de la sécheresse de Boucher.....	89
5.1.5. Indice xérothermique de Bagnouls & Gaussen.....	90
5.1.6. Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gaussen	92
5.2. La sécheresse globale du climat.....	94
5.2.1. Indice d'aridité annuel de De Martonne.....	94
5.2.2. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger.....	96
5.3. Un nouveau paradigme dans la classification bioclimatique : les conceptions systématisées de Rivas-Martinez	102
5.3.1. Les ombrotypes.....	102
5.3.1.1. Indice ombrothermique annuel (Io).....	102
5.3.1.2. Indice ombrothermique estival (Ios).....	104
5.3.2. Les thermotypes.....	105
5.3.2.1. Indice de thermicité (It) et indice de thermicité compensé (Itc).....	105
5.3.2.2. Modélisation des relations altitude et indice de thermicité.....	108
5.4. Ordination des paramètres bioclimatiques et mise en évidence de leurs corrélations et d'ensembles sous-régionaux climatiques quasi-homogènes.....	111

Chapitre 3. NOUVELLES PROPOSITIONS POUR LES DIVISIONS PHYTOGEOGRAPHIQUES DE L'ALGERIE ET POSITION DE LA KABYLIE DJURDJUREENNE

I. INTRODUCTION.....	116
II. QUELQUES NOTIONS DE PHYTOGEOGRAPHIE.....	116
III. MATERIELS ET METHODES	119
IV. NOUVELLE DESCRIPTION ET CARACTERISATION DES UNITES PHYTOCHOROLOGIQUES DE L'ALGERIE DU NORD.....	123
4.1. Domaine maghrébo-tellien (domaine maghrébin méditerranéen).....	125
4.1.1. Secteur kabylo-annabi (secteur kabyle et numidien)	126
4.1.1.1. <i>District annabi (sous-secteur numidien ou district bônois de Lapie)</i>	127
4.1.1.2. <i>District de la Kabylie baboréenne (sous-secteur de la Petite Kabylie)</i>	128
4.1.1.3. <i>District de la Kabylie djurdjuréenne (sous-secteur de la Grande Kabylie)</i>	128
4.1.2. Secteur algéro-ouarsenien (secteur algérois).....	129
4.1.2.1. <i>District littoral mitidjo-ténésien (sous-secteur du littoral algérois)</i>	129
4.1.2.2. <i>District atlasique blido-ouarsenien (sous-secteur de l'Atlas tellien algérois)</i>	130
4.1.3. Secteur orano-tlemcenien (secteur oranais).....	131
4.1.3.1. <i>District littoral orano-mostaganémois (sous-secteur des sahels littoraux oranais)</i>	131
4.1.3.2. <i>District planitiaire orano-chélifien (sous-secteur des plaines littorales oranaises)</i>	132
4.1.3.3. <i>District atlasique tiareti-tlemcenien (sous-secteur de l'Atlas tellien oranais)</i>	132
4.1.4. Secteur tello-constantinois (secteur du Tell constantinois).....	133
4.1.4.1. <i>District bibano-guelmois</i>	133
4.1.4.2. <i>District belezmo-hodnéen</i>	134
4.2. Domaine maghrébo-steppien (domaine maghrébin steppique).....	134
4.2.1. Secteur des Hautes plaines steppiennes (secteur des hauts-plateaux).....	136
4.2.1.1. <i>District occidental-steppien (sous-secteur des hauts plateaux orano-algérois)</i>	136
4.2.1.2. <i>District orientalo-steppien (sous-secteur des hauts plateaux constantinois)</i>	137
4.2.1.3. <i>District du bassin Hodnéen (sous-secteur du Hodna)</i>	137
4.2.2. Secteur saharo-atlasique (secteur de l'Atlas saharien)	138
4.2.2.1. <i>District atlasique ksourien (sous-secteur de l'Atlas saharien oranais)</i>	138
4.2.2.2. <i>District atlasique naïli-amourien (sous-secteur de l'Atlas saharien algérois)</i>	139
4.2.2.3. <i>District atlasique tébessi-aurésien (sous-secteur de l'Atlas saharien constantinois)</i>	139
4.3. Domaine oro-maghrébien et sous-domaine oro-algérien.....	140
4.3.1. Secteur oro-aurésien	143
4.3.2. Secteur oro-kabyle (ou district du Haut Atlas kabyle de Lapie).....	144
4.3.2.1. <i>District oro-baboréen</i>	144
4.3.2.2. <i>District oro-djurdjuréen</i>	144
V. QUELQUES CONSIDERATIONS COMPLEMENTAIRES.....	145
5.1. Nouvelles carte et nomenclature des unités phytochorologiques de l'Algérie du Nord	145
5.2. Biodiversité et endémisme : le hotspot régional kabylo-annabi.....	147
5.3. Utilisation des méthodes d'analyse multivariée des données : exemple de la flore ligneuse et de sa distribution phytochorologique en Algérie.....	148
5.3.1. Résultats de l'analyse factorielle des correspondances	148
5.3.2. Résultats de la classification ascendante hiérarchique.....	149
VI. DESCRIPTION DES SUBDIVISIONS PHYTOCHOROLOGIQUES DE LA KABYLIE DJURDJUREENNE	150
6.1. Le sous-district occidental du Sébaou	150
6.2. Le sous-district oriental kabyle.....	151
6.3. Le sous-district méridional bouirien.....	153
6.4. La vallée de l'oued Sahel : une localité xérothermoméditerranéenne singulière.....	155

Chapitre 4. LA METHODE PHYTOSOCIOLOGIQUE SIGMATISTE OU BRAUN-BLANQUETO-TÜXENIENNE

I. INTRODUCTION.....	158

Table des matières

II. PRINCIPES ET CONCEPTS FONDAMENTAUX.....	159
III. L'ASSOCIATION VEGETALE : DEFINITION, PROPRIETES ET VARIATIONS.....	160
3.1. Définition	160
3.2. Propriétés de l'association végétale.....	161
3.3. Les variations de l'association.....	163
3.3.1. Syntaxons de rang inférieur.....	163
3.3.2. Groupement fragmentaire et groupement basal.....	164
IV. LES ESPECES CARACTERISTIQUES.....	165
4.1. Relativité de la notion de caractéristique.....	167
4.2. Tendance actuelle : la combinaison caractéristique.....	167
V. ETAPE ANALYTIQUE : REALISATION DES RELEVES.....	168
5.1. Phase de terrain.....	168
5.2. Le choix de l'emplacement du relevé.....	169
5.3. La notion d'individu d'association.....	169
5.4. L'homogénéité floristique.....	170
5.5. L'aire minimale.....	171
5.6. Les critères analytiques	172
VI. ETAPE SYNTHETIQUE DE TRAITEMENT DES DONNEES.....	174
6.1. La méthode des tableaux.....	174
6.2. Les listes synthétiques et les classes de présence.....	176
6.3. Les méthodes numériques : ordination et classification.....	177
6.3.1. Introduction.....	177
6.3.2. Principes et interprétation de l'AFC.....	178
6.3.3. Intérêts et avantages de l'AFC en phytosociologie.....	180
6.3.4. Critères de présence/absence vs. abondance-dominance en AFC.....	181
6.3.5. Le cas des espèces rares ou accidentelles et l'effet Guttman.....	183
6.3.6. Intérêt et complémentarité de la classification numérique (CAH).....	184
VII. CONCLUSION.....	186

Chapitre 5. SYNSYSTEMATIQUE ET SYNTAXONOMIE DES VEGETATIONS FORESTIERES EN ALGERIE : SYNOPSIS COMMENTE

I. INTRODUCTION.....	189
II. DECLINAISON DES UNITES SYNTAXONOMIQUES FORESTIERES DE LA CLASSE A L'ASSOCIATION VEGETALE EN ALGERIE.....	189
2.1. Classe des <i>Quercetea ilicis</i> Br.-Bl. ex A. Bolos et O. Bolos 1950.....	190
2.1.1. Ordre des <i>Quercetalia ilicis</i> Br.-Bl. ex Molinier 1934 em. Rivas-Martinez 1975.....	192
2.1.1.1. Alliance du <i>Querco rotundifoliae-Oleion sylvestris</i> Barbero, Quézel & Rivas-Martinez in Rivas-Martinez, Costa & Izco 1986	192
2.1.1.1.a. Sous-alliance <i>Querco rotundifoliae-Oleenion sylvestris suball. nova hoc loco</i>	192
2.1.1.1.b. Sous-alliance du <i>Tetraclino articulatae-Quercenion cocciferae</i> Hadjadj-Aoul et Loisel 1999.....	194
2.1.1.2. Alliance du <i>Quercion suberis</i> Loisel 1971.....	195
2.1.1.3. Alliance du <i>Balansaeo glaberrimae-Quercion rotundifoliae</i> Barbero, Quézel et Rivas-Martinez 1981.....	197
2.1.2. Ordre des <i>Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni</i> Rivas-Martinez 1975.....	199
2.1.2.1. Alliance de l' <i>Oleo sylvestris-Ceratonion siliquae</i> Br.-Bl. ex Guinochet & Drouineau 1944 em. Rivas-Martinez 1975.....	199
2.1.2.2. Alliance du <i>Juniperion turbinatae</i> Rivas-Martinez 1975 corr. 1987.....	201
2.1.2.3. Alliance de l' <i>Ericion arboreae</i> Rivas-Martinez (1975) 1987.....	202
2.1.2.3.a. Sous-alliance du <i>Quercenion cocciferae</i> Quézel, Barbero, Benabid, Loisel et Rivas-Martinez 1988.....	202
2.1.2.4. Alliance de l' <i>Asparago albi-Rhamnion oleoidis</i> Rivas Goday ex Rivas-Martinez 1975.....	203
2.1.2.5. Alliance du <i>Tetraclini articulatae-Pistacion atlanticae</i> Rivas-Martinez, Costa & Izco 1986.....	206

Table des matières

2.1.2.5.a. Sous-alliance du <i>Ceratonio siliquae-Quercenion cocciferae</i> Quézel & Barbero 1986.....	205
2.1.2.5.b. Sous-alliance du <i>Pistacienion atlanticae</i> Barbero, Quézel et Rivas-Martinez 1981.....	206
2.1.2.5.c. Sous-alliance du <i>Tetraclini articulatae-Juniperenion phoeniceae</i> Barbero, Quézel, Rivas-Martinez 1981.....	206
2.1.2.6. Alliance du <i>Periplocion angustifoliae</i> Rivas-Martinez 1975.....	207
2.1.2.7. Alliance du <i>Junipero oxycedri-Rhamnion atlanticae</i> Quézel & Barbéro 1986	
2.1.2.8. Alliance du <i>Genisto tricuspidatae-Calicotomion spinosi</i> Dahmani 1997.....	207
2.1.2.9. Alliance du <i>Calicotomo intermediae-Quercion cocciferae</i> Dahmani 1997...	208
2.1.2.10. Alliance <i>Pino halepensis-Quercion rotundifoliae</i> Djebaili 1978 nom nov. hoc loco.....	208
2.1.3. Ordre des <i>Ephedro majoris-Juniperetalia phoeniceae</i> Quézel et Barbero (1981) 1986	
2.1.3.1. Alliance du <i>Junipero thuriferae-Quercion rotundifoliae</i> Quézel et Barbero (1981) 1986.....	209
2.1.3.2. Alliance de l' <i>Ephedro majoris-Juniperion phoeniceae</i> Quézel et Barbero (1981) 1986.....	210
2.2. Classe des <i>Quercetea pubescentis</i> Doing ex Scamoni & Passarge 1959.....	210
2.2.1. Ordre des <i>Querco fagineae-Cedretalia atlanticae</i> Barbero, Loisel & Quézel 1974.....	212
2.2.1.1. Alliance du <i>Paeonio atlanticae-Cedrion atlanticae</i> Barbero, Quézel et Rivas-Martinez 1981.....	214
2.2.1.2. Alliance du <i>Lamio numidici-Cedrion atlanticae</i> Abdessemed 1981.....	216
2.2.1.3. Alliance du <i>Lonicero kabylicae-Juniperion hemisphaericae</i> Quézel et Barbero 1989.....	217
2.3. Classe des <i>Querco roboris-Fagetea sylvatica</i> Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937.....	218
2.3.1. Ordre des <i>Populetales albae</i> Br.-Bl. ex Tchou 1948.....	219
2.3.1.1. Alliance du <i>Clematido cirrhosae-Populion albae</i> Bensettiti 1995.....	220
2.3.1.1.a. Sous-alliance de l' <i>Irido foetidissimae-Populenion albae</i> Bensettiti 1995	220
2.3.1.1.b. Sous-alliance du <i>Salici pedicellatae-Fraxinenion angustifoliae</i> Bensettiti 1995.....	221
2.3.1.2. Alliance de l' <i>Osmundo regalis-Alnion glutinosae</i> (Br.-Bl., P. Silva et Rozeira 1956) Dierschke et Rivas-Martinez in Dierschke 1975.....	222
2.3.1.2.a. Sous-alliance du <i>Campanulo alatae-Alnenion glutinosae</i> Bensettiti 1995.....	222
2.4. Classe des <i>Nerio oleandri-Tamaricetea africanae</i> Br.-Bl. & O. Bolos 1958.....	223
2.4.1. Ordre des <i>Tamaricetalia africanae</i> Br.-Bl. & O. Bolos 1958 em. Izco, Fernandez-Gonzalez & A. Molina 1984.....	224
2.4.1.1. Alliance du <i>Tamaricion africanae</i> Br.-Bl. & O. Bolos 1958.....	224
2.4.1.2. Alliance du <i>Tamaricion boveano-canariensis</i> Izco, Fernandez-Gonzalez & A. Molina 1984.....	224
2.4.1.3. Alliance du <i>Rubio ulmifolii-Nerion oleandri</i> O. Bolos 1985.....	224
2.5. Classe des <i>Rhamno catharticae-Prunetea spinosae</i> Rivas Goday et Borja ex Tüxen 1962.....	224
2.5.1. Ordre des <i>Prunetalia spinosae</i> R. Tüxen 1952.....	225
2.5.1.1. Alliance du <i>Pruno spinosae-Rubion ulmifolii</i> O. Bolos 1954.....	225
III. COMMENTAIRES ET REFLEXIONS SUR LES PROBLEMES SYNSYSTEMATIQUES ET SYNTAXONOMIQUES RENCONTRES.....	226
IV. CHECK-LIST DES SYNTAXONS FORESTIERS SENSU LATO ET LEUR REPARTITION CHOROLOGIQUE EN ALGERIE.....	235
V. CONCLUSION.....	238

Chapitre 6. SYNTHÈSE DE NOS CONNAISSANCES PHYTOSOCIOLOGIQUES SUR LES GROUPEMENTS VÉGÉTAUX DE LA KABYLIE DJURDJUREENNE

I. INTRODUCTION.....	240
II. LES TYPES D'HABITATS ET LES SYNTAXONS CORRESPONDANTS : LES GROUPEMENTS NON FORESTIERS.....	240
2.1. La végétation aérohaline et chasmophytique des rochers et falaises du littoral.....	241
2.1.1. <i>Limonietum gougetiani-psilocladon limonietosum psilocladon</i> Pons & Quézel 1955...241	

Table des matières

2.2. La végétation dulçaquicole des mares temporaires et des dépressions humides à <i>Isoètes</i> du littoral	
2.2.1. <i>Myosotido siculae-Isoetum velatae</i> Chevassut & Quézel 1956.....	242
2.2.2. <i>Radiolo linoidis-Isoetum hystricis</i> Chevassut & Quézel 1956.....	243
2.3. La végétation des pelouses thérophytiques.....	244
2.3.1. Pelouse à <i>Trifolium</i> sp. pl.....	244
2.3.2. <i>Biscutello didymae-Lonetum annuae</i> Guinochet 1977.....	245
2.4. Les groupements rupicoles calcicoles du Djurdjura	246
2.4.1. <i>Campanulo jurjurensis-Galietum perralderii</i> Quézel 1957.....	246
2.4.2. <i>Poo alpinae-Saxifragetum numidicae</i> Romo 2008.....	248
2.5. Les associations de pozzines sèches du Djurdjura	249
2.5.1. <i>Alopecuro gerardii-Romuleetum battandierii</i> Quézel 1957.....	249
2.6. Les groupements à hautes herbes (mégaphorbiaies) du Djurdjura	250
2.7. Les pelouses écorchées à xérophytes épineuses du Djurdjura	251
2.7.1. <i>Ranunculo millefoliati-Ptilotrichetum (Alysetum) spinosi</i> Quézel 1957	251
2.7.2. <i>Anthyllido montanae-Helianthemetum cani</i> Quézel 1957.....	253
2.7.3. <i>Pimpinello djurdjurae-Senecietum gallerandiani</i> Quézel 1957.....	255
2.7.4. <i>Bupleuro spinosi-Astragaletum numidici</i> Quézel 1957.....	256
2.7.4.1. Sous-association à <i>Astragalus numidicus (astragaletosum numidici</i> Quézel 1957)	256
2.7.4.2. Sous-association à <i>Vicia glauca var. montisferrati (vicietosum montisferrati</i> Quézel 1957)	256
2.7.4.3. Sous-association à <i>Cytisus balansae (cytisetosum balansae</i> Quézel 1957)	257
2.7.5. Groupement à <i>Artemisia absinthium</i> dans le djebel Haizer	259
2.8. La végétation azonale riveraine des oueds et des zones humides	259
2.8.1. La végétation des agoulmines de l'Akfadou	261
2.8.2. La végétation thérophytique éphémère des lits d'oueds : groupement à <i>Polygonum lapathifolium</i> subsp. <i>verum</i>	261
III. LES GROUPEMENTS FORESTIERS ET PREFORESTIERS.....	263
3.1. Les syntaxons des <i>Quercu roboris-Fagetum sylvaticae</i> Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937.....	264
3.1.1. Les forêts riveraines (populaies blanches) planitiales des oueds de la Kabylie	264
3.1.2. Les forêts ripicoles des ravins (Aulnaies glutineuses) de l'Akfadou.....	265
3.2. Les syntaxons des <i>Quercetea ilicis</i> Br.-Bl. ex A. & O. Bolos 1950.....	265
3.2.1. Les forêts de chênes sclérophylles sempervirents (subéraies) de l'Akfadou et de Beni Ghobri	265
3.2.2. Les forêts de chênes sclérophylles sempervirents (chênaies vertes) du Djurdjura.....	266
3.2.3. Les forêts de chênes caducifoliés (zénaies) de l'Akfadou et de Beni Ghobri.....	267
3.2.4. Les forêts de chênes caducifoliés (afarésaies) de l'Akfadou	268
3.2.5. Les préforêts de chênes sclérophylles sempervirents (chênaies vertes) du Djurdjura.....	268
3.3. Les syntaxons des <i>Quercetea pubescentis</i> Doing-Kraft ex Scamoni & H. Passarge 1959.....	269
3.3.1. Les forêts de chênes caducifoliés (zénaies) de l'Akfadou	270
3.3.2. Les groupements forestiers de Conifères montagnards (cédraies) du Djurdjura.....	271
3.3.3. Les manteaux préforestiers à genévriers rampants (junipéraies) du Djurdjura.....	272
3.3.5. Les formations feuillues caducifoliées préforestières (ormie-ébrale) du Djurdjura.....	273
IV. TYPIFICATION SYNTAXONOMIQUE DES UNITES DECRITES EN KABYLIE DJURDJUREENNE.....	273
V. CONCLUSION.....	278

Chapitre 7. NOUVELLES DONNEES PHYTOSOCIOLOGIQUES SUR LA KABYLIE DJURDJUREENNE : IDENTIFICATION ET DESCRIPTION DES SYNTAXONS FORESTIERS ET PREFORESTIERS

I. LES FORMATIONS FORESTIERES ET PREFORESTIERES DE CEDRE DE L'ATLAS (<i>Cedrus atlantica</i>) DU DJURDJURA	
1.1. Introduction.....	278
1.2. Quelques considérations préliminaires sur la synfloristique des cédraies	280
1.3. Analyse multivariée des données floristiques.....	282
1.4. <i>Sileno atlanticae-Cedretum atlanticae</i> ass. nova	288
1.4.1. Physionomie et structure.....	288
1.4.2. Synécologie et répartition géographique.....	290

Table des matières

1.4.3. Synfloristique, syntaxonomie et valeur synsystématique.....	291
1.4.4. Variations de l'association.....	292
1.4.4.1. Sous-association mésophile de la cédraie d'ubac à <i>Polystichum aculeatum</i> (<i>polystichetosum aculeati</i> subass. nov.).....	292
1.4.4.2. Sous-association mésoxérophile de la cédraie d'adret à <i>Luzula forsteri</i> (<i>luzuletosum forsterii</i> subass. nova)	292
1.4.4.3. Sous-association de la cédraie alticole, clairière et surpâturée à <i>Artemisia absinthium</i> (<i>artemisietosum absinthii</i> subass. nova).....	293
1.4.5. Syndynamique naturelle ou anthropique.....	294
1.5. <i>Physospermo verticillati-Cedretum atlanticae</i> ass. nova	296
1.5.1. Physionomie et structure.....	297
1.5.2. Synécologie et répartition géographique.....	297
1.5.3. Synfloristique, syntaxonomie et valeur synsystématique.....	299
1.5.4. Syndynamique naturelle ou anthropique.....	300
1.6. <i>Potentillo micranthae-Cedretum atlanticae</i> ass. nova	300
1.6.1. Physionomie et structure.....	300
1.6.2. Synécologie et répartition géographique.....	300
1.6.3. Synfloristique, syntaxonomie et valeur synsystématique.....	300
1.6.4. Variations de l'association.....	301
1.6.4.1. Sous-association mésohygrophile à <i>Ilex aquifolium</i> (<i>ilicetosum aquifolii</i> subass. nova)	301
1.6.4.2. Sous-association mésophile à <i>Taxus baccata</i> (<i>taxetosum baccatae</i> subass. nova).....	302
1.7. <i>Junipero hemisphaericae-Cedretum atlanticae</i> ass. nova	302
1.7.1. Physionomie et structure.....	303
1.7.2. Synécologie et répartition géographique.....	303
1.7.3. Synfloristique, syntaxonomie et valeur synsystématique.....	303
1.7.4. Variations de l'association.....	304
1.7.4.1. Sous-association mésophile à <i>Geranium malviflorum</i> (<i>geranietosum malviflori</i> subass. nova).....	304
1.7.4.2. Sous-association mésoxérophile à <i>Pinus mauretanica</i> (<i>pinetosum mauretanicae</i> subass. nova).....	305
1.7.5. Syndynamique naturelle ou anthropique.....	306
1.8. <i>Cynosuro balansae-Juniperetum hemisphaericae</i> Quézel & Barbero 1989.....	308
1.8.1. Physionomie et structure.....	308
1.8.2. Synécologie et répartition géographique.....	309
1.8.3. Synfloristique, syntaxonomie et valeur synsystématique.....	309
1.8.4. Syndynamique naturelle ou anthropique.....	310
II. LES FORMATIONS FORESTIERES ET PREFORESTIERES DE CHENE VERT (<i>Quercus rotundifolia</i>) DU DJURDJURA	
2.1. Introduction.....	311
2.2. Quelques considérations préliminaires sur la synfloristique des chênaies vertes	312
2.3. Analyse multivariée des données floristiques.....	314
2.4. <i>Conopodio glaberrimi-Cedretum atlanticae</i> Barbero, Quézel & Rivas-Martinez 1981 nom. corr.....	319
2.4.1. Physionomie et structure.....	319
2.4.2. Synécologie et répartition géographique.....	319
2.4.3. Synfloristique, syntaxonomie et valeur synsystématique.....	319
2.4.4. Variations de l'association.....	320
2.4.5. Syndynamique naturelle ou anthropique.....	320
2.5. <i>Cytiso villosi-Quercetum rotundifoliae</i> (Meddour 1994) Dahmani 1997.....	321
2.5.1. Physionomie et structure.....	321
2.5.2. Synécologie et répartition géographique.....	322
2.5.3. Synfloristique, syntaxonomie et synsystématique.....	322
2.5.4. Variations de l'association.....	323
2.5.4.1. La sous-association silicicole à <i>Alliaria petiolata</i> (<i>alliarietosum petiolatae</i> subass. nova).....	323

Table des matières

2.5.4.2. La sous-association neutrocalcicole à <i>Dioscorea communis</i> (<i>dioscoreetosum communis</i> subass. nova).....	324
2.5.5. Syndynamique naturelle ou anthropique.....	324
2.6. <i>Calicotomo spinosae-Quercetum rotundifoliae</i> Dahmani 1997.....	324
2.6.1. Physionomie et structure.....	324
2.6.2. Synécologie et répartition géographique.....	325
2.6.3. Synfloristique, syntaxonomie et synsystématique.....	325
2.6.4. Variations de l'association.....	325
2.6.5. Syndynamique naturelle ou anthropique.....	326
2.7. <i>Ptilostemona riphaei-Quercetum rotundifoliae</i> ass. Nova.....	326
2.7.1. Physionomie et structure.....	326
2.7.2. Synécologie et répartition géographique.....	327
2.7.3. Synfloristique, syntaxonomie et synsystématique.....	327
2.7.4. Syndynamique naturelle ou anthropique.....	328
III. LES FORMATIONS FORESTIERES DE CHENE ZEEN (<i>Quercus canariensis</i>) ET DE CHENE AFARES (<i>Quercus afares</i>) DE L'AKFADOU ET DE BENI GHOBRI.....	329
3.1. Introduction.....	329
3.2. Quelques considérations préliminaires sur la synfloristique des chênaies caducifoliées	330
3.3. Analyse multivariée des données floristiques.....	332
3.4. <i>Rubus incanescens-Quercetum canariensis</i> Quézel 1956 em. Aimé, Bonin, Chaabane, Loisel & Saoudi 1986 <i>cytisetosum villosi</i> Quézel 1956 em. Aimé & al. 1986.....	334
3.4.1. Physionomie et structure.....	334
3.4.2. Synécologie et répartition géographique.....	335
3.4.3. Synfloristique, syntaxonomie et valeur synsystématique.....	335
3.4.4. Syndynamique naturelle ou anthropique.....	336
3.5. <i>Plagio maghrebini-Quercetum canariensis</i> Laribi 1999 nom. corr.....	336
3.5.1. Physionomie et structure.....	336
3.5.2. Synécologie et répartition géographique.....	337
3.5.3. Synfloristique, syntaxonomie et valeur synsystématique.....	337
3.5.4. Variations de l'association.....	338
3.5.5. Syndynamique naturelle ou anthropique.....	338
IV. LES FORMATIONS FORESTIERES ET PREFORESTIERES DE CHENE LIEGE (<i>Quercus suber</i>).....	339
4.1. Introduction.....	339
4.2. Quelques considérations préliminaires sur la synfloristique des subéraies	340
4.3. Analyse multivariée des données floristiques.....	342
4.4. <i>Festuco triflorae-Quercetum suberis</i> ass. Nova.....	347
4.4.1. Physionomie et structure.....	347
4.4.2. Synécologie et répartition géographique.....	347
4.4.3. Synfloristique, syntaxonomie et valeur synsystématique.....	348
4.4.4. Variations de l'association.....	349
4.4.4. Syndynamique naturelle ou anthropique.....	349
4.5. <i>Cytis villosi-Quercetum suberis</i> Br.-Bl. 1953 corr. Serra, Loddó & Bacchetta 2002 <i>quercetosum canariensis</i> El Afsa 1978	349
4.5.1. Physionomie et structure.....	349
4.5.2. Synécologie et répartition géographique.....	349
4.5.3. Synfloristique, syntaxonomie et valeur synsystématique.....	350
4.5.4. Variations de l'association.....	351
4.5.5. Syndynamique naturelle ou anthropique.....	352
4.6. <i>Cytis villosi-Quercetum suberis</i> Br.-Bl. 1953 corr. Serra, Loddó & Bacchetta 2002 <i>arbutetosum unedonis</i> subass. nova	353
4.6.1. Physionomie et structure.....	353
4.6.2. Synécologie et répartition géographique.....	353
4.6.3. Synfloristique, syntaxonomie et valeur synsystématique.....	354
4.6.4. Variations de l'association.....	354
4.6.5. Syndynamique naturelle ou anthropique.....	354
4.7. <i>Erica arborea-Myrtetum communis</i> Quézel, Barbero, Benabid, Loisel & Rivas-Martinez 1988.....	355
4.7.1. Physionomie et structure.....	355

Table des matières

4.7.2. Synécologie et répartition géographique.....	355
4.7.3. Synfloristique, syntaxonomie et valeur synsystématique.....	356
4.7.4. Variations de l'association.....	356
4.7.5. Syndynamique naturelle ou anthropique.....	356
V. LA FORMATION CADUCIFOLIEE PREFORESTIERE A ORMEAU (<i>Ulmus procera</i>) ET ERABLE DE MONTPELLIER (<i>Acer monspessulanum</i>) DU DJURDJURA	357
5.1. Introduction.....	357
5.2. <i>Aceri monspessulani-Ulmetum procerae</i> Meddour 1999.....	357
5.2.1. Physionomie et structure.....	357
5.2.2. Synécologie et répartition géographique.....	357
5.2.3. Synfloristique, syntaxonomie et valeur synsystématique.....	358
5.2.4. Syndynamique naturelle ou anthropique.....	360
VI. TYPIFICATION SYNTAXONOMIQUE DES NOUVELLES UNITES DECRITES EN KABYLIE DJURDJUREENNE.....	361
 CONCLUSION GENERALE.....	 363
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	369
ANNEXES	398
 Annexe1. Tableaux phytosociologiques	
 Annexe 2. Liste des taxons rencontrés dans les relevés	
 Annexe 3. Liste des tableaux et des figures	

INTRODUCTION GENERALE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

INTRODUCTION GENERALE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Dans la recherche de la connaissance des habitats et écosystèmes naturels, semi-naturels ou même artificialisés, la phytosociologie moderne, apporte une aide au diagnostic synécologique particulièrement précieuse, en ce sens que les plantes vasculaires (ou non) sont de puissants intégrateurs des facteurs biotopiques et anthropiques et subséquemment les meilleurs bioindicateurs de l'état de santé du milieu, de son degré de naturalité ou de perturbation et de son intérêt patrimonial.

La Kabylie du Djurdjura ou djurdjuréenne est sans aucun doute une dition privilégiée sur le plan de sa biodiversité, plus spécialement floristique et écosystémique, en raison de son appartenance au hotspot du bassin méditerranéen (Médail & Quézel, 1997), et encore plus de sa localisation dans le point chaud de biodiversité « Kabylie-Numidie-Kroumirie » (Véla & Benhouhou, 2007). Elle a depuis longtemps attiré naturalistes, botanistes, phytogéographes et phytosociologues. A partir de 1854, elle a en effet connu un siècle environ d'intenses recherches floristiques et c'est l'une des rares régions en Algérie qui possède, par exemple, deux catalogues sur sa flore phanérogamique (Letourneux, 1893 ; Debeaux, 1894). On sait depuis ces deux travaux fondamentaux, que ce territoire phytochorologique possède 1698 ou 1846 taxons, sur une surface limitée dans le cadre de l'Algérie septentrionale. Actuellement, ce chiffre est d'environ 2000 taxons, soit près de 50 % de la flore nationale. Voilà environ un siècle, elle a été étudiée de façon fouillée sur le plan phytogéographique dans le cadre d'une thèse de doctorat par Lapie (1909), travail remarquable pour l'époque où il a été rédigé et qui correspond presque exactement à la date de naissance de la phytosociologie en 1910. Ce travail fait la description détaillée de toutes les formations végétales, plus spécifiquement forestières, qui se trouvent sur ce territoire, sur plusieurs caractères, tant écologiques, floristiques (près de 800 plantes vasculaires y sont citées ; cf. Meddour, 2008), dynamiques, qu'anthropiques.

Par la suite, le massif forestier de l'Akfadou et encore plus celui du Djurdjura, ont fait l'objet des premières études phytosociologiques par Quézel (1956 et 1957), qui donnera des diagnoses syntaxonomiques valables encore aujourd'hui, en s'intéressant dans un cas à la végétation forestière des chênaies caducifoliées, et dans l'autre aux groupements supraforestiers des pelouses écorchées, dont la valeur climacique est loin d'être établie, puisqu'elles correspondent sur une grande partie des sommets du Djurdjura à une zone à potentialité forestière évidente. Les phénomènes d'anthropisation ont pris une ampleur démesurée et cela depuis fort longtemps, partout au Maghreb (Rif, Babors, Kroumirie ...), malgré cela la Kabylie djurdjuréenne reste un joyau de biodiversité, avec ses zénaies-afarésaies (Akfadou), parmi les plus significatives de ce qu'elles pouvaient être à l'Holocène, puisqu'elles y sont établies depuis au moins 9 000 ans B.P. (Salamani, 1991), et elle conserve encore de nos jours une forêt « relique », celle d'Ait Ouabane, dans un état proclimacique, qui n'a aucun équivalent en Algérie, si ce n'est celle des Babors encore plus proche de la naturalité. Mais, la vitesse de transformation et d'altération des habitats et écosystèmes depuis quelques décennies, nous incite à reconsidérer notre approche de l'impact anthropozoogène et à conduire des études sur le terrain de plus en plus systémiques, en n'excluant aucune composante de l'écosystème, notamment humaine.

Ceci étant dit, il est opportun maintenant de préciser les grandes lignes et les objectifs de notre présente recherche à caractère multithématique. Le « massif montagneux du Djurdjura », en fait la Kabylie djurdjuréenne, qui est en grande partie un territoire montagneux, très boisé (plus de 30 %), mais également densément peuplé (plus de 300-400 habitants/km²), a fait l'objet de plusieurs études de mise en valeur (études du BNEF, du BNEDER), et plus récemment en 2008, le Centre National des Etudes et d'Analyses pour

la population et le Développement (CNEAP), sous la tutelle du Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et du Tourisme (MATET), a réalisé une « *étude relative à la délimitation et à la caractérisation des zones de montagne et des massifs montagneux du Djurdjura* ».

En dépit, de cet intérêt pour la région à différentes périodes historiques, nous assistons actuellement à une régression intense de la couverture végétale, qui a pour effet collatéral la disparition des sols, dans une région fortement déclive et très arrosée (plus de 700-800 mm/an). Ceci rend cette double dégradation parfois irréversible. Les problèmes environnementaux prennent au niveau des wilayas de Tizi Ouzou et Bejaia, une très grande amplitude (feux de forêts, coupes de bois illicites, plus spécialement les perches et les jeunes arbres de futaie, extraction de roche dans l'Akfadou et au Djurdjura, décharges sauvages, défrichement, constructions et mitage de la forêt ...).

Plus proche de nos préoccupations, on peut rappeler la grande géodiversité de la Kabylie djurdjuréenne, avec ses portions occidentale, orientale et méridionale très contrastées, sur les plans bioclimatique, lithologique, édaphique, géomorphologique, végétationnel et socio-économique (pratiques culturelles, sylvopastoralisme, estivage, multiples usages des plantes encore vivaces, même alimentaire, etc.). La diversité des combinaisons écoclimatiques est grande et la pression anthropozoïque ne s'est pas exercée partout avec la même intensité, ni durant la même durée de temps ; sa spatiotemporalité est variable est rend l'étude de la végétation, support visible des écosystèmes, très complexe mais passionnante, si on l'aborde avec une vision moderne de fonctionnalité et de gestion conservatoire des ressources biogénétiques et des services écosystémiques.

C'est dans ce cadre global qu'on a essayé d'inscrire ce travail dans un territoire qui s'est avéré vaste pour une telle entreprise. Ce qui nous a conduit au fur et à mesure à cibler davantage nos « zones d'étude », en fonction de l'intérêt ou de la représentativité de tel ou tel écosystème (Djurdjura, Akfadou, Beni Ghobri, chaîne littorale, région de l'oued Sahel, et même au-delà des limites biogéographiques sur le sahel de Zemmouri, littoral algérois). Ce recentrage permet d'affiner les analyses et d'approfondir l'étude des groupements forestiers et préforestiers, choix se justifiant largement par leur multifonctionnalité, patrimonialité et problèmes qu'ils posent en matière de gestion durable et de préservation.

D'après l'état de nos connaissances sur l'étude des groupements végétaux, que nous avons effectué initialement, il en ressort qu'en dépit d'une impression de « zones bien connues et étudiées », la tâche prioritaire demeure encore l'inventaire et l'analyse approfondie des associations forestières et préforestières en particulier. Cet inventaire est nécessaire pour des comparaisons et synthèses régionales rigoureuses.

L'objectif de ce travail est également de montrer tout l'intérêt, aussi bien didactique que fonctionnel, que présentent l'étude bioclimatique et l'approche phytosociologique sigmatiste, revisitée et affinée, pour une meilleure connaissance de la végétation forestière. Cet intérêt est affermi du fait que les groupements forestiers et préforestiers du Maroc, en particulier, ont fait l'objet d'une série d'études syntaxonomiques par l'équipe du professeur Quézel. Un tel travail est souhaitable pour l'Algérie.

Pour notre part, après un premier essai sur l'Atlas blidéen (Meddour, 1994, 2002), nous allons prolonger l'effort et contribuer à l'étude bioclimatique, phytogéographique et phytosociologique de la Kabylie djurdjuréenne.

La démarche envisagée présente plusieurs étapes successives. Tout d'abord, pour ne pas déroger à la règle, toute étude de cette nature nécessite au préalable une bonne connaissance du territoire sur lequel porte l'analyse phytosociologique. C'est ainsi qu'après

une présentation des principaux caractères physiques et biotiques du territoire envisagé dans cette étude (chapitre 1), la première partie sera consacrée à l'analyse du climat et du bioclimat, en référence à des approches maintenant classiques celles d'Emberger et celle de Gaussen, confronté dans un souci d'amélioration et de modernisation de la classification bioclimatique, on a recours au nouveau système de Rivas-Martinez (chapitre 2).

Cette première partie sera complétée par une nouvelle description phytogéographique de l'Algérie du Nord, après celle de Lapie (1909) et de Maire (1926), la carte de Quézel & Santa (1962) n'étant accompagnée d'aucune notice, cette lacune demandait depuis longtemps, à notre sens, une telle tentative, qui d'ailleurs permet de mieux appréhender la dition étudiée (chapitre 3).

Dans la deuxième partie, nous exposerons les principes et méthodes de la phytosociologie braun-blanqueto-tuxenienne (chapitre 4), en mettant à jour, notre premier essai de 1994, d'une manière qui modernise l'approche avec tous les concepts développés par le professeur Géhu, en particulier, et avec parfois des développements didactiques que nous reconnaissons.

C'est tout naturellement que nous abordons la description standardisée de tous les syntaxons forestiers et préforestiers identifiés et décrits à ce jour (chapitre 5), en tentant une synthèse syntaxonomique, qui a demandé beaucoup de temps, compte tenu de l'inaccessibilité des documents nécessaires (littérature grise des mémoires et thèses).

Un « état des lieux », dans l'optique d'une monographie régionale, nous a paru essentiel, afin de réunir dans un seul document (chapitre 6) tous les résultats concernant les études syntaxonomiques des groupements forestiers et non forestiers, qui ont été réalisés sur le territoire phytochorologique étudié dans ce travail. C'est une sorte de « gap analysis » (étude de lacunes) permettant d'orienter de nouvelles recherches phytosociologiques.

Enfin, nous présenterons l'ensemble des données phytosociologiques acquises sur les groupements forestiers et préforestiers durant plusieurs années, visant à partir de l'analyse multivariée, l'individualisation et la définition de nouveaux syntaxons, la redéfinition ou l'apport de nouveaux matériaux pour d'autres (chapitre 7). Ces groupements végétaux font l'objet d'une description approfondie sur le principe polythétique de l'association (physionomie, structure, chorologie, synfloristique, synécologie, syndynamique...).

Nous insisterons plus particulièrement sur le poids de l'impact humain qui, lorsqu'il n'est pas pris en compte, ne permet qu'un « survol » des unités décrites.

Chapitre I

DESCRIPTION GENERALE DU MILIEU D'ETUDE

Chapitre I. DESCRIPTION GENERALE DU MILIEU D'ETUDE

I. ASPECTS GEOGRAPHIQUES

I.1. Limites territoriales naturelles

« Il faut donc fixer les limites de cette étude. Je ne cacherai pas tout l'arbitraire d'une telle démarche qui consiste à utiliser plusieurs critères pour définir une région géomorphologique, avec tout le lourd passé, toute l'ambiguïté, toute l'idéologie attachée en géographie au terme de région » (in Encyclopédie Berbère).

La Kabylie du Djurdjura (ou Grande Kabylie) dans le sens géographique occupe la partie du territoire située entre les limites naturelles suivantes (figure 1) :

- la mer Méditerranée au nord,
- l'oued Isser-oriental et l'oued Djemaa, son affluent qui prend naissance près de Bouira, à l'ouest,
- l'oued Sahel au sud et à l'est ; ce dernier change de nom pour prendre celui d'oued Soummam, à partir du méridien d'Akbou.

La distance qui sépare l'embouchure de l'oued Isser de celle de l'oued Soummam près de Bejaïa, est de 130 km à vol d'oiseau. Du Cap Tedlès à l'oued Sahel, en suivant le méridien qui passe par ce cap, la distance est de 55 km. Cette région présente une superficie d'environ 5 700 km².

I.2. Limites administratives

La zone d'étude couvre en totalité la wilaya de Tizi Ouzou et partiellement les wilayas de Boumerdès, Bouira et Bejaïa. Globalement, le territoire de la Kabylie djurdjuréenne, tel que délimité par l'étude du MATET (2008), correspond sur le plan administratif, à :

- la partie nord-est, du territoire de la wilaya de Boumerdès,
- l'intégralité, du territoire de la wilaya de Tizi Ouzou,
- la partie ouest, du territoire de la wilaya de Bejaïa,
- la partie nord-est, du territoire de la wilaya de Bouira.

D'une superficie totale de 5 530,21 km², soit 553 021 ha, la Kabylie djurdjuréenne s'étend sur un territoire réparti entre les quatre wilayas comme suit (tableau 1 et figure 2) :

Tableau 1. Situation administrative de la Kabylie du Djurdjura (MATET, 2008)

Wilayas	Superficie (ha)	% par rapport à la surface totale	Nombre de communes
Boumerdès	69 329	12.54	13
Bouira	56 703	10.25	9
Bejaïa	130 010	23.51	22
Tizi Ouzou	296 980	53.70	67
Total	553 021	100	111



Figure 1. Limites territoriales naturelles de la Kabylie djurdjuréenne
(fond topographique issu de la carte d'Algérie de Microsoft Expeditamaps 1997)

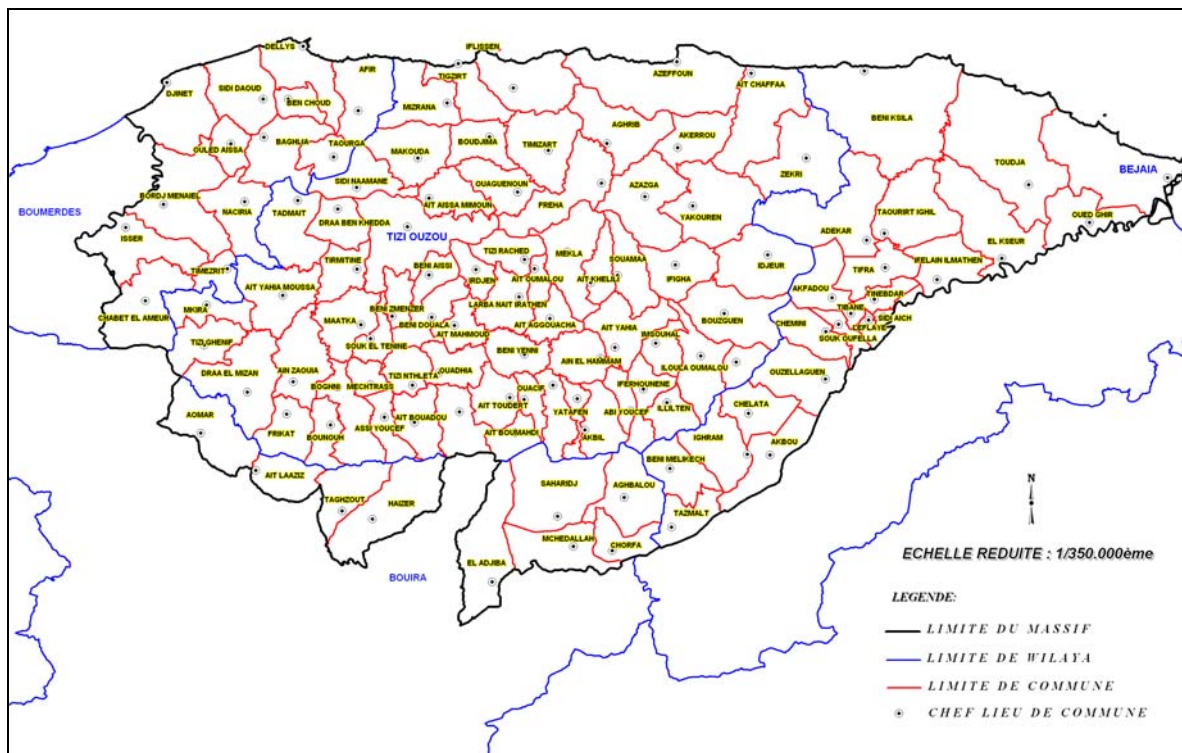


Figure 2. Limites administratives de la Kabylie djurdjuréenne (MATET, 2008)

II. CADRE PHYSIQUE ET BIOTIQUE

L'étude relative au milieu physique et biotique a porté sur les caractéristiques suivantes : l'orotopographie, la géologie et la lithologie, la pédologie, l'hydrologie et l'occupation du sol. Quant au climat, il fera l'objet d'une étude détaillée plus loin.

2.1. Orotopographie

Sur le plan géographique, le relief est la combinaison de deux facteurs : l'altitude et la pente, qui représentent les critères les plus déterminants, notamment en *géobiologie des montagnes*. De ce fait, le relief constitue la composante du milieu physique, qui définit au mieux le caractère montagneux d'un espace ou d'un territoire.

2.1.1. Altitude

La répartition générale des classes d'altitude à travers le territoire étudié est présentée dans le tableau 2 et sur la figure 3.

Tableau 2. Répartition générale des classes d'altitude à travers le territoire étudié (MATET, 2008)

Classes d'altitude (en m)	Superficie totale (ha)	% de la surface du territoire
0-400	186 125	33.66
400-800	268 518	48.55
800-1200	62 643	11.33
> 1200	35 735	6.46
Total	553 021	100

Globalement, les zones montagneuses de la Kabylie djurdjuréenne présentent des altitudes moyennement élevées, généralement inférieures à 800 m (82,32 % du territoire) et où prédomine la classe comprise entre 400 et 800 m (48,55 %). Les plus hautes altitudes (plus de 1 200 m) correspondent aux sommets du Djurdjura et de l'Akfadou (6,46 %).

2.1.2. Pente

La répartition générale des différentes classes de pente est présentée dans le tableau 3.

Tableau 3. Répartition générale des différentes classes de pente (MATET, 2008)

Classes de pente (en %)	Superficie totale (ha)	% de la surface du territoire
0-3	31 861	5.76
3-12.5	102 499	18.53
12.5-25	99 479	17.99
> 25	319 181	57.72
Total	553 021	100

En général, les zones montagneuses de la Kabylie djurdjuréenne présente une pente très accentuée. Les deux classes de pente « supérieure à 25 % » et « comprise entre 12,5 et 25 % »

cumulent une superficie de 418 660 ha, soit 75,71 % de la surface totale du territoire (figures 4 et 5).

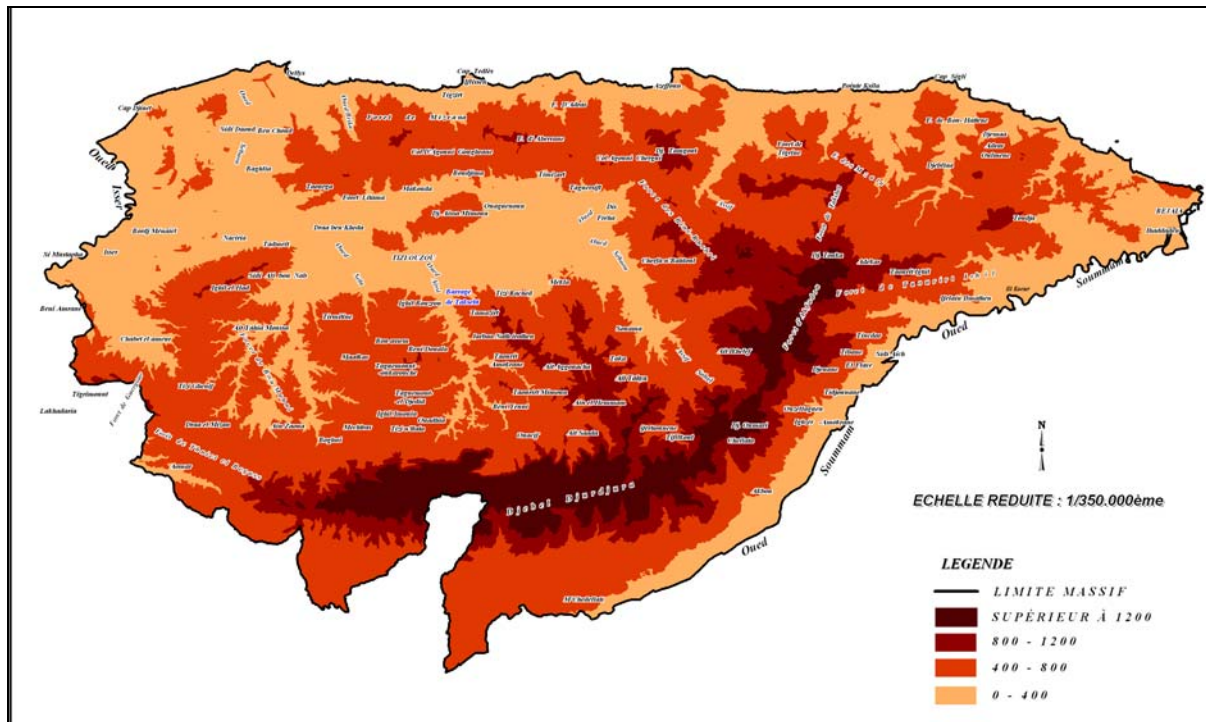


Figure 3. Carte des classes d'altitude de la Kabylie djurdjuréenne (MATET, 2008)

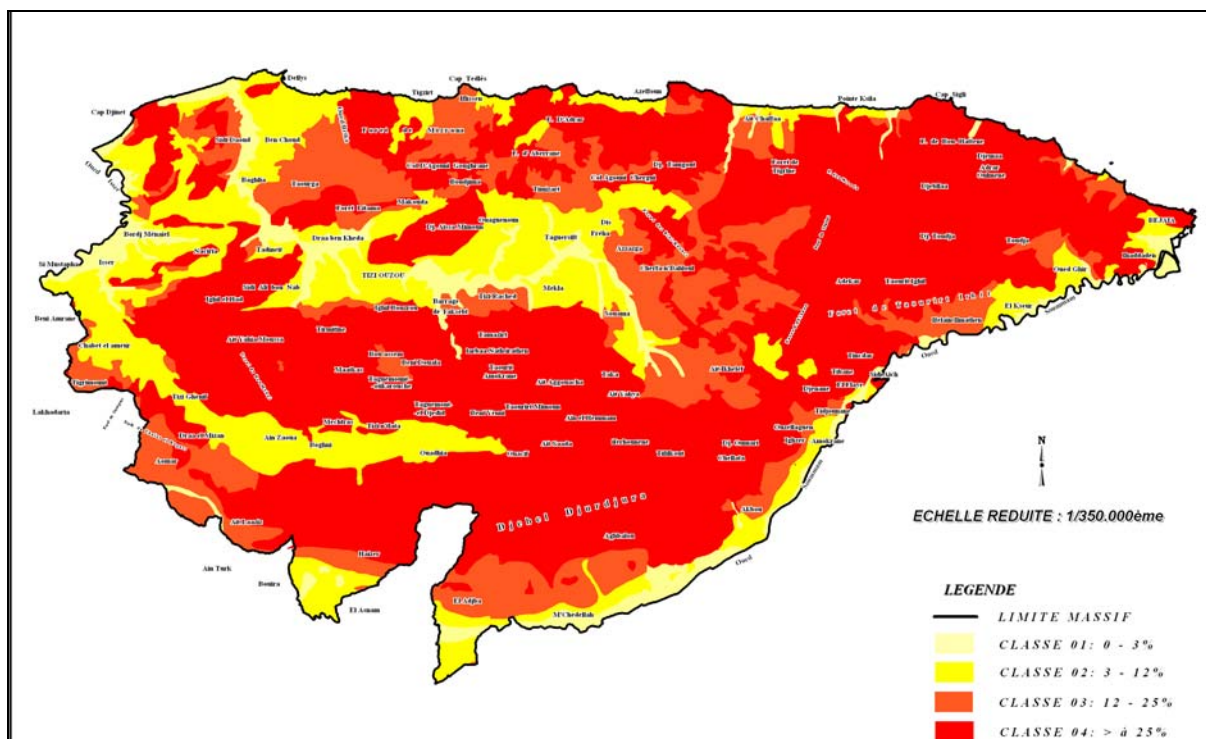


Figure 4. Carte des classes de pentes de la Kabylie djurdjuréenne (MATET, 2008)

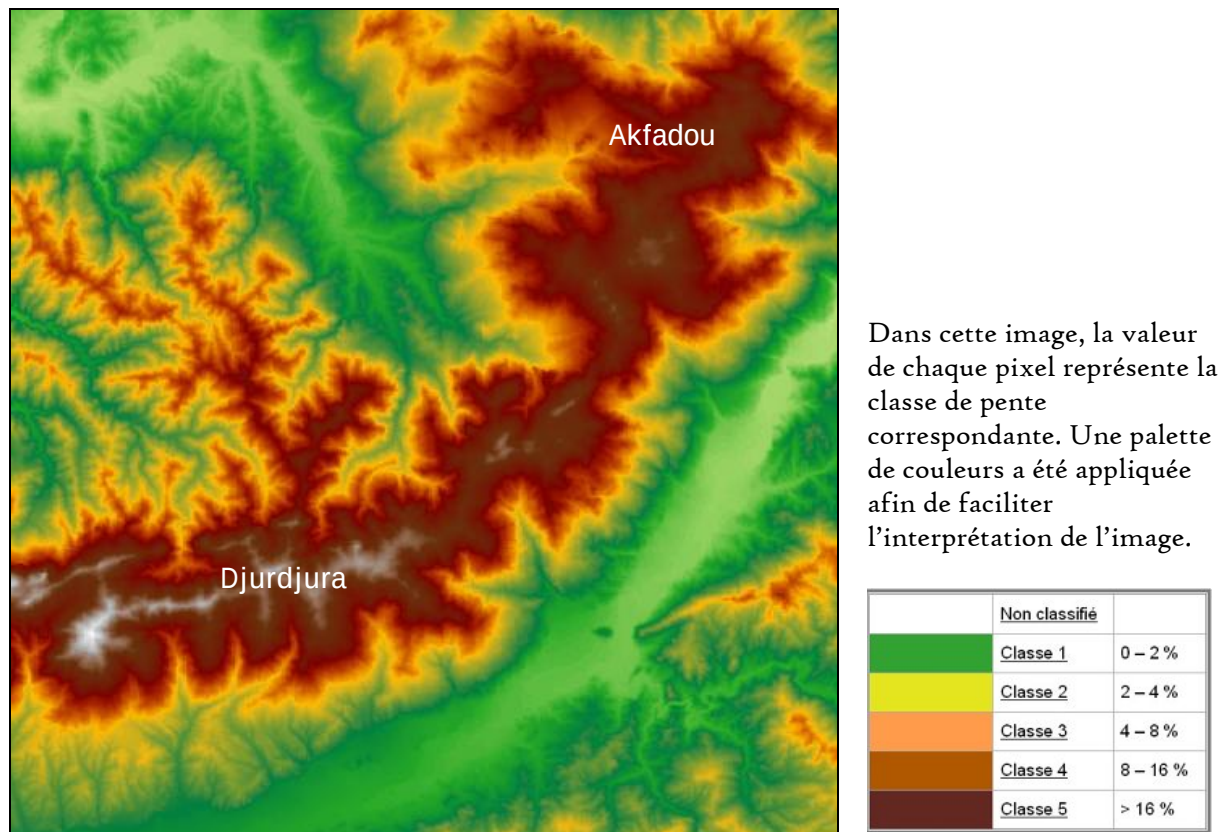


Figure 5. Carte numérique des pentes du Djurdjura-Akfadou du projet SGIIAR (Système de gestion intégrée de l'information agricole et rurale) (représentation en fausses couleurs)
http://www.sgiiar.org/geodataaccess/images/SRTM_1.jpg

Par rapport à d'autres régions du pays, cette zone montagneuse de la Kabylie djurdjuréenne se distingue par la diversité de ses milieux physiques et naturels, une diversité qui résulte de son relief escarpé fortement disséqué, par un réseau hydrographique important, donnant ainsi lieu à une alternance de paysages et de géosystèmes : plaines littorales, massifs côtiers, vallées et dépressions intérieures, basses, moyennes et hautes montagnes.

2.2. Description des divers géosystèmes

Le système orographique (ou orosystème) de la Kabylie du Djurdjura est compartimenté principalement en trois chaînes de montagnes : la chaîne littorale, le massif ancien kabyle et la chaîne du Djurdjura, qui se rétrécissent d'ouest en est pour se rejoindre dans la partie orientale de la zone d'étude (figure 6).

Le massif montagneux le plus important est le Djurdjura, qui est très nettement limité au sud par l'oued Sahel. Le versant nord est au contraire étagé et couvert par de nombreux contreforts, qui s'abaissent jusqu'à la vallée du Sébaou. Le massif du Djurdjura est de même bordé, vers le nord, dans sa partie occidentale par la dépression de Drâa el Mizan-Boghni. Il est prolongé vers l'ouest, jusqu'aux gorges de Lakhdaria, par la chaîne de Beni Khalfoun qui culmine au Tigrimount (1 028 m) ; à l'est, par les chaînes de l'Akfadou (djebel Zeen, 1 646 m), de Taourirt Ighil (1 110 m) et de l'Aghbalou (1 317 m).

Avant de passer en revue l'ensemble des massifs montagneux (figure 7), il convient de présenter le bassin du Sébaou, vers où converge la majorité des cours d'eau de ce territoire et celui de l'oued Isser.

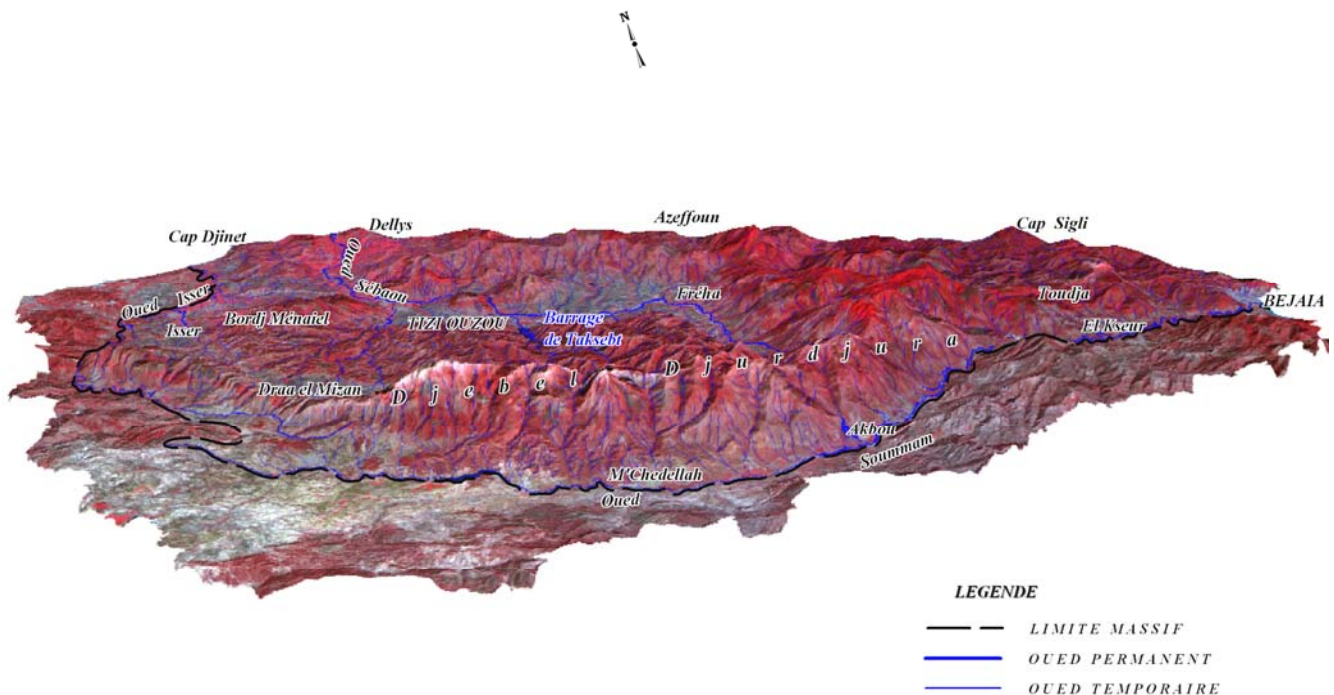


Figure 6. Carte morphophysique en Modèle Numérique du Terrain montrant le relief de la Kabylie du Djurdjura (MATET, 2008)

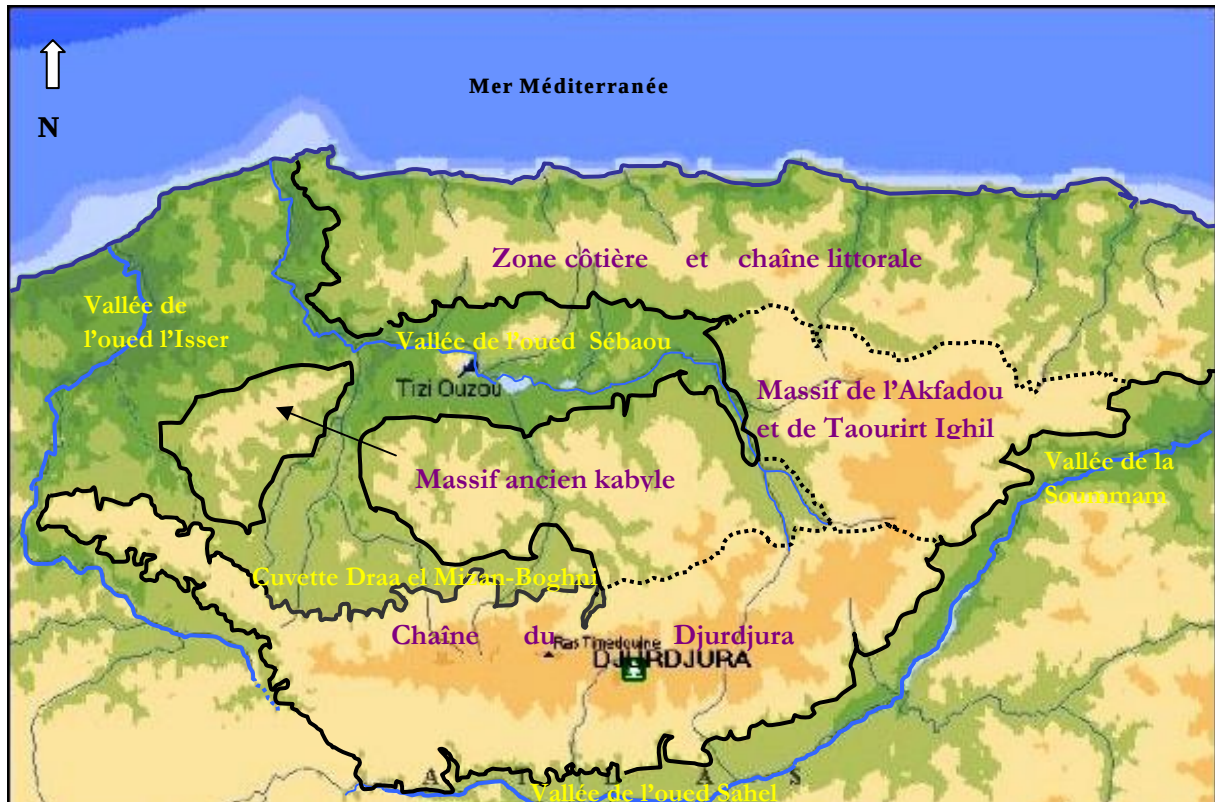


Figure 7. Carte des divers géosystèmes de la Kabylie du Djurdjura

2.2.1. Les bassins du Sébaou et de l'Isser

Le principal cours d'eau du réseau hydrographique de la Kabylie du Djurdjura est le Sébaou. Formé par la réunion de plusieurs affluents torrentueux (*Séba* qui signifie sept), lesquels prennent naissance sur les versants nord et est du massif principal du Djurdjura, ou sur les pentes sud de la chaîne littorale qui lui est parallèle. Il coule entre la région des contreforts et la chaîne littorale et se jette dans la mer un peu à l'ouest de Dellys.

Le Sébaou serpente dans une zone assez large d'alluvions et traverse une grande vallée intérieure, parfois resserrée sur son parcours, parfois aussi beaucoup plus large comme à Sikh ou Meddour, partout cultivée ou couverte de pâturages. Le bassin du Sébaou se développe largement sur la rive droite, sous l'aspect de « mamelons » argileux dénudés, d'une altitude moyenne de 200-300 m, qui se relèvent au pied de la chaîne littorale par les pentes ravinées, dominées par quelques chaînons aux parois découpées, dont le principal est le rocher d'Abizar. A l'ouest, le bassin bifurque pour entourer le promontoire ancien du djebel Aissa Mimoun (801 m). A l'est, le bassin se termine au grand coude du Sébaou (Acif Boubehir).

Dans le cours inférieur de la vallée de l'Isser serpente un oued encaissé dans sa basse terrasse, qui décrit plusieurs méandres. La largeur de la vallée est variable et on note un rétrécissement notable à la hauteur de Sidi Zerzor (moins de 2 km) selon Dagorne & Ottavi (1998). Les collines situées de part et d'autre de l'oued Isser sont inégalement disséquées par ses affluents ; en rive droite, l'altitude atteint 416 m, alors qu'en rive gauche, elle ne dépasse pas 150 m. Dans l'ensemble, ces paysages collinaires, dénommés « touarès », sont plus fermés que ceux de la vallée. L'oued Isser, avec son principal affluent en amont l'oued Djemaa, collecte les eaux de la marge occidentale de la Kabylie, de l'Atlas mitidjéen et de la plaine des Aribes (Bouira). L'oued Isser, qui coule d'abord du nord au sud, change de direction à la traversée des gorges de Lakhdaria. Celles-ci sont situées dans la dépression synclinale rattachée au dôme du massif de Béni Khalfoun qui culmine au Nord-est à la forêt de Tigrimount (1 028 m).

2.2.2. La chaîne littorale

Entre la vallée du Sébaou et la mer, parallèlement se dresse la chaîne littorale, qui commence à l'ouest près de l'embouchure de l'Isser et va en s'élevant vers l'est, pour atteindre son point culminant au Tamgout de Beni Djenad (1 278 m), dont la pyramide remarquable, aux flancs boisés, domine toute la zone littorale. Son flanc oriental est profondément entaillé par la coupure de l'Acif el Hammam. Plus loin, la chaîne littorale se confond avec les massifs d'Akfadou et de Taourirt Ighil ; elle émet vers la mer des chaînons décroissant en altitude de l'ouest à l'est, séparés entre eux par de petits oueds côtiers à régime torrentiel (ighzer ou acif). La ligne de crêtes, vers l'ouest, marquée de quelques saillies rocheuses de grès, conserve une altitude moyenne de 800 m ; la partie culminante atteint 939 m (forêt d'Aberrane). Les versants accidentés, aux falaises généralement abruptes, qui s'abaissent vers le rivage sont le plus souvent broussaillieux ou boisés, et découpés de façon enchevêtrée par les nombreux torrents qui sillonnent la chaîne littorale.

A l'ouest, le djebel Bou Berak (648 m) se divise en deux crêtes distinctes vers le nord, séparant le bassin de l'Isser de celui du Sébaou, et à Flisset el Bahr (Ifliessen el Bahar), le versant principal vient se terminer au promontoire du Cap Tedlès. Au centre, le versant de Beni Djenad, qui forme une arête saillante, se prolonge par la pointe d'Ait Arhouna. A l'Est, une ride importante part du Tamgout, d'abord vers le nord-est, puis dévie vers le

nord-ouest dans le promontoire d'Azeffoun (425 m) et qui se tronque brusquement au Cap Corbelin.

2.2.3. Le massif montagneux de Beni Ghobri-Akfadou

Le massif montagneux de Beni Ghobri-Akfadou, très accidenté, fait la jonction au Sud-ouest avec la chaîne montagneuse du Djurdjura et de Chellata, et au Nord avec les chaînons littoraux (djebel Azouza, 1 084 m ; djebel Taksebt) et se rattache au Nord-ouest, par le djebel Zraïb (933 m) à la chaîne du Tamgout. L'orographie de l'ensemble du massif est assez compliquée ; elle s'articule autour d'une succession de lignes de crêtes étroites, orientées ENE-WSW, séparées par de profonds talwegs. Cette zone boisée, où de nombreux cours d'eau dissèquent profondément le relief, se distingue par l'importance des volumes montagneux, puisque près de la moitié de la surface est située à plus de 800 m d'altitude (Dagorne & *al.*, 1984). Les versants de l'Akfadou et de Beni Ghobri, dont les sommets gréseux sont découpés en rochers saillants, dominant vers l'ouest le cirque du Haut Sébaou (acif n'Boubehir). Les pics les plus importants, dépassant 1 000 m, sont : djebel Sidi el Abed, 1 014 m (forêt de Yakouren), djebel Afroun 1 317 m, djebel Toukra 1 465 m et Azerou n'Taghat 1 542 m. Ces deux derniers se prolongent vers l'Est, à partir d'Adekar, avec le massif de Taourirt Ighil (1 003 m), et dominant vers le Sud-est la vallée de la Soummam. La décroissance de l'altitude sur le versant méridional est rapide, car elle passe de 1 600 m à moins de 200 m vers Sidi Aïch, sur moins de 10 km, en direction de la vallée de la Soummam. En versant nord, plus doux, celle-ci varie de 217 m à Tizi Bouchen, près d'Azazga, à 1 646 m au djebel Zéen, point culminant du massif.

Cette longue crête sommitale a une position charnière, puisqu'elle correspond à la rencontre de la chaîne côtière et de la dorsale du Djurdjura ; tandis que le bourrelet côtier a un tracé qui s'incurve vers le sud après le djebel Tamgout, le Djurdjura prend une direction plus septentrionale après le massif de Chellata.

2.2.4. Le massif ancien kabyle (ou contreforts du Djurdjura)

Au nord du Djurdjura s'étend un ensemble de contreforts montagneux et de collines aux formes arrondies et d'altitude inférieure à 1 000 m en général, qu'on désigne sous le nom de « massif ancien kabyle ». C'est une vaste région qui comprend les territoires de Larbâa Nath Irathen, Aïn el Hammam, Beni Yenni, Aït Menguellet, Ouadhia, et la chaîne de Flissa (ou Iflissen) qui culmine au Sid Ali Bounab, à 885 m.

2.2.5. Le massif du Djurdjura

Relief majeur de tout le Tell algéro-tunisien, le massif du Djurdjura, l'ancien « *Mons Ferratus* » des Romains, représente une incontestable entité géographique. La grande chaîne du Djurdjura forme le noyau autour duquel vient se rattacher tout le système montagneux de la contrée, qui est nettement délimitée vers le sud, comme on vient de le dire par l'oued Sahel, qu'il surplombe comme une immense muraille avec une dénivelée de 1 800 m ! Le Djurdjura *sensu lato* et ses prolongements parcourent, sur une étendue de 150 km environ, la partie méridionale et orientale de la « Grande Kabylie ». Puis, il s'infléchit dans sa partie moyenne vers le nord-est, et se termine brusquement à la mer, non loin de l'embouchure de l'oued Soummam.

La chaîne du Djurdjura s'étend d'ouest en est sur un peu plus de 50 km avec une largeur qui n'excède pas 10 km. Elle est formée par le massif du Djurdjura à l'ouest et par le petit massif de Chellata à l'est et domine de ses 2 000 m et plus, en versant nord, le massif

ancien kabyle. Elle est formée de hautes crêtes parallèles entre elles s'allongeant d'ouest en est, en un arc de cercle ouvert vers le nord. Les escarpements calcaires du haut Djurdjura se dressent au-dessus des contreforts environnants avec une dénivelée de 1 000 m ou plus. Le Djurdjura est constitué par deux barres qui forment un double massif vers Lalla Khedidja (2 308 m), et s'étend de Tizi Oudjaboub à l'ouest, à Tizi n'Chéria à l'est. La barre calcaire septentrionale est abordée à l'est un peu après Tizi n'Djemaa, vers la cote 1 300 m ; ses escarpements forment la montagne d'Azerou Tidjer. La barre calcaire la plus méridionale est la plus élevée ; elle forme en partie la crête du Djurdjura et monte jusqu'au col de Tirourda vers l'est. Les principaux sommets du massif du Djurdjura sont disposés successivement sur une étendue de 50 à 60 km environ, de Tizi Oudjaboub, ou « col des roseaux », à l'ouest au-dessus de Boghni jusqu'au Tizi Tirourda à l'est, et sur une distance de 40 km du col de Tirourda au col d'Akfadou, dans l'ordre suivant (figure 8) :

Massif du Haïzer 2 055 m,
 Tamgout Haïzer ou Dent du Lion 2 123 m,
 Tazerout Tamellalt (Col Blanc) 1 882 m,
 Pic Lung / Tamguiguel Oufella 2 120 m,
 Tachgagalt 2 164 m,
 Tarzous bou Arous 1 873 m,
 Pic de Galland/Azerou n'Cennad 2 134 m,
 Pic Pressoir (Tizi Guessig) / Icetcifene 2 102 m,
 Akouker 2 192 m

Ras Timedouine 2 305 m,
 Azerou ou Gougane 2 158 m,
 Terga m'ta Roumi 1 976 m,
 Tamgout de Lalla Khedidja 2 308 m,
 Azerou Madene 1 950 m,
 Azerou Tirourda 1 902 m,
 Azerou Tidjer 1 751 m,
 Azerou n'Tohor 1 884 m,
 Tizibert Chellata 1 761 m,
 Azerou n'Ait Zikki 1 718 m,
 Djebel Zéen dans l'Akfadou 1 646 m.

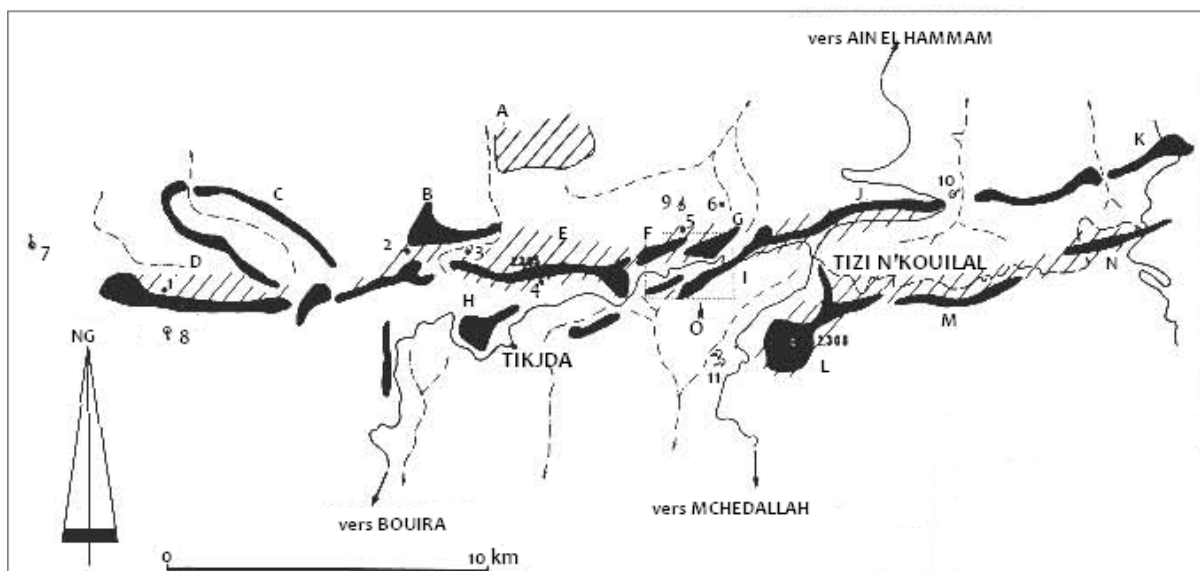


Figure 8. Aspect général de la chaîne du Djurdjura (d'après Quinif, 1978)

Sommets : A : Kouriet ; B : dj. Tiassassine ; C : Tarzous bou Arous ; D : Haïzer ; E : Akouker-Ras Timedouine ; F : Azerou ou Gougane ; G : Azerou Thaltat ; H : dj. Tigounatine ; I : Terga m'ta Roumi ; J : Adrar Timesouine ; K : Azerou Tidjer ; L : Tamgout Lalla Khedidja ; M : Azerou Madene (Massif d'Aït Ouabane) ; N : Massif de Tirourda ; O : Tizi Bousouil.

Sites karstiques et hydrologiques : 1 : Agounis de la Dent du Lion et Tessereft de la Bérézina ; 2 : Tessereft Hamid ; 3 : Ifri Delhez ; 4 : Takouatz Guerrissène ; 5 : Anou Tenchiji (ou Thinichiguine) ; 6 : Ifri entemgharth ; 7 : Aïn Tinert ; 8 : Sources de Merkalla ; 9 : Ansor Arbaïloune ; 10 : Aïn el Hammam ; 11 : Ansor Aberkane et Ansor Lekhla.

Plus précisément, c'est sur près de 25 km, du point coté 2 055 m (sur le djebel Haïzer) vers l'ouest, au Tamgout Lalla Khedidja vers l'est, que le Djurdjura échelonne une dizaine de crêtes rocheuses dépassant l'altitude de 2 000 m. Enfin, occupant une position méridionale, l'imposante pyramide de Lalla Khedidja, est prolongée à l'est par l'Azerou Madene et le massif de Tirourda.

Les cols, presque toujours situés au pied des pitons les plus élevés, font communiquer la partie nord du Djurdjura avec la vallée de l'Oued Sahel. Voici les noms des principaux cols en allant de l'ouest à l'est, avec l'indication de leur altitude : Tizi Oudjaboub 1 185 m, Tizi Ait bou Addou 1 536 m, Tizi Ougoulmin 1 772 m, Tizi n'Kouilal 1 635 m, Thabourt Thirkabin 1 486 m, Thabourt Bouzgueur 1 785 m, Tizi Tirourda 1 877 m, Tizi Takerrat 1 808 m, Tizi Chellata 1 476 m, Tizi n'Chéria 1 231 m et Tizi Akfadou 1 359 m.

Par son altitude, le Djurdjura vient au second rang des massifs montagneux de l'Algérie du Nord (2 308 m au Tamgout de Lalla Khedidja contre 2 328 m au Chélia dans les Aurès), mais il mérite de figurer parmi les hautes montagnes maghrébines, car la hardiesse de son relief et de ses grandes crêtes calcaires en fait la plus « alpine » des chaînes de notre pays. La chaîne djurdjuréenne doit sa place privilégiée à la nature des sédiments qui la composent, aux plissements qui l'ont affectée et à sa situation géographique ; cette opinion est entièrement confirmée sur le plan floristique, comme on le verra par la suite.

2.3. Géologie et lithologie

La description géologique et lithologique de la Kabylie du Djurdjura, que nous donnons ci-après, est basée sur divers travaux et cartes au 1/50 000^e, principalement ceux de Ficheur (1890), Flandrin (1948, 1952) et Gélard (1979).

Cette région est du point de vue géologique et lithologique très variée. On y trouve des terrains appartenant essentiellement au Mésozoïque et Cénozoïque, ces derniers étant beaucoup plus développés (figures 9 & 10).

2.3.1. Chaîne littorale

La chaîne littorale appartient au Crétacé, mais les formations tertiaires la recouvrent en grande partie. C'est tout d'abord l'Oligocène marin ou Dellysien, développé surtout à l'ouest et au sud de Dellys, dont la base présente des poudingues et des grès s'altérant assez facilement. A l'est de Dellys, le Numidien domine avec affleurement du Danien, puis apparaissent les grès de Numidie dans la région de Mizrana et du Tamgout, où ces grès atteignent jusqu'à 100 m d'épaisseur. Entre le Cap Tedlès et Azeffoun s'étend le flysch d'Azeffoun ; le Crétacé domine sur le littoral, le Medjanien (étage inférieur de l'Eocène) et le Numidien sur les crêtes. Le Crétacé inférieur est représenté par les argiles noires ou brunes intercalées de quartzites ferrugineux de l'Albien-Aptien et le Paléocène par les argiles schisteuses et les quartzites du Danien. Depuis Azeffoun jusqu'à la région sénonienne des environs de Gouraya, ces formations crétacées qui s'étendent, souvent recouvertes d'îlots de grès de Numidie, de l'embouchure de l'oued Soummam presque jusqu'au bord de la mer, réduisent sur ce point la Kabylie djurdjuréenne à une bande très étroite. Cet étranglement constitue une limite chorologique orientale assez nette le séparant de la Kabylie baboréenne, dont dépend le massif littoral calcaire du Gouraya. Enfin, l'Eocène supérieur est très développé à l'est d'Azazga ; il va se confondre avec les formations identiques de l'Akfadou et de Taourirt Ighil.

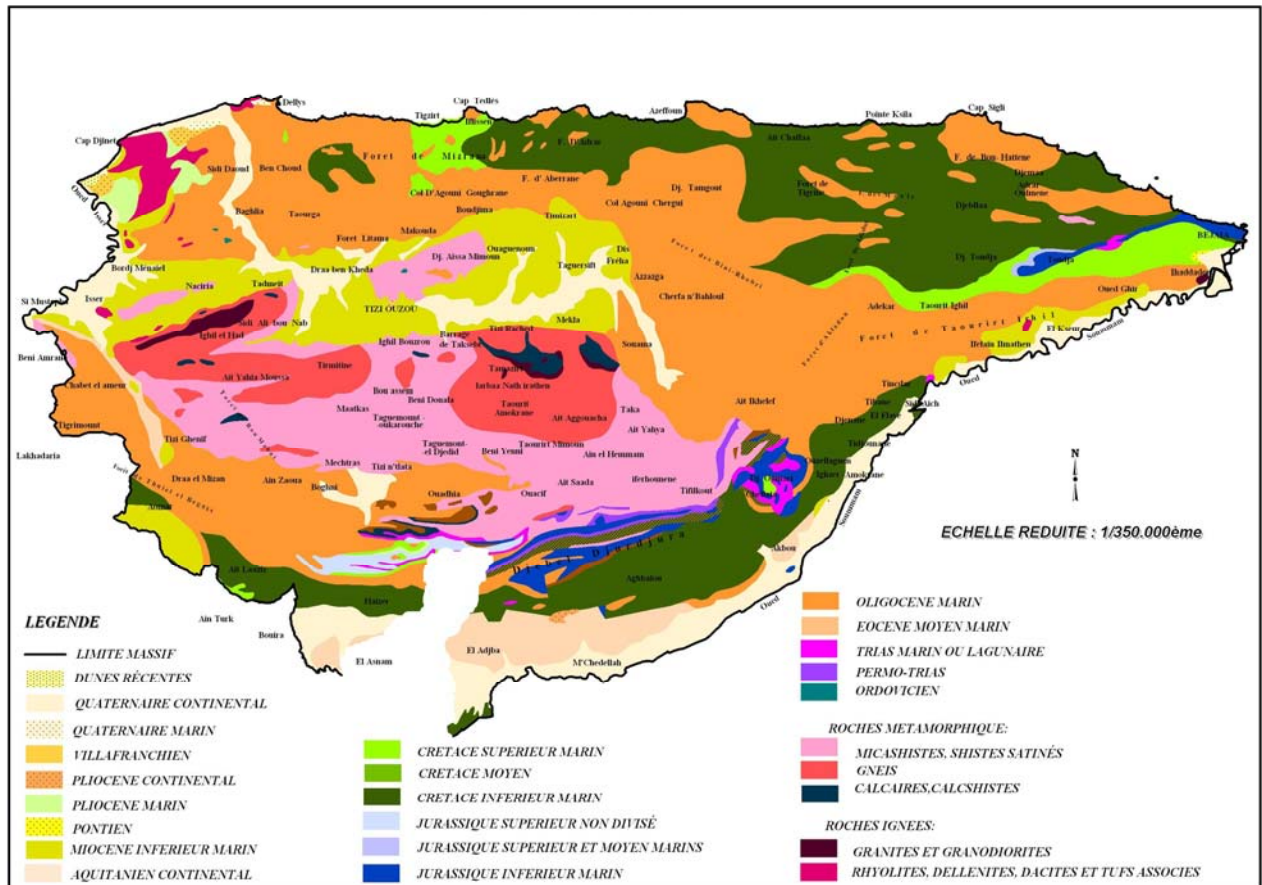


Figure 9. Carte géologique de la Kabylie du Djurdjura (d'après Flandrin, 1952)

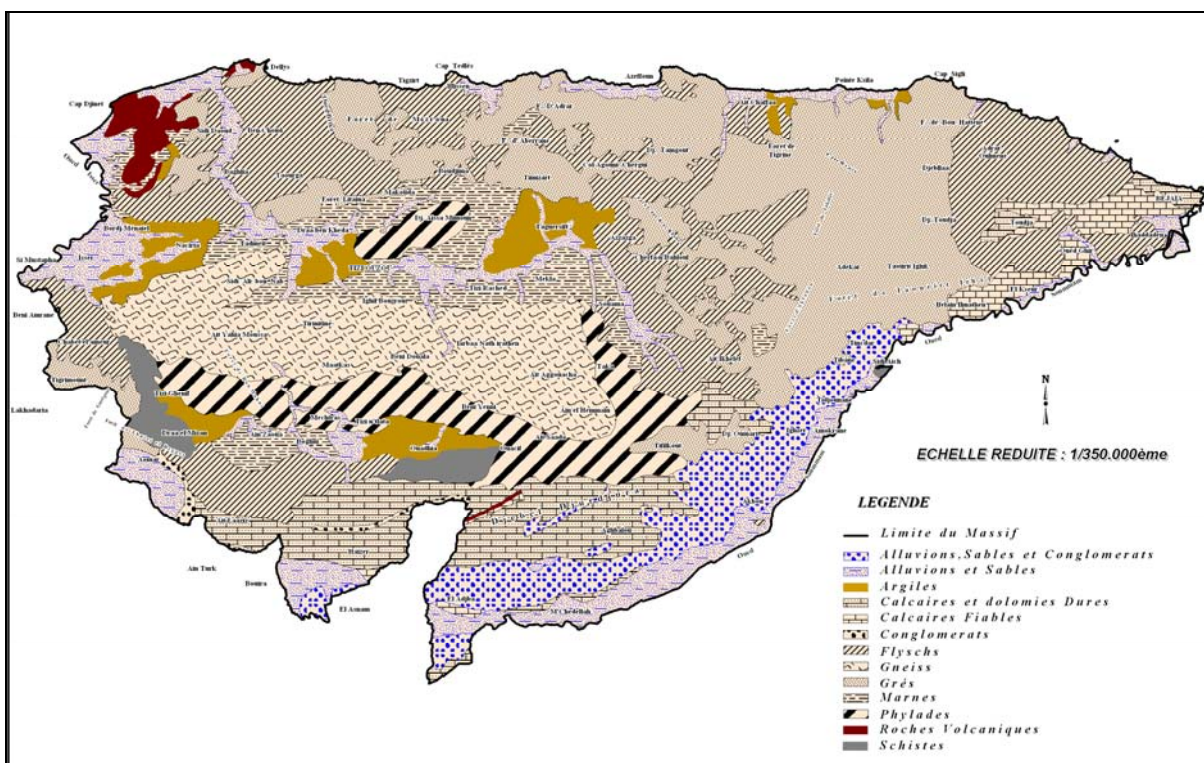


Figure 10. Carte lithologique de la Kabylie du Djurdjura (MATET, 2008)

2.3.2. Vallées du Sébaou et de l'Isser

C'est dans les terrains miocènes, faciles à se désagréger et qui se sont déposés dans un long canal s'étendant vers l'est jusqu'aux environs d'Azazga, que s'est creusée la vallée du Sébaou. Les plaines de l'oued Sébaou et ses principaux affluents (axe Draa Ben Khedda/ Tizi Ouzou/ Fréha) et de l'oued Isser sont occupées par les formations du Miocène post-nappes et les dépôts alluvionnaires du Quaternaire (terrasses alluviales des étages Moulouyen, Soltanien, Rharbien, etc.). Les poudingues et grès du Cartennien (Miocène inférieur) bordent les dépressions, et les marnes cartenniennes occupent, avec les argiles bleues du Sahélien (Miocène supérieur), les vallées des deux oueds. Les sables argileux rouges avec lits caillouteux que l'on rencontre entre l'embouchure de l'Isser et celle du Sébaou appartiennent au Pliocène supérieur. Les roches éruptives (andésites et labradorites miocènes) constituent, également dans cette région, le massif du Cap Djinet (djebel Bou Berak). Les liparites quartzifères sont assez fréquents, surtout dans la région de Bordj Ménaïel, mais n'occupent pas une étendue importante.

La dépression intra-montagneuse de Draa el Mizan-Boghni-Ouadhia, qui est séparée de la vallée du Sébaou par la chaîne métamorphique de Flissa, est constituée par les argiles numidiennes (flysch nord-kabyle). Elle est entrecoupée par le cône de déjection quaternaire de Mechtras (figure 11). Selon Flotte (1984), il correspond à une boue torrentielle d'environ 150 millions de m³ et s'étend sur 18 km² et 7 km de long, sur une pente de 6,8 %.

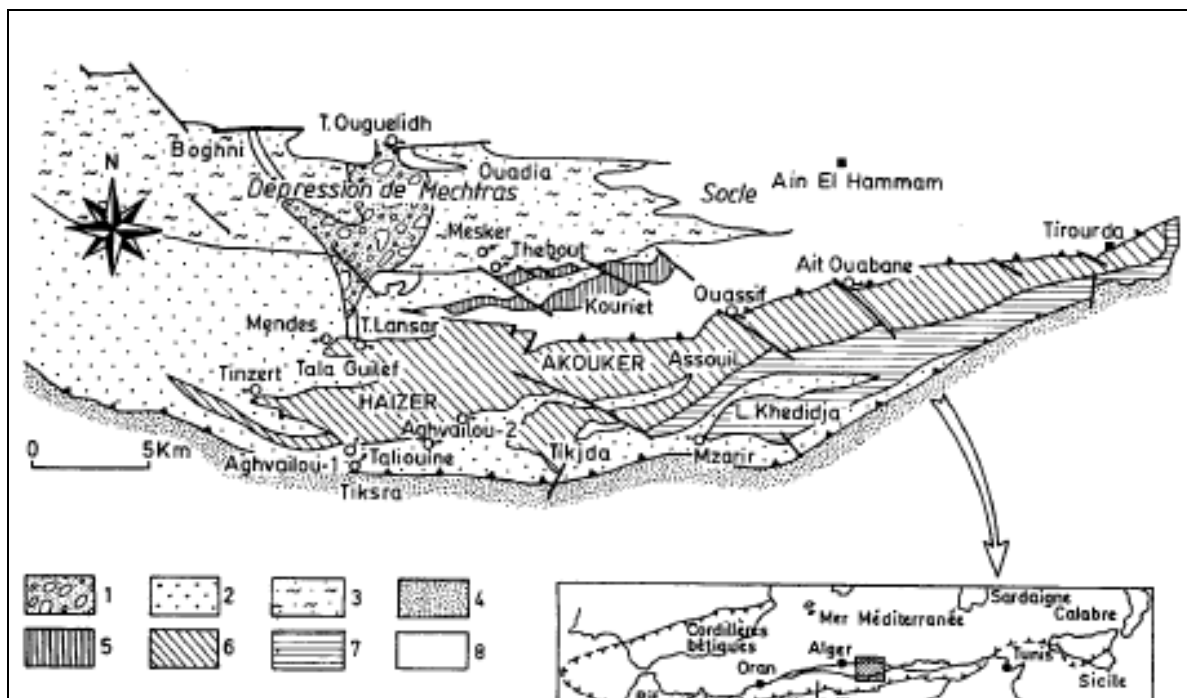


Figure 11. Carte géologique du Djurdjura et de la dépression de Boghni-Ouadhia (d'après Naak, 1988)

1 : Cône de déjection quaternaire de Mechtras ; 2 : Couverture molassique éocène-oligocène de la Dorsale ; 3 : Flyschs nord-kabyles ; 4 : Flyschs sud-kabyles ; Dorsale calcaire : 5 : interne ; 6 : médiane ; externe ; 8 : Socle kabyle.

2.3.3. Massif ancien kabyle

Le massif ancien kabyle d'âge primaire (ou Paléozoïque) est formé par une série de roches sédimentaires détritiques et métamorphiques tendres, constituées de micaschistes, schistes satinés, schistes micacés, gneiss, granit, granulites gneissiques, phyllades et de calcaires bleus cristallins ; on rencontre çà et là des filons de pegmatite.

Ce terrain primaire métamorphique forme, en outre, deux îlots. Le premier au niveau du djebel Aïssa Mimoun qui comprend le Belloua, au nord de Tizi Ouzou, complètement entouré par le Miocène inférieur ; le deuxième dans la région de Bordj Ménaïel, il est composé de gneiss et de granit. A ceci, s'ajoute le massif de granit intrusif de Sid Ali Bounab qui recoupe des gneiss (figure 12).

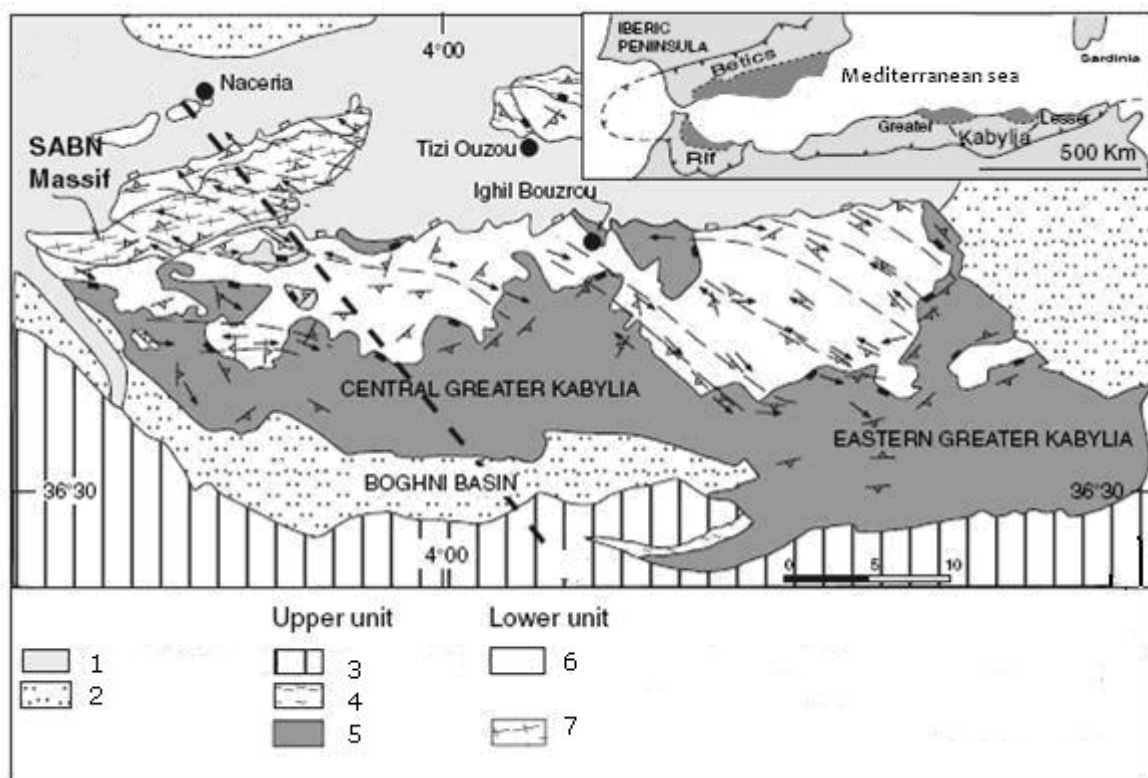


Figure 12. Carte géologique du massif ancien kabyle et de la chaîne des Flissa (massif de Sid Ali Bounab (d'après Hammor *et al.*, 2006).

1 : Formation Miocène à Pliocène ; Unités hautes : 2 : Flysch ; 3 : Massif calcaire ; 4 : Série Paléozoïque ; 5 : Phyllites ; Unités basses : 6 : Roches métamorphiques ; 7 : Massif de Sid Ali Bounab.

2.3.4. Chaîne de Beni Khalfoun

Vers Tizi Oudjaboub, les « grès de Dra el Mizan », formant la partie supérieure du Paléogène (ou Nummulitique), avec poudingues à la base, occupent une surface importante et s'étendent sur la partie orientale de la chaîne de Beni Khalfoun. Ces grès de Dra el Mizan, jaunâtres et friables, présentent des intercalations d'argiles grises. Les poudingues, généralement très rocheux, sont importants notamment au contact du Djurdjura. La partie occidentale de la chaîne de Beni Khalfoun est formée par des marnes, grès et calcaires à Nummulites de l'Eocène moyen, par les poudingues du Paléogène inférieur qui surmontent cette assise et par les « grès de Beni Khalfoun », grès grossiers du

Paléogène supérieur. Quelques îlots de calcaire liasique affleurent par places, généralement avoisinés par les poudingues qui ont emprunté au Lias une partie de leurs éléments. Sur le versant septentrional de Beni Khalfoun, on rencontre les dépôts de l'Oligocène marin qu'on retrouve dans la chaîne littorale, mais il est vraisemblable que ces dépôts marins, qui s'étendent d'Aomar à Tizi Ghenif, appartiennent au Miocène moyen (Durand-Delga, 1980). Ils sont bordés au nord par les marnes et grès de l'Helvétien et du Numidien inférieur. Les argiles et grès du Danien (Paléocène) s'étendent sur le versant ouest du massif de Beni Khalfoun entre les formations paléogènes des sommets et les alluvions de la vallée de l'Isser et de l'oued Djemaâ.

2.3.5. Vallée de l'oued Sahel

La région inclinée vers le sud qui s'étend de la grande barrière montagneuse du Djurdjura jusqu'à l'oued Sahel, est occupée aux environs de Gouraya, par les marnes et calcaires du Sénonien (super-étage du Crétacé), et plus à l'ouest par une zone numidienne qui se rattache au Taourirt Ighil, par l'Helvétien (Miocène) et par le Medjanien au Sud de Taourirt Ighil, de l'Akfadou et du Djurdjura. Au nord d'El Adjiba, le Medjanien fait place aux marnes, grès et calcaires de l'Eocène moyen et au Paléocène représenté surtout par le Danien. Le Medjanien est bordé au sud par les atterrissements miocènes de Bouira, formation alluviale présentant à la base des accumulations caillouteuses souvent rouges, puis des grès grossiers et quelquefois des argiles limoneuses. Le fond de la vallée de l'oued Sahel est occupé par les alluvions quaternaires.

2.3.6. Chaîne gréseuse de l'Akfadou et du Taourirt Ighil

Le « Numidien » (Ficheur, 1890) constitue une épaisse formation argilo-gréseuse d'âge Oligocène-Miocène inférieur (Burdigalien) de l'Algérie littorale (Durand-Delga, 1980). C'est une formation détritique terrigène de type flysch de nature silici-clastique (Talbi *et al.*, 2008). Cet étage, loin d'être un faciès local, est réparti sur plus de 2 000 km dans la chaîne des Maghrébides, de l'Andalousie jusqu'à l'Apennin externe en passant par la ceinture Rif-Kabyliens-Kroumirie (Wezel, 1970 ; Durand-Delga, 1980 ; Talbi *et al.*, 2008).

Dans la Kabylie djurdjuréenne, où un immense banc gréseux s'étend d'ouest en est, sur une cinquantaine de kilomètres, d'Azazga jusqu'aux environs d'El Kseur, le flysch Numidien couvre environ 1/3 du NE du territoire. Du nord au sud, la largeur de son affleurement avoisine les 30 km au méridien de l'Akfadou (Gélard, 1979). Le flysch numidien est le terrain forestier par excellence et constitue un ensemble homogène couvert de forêts. Dans les massifs forestiers de Beni Ghobri, de l'Akfadou et de Taourirt Ighil, ce flysch est représenté par les grès numidiens (Aquitaniens), les argiles sous-numidiennes de l'Oligocène et les marnes à intercalations calcaires, « flysch à microbrèches » du Massylien (flysch de Tagdint). Les grès du Numidien sont essentiellement quartzeux, souvent ferrugineux, très uniformes. Généralement friables, ils donnent un terrain sableux, jaunâtre, parsemé de blocs rocheux. Les argiles sous-numidiennes feuilletées ont fourni des associations pélagiques de l'Oligocène (Durand-Delga, 1980). Ces argiles, qui s'étendent dans les dépressions entre les crêtes boisées, sont souvent recouvertes d'éboulis des grès de Numidie.

Sur le plan stratigraphique, la nappe numidienne et le flysch massylien de Tagdint sont des nappes pelliculaires, en général non métamorphiques. Celles-ci sont encadrées par la nappe de flysch d'Azeffoun au Nord et la nappe de flysch du Haut Sébaou à l'Est. Cette nappe numidienne offre une résistance plus grande à l'érosion, vu l'importance des grès

(Gélard, 1979). Dans les autres flyschs, le modelé du relief est plus mou, plus régulier ; la résistance des roches étant faible.

Quant au massif abrupt de l'Aghbalou, il est formé par des calcaires liasiques, analogues à ceux du Djurdjura ; une succession d'îlots du Lias affleurant au milieu des calcaires marneux du Sénonien (Crétacé supérieur) relie cette montagne au Gouraya, également liasique.

2.3.7. Chaîne calcaire du Djurdjura

Le massif du Djurdjura forme l'élément principal d'une grande unité structurale, appelée la Chaîne calcaire ou « Dorsale kabyle » (Durand-Delga, 1969), qui débute près d'Annaba et se termine au Cap Ténès. La Dorsale kabyle appartient à la chaîne alpine des « Maghrébides », soit à l'ère Mésozoïque-Paléogène qui couvre les massifs des Kabylies (Auboin & Durand-Delga, 1971 in Durand-Delga, 1980). La dorsale kabyle du Djurdjura, élément de l'orogène alpin périméditerranéen (Abdesselam *et al.*, 2000), qui marque la limite entre les zones internes et externes de la chaîne des Maghrébides, est encadrée par le socle cristallophyllien au nord et les flyschs crétacés au sud.

2.3.7.1. Caractères lithologiques

Très complexe sur le plan géologique, le massif métamorphique du Djurdjura est constitué de terrains sédimentaires fortement plissés et fracturés, dont une partie s'est formée au Paléozoïque, mais la majorité appartient aux Mésozoïque et Cénozoïque (Flandrin, 1948, 1952).

Le haut Djurdjura est constitué, dans sa partie orientale, par deux barres de calcaire compact liasique (Jurassique inférieur), séparées par des bandes de schistes et grès micacés carbonifères et de grès rouges permo-triasiques. La barre calcaire qui constitue la partie la plus élevée du versant sud domine une large bande d'argiles et grès quartzeux medjaniens (bartoniens). Cette barre rocheuse méridionale est coupée en deux, sur son versant nord, dans la forêt d'Ait Ouabane, par une bande de poudingues (siliceux) et de brèches calcaires de marnes, grès et calcaires marneux du Lutétien (présence de Nummulites). Dans la région de Tala Guilef (versant nord du Djurdjura occidental), on distingue des schistes gris verdâtre, des schistes micacés ou psammites, des roches siliceuses noires, des grès grossiers et des conglomérats à galets des dépôts du Carbonifère formant un affleurement qui part de la région de Tikjda et se termine au col de Chellata. Cette bande sépare la chaîne calcaire du Taouialt et du Ras Tigounatine au nord, de celle de Lalla Khedidja au sud. Au Taouialt, on note des sédiments calcaires infraliasiques comprenant des dolomies pulvérulentes, des calcaires gréseux et des calcaires dolomitiques. Les calcaires massifs du Lias inférieur se retrouvent sur les chaînons de Taouialt et de Ras Tigounatine. Ces dépôts du Lias ne forment que les soubassements de ces chaînes, dont les crêtes sont constituées par les calcaires beaucoup plus récents de l'Eocène moyen.

2.3.7.2. Caractères stratigraphiques et tectoniques

La structure géologique du Djurdjura (Flandrin, 1952 ; Flandrin *et al.*, 1952) correspond à un empilement d'écaillés fortement redressées à vergence sud et aux contenus sédimentaires très différents. La diversité et l'organisation spatiale des séries sédimentaires ont permis à Flandrin (1952) de proposer une zonation morphologique-tectonique du Djurdjura, qui comprend en allant du nord vers le sud : la dorsale interne (unité de Kouriet), la dorsale médiane (unité de Haïzer-Akouker) et la dorsale externe (unité de Tikjda et Tamgout),

différentes dans le développement de leur faciès (figure 13). Le massif annexe de Chellata présente une structure tectonique plus complexe que celle du Djurdjura, mais on y identifie seulement les dorsales interne et médiane (Dommergues *et al.*, 2008).

Les principales écaïlles correspondent aux différentes unités indiquées sur la figure 14 (6 unités au Djurdjura *sensu stricto* et 6 autres unités au massif de Chellata). En outre, il est admis par Dommergues *et al.* (2008), que les écaïlles du Djurdjura se présentent actuellement dans leur ordre paléogéographique.

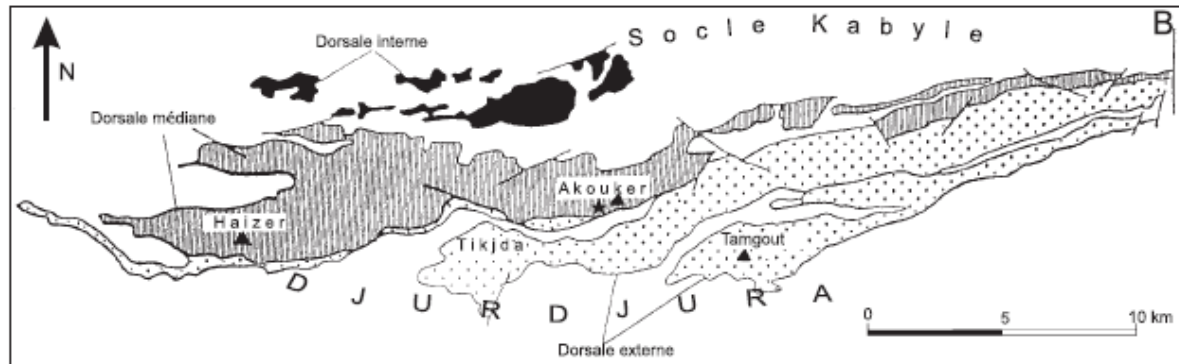


Figure 13. Carte de la zonation morphologique-tectonique de la Dorsale kabyle au Djurdjura (d'après Kotanski *et al.*, 2004)

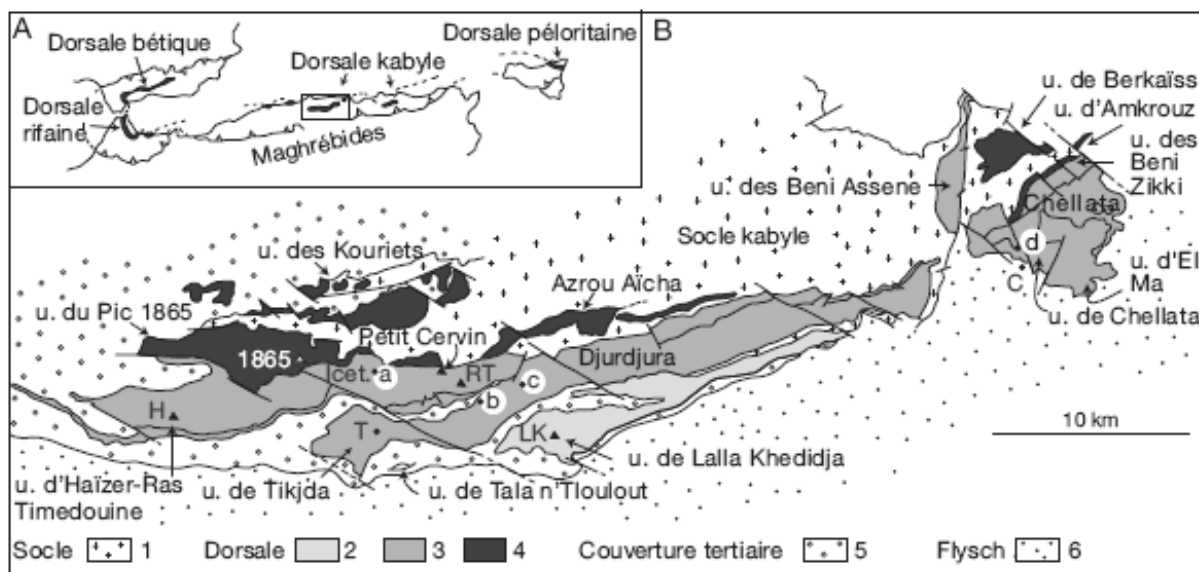


Figure 14. Carte géologique simplifiée de la chaîne du Djurdjura et du massif de Chellata (d'après Dommergues *et al.*, 2008)

1 : socle kabyle ; 2 : Dorsale externe ; 3 : Dorsale médiane ; 4 : Dorsale interne ; 5 : Série marno-détritique paléogène ; 6 : Flysch Maurétanien ; u. : unité ; H : Haïzer ; RT : Ras Timedouine ; T : Tikjda ; LK : Lalla Khedidja ; C : Chellata ; Icet. : Icetcifène.

Ces différentes unités structurales, à dominante carbonatée, qui forment les dorsales interne, médiane et méridionale, sont structuralement isolées par des matériaux peu perméables, comme ceux du Paléozoïque et du Permo-Trias (Gélard, 1979 ; Naak, 1988 ; Abdesselam *et al.*, 2000). L'ensemble de la structure, qui s'abaisse progressivement d'est en ouest, s'ennoie sous les formations molassiques éocènes-oligocènes à partir du méridien de

Tala Guilef. On y rencontre également diverses formations : schistes primaires, grès permo-triasiques, dolomies du Trias moyen et inférieur et des niveaux détritiques du Paléogène supérieur.

L'élément le plus marquant de la série sédimentaire de la Dorsale kabyle est une puissante formation calcaire, désignée sous le nom de « Calcaires massifs ». Ces derniers au Djurdjura sont très épais et appartiennent au Lias inférieur et à l'Eocène, respectivement 400-500 m et 50-100 m ; ils sont remarquablement développés mais diversement selon les unités (Abdesselam *et al.*, 2000). Cette formation des calcaires massifs intègre localement dans sa partie supérieure des mégabrèches. On observe en certains points des plaquages ou lentilles de calcaires rougeâtres, plus ou moins argileux et/ou noduleux. Ils sont localement pétris d'ammonites, par exemple sur le flanc NW de Terga m'ta Roumi dans le Djurdjura ou au djebel Chibla dans le massif de Chellata (Gélard, 1979). Après ces dépôts, intervient la mise en place de la formation des « Calcaires à silex ». Ces derniers dépôts peu épais, plus ou moins noduleux et riches en oxyde de fer, organisés en bancs réguliers apportent, selon Dommergues *et al.* (2008), des ammonites (faciès *ammonitico rosso*) qui indiquent les étages du Pliensbachien supérieur et du Toarcien (Lias inférieur).

A la fin du Paléozoïque, se déposent des grès et conglomérats rouges du Permien auxquels font suite ceux du Trias. Le Trias du Djurdjura est bien connu grâce aux travaux de Fallot (1942), Lambert (1942, 1947, 1955) et surtout Flandrin (1952). Elle se résume comme suit : conglomérats et grès rouges (Permo-Trias), grès clairs (Werfénien), dolomies et calcaires vermiculés (Muschelkalk), marnes bariolées puis cargneules (Keuper), calcaires du Rhétien (Kotanski *et al.*, 2004). Flandrin (1952) introduit un second niveau de grès rouges au-dessus des calcaires vermiculés dans l'unité de Haïzer. Dans l'unité Ras Timedouine-Akouker, les calcaires vermiculés sont surmontés par les grès et conglomérats rouges ; les calcaires sont de l'étage Anisien et les grès du Ladinien (Tefiani *et al.*, 1991 ; Kotanski *et al.*, 2004).

La stratigraphie du Trias de la Dorsale kabyle est très différenciée d'une unité à l'autre (Flandrin, 1952 ; Gélard, 1979). La section la plus développée du Trias peut être observée dans l'unité médiane de Haïzer-Akouker, où le Trias moyen se présente surtout en tant que faciès Muschelkalk. La meilleure section des sédiments du Trias moyen appartenant à cette unité affleure et apparaît très bien le long du chemin menant à travers la pente de l'Epaule de l'Akouker au Belvédère (Akherdous), au-dessus de la route asphaltée de Tikjda, au pied de la crête principale du Djurdjura (Kotanski *et al.*, 2004). Les dépôts clastiques du Trias inférieur ne sont conservés que partiellement (Flandrin, 1952), parce qu'ils sont pour la plupart situés en dessous de la surface de chevauchement.

Le Trias kabyle (des zones internes) ne comporte que très rarement des formations gypso-salines. Ainsi, dans le Djurdjura, les évaporites sont très rarement signalées en surface. Les endroits où le Trias évaporitique a été rencontré sont situés : (i) dans l'Azerou Aïcha (Lambert, 1947) lors du percement de la galerie de l'Acif el Hammam, (ii) à l'extrémité orientale de l'unité de Haïzer près d'Aït Aziz (Gélard, 1969), et (iii) à 500 m au NW de Tizi n'Kouilal, le long de la route conduisant à Tikjda (Abdesselam *et al.*, 2000).

2.3.7.3. Intérêt karstologique du Djurdjura

Le Djurdjura occupe par ses caractères morpho-structuraux une position bien particulière en Algérie, et d'une façon générale au Maghreb. Il constitue l'un des karsts de type alpin le plus important en Afrique, en dépit d'une extension spatiale relativement réduite (Quinif, 1978). La morphologie de surface est typique : champs de lapiaz, dolines, poljés possédant

des caractères propres. Les cavités, les circulations souterraines et les phénomènes connexes prouvent tout l'intérêt karstologique du Djurdjura.

L'extrême abondance de calcaires dolomitiques, inégalement corrodé par l'action des agents atmosphériques, a pour corollaire un extraordinaire développement des *modèles karstiques*, surtout sur le flanc nord de l'Akouker-Ras Timedouine, le plateau du Haïzer, l'Azerou ou Gougane et l'Azerou Thaltat (Quinif, 1978). Les longues crêtes étroites de Ras Tigounatine (1 873 m), Terga m'ta Roumi (ou Terga Iroumiene), Adrar Timesouine et Azerou Tidjer sont également karstifiées.

Partout où les calcaires du Lias inférieur et les calcaires à Nummulites affleurent sur une surface assez grande, ces terrains offrent des exemples typiques de l'érosion karstique. On y trouve des surfaces cannelées par les eaux de fonte des neiges, ou lapiaz, des cuvettes en partie colmatées, ou dolines (« agounis »), des puits verticaux, partiellement comblés, ou « tessereft » dans lesquels la neige est plus ou moins persistante, parfois même permanente, des gouffres ou avens (« anou ») et des grottes ou « ifri » (Belin *et al.*, 1947). On peut rappeler ici que le Djurdjura a probablement, pendant les périodes glaciaires quaternaires, possédé une faune entomologique nivicole très remarquable, dont quelques éléments ont survécu dans les tessereft et dans les cavernes (de Peyerhimhoff *in* Battandier *et al.*, 1920).

Citons quelques exemples de modèles karstiques parmi les plus typiques et connus (Belin *et al.*, 1947 ; Quinif, 1978) : le *Lac Goulmine*, lac montagnard de type karstique situé au pied du flanc nord du djebel Haïzer ; la Grotte de glace ou *Takouatz Guerrissène* au pied de la falaise sud du Ras Timedouine à 1 700 m ; l'*Anou Tenchiji* sur le flanc NE de l'Azerou ou Gougane à 1 640 m ; l'*Anou Boussoil* sur le Terga m'ta Roumi ; la *Grotte du Macchabée* ou *Ifri Maareb* sur l'Azerou Tidjer ; l'*Agouni de la Dent du Lion* et le *Tessereft de la Bérézina* sur le plateau de Haïzer ; la *Grotte de l'Ours* au djebel Icetcifène, etc.

Enfin, les calcaires massifs du Djurdjura, fortement karstifiés, constituent les principaux aquifères du massif, car la majorité des sources pérennes à gros débits leurs sont rattachées (Abdesselam *et al.*, 2000).

2.4. Pédologie

Il est assez difficile de présenter de façon claire les divers domaines pédologiques de la Kabylie du Djurdjura. Ceci tient d'abord à leur extrême diversité, car les sols constituent ici des mosaïques compliquées où se mêlent paléosols et sols récents et où les conditions locales – roche mère, topographie – introduisent des variantes nombreuses. En outre, les données pédologiques que l'on possède sur la Kabylie du Djurdjura sont assez maigres et résultent pour leur grande partie d'une « *carte des sols de l'Algérie* » au 1/500 000^e, élaborée il y a plus d'un demi siècle par Durand (1954). Cette carte comprend 24 classes de sols différents selon le système de classification français. Selon cette dernière carte pédologique, et plus précisément la coupure d'Alger (Feuille N.J. 31-SE), 9 classes de sols sont représentées dans la Kabylie du Djurdjura (figure 15).

Parmi ces 9 classes, les sols les plus largement répandus sont les *sols insaturés*. En effet, la majorité des terrains de montagnes (sur le socle ancien et sur les roches éruptives) sont des sols acides, insaturés, gris ou bruns, peu épais, de type rendzine, bien différenciés par rapport à la roche mère sous-jacente (Peillon, 1978). Ils sont localement humifères, sur le bas des versants, comme dans la région de Toudja, sur le massif ancien kabyle (Larbâa Nath Irathen, Taourirt Amokrane, Maatka ...), dans la forêt de Bou Mahni ou encore sur la chaîne du Djurdjura occidental (djebel Haïzer) et central, jusqu'aux piémonts méridionaux (région El Esnam-El Adjiba-Mchedallah).

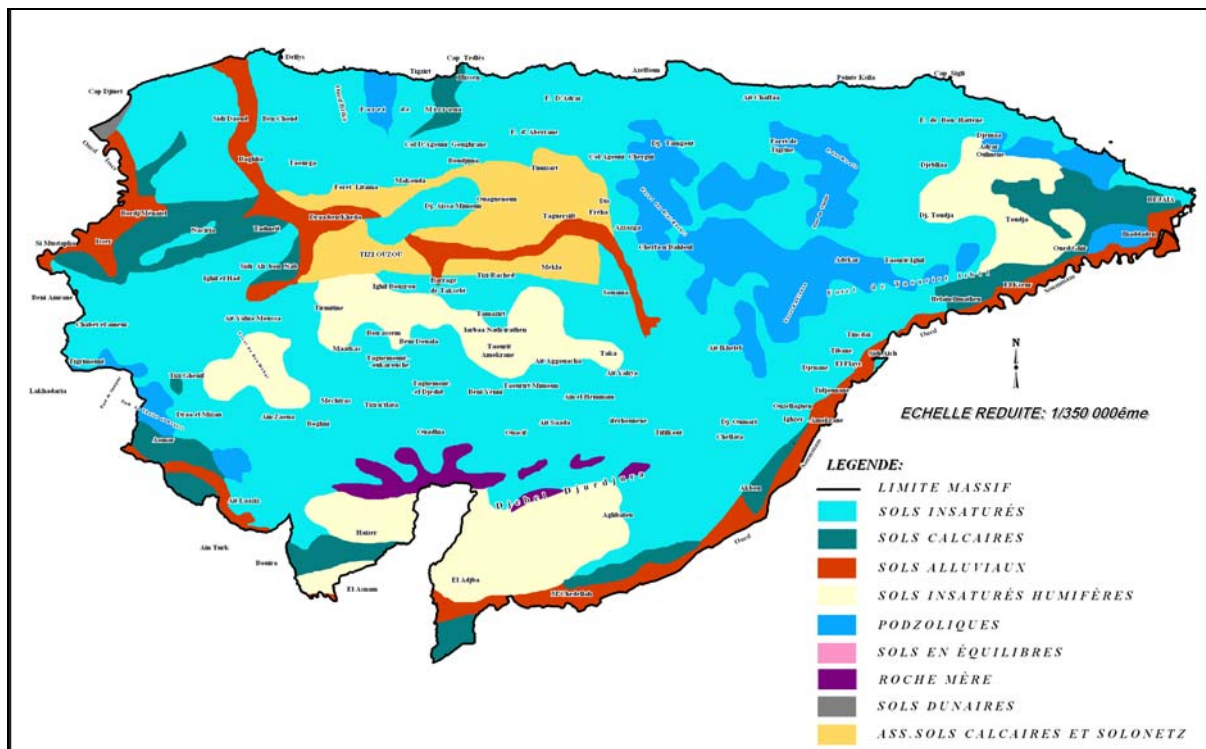


Figure 15. Carte pédologique de la Kabylie du Djurdjura (d'après Durand, 1954)
Extrait de la « carte des sols de l'Algérie » au 1/500 000^e, coupe d'Alger, feuille N.J. 31-SE

Les *sols calcaires* apparaissent sur le massif du Djurdjura et son prolongement vers l'ouest, la chaîne de Beni Khalfoun, et en versant sud du Djurdjura jusqu'à Akbou au piémont du massif de Chellata. Cette classe est également présente dans la partie extrême orientale du territoire, selon l'axe El Kseur-Toudja-Bejaia. On retrouve ces sols calcaires sur le massif de Sid Ali Bounab et dans la zone Tadmait-Naciria-Bordj Menaïel.

Les zones de *touarès* sont constituées de *sols calcaires* et de *solonetz* : l'altération des marnes donne un sol foncé de structure grossière, pauvre en matières organiques et en humus alcalin et fortement lessivé (Peillon, 1978). Cette association des sols calcaires et solonetz occupe une zone d'un seul tenant, de part et d'autre, de la vallée du moyen Sébaou, de Fréha vers l'Est jusqu'à Drâa Ben Khedda à l'Ouest, en passant par Timizart, Ouaguenoun, Makouda, la forêt de Litama, Tizi Ouzou, Tizi Rached et Mekla.

Les *sols podzoliques* sont relativement circonscrits, dans certains secteurs bien arrosés, de la région orientale gréseuse des forêts de chênes, à savoir les forêts de Tamgout, Tigrine, Beni Ghobri, Akfadou et Taourirt Ighil. Ils existent également dans la forêt de Mizrana et celle de Beni Khalfoun (jusqu'au djebel Tigrimount). Sous ces forêts de chênes, les sols bruns forestiers évolués se rencontrent souvent. En effet, la plupart des sols forestiers sont évolués, de profondeur supérieure en général à 50 cm, de type brun lessivé, présentant un profil de type ABC. L'humus est un mull forestier, à pH acide, caractérisé par un rapport C/N satisfaisant donnant une bonne minéralisation (Durand, 1951 ; Quézel, 1956).

Quant aux vallées et plaines alluvionnaires (Isser, Sébaou, Sahel-Soummam), elles possèdent des *sols zonaux*, correspondant aux conditions de leur formation : des sols alluviaux peu évolués, gris et légers, de texture variable, et des sols bruns limono-argileux. Ces derniers sont plus riches, encore que, très argileux, hydromorphes, ils s'égouttent mal et conservent souvent tard dans la saison les eaux de pluie de printemps (Peillon, 1978). Au niveau du littoral (embouchure de l'oued Isser, spécialement), on note la présence d'un

long liseré sableux relayé par un large cordon de sols dunaires coupé par l'oued (Dagorne & Ottavi, 1998).

Enfin, la roche mère calcaire affleure sur une grande partie des sommets escarpés du Djurdjura, spécialement dans sa portion occidentale (djebel Haïzer).

2.5. Hydrographie

2.5.1. Le réseau hydrographique

Le réseau hydrographique de la Kabylie djurdjuréenne est très dense. Il est composé de trois oueds majeurs, qui sont (figure 16) :

- L'oued Isser, qui draine la partie Ouest du territoire, prend naissance dans la wilaya de Bouira, pour rejoindre la mer à l'est de la wilaya de Boumerdès.
- L'oued Sébaou, qui draine la partie Nord et Est du territoire, autrement dit la presque totalité de la wilaya de Tizi Ouzou et la partie Est de la wilaya de Boumerdès, prend sa source dans la wilaya de Tizi Ouzou pour se jeter à la mer au nord-est de la wilaya de Boumerdès.
- L'oued Sahel-Soummam qui draine la partie Sud du territoire.

Ces oueds, qui drainent les eaux pluviales vers la mer, sont alimentés par un important chevelu hydrographique composé de petits oueds (oueds côtiers et oueds de l'arrière-pays montagneux) et de quelques affluents importants. Notamment, en ce qui concerne l'oued Sébaou (97 km), ses principaux affluents sont d'amont en aval : oued Boubhir (10 km), oued Diss (19 km), oued Rabta (5 km), Ighzer Tamda, oued Aïssi (20 km), oued Stita (14 km), oued Boghni (13 km), oued Feraoun (29 km) et oued Bougdoura (8 km). Les principaux cours d'eau qui drainent les chaînons littoraux sont : Acif el Hammam (15 km), Ighzer Mlata (13 km), oued Daas (27 km), oued Sidi Ahmed Youcef (30 km) et oued Sidi Khelifa (13 km) (ANRH, 2002).

Tous ces oueds de la zone d'étude sont circonscrits au sein de 3 bassins versants, qui se présentent comme suit (ANRH, 2002) :

2.5.2. Les bassins versant

La zone d'étude s'inscrit en majeure partie dans le *bassin versant des oueds côtiers algérois* (bassin n° 2) et partiellement dans le *bassin de l'oued Isser* (bassin n° 9) et le *bassin de l'oued Soummam* (bassin n° 15). Ces deux derniers occupent respectivement les parties ouest et sud de la zone d'étude. Ces trois bassins versant totalisent une superficie de 578 392 ha (en comptabilisant les parties de territoires des communes périphériques non prises en considération par l'étude). Compte tenu de la densité et de l'importance du réseau hydrographique et de l'influence qu'il exerce sur l'économie et l'aménagement de la région, il est utile de présenter le découpage en bassins et sous bassins versant (figure 17).

- Le bassin versant des oueds côtiers algérois (Est) (de l'oued Sébaou)

Le bassin versant des oueds côtiers algérois (Est) occupe la partie centrale et le nord-est des zones montagneuses de la Kabylie du Djurdjura, qui couvre la presque totalité de la wilaya de Tizi Ouzou, la partie nord de la wilaya de Bejaïa et la partie nord-est de la wilaya de Boumerdès. La superficie totale est de 393 982 ha (68.11 %). Elle est répartie sur neuf sous bassins versant : oueds côtiers de Cap Djinet SBV 07, oueds côtiers de Tizgirt SBV 08, oueds côtiers de Cap Sigli SBV 09, oued Sébaou amont SBV 15, oued Sébaou-

Rabta SBV 16, oued Aïssi SBV 17, oued Sébaou-Sebt SBV 18, oued Bougdoura SBV 19 et oued Sébaou maritime SBV 20.



Figure 16. Réseau hydrographique de la Kabylie djurdjuréenne
(Source : www.algeriaspace.blogspot.com altitude 147.08 km)

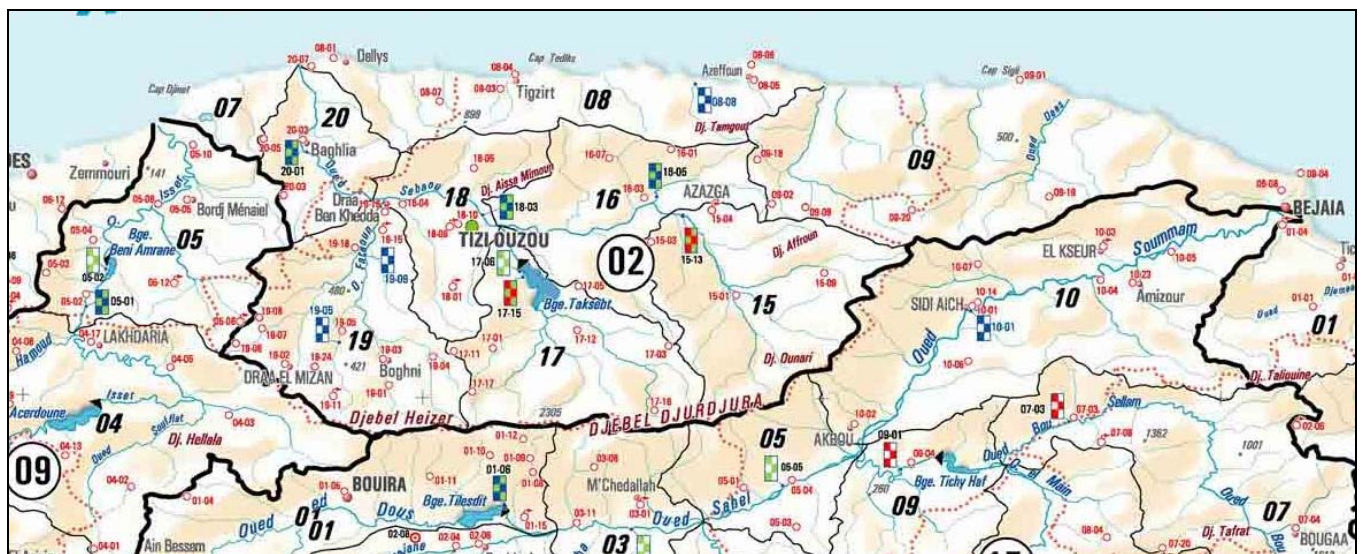


Figure 17. Découpage en bassins et sous bassins versant de la Kabylie du Djurdjura (ANRH, 2005)

- Le bassin versant de l'oued Isser

Le bassin versant de l'oued Isser occupe la partie ouest du territoire. Il couvre partiellement les territoires des wilayas de Boumerdès, Tizi Ouzou et Bouira. La superficie totale concernée par le territoire de l'étude est de 59 020 ha (10.20 %). Elle est répartie sur 2 sous bassins versant : oued Isser moyen SBV 04 et oued Isser maritime SBV 05.

- Le bassin versant de l'oued Soummam

Le bassin versant de l'oued Soummam occupe la partie sud du territoire. Il couvre partiellement les wilayas de Bouira et de Bejaïa. La superficie totale concernée par la zone d'étude est de 125 390 ha (21,67 %). Elle est répartie sur 4 sous bassins versant : oued Edous SBV 01, oued Sahel amont SBV 03, oued Sahel aval SBV 05 et oued Soummam maritime SBV 10.

Par ailleurs, la zone d'étude dispose d'un nombre important de sources, en général aménagées et utilisées pour l'alimentation en eau potable des populations montagnardes. A titre indicatif, la wilaya de Tizi Ouzou dispose de 142 sources, dont 134 sont aménagées, d'un débit total estimé à 701,7 l/s, soit plus de 22,12 hm³ par an (MATET, 2008).

2.6. Végétation et occupation du sol

2.6.1. Répartition générale des terres

D'une manière générale, l'occupation des sols de la Kabylie du Djurdjura, sur la base des données collectées auprès des DPAT (MATET, 2008), est comme le montre le tableau 4.

Tableau 4. Répartition générale des terres

Surface totale		SAU		Parcours et pacages		Forêts et maquis		Terrain non cultivable	
ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
557 939	100	196 053	35,14	52 182	9,35	208 051	37,28	101 653	18,22

Globalement, la répartition générale des sols du territoire se caractérise par (figures 18 & 19) :

- Un faible taux de la surface agricole utile (SAU), qui n'occupe que 196 053 ha, soit 35,14 % de la superficie totale. Cette SAU est principalement concentrée au niveau des zones de piémonts et planitiales, ainsi qu'au niveau des zones de basse montagne ;
- Les terres de parcours occupent 9,35 % de la superficie totale et leur importance surfacique augmente avec l'altitude ;
- Les terres impropres à l'activité agricole représentent 18,22 % de la superficie totale.
- Le domaine forestier occupe 208 051 ha, soit 37,28 % de la superficie totale.

La SAU est dominée par l'arboriculture rustique au niveau des zones montagneuses. L'olivier (52 277 ha, soit 29,22 % de la SAU) et le figuier (11 362 ha, soit 5,8 %) sont les deux espèces les plus cultivées et constituent l'essentiel d'un patrimoine arboricole de type traditionnel extensif, formé de vergers anciens, peu entretenus et faiblement productifs.

2.6.2. Patrimoine forestier

a. Description sommaire du patrimoine forestier

Les zones de montagne de la Kabylie du Djurdjura figurent parmi les mieux boisées du pays (208 051 ha, soit un taux moyen de boisement de 37,28 %). Par ailleurs, en prenant en considération les surfaces occupées par les plantations arboricoles (oliviers, figuiers), on aboutit à un taux de boisement total de 49,59 %. Ce taux très appréciable, en adéquation avec le caractère montagneux de la région, atteint et dépasse même 75 % dans certaines communes de la portion nord-orientale (Beni Ksila, Taourirt Ighil, Yakouren) (MATET, 2008).

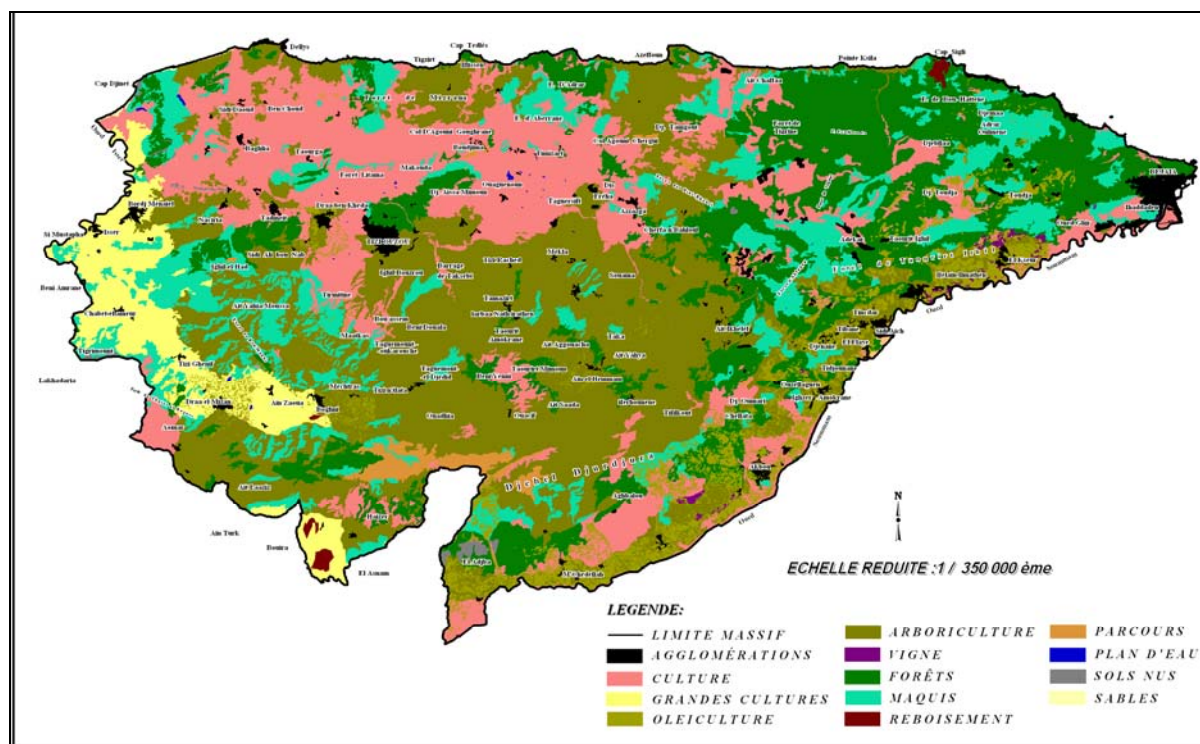


Figure 18. Carte d'occupation des sols de la Kabylie du Djurdjura (MATET, 2008)

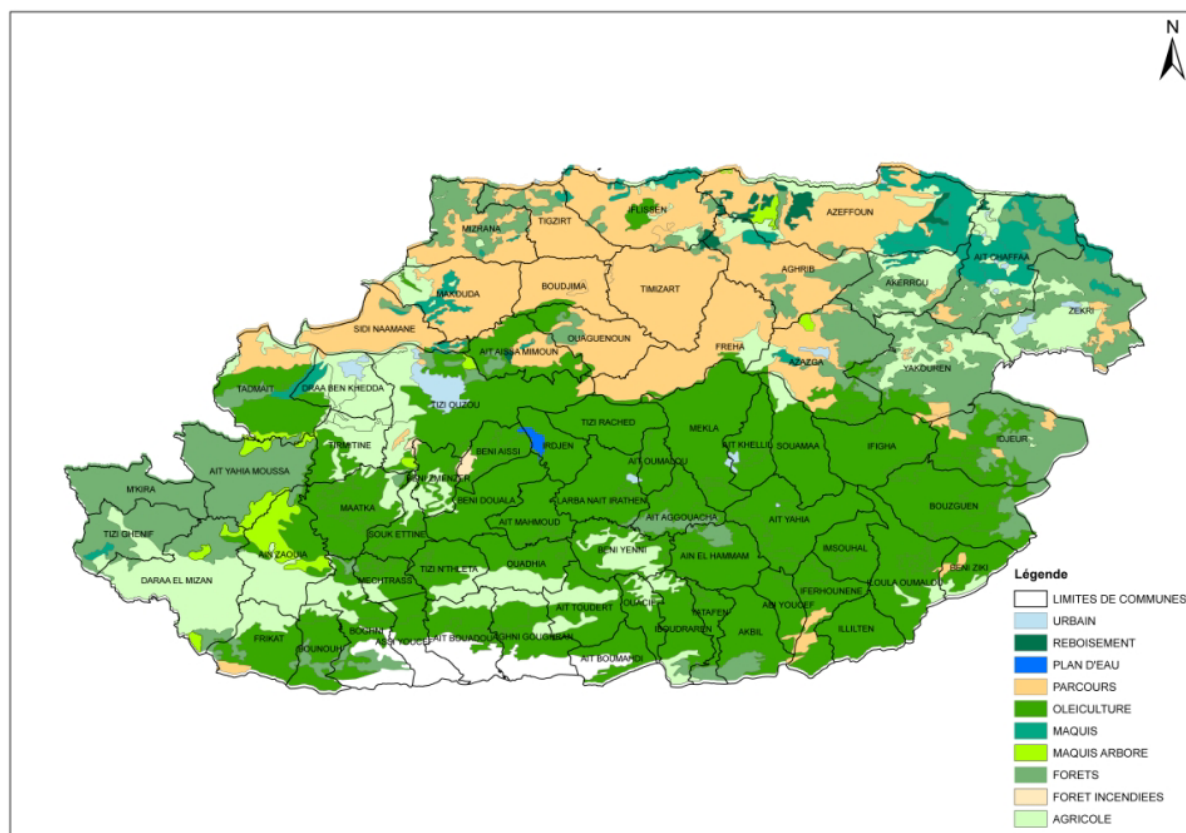


Figure 19. Carte d'occupation des sols de la wilaya de Tizi Ouzou (CFTO, 2010)

Dans toute cette région, le paysage est caractérisé par la présence constante de l'arbre, car l'arbre fait partie de boisements naturels mais aussi des zones de cultures, qu'il s'agisse de forêts naturelles de chênes, de pins ou encore d'arbres émergeant du domaine agricole, comme les oliviers et figuiers. L'olivier émerge de deux écosystèmes : les peuplements naturels sous forme d'oléastre et les plantations pures d'oliviers (oliveraies) ou en mélange avec les figuiers. Cependant, les plantations régulières sont rares et limitées à quelques parcelles dans la vallée de la Soummam sur les anciennes terrasses de l'oued. Est-ce à dire que cette omniprésence de l'arbre engendre des paysages monotones ? Non. Si les paysages des vallées sont relativement ouverts, les zones montagneuses sont associées à des paysages variés, avec champs, jardins, bocages, vergers d'oliviers, de figuiers, frênes et chênes. Ce mosaïquage est un des caractères principaux de ces zones montagneuses.

b. Principales forêts domaniales

Si l'on s'en tient aux données de Boudy (1955), les seules disponibles et toujours utilisées par l'administration forestière, les principales forêts domaniales de la Kabylie du Djurdjura sont au nombre d'une trentaine pour une surface totale de 82 717 ha (tableau 5). Ces forêts présentent une surface très variable de l'une à l'autre, moins de 200 ha pour certaines petites forêts (R'Mila, Sid Ali Bounab, Ouaguenoun) à plus de 5 000 ha pour les grandes forêts (Akfadou Est, Beni Ghobri, Taourirt Ighil, Bou Hattem, Azerou, Oued Sahel) (figure 20).

Tableau 5. Les principales forêts domaniales de la Kabylie du Djurdjura, leur surface et leur composition dendrologique (Boudy, 1955)

Forêts domaniales	Surface (ha)	Composition dendrologique
Ait Aissa Mimoun	520	Chêne liège, Eucalyptus
Ait Ouabane	608	Cèdre, Chêne vert
Akfadou Est	5 400	Chêne zéen, Chêne afarès, Chêne liège
Akfadou Ouest	4 629	Chêne zéen, Chêne afarès, Chêne liège
Amraoua	649	Chêne liège, Chêne vert
Azerou	6 868	Pin d'Alep, Chêne vert, Cèdre
Azouza	2 157	Chêne liège, Chêne zéen
Beni Djenad	544	Chêne liège, maquis
Beni Ghobri	5 710	Chêne liège, Chêne zéen, Chêne afarès
Beni Khalfoun	4 077	Chêne liège, Chêne zéen
Bou Berak	400	Chêne liège, Chêne zéen
Bou Djurdjura	791	Cèdre, Chêne vert
Bou Hattem	8 980	Chêne liège, Chêne vert (djebel Aghbalou)
Bou Mahni	3 358	Chêne liège, Oléastre, Pin d'Alep (introduit)
Bouira	2 979	Chêne vert, Chêne liège, Pin d'Alep
Haïzer	4 828	Pin d'Alep, Chêne vert, Cèdre
Larbâa	488	Chêne liège
Mizrana	2 824	Chêne liège, Chêne zéen

Moulay Yahia	1 102	Chêne liège, Chêne zéen, Chêne vert, Oléastre
Mzala	1 869	Chêne liège, maquis
Ouaguenoun	163	Chêne liège
Oued Sahel	6 883	Pin d'Alep, Chêne vert, Cèdre
Oumalou	211	Chêne liège, Eucalyptus, maquis
Reboisement industriel d'Azeffoun	3 205	Chêne liège, Eucalyptus, Pins introduits, maquis
R'Mila	84	Chêne liège
Sid Ali Bounab	116	Chêne liège
Taksebt	1 268	Chêne liège, Chêne zéen
Tamdjout	311	Pin d'Alep (introduit), Chêne vert, Chêne liège, maquis
Tamgout	3 671	Chêne liège, Chêne zéen, Chêne afarès
Taurirt Ighil	6 456	Chêne liège, Chêne zéen
Tigrine	1 048	Chêne liège, maquis
Tikobaine	520	Chêne liège

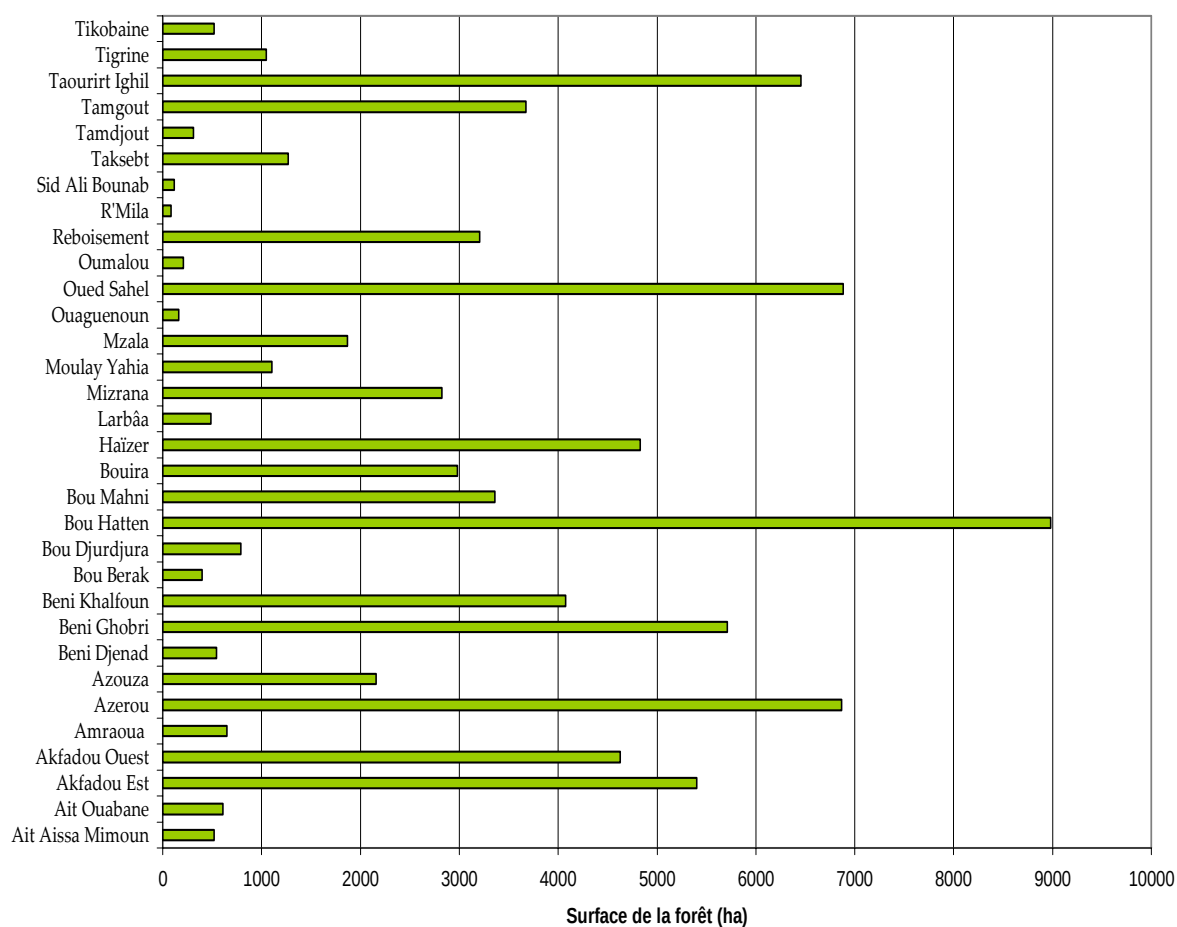


Figure 20. Superficie des principales forêts domaniales de la Kabylie du Djurdjura (Boudy, 1955)

Les forêts s'étendent entre 300 et 1 000 m d'altitude, en général, et beaucoup plus dans l'Akfadou (1 600 m) et au Djurdjura (2 000 m). Elles occupent principalement les massifs littoraux et sublittoraux de Kabylie, où leur développement est favorisé par des conditions édaphoclimatiques très propices. Ces forêts peuvent être individualisées en quatre groupes géographiques relativement homogènes :

- *Les forêts de la chaîne littorale* : forêts de Mizrana, Beni Djenad, Tamgout, Azouza, Taksebt, Tigrine, Mzala et Bou Hattem.
- *Les forêts des chaînons sublittoraux gréseux* : forêts de Boumahni, Beni Ghobri, Akfadou et Taourirt Ighil.
- *Les forêts du massif central* : forêts de Larbâa, Sid Ali Bounab, Tamdjout, Tikobaïne, Amraoua, Ouaguenoun, Ait Oumalou, Ait Aïssa Mimoun.
- *Les forêts montagnardes* (massif du Djurdjura et ses dépendances) : forêts de Beni Khalfoun, Moulay Yahia, R'Mila, Bou Djurdjura (Tala Guilef) et Aït Ouabane. En versant méridional, on trouve les forêts de l'Oued Sahel, Azerou (Tikjda), Haïzer et Bouira.

c. Essences forestières constitutives

Toutes ces forêts domaniales sont constituées majoritairement, pour les espèces autochtones, de chêne liège pur ou en peuplement mixte, avec les chênes caducifoliés essentiellement. Les principales espèces sont donc le chêne liège, le chêne zéen, le chêne afarès et, à une échelle spatiale moindre le chêne vert, le pin d'Alep et le cèdre (tableau 6).

- Le chêne liège (*Quercus suber*), essence dominante, présente sur tous les massifs côtiers et gréseux, avec 37 000 ha, dont 23 100 ha pour la seule wilaya de Tizi Ouzou ;
- Les chênes à feuillage caduc, le chêne zéen (*Quercus faginea*) et le chêne afarès (*Quercus afares*), sont répandus sur les hauteurs des massifs littoraux et sublittoraux, avec 5 500 ha et 3 500 ha respectivement ;
- Le chêne vert (*Quercus rotundifolia*) est plutôt rare, on ne le trouve qu'au Djurdjura, sur les deux versants principaux et à l'état relictuel sur le massif ancien kabyle (2 500 ha environ) ;
- L'oléastre (*Olea europaea* subsp. *sylvestris*), on le rencontre dans les forêts de Bou Mahni, Moulay Yahia, Bou Djurdjura, etc., sur environ 2 400 ha ;
- Le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) se développe principalement au niveau des piémonts sud du Djurdjura (8 000 ha) et dans les reboisements des zones littorales (4 500 ha) ;
- Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) est présent avec quelques peuplements sur les sommets du Djurdjura (500 ha).

Les maquis correspondant à divers stades d'évolution régressive des subéraies (maquis haut et dense à Ericacées, maquis bas à cistes ou cistaies, etc.) et des maquis denses de l'Oléo-lentisque occupent une part de plus en plus prépondérante dans le paysage végétal, à la suite des pressions anthropozoïques récurrentes.

On rencontre également une grande diversité d'autres feuillus à moindre distribution spatiale (peuplements linéaires ou ponctuels), principalement dans les ravins et à peu près partout, tels que : le frêne à feuilles aiguës (*Fraxinus angustifolia*), l'orme (*Ulmus procera*), le peuplier blanc (*Populus alba*), le peuplier noir (*Populus nigra*), l'aulne glutineux (*Alnus glutinosa*), les érables (*Acer* div. sp.), le merisier (*Prunus avium*), le laurier noble (*Laurus nobilis*), dont il existe une réserve à Tala Guilef, etc.

Les essences allochtones, dites à croissance rapide, sont représentées dans les boisements artificiels sur 6 000 ha, essentiellement par divers Eucalyptus (*E. globulus*, *E. sideroxylon*, *E.*

gomphocephala, *E. cladocalyx*, *E. botrioides*, *E. occidentalis*, *E. maideni*) et pins (*Pinus pinaster*, *P. pinea*, *P. canariensis*), plus spécialement au niveau du reboisement industriel d'Azeffoun (3 205 ha).

On peut signaler ici, un exemple typique de plante invasive, *Ailanthus altissima*, qui menace les peuplements ripicoles à *Populus alba*, au niveau de l'oued Ksari.

La Kabylie du Djurdjura, cette région phytogéographique, très peuplée dans sa partie centrale spécialement (massif ancien kabyle et vallée du Sébaou), et cela depuis fort longtemps, a été intensément déboisée durant plusieurs siècles. Sa superficie forestière devait être au début de la période historique de l'ordre de 330 000 ha (Lapie, 1909). Il ne reste donc, avec une surface estimée actuellement à 208 051 ha (MATET, 2008), que 63 % des boisements originels, voire beaucoup moins (25 %), si l'on considère la seule surface forestière domaniale, qui est, rappelons-le, de 82 717 ha (Boudy, 1955). Cette grande divergence dans les chiffres ne trouvera une solution conforme à la réalité que lors de la publication de l'Inventaire Forestier National (IFN), qui pour le moment est inaccessible.

2.6.3. Carte d'occupation et d'utilisation du sol : exemple de la région d'Azazga

Pour illustrer ce fait, on peut prendre comme exemple la *carte infographique d'Azazga* à 1/100 000^e établie par Dagorne & al. (1984), à partir de la scène Landsat-3 n° 210-034 du 18/11/1978, et qui correspond à une partie de la Kabylie comprise entre l'Ighzer Mlata à l'ouest, le Cap Sigli à l'est et avec comme limite méridionale le djebel Zéen, soit une superficie de 1 600 km² (environ 28 % du territoire).

La classification retenue par ces auteurs (classification supervisée en mode interactif) donne une occupation du sol évaluée comme suit (tableau 6) :

Tableau 6. Importance des différents types d'occupation et d'utilisation du sol (Dagorne & al., 1984)

N°	Types d'occupation	Surface (en ha)	%
1	Feuillus	39 505.9	24.70
2	Feuillus très chlorophylliens	22 437.1	14.02
3	Pin d'Alep	22 279.0	13.93
4	Végétation ripicole	14 739.2	9.21
5	Végétation clairsemée	9 671.7	6.05
6	Labours sur marnes	5 940.5	3.71
7	Labours sur alluvions	853.8	0.53
8	Marnes et autres roches nues	3 978.2	2.48
9	Sols dénudés	6 023.7	3.76
10	Dunes et sables des oueds	3 022.7	1.89
11	Mer, eau et zones d'ombres	31 350.4	19.6
12	Constructions	197.8	0.12
	Total	160 000	100

Si l'on regroupe les principaux types exprimant la végétation, on a une coupure couverte à plus de 75 % (76.94 %) par le tapis végétal. Les zones de végétation dégradée et les labours couvrent 20.56 % de la surface totale de la zone considérée, le reste est occupé par les sables

littoraux et alluviaux des oueds (2,5 %). Ces valeurs sont calculées en éliminant la classe « mer-versants à l'ombre ».

Les boisements de feuillus très chlorophylliens (chênes caducifoliés) jalonnent les zones de relief : djebel Tamgout, Azouza, Beni Ghobri (Yakouren), Akfadou, Taourirt Ighil et Taksebt. Les résineux, Pin d'Alep essentiellement, sont plus abondants sur le versant septentrional de la chaîne côtière. Les faciès de dégradation sont ici moins importants que dans la partie occidentale de la Kabylie, où l'empreinte de l'homme apparaît très fortement dans les deux vallées de l'Isser et du Sébaou, plus largement artificialisées.

Cependant, cet état de la végétation et de l'utilisation agricole du sol était valable il y a 30 ans. Or, cette situation est aujourd'hui largement dépassée, puisque des incendies répétés, des défrichements importants et autres perturbations, ont modifié le paysage végétal et le zonage agro-sylvo-pastoral traditionnel. Il serait d'ailleurs intéressant par une approche diachronique de comparer les états dynamiques de la végétation naturelle pour mesurer l'impact des actions anthropiques (incendies graves et de grande ampleur, déforestation...). Ce travail reste à faire.

Pour notre part, nous allons essayer d'apporter notre contribution en tentant d'apprécier la part du feu dans cette dynamique régressive de la végétation forestière.

2.6.4. Feux de forêts, un facteur de régression du couvert végétal

Les feux de forêts représentent indubitablement le facteur de dégradation le plus régressif de la forêt en Algérie. L'état actuel des forêts en Kabylie, principalement en ce qui concerne les forêts de chêne liège, est plus que préoccupant, à cause des incendies répétés. Ceci résulte de la conjonction de plusieurs facteurs naturels et surtout socio-économiques. Pour la seule wilaya de Tizi Ouzou, il a été enregistré en 10 années (1998-2007) un total de 934 incendies de forêts (93,4 en moyenne par an), qui ont touché une surface cumulée de 19 216,67 ha (tableau 7). La superficie forestière totale de la wilaya étant de 112 181 ha, c'est ainsi 1,71 % de celle-ci qui est parcouru annuellement par les feux. Cet indice de gravité est élevé, puisqu'à l'échelle de l'Algérie, il est en moyenne de 1 % actuellement (Meddour-Sahar & al., 2009). Le même taux est indiqué pour l'ensemble des pays du bassin méditerranéen (WWF, 2001 in Meddour-Sahar & al., 2009).

Tableau 7. Situation des incendies de forêts dans la wilaya de Tizi Ouzou (période 1998-2007)

	Nombre de feux	Superficie brûlée (ha)	Formations végétales		
			Forêts	Maquis	Broussailles
Total	934	19 216,67	10 872,25	4 665,20	3 679,22
Moyenne/an	93,40	1 921,66	1 087,22	466,52	367,92

Afin d'illustrer l'importance surfacique et l'évolution temporelle de ce fait anthropique, nous avons réuni sur le tableau 8 et la figure 21, la surface totale et la surface moyenne annuelle brûlées pour un échantillon représentatif de 10 forêts domaniales et pour deux périodes successives mais non continues (1970-87 et 1986-2005).

Tableau 8. Importance surfacique des incendies dans les principales forêts domaniales de la wilaya de Tizi Ouzou (Meddour-Sahar, 2008)

Forêts domaniales	STF (ha)	SBT (ha) 1970/87	SBM (ha) 1970/87	Taux %	SBT (ha) 1986/2005	SBM (ha) 1986/2005	Taux %
Akfadou ouest	4 629	1 665	92,50	36	2 958	147,90	63,90
Azouza	2 157	395	21,94	18,5	1 602,5	80,13	74,29
Beni Ghobri	5 710	2 722	151,22	48	4 934,5	246,73	86,42
Beni Djenad	544	564	31,33	104	1 031	51,55	189,52
Beni Khalfoun	1 180*	660	36,67	56	567	28,35	48,05
Mizrana	2 824	277	15,39	9,5	1 102	55,10	39,02
Moulay Yahia	706*	840	46,67	119	1 192,5	59,63	168,91
Tamgout	3 671	3 298	183,22	90	6 059	302,95	165,05
Taksebt	1 268	1 147	63,72	90	54	2,70	4,26
Tigrine	1 048	60	3,33	6	1 572	78,60	150
Total/Moyenne	23 737	11 628	646	57,7	21 072,5	1 053,63	97,41

* surface de la forêt sur le territoire de la wilaya de Tizi Ouzou uniquement

Légende : STF : Surface totale de la forêt ; SBT : Surface brûlée au total ; SBM : Surface brûlée en moyenne/an ; Taux : pourcentage de surface brûlée au total durant la période considérée.

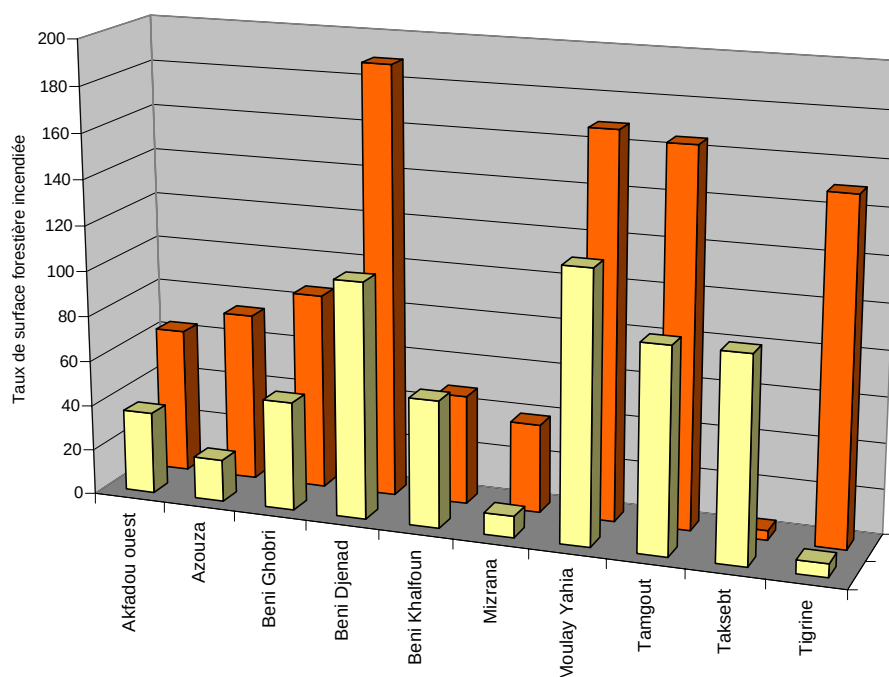


Figure 21. Taux de superficie brûlée au total au niveau des principales forêts domaniales (période 1970-87, en jaune, versus 1986-2005, en rouge)

On peut constater ainsi que la superficie brûlée en moyenne chaque année a augmenté de façon incontestable durant la deuxième période (1986-2005) et cela pour pratiquement l'ensemble des forêts considérées (Taksebt échappant à la règle). Durant la période 1970-1987, toutes ces forêts ont été parcourues par les feux, mais à des degrés divers. En effet, si

à Tigrine et à Mizrana, une très faible part de la surface forestière a été incendiée, soit 6 % et 9.5 % en 18 ans respectivement, par contre, les massifs d'Akfadou ouest (36 %), Beni Ghobri (48 %) et Beni Khalfoun (56 %) ont été brûlés durant cette même période sur une plus grande part de leur surface totale. Encore plus, pour les forêts de Tamgout, Taksebt (90 % chacune), Beni Djenad (104 %) et Moulay Yahia (119 %), qui ont été entièrement incendiées. L'« espérance de vie » de ces peuplements est ainsi, du moins théoriquement, de l'ordre de 18 ans, et même moins pour les 2 dernières.

Qu'en est-il durant les deux dernières décennies, plus exactement lors de la période 1986-2005 ? Durant cette période plus récente, le phénomène des feux de forêts s'est considérablement aggravé dans la plupart des forêts, puisqu'elles sont soumises au passage répété du feu sur les mêmes parcelles en 20 ans. Leurs taux de surface brûlée ont largement dépassé le seuil biocritique de 100 %, comme à Moulay Yahia, Beni Djenad et Tamgout (150 à 189 %, soit 7.5 à 9.4 % en moyenne annuelle) ! Le problème de récurrence et de fréquence du feu se pose également avec acuité au niveau des massifs de Beni Ghobri, Akfadou et Azouza, car leurs taux ont significativement augmenté lors de cette période, soit 64 à 86 % (3.2 à 4.3 % sont parcourus par le feu chaque année au niveau de ces forêts).

De telles surfaces brûlées « hors du commun » peuvent être dues, du moins en partie, à des conditions climatiques très favorables au déclenchement et à la propagation du feu, comme lors des années 80 (sécheresse persistante depuis plusieurs années consécutives, périodes caniculaires fréquentes). D'autre part, Ramade (1997) insiste sur l'instabilité politique qui, comme en Algérie, est « depuis 1992 à l'origine de plusieurs incendies ayant ravagé de vastes forêts, en particulier en Kabylie ».

En conclusion, le grand problème actuel dans les pays de climat méditerranéen découle du fait que les cycles récurrence du feu se raccourcissent rapidement. Auparavant, le laps de temps habituellement long qui séparait deux passages répétés du feu permettait à l'écosystème de se reconstituer. Aujourd'hui, dans ces zones où la fréquence des incendies est élevée, les peuplements forestiers n'ont pas le temps de se restructurer entre deux passages successifs du feu. Cette *récurrence des incendies* est incompatible avec la maturation temporelle et la sylvigénèse de nombreuses essences forestières, et l'accroissement de la fréquence des incendies est, de ce fait, une cause de dégradation permanente des écosystèmes forestiers.

Chapitre II

CLIMATS ET BIOCLIMATS DE LA KABYLIE DJURDJUREENNE

Chapitre II. CLIMATS ET BIOCLIMATS DE LA KABYLIE DJURDJUREENNE

I. INTRODUCTION

C'est un fait bien établi que l'Algérie fait partie de l'« *aire isoclimatique méditerranéenne* », puisque son climat est partout caractérisé par l'existence d'une période de sécheresse axée sur la période chaude et imposant à la végétation en place un stress hydrique de durée variable (Daget & *al.*, 1988 ; Quézel & Médail, 2003 ; Le Houérou, 2004). D'après la récente classification de Rivas-Martinez (2005), elle fait partie intégrante du « *macroclimat méditerranéen* ».

Sous ce qualificatif général de « méditerranéen », on est cependant appelé à distinguer une grande diversité de « climats régionaux » dans notre pays, fait qui est loin d'être nouveau puisque déjà relevé par Seltzer (1946, 1950). Mais, il est malaisé de faire une étude climatique *a fortiori* bioclimatique approfondie en Algérie ou dans l'une de ses régions, en raison de la faible densité du réseau, de lacunes dans les séries d'observation, voire d'absence totale de données récentes.

Dans tous les pays du Maghreb, la pluviométrie est le paramètre climatique dominant, étant d'une part généralement insuffisante, et, d'autre part, beaucoup plus variable que la température, tant à l'échelle spatiale que temporelle (répartition mensuelle et saisonnière, irrégularité interannuelle). Il n'est donc pas étonnant de trouver plus d'informations sur les hauteurs de pluie que sur les températures [cf. par ex. Meharzi (1994) aux Aurès, Meddi & Meddi (1998) au Sahara et Meddi & *al.* (2007) en Algérie Nord-occidentale ; Alifriqui & *al.* (1995) au Maroc et Douguédroit (1988) en Tunisie].

Dans cette étude, en ce qui concerne le facteur ombrique, nous avons fait appel surtout aux données récentes, recueillies dans les services météorologiques (ANRH, ONM, période 1973-2000), avec pour certaines informations, issues de stations nouvellement installées, beaucoup de réserves, leurs observations portant sur des périodes plus courtes. Quant aux données thermiques, elles proviennent essentiellement des rares travaux de thèses publiés sur la région (Djemai, 1985 ; Messaoudène, 1989 ; Abdesselam, 1995).

Enfin, soulignons que la plupart des études se basent encore de nos jours sur les données, certes fort instructives et fiables, mais trop anciennes, de Seltzer (1946 ; période 1913-38) et de Chaumont & Paquin (1971 ; période 1913-63). C'est délibérément que nous les avons éludés, plus spécifiquement pour le facteur pluviométrique trop versatile, et à vrai dire pour ne pas rentrer dans le débat du « changement climatique », qui sort du cadre du sujet traité ici. On peut toutefois consulter à ce propos des travaux réalisés en Algérie, comme ceux de Benabadji & Bouazza (2000), Kettab & *al.* (2002), Hirche & *al.* (2007) et Bessaoud (2008).

II. CARACTERISTIQUES ET DONNES DES STATIONS CLIMATIQUES DE REFERENCE

2.1. Les caractéristiques des stations climatiques de référence

La localisation et les caractéristiques des 47 stations météorologiques du réseau régional,

utilisées dans cette étude, sont présentées sur le tableau 9 et la figure 22. Ce nombre semble satisfaisant, puisque ces stations sont implantées, assez régulièrement, sur presque l'ensemble du territoire kabyle, entre les longitudes 595,8 km (Nezlioua) à l'ouest et 678,2 km (El Kseur) à l'est, et les latitudes 335,5 km (El Esnam) au sud jusqu'à 403,25 km (Cap Bengut) au nord (82 km x 68 km), soit une couverture d'une station par environ 130 km². Les altitudes des stations s'échelonnent de 30 à 1 450 m et 7 d'entre elles sont localisées à 1000 m ou plus.

Tableau 9. Les stations climatiques de référence, coordonnées géographiques, périodes et sources des données

Stations	X km	Y km	Z m	Précipitations (période, source)		Températures (période, source)	
Aghrib	644,7	390,73	620/730*	1973-2000	ANRH de Tizi Ouzou	1918-1951	Djemai (1985)
Ain Alouane	624,1	348,35	1000	1973-1992	Abdesselam (1995)		
Ain el Hammam	644,15	364,5	1140/1100	1973-2000	ANRH de Tizi Ouzou	1918-1951	Djemai (1985)
Ain Zaouia	607,1	363,5	240	1973-2000	ANRH de Tizi Ouzou		
Ait Aicha	661,78	373,9	1000	1973-2000	ANRH de Tizi Ouzou		
Ait Djemaa	621,75	357,25	870	1988-2000	ANRH de Tizi Ouzou	1988-1992	Abdesselam (1995)
Ait Ouabane	643,25	354,7	1000	1988-2000	ANRH de Tizi Ouzou	1988-1992	Abdesselam (1995)
Akbou	654,49	352,06	280	1920-1984	Messaoudène (1989)		
Assameur	628,7	348	1000	1973-1992	Abdesselam (1995)		
Azazga	649,6	383,9	430	1973-2000	ANRH de Tizi Ouzou		
Baghlia	603,25	391,15	30	1973-2000	ANRH de Tizi Ouzou		
Beni Yenni	636,2	365,27	760	1973-2000	ANRH de Tizi Ouzou		
Boghni	612,55	361,15	250	1973-2000	ANRH de Tizi Ouzou		
Bouassem	620	371,5	660	1973-2000	ANRH de Tizi Ouzou		
Bouira	608	342,25	520	1981-2000	ONM de Bouira	1981-2000	ONM de Bouira
Cap Bengut	606,5	403,25	35/36	1914-1962	Yakoub (1985)	1913-1938	Seltzer (1946)
Cap Sigli	663,47	400,88	35	-	-	1913-1938	Seltzer (1946)
Crête Rouge	628,2	340,05	400	1973-1992	Abdesselam (1995)		
Djema Saharidj	641,35	377,75	450	1973-2000	ANRH de Tizi Ouzou		
Draa Ben Khedda	614,32	382,5	55	1973-2000	ANRH de Tizi Ouzou		
Draa el Mizan	601,5	360,2	450	1973-2000	ANRH de Tizi Ouzou	1988-1992	Abdesselam (1995)
El Azaib	625,05	398,55	150	1973-2000	ANRH de Tizi Ouzou		
El Esnam	620,4	335,5	450/440	1981-2000	ONM de Bouira	1990-2000	ONM de Bouira
Elma Hachech	646,8	397,13	601	1920-1984	Messaoudène (1989)	1918-1951	Djemai (1985)
El Kseur	678,2	376,47	85	-	-	1913-1975	Salamani (1990)
Fréha	641,65	383,9	155	1973-2000	ANRH de Tizi Ouzou		
Ighil Imoula	620,3	362,25	650/688	1914-1962	Yakoub (1985)	1913-1938	Seltzer (1946)
Ighorat Haizer	617,3	345,1	588	1973-1992	Abdesselam (1995)		
Larba Nath Irathen	634,3	372,75	942	1973-2000	ANRH de Tizi Ouzou	1918-1951	Djemai (1985)
Makouda	622,45	387,9	470	1973-2000	ANRH de Tizi Ouzou		
Mchedallah	640,9	341,7	465	1981-2000	ONM de Bouira	1913-1938	Seltzer (1946)
Naciria	601,05	385,5	153	1914-1962	Yakoub (1985)		
Nezlioua	595,8	363,2	570	1973-2000	ANRH de Tizi Ouzou		
Ouadhia	624,75	362,8	400	1973-2000	ANRH de Tizi Ouzou		
Ouled Aissa	599,05	390,1	250	1973-2000	ANRH de Tizi Ouzou		
Sidi Aich	666,67	369,65	80	1920-1984	Messaoudène (1989)		
Souk n'Tlata	608,9	375,8	75	1973-2000	ANRH de Tizi Ouzou		
Tala Guilef	617	353,4	1450	1988-2000	ANRH de Tizi Ouzou	1988-1992	Abdesselam (1995)
Tala Rana	637,50	348,00	1280	-	-	1988-1992	Abdesselam (1995)

Tegma	660,25	382,95	1000	1973-2000	ANRH de Tizi Ouzou		
Tighzart n'Boubhir	650,9	372	215	1973-2000	ANRH de Tizi Ouzou		
Tikjda	627,85	350,65	1450	-	-	1988-1992	Abdesselam (1995)
Tizi Ghenif	596,3	366,1	370	1973-2000	ANRH de Tizi Ouzou		
Tizi Letnine	606,9	356,1	500	1973-2000	ANRH de Tizi Ouzou		
Tizi Medene	612,35	357,9	350	1973-2000	ANRH de Tizi Ouzou		
Tizi Ouzou	620,7	380,25	220	1973-2000	ANRH de Tizi Ouzou	1980-2003	ONM de Tizi Ouzou
Yakouren	655,28	382,93	820	1973-2000	ANRH de Tizi Ouzou		

(*) Les altitudes de quelques postes diffèrent selon les documents sans que les raisons en soient connues (déplacement du poste très probablement). De plus, leurs positions topographiques ne sont pas précisées.

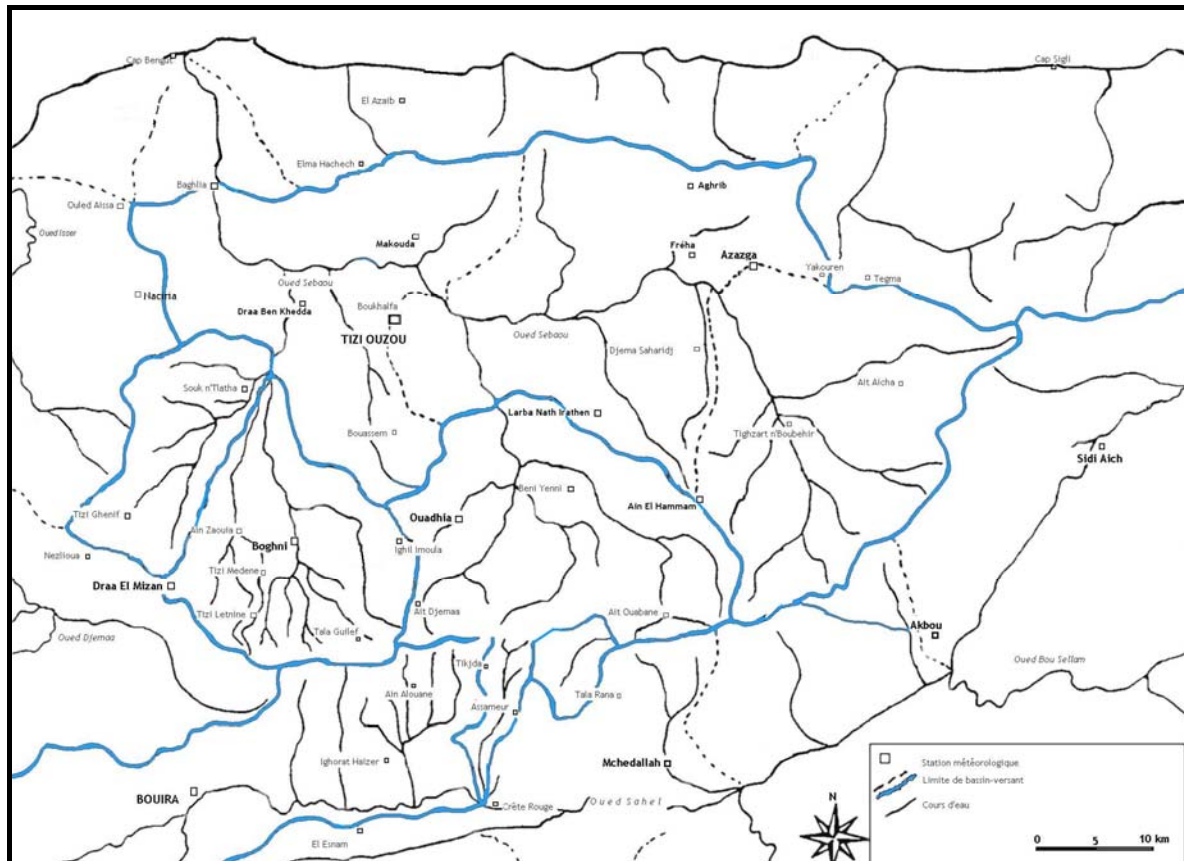


Figure 22. Carte de localisation des stations climatiques de la zone d'étude (d'après Abdesselam, 1995, modifiée)

En pratique, l'étude du climat doit porter sur une longue série chronologique d'observations, afin d'intégrer les variations interannuelles qui sont essentielles pour la compréhension du bioclimat, autrement dit, du climat effectivement vécu par les végétaux et autres organismes vivants (Richard, 1997).

La majorité des stations étudiées, une trentaine, dispose de données pluviométriques récentes, sur une période commune d'observation de 28 ans (1973-2000, données de l'ANRH), période pratiquement trentenaire, suffisante afin que les moyennes soient statistiquement significatives (Ripert & Ladier, 2005). Selon Choissnel (1989), une période de 30 ans permet de « filtrer » en quelque sorte les fluctuations climatiques.

En outre, nous disposons des données thermiques de 18 stations (données de l'ONM, extraites de divers travaux), assez régulièrement distribuées sur le territoire envisagé.

Mais, à l'inverse des précipitations, les séries d'observations continues de 20-30 ans sont peu disponibles et difficilement accessibles. Il faut se contenter de périodes parfois plus courtes (5-10 ans), plus spécialement pour les stations d'altitude supérieures à 1 000 m. Fort heureusement, les températures sont beaucoup moins protéiformes que les précipitations et leurs moyennes sont significatives même pour de courtes périodes.

2.2. Données climatiques disponibles, leurs moyennes annuelles et mensuelles

Les données climatiques normées et moyennées sont essentielles pour définir les climats à l'échelle régionale (ou à une autre échelle) et pour reconnaître les gradients altitudinaux induits par les régimes climatiques. Ces données sont donc utilisées pour définir un bioclimat qui se prête à la généralisation spatiale et, de ce fait, permet l'analyse géographique des phénomènes (Tuhkanen, 1980). C'est à partir de données moyennes, en général ombriques et thermiques (tableaux 10 et 11) touchant les régimes climatiques que peut être abordée la caractérisation bioclimatique d'un territoire (Richard, 1997).

Tableau 10. Données pluviométriques moyennes annuelles et mensuelles des stations climatiques de la zone d'étude

Stations	Alt. (m)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	P (mm)
Aghrib	730	145,8	122,1	128,5	97,4	58,8	8,1	3,1	8,2	42,9	93,4	133,8	185,2	1027,3
Ain el Hammam	1100	118,9	148,6	158,8	117,8	72,2	21,8	5	15	41,8	82,7	127,2	162,3	1072,2
Ain Zaouia	240	75,9	78,3	73,4	61	44,1	8,5	2,5	5,3	26,3	49,8	76,8	95,9	597,8
Ait Aicha	1000	115,4	130,4	115	106,7	70	15,3	5,1	9,6	42,8	76,3	108,3	163,2	958,2
Ait Djemaa	870	181	82,9	72,9	103	90,6	10,3	9,7	16	56,7	70,8	93,2	123,6	910,7
Ait Ouabane	1000	145,6	103,2	98,8	117,7	100,5	16,8	4,7	20,8	66,7	92,6	133,2	157,3	1057,9
Azazga	450	114,8	113,4	110,9	87,4	55	11,1	3,6	5,9	43	80,6	107,5	154,9	888,1
Baghlia	30	95,7	80,9	49,5	67,2	43,6	11,8	4,2	5,8	36,5	60,9	90,7	130	676,8
Beni Yenni	760	99,5	104,3	108,8	86,9	58,6	15,3	4,7	7,7	42	71,3	103,1	124,3	826,5
Boghni	250	77,8	89,5	82	77,3	67,2	13,1	5,8	7,3	42,1	54,1	82,6	108,2	707
Bouassem	660	102,3	110,7	104,1	86	54,6	11,8	4,1	8,1	40,4	65,6	102,1	137,2	827,2
Cap Bengut	35	113,4	72,5	55,1	50	30,6	14,3	0	0,3	44,9	90,9	111,3	130,7	714
Djemaa Saharidj	450	97	112,7	95,3	77,8	53,6	12,6	4,3	6,6	37,1	72,9	96,2	125,1	791,1
Draa Ben Khedda	55	97,6	80,3	49,9	68,3	42,6	10,3	4,8	6,5	28,4	53,5	86,3	122,8	651,3
Draa El Mizan	450	117,9	76,7	53,7	67,4	49,7	10,8	3,2	9	37,9	48,6	68,1	108,9	651,9
El Azaib	150	98	105,6	88,1	78,6	45,7	10,1	3,5	8,2	37,3	78,7	120,4	122,8	797,1
Elma Hachech	601	151	120	118	101	64	22	4	7	46	105	147	190	1074
Fréha	155	95,9	96	84,7	66,8	43,8	9	4,5	5,4	32,1	65,1	95,1	118,7	717,1
Ighil Imoula	650	153	111	112	87	58,8	21,3	0	0	39,5	81	113,5	130,7	907
Larba Nath Irathen	940	104,9	114,8	61,5	98,8	67,5	21,6	5,3	10,7	44,1	71	105,4	113,6	819,2
Makouda	470	118,7	99,3	58,8	73,8	40,5	9,2	4,5	7	30,1	60,2	82,6	148	732,7
Naciria	153	161,7	92,1	82,9	74	41,9	17,4	0,7	1	37,9	127	124,9	187,3	949
Nezlioua	570	93,9	97,8	96	74,3	50,4	9	2,9	7,4	29,2	58,5	79,1	126,4	725
Ouadhia	450	93,6	109,9	109,1	77,3	52,2	12,1	4,3	6,5	38,7	57,5	113,6	116	790,8
Oulad Aissa	250	104	81,8	60,8	85,4	49,6	11,4	3,8	5,8	26,5	69,6	84,9	95,8	679,3
Souk n'Tlata	75	115,8	86,4	56,5	66,8	30,8	9,1	0,9	1,7	30,5	51,3	77,3	126,6	653,7
Tala Guilef	1450	142,7	99,6	98,1	110,6	88,5	22	5,9	15,9	58,7	78,7	111,5	154,8	987
Tegma	1000	142,2	156,3	152,6	123,5	82,4	15,2	7,9	10,1	46,2	102	150,1	185,1	1173,6
Tighzart n'Bouhbir	215	129,6	117,3	84,4	103,5	70,2	18,2	3,4	11,2	55,3	80,9	102,2	151,9	928,2
Tizi Ghenif	370	88,5	94,8	94,2	70,9	49,6	10,5	3,2	6,2	34,2	57	84,2	116,4	709,7

Tizi Letnine	500	83,4	86	88,5	63,8	48,4	9,8	4	9,5	33,1	50,8	70,9	79,2	627,3
Tizi Medene	350	88,9	90,9	87,6	76,3	49,1	11,3	3,9	9,7	40,9	54,6	80,8	109	703
Tizi Ouzou	250	114,4	98,8	56,2	79,9	52,5	9,9	3,9	10,7	35,5	57	98	139,3	756,1
Yakouren	820	137,7	160,1	142,7	114,9	68	15,7	6,4	8,9	47,7	88,6	133,8	185	1109,5
Ain Alouane	1000	117,8	97,8	154,1	87,8	38,8	8,1	1,9	4,7	23,4	52,6	68,5	123,5	778,9
Akbou	280	91	73	63	56	40	22	4	7	30	63	70	104	621
Assameur	1100	110,7	121,9	139,3	87,4	51,8	16,9	4,8	11,4	42,2	59,3	77,8	134,3	857,7
Bouira	520	49,5	52,6	63	50	29,2	11,1	3,5	8,4	21,1	39,4	48,5	54,5	430,8
Crête rouge	400	42,5	47,8	48,6	55	31,1	10,4	5,1	9,4	25,4	26,5	38,8	61,8	402,4
El Esnam	450	34,7	41,3	52,8	28,7	23,4	7,6	2,3	5,3	10,8	31,1	39,8	48,2	326
Ighorat Haizer	580	57,9	73,2	86,8	47,1	22,6	10,8	3,8	6,6	17	36,5	57	98,9	518,5
Mchedallah	440	39,8	33,2	37,8	36,2	24,5	8,1	2,5	5,7	16,9	30,2	35,6	36,1	306,6
Sidi Aich	170	90	66	61	49	39	18	4	8	31	63	71	98	600

Tableau 11. Données relatives aux températures mensuelles et annuelles, moyennes, maximales et minimales (°C) des stations climatiques de la zone d'étude

Stations		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy.
Larba Nath Irathen (942 m)	m	3,5	4	5,8	8,2	11,3	16	20	20,1	17	12,2	7,9	4,3	10,9
	M	8,9	10,3	13	16,1	19,9	25,4	30	30,5	26,4	19,8	13,7	9,5	18,6
	T	6,2	7,2	9,4	12,2	15,6	20,7	25	25,3	21,7	16	10,8	6,9	14,7
Ain el Hammam (1100 m)	m	2,6	3,2	4,8	7,1	10,2	14,7	18,6	19,1	16	11,3	7	3,4	9,8
	M	9	10,2	13,1	16	19,5	25,2	29,8	30,8	26,5	20,4	14,1	9,9	18,7
	T	5,8	6,7	9,0	11,6	14,9	20,0	24,2	25,0	21,3	15,9	10,6	6,7	14,3
Aghrib (730 m)	m	4,5	4,9	6,5	8,9	11,5	15,7	19,1	19,6	17,2	12,8	8,6	5,3	11,2
	M	10,3	11,5	13,8	16,8	20	25,1	29,5	29,8	26,5	20,8	15,3	11	19,2
	T	7,4	8,2	10,2	12,9	15,8	20,4	24,3	24,7	21,9	16,8	12	8,2	15,2
Elma Hachech (601 m)	m	4,4	4,8	6,5	8,7	11,4	15,5	19,2	19,7	17,2	13,2	8,6	5,3	11,2
	M	11,4	12,7	15,1	18,5	21,6	26,5	30,8	31,7	28,6	22	15,9	12	20,6
	T	7,9	8,8	10,8	13,6	16,5	21	25	25,7	22,9	17,6	12,3	8,7	15,9
Tizi Ouzou (220 m)	m	5,7	6	8,4	9,8	13,3	16,9	20,8	21	18,1	14,2	10,7	6,7	12,6
	M	14,9	16,7	19,4	20,6	26,1	31,7	35,7	36,2	32,2	26,1	19,4	15,9	24,6
	T	10,3	11,4	13,9	15,2	19,7	24,3	28,3	28,6	25,2	20,2	15,1	11,3	18,6
Mchedallah (465 m)	m	3,3	4,4	6,3	8,3	11,9	15,8	19	19,3	16,7	12,3	8,1	4,2	10,8
	M	13,7	15,6	18,3	21,6	27,1	32,1	37	37	32,3	25,2	18,7	14,2	24,4
	T	8,5	10	12,3	15	19,5	24	28	28,2	24,5	18,8	13,4	9,2	17,6
Bouira (520 m)	m	4	4,7	5,2	7,2	10,7	14,3	18,4	16,8	14,9	12,3	7,7	4,4	10,1
	M	14	15,4	17,6	20,2	25	30,6	35,3	35,8	30,9	24,6	19,3	14,7	23,6
	T	9	10,1	11,4	13,7	17,9	22,5	26,9	26,3	22,9	18,5	13,5	9,55	16,8
El Esnam (440 m)	m	3,1	3,9	4,3	5,4	10,4	13,6	16,4	16,9	14,5	11,3	7,7	4,3	9,3
	M	13,8	15,5	16,3	19,8	26,1	31,5	35,1	35,3	30,4	24	18,2	12,9	23,2

	T	8,5	9,7	10,3	12,6	18,3	22,6	25,8	26,1	22,5	17,7	13	8,6	16,3
El Kseur (85 m)	m	5,5	5,9	7,8	10	13	17,4	19,8	20,4	18,3	13,5	9,6	7,6	12,4
	M	15,2	16,9	20,5	22,6	27,2	31,2	34,6	35,4	32,3	25,5	19,8	16,7	24,8
	T	10,4	11,4	14,2	16,3	20,1	24,3	27,2	27,9	25,3	19,5	14,7	12,2	18,6
Cap Bengut (36 m)	m	7,9	7,9	10,2	12,2	14,6	18,2	20,8	21,6	19,5	15,6	11,8	8,9	14,1
	M	14,1	14,7	16,1	18,2	21,4	24,2	26,9	27,7	25,6	22,2	18,6	15,2	20,4
	T	11	11,3	13,2	15,2	18	21,2	23,9	24,7	22,6	18,9	15,2	12,1	17,3
Cap Sigli (35 m)	m	9,3	9,4	10,6	12,5	15	18,2	20,9	21,5	20,3	17,2	13,4	10,4	14,9
	M	14,9	15,5	17,5	20,3	23,1	26,2	29,2	29,8	27,7	24,3	19,5	16	22,0
	T	12,1	12,5	14,1	16,4	19,1	22,2	25,1	25,7	24	20,8	16,5	13,2	18,4
Ighil Imoula (688 m)	m	5,3	5,5	7,9	9,8	12,7	17,4	19,5	21,4	19,1	13,8	10,1	6,8	12,4
	M	11,3	12,5	15,4	19,1	22,4	29	32,2	33,5	30,6	22,6	17,3	12,9	21,6
	T	8,3	9	11,7	14,5	17,6	23,2	25,9	27,5	24,9	18,2	13,7	9,85	17,0
Tala Guilef (1450 m)	m	1,7	2,6	3,9	4,8	10	14,8	19,4	19,6	16,4	10,6	6,6	2,9	9,4
	M	5,1	6	8,2	9,3	14,8	21,1	25,6	25,7	22,8	15,9	10,4	6,1	14,3
	T	3,4	4,3	6,1	7,1	12,4	18	22,5	22,7	19,6	13,3	8,5	4,5	11,8
Tikjda (1 450 m)	m	1,8	3,8	5,1	5,3	10,5	15,1	19,7	20,6	16,6	11,6	6,9	3,6	10,1
	M	3,9	6,5	8,4	8,4	14,3	19,2	23,7	24,6	20,8	15,4	9,1	7	13,4
	T	2,9	5,2	6,8	6,9	12,4	17,2	21,7	22,6	18,7	13,5	8	5,3	11,7
Tala Rana (1 280 m)	m	3,3	4,4	5,2	5,2	9,2	13,6	17,5	18,5	15,6	10,8	6,3	3,6	9,4
	M	8,2	8,8	12,2	13,4	17,9	22,9	28,7	28,8	25,1	19,2	13,4	9,3	17,3
	T	5,8	6,6	8,7	9,3	13,6	18,3	23,1	23,7	20,4	15	9,9	6,45	13,4
Ait Ouabane (1 000 m)	m	4	5,4	7,8	9,2	14,1	19,4	22,7	23,6	20,6	14,1	9,8	5,7	13,0
	M	6,8	9,1	11,9	13,3	18,8	25,1	28,7	29,1	25,8	18,3	12,7	7,9	17,3
	T	5,4	7,25	9,9	11,3	16,5	22,3	25,7	26,4	23,2	16,2	11,3	6,8	15,2
Ait Djemaa (870 m)	m	7,2	8,7	10,7	11,2	16,1	21,8	25,4	26	23,6	18,2	12	8,1	15,8
	M	12,4	14,2	14,6	14,9	19,5	25,5	29,7	30,9	26,6	20,9	15,3	12,9	19,8
	T	9,8	11,5	12,7	13,1	17,8	23,7	27,6	28,5	25,1	19,6	13,7	10,5	17,8
Draa el Mizan (450 m)	m	6,6	7,3	8,8	10	12,9	17,2	20,6	21,7	19,4	15,9	11,7	8	13,3
	M	13	15,6	18	18,1	20	28,6	33	33,9	29,1	24,5	18,6	13,9	22,2
	T	9,8	11,5	13,4	14,1	16,5	22,9	26,8	27,8	24,3	20,2	15,2	11	17,8

Nota : Selon Seltzer (1946), on considère habituellement la température moyenne mensuelle (T), comme la $\frac{1}{2}$ somme de M et m. En réalité, cette dernière $(M+m/2)$ est égale à $T + 1,5^{\circ}\text{C}$, voire $+ 2,5^{\circ}\text{C}$ en Algérie (Le Houérou, 1995).

2.3. Paramètres climatiques et bioclimatiques à analyser

Pour une diagnose complète et moderne du climat, Daget *et al.* (1988), Rivas-Martinez (2004) et Panini & Amandier (2005), en particulier, proposent de retenir pour chaque station, les paramètres climatiques et bioclimatiques suivants (tableau 12) :

Tableau 12. Les paramètres climatiques et bioclimatiques à analyser pour chaque station

THERMOCLIMAT	
T	Valeur de la moyenne annuelle (°C)
m	Valeur de la moyenne des minima du mois le plus froid (°C)
M	Valeur de la moyenne des maxima du mois le plus chaud (°C)
M'	Valeur de la moyenne des maxima du mois le plus froid (°C)
T min	Valeur la plus faible des moyennes mensuelles (°C)
T max	Valeur la plus forte des moyennes mensuelles (°C)
T < 10 °C	Nombre de mois dont la température moyenne est inférieure à 10 °C
T < 7 °C	Nombre de mois dont la température moyenne est inférieure à 7 °C
NJG	Nombre moyen annuel de jours de gelées blanches
A	Amplitude annuelle moyenne (Tmax - Tmin)
A max	Amplitude annuelle maximale ou extrême (M - m)
K'	Indice de continentalité thermique de Gorczinski modifié Daget
OMBROCLIMAT	
P	Module pluviométrique annuel (en mm)
NJP	Nombre moyen annuel de jours de pluie
Pe	Module pluviométrique estival (en mm et en % du total annuel)
P > 100	Nombre de mois dont la pluviosité moyenne est supérieure à 100 mm, i.e. nombre de mois humides au sens d'Aubréville et Walter
P < 30	Nombre de mois dont la pluviosité est inférieure à 30 mm, i.e. nombre de mois secs au sens Köppen et d'Aubréville
P min	Valeur des précipitations mensuelles la plus faible
P max	Valeur des précipitations mensuelles la plus forte
G	Indice de continentalité hydrique de Gams modifié Michalet
BIOCLIMATS	
S	Indice de sécheresse estivale de Giacobbe-Emberger (Pe/M)
NMS	Indique le nombre de mois secs au sens de Bagnouls & Gaussen et Walter & Lieth, i.e. tels que $P \leq 2T$
X	Indice xérothermique de Bagnouls & Gaussen (nombre de jours biologiquement secs)
I_{DM}	Indice d'aridité (mensuel et annuel) de De Martonne
Q₃	Quotient pluviothermique d'Emberger modifié Stewart
Io	Indice ombrothermique annuel de Rivas-Martinez
It et Itc	Indices de thermicité et de thermicité compensé de Rivas-Martinez

Les corrélations entre les divers paramètres analytiques ou synthétiques retenus ont été étudiées par des régressions linéaires simples (coefficient de corrélation linéaire de Pearson) sur les variables et individus (représentant stations et paramètres pris 2 à 2) et seules les tendances significatives au seuil de 5 % ont été prises en compte.

Enfin, une interprétation synthétique des données par des méthodes d'analyse multivariée appropriées, à l'aide du logiciel StatBox version 6.40, permet de définir les différents types de climats et d'établir leur typologie, voire une régionalisation ou spatialisation de ces types de climats locaux (ombro- et thermoclimats ou bioclimats).

III. L'OMBROCLIMAT

3.1. Caractéristiques générales des précipitations en Algérie

Divers facteurs contribuent à déterminer les zones de précipitations en Algérie, en particulier l'orientation des chaînes de montagnes et la direction des vents dominants porteurs d'humidité (Delannoy & Lecompte, 1980 ; Laborde, 2003). Dans tout le littoral et le Tell, la direction des vents, pendant la saison pluvieuse, est franchement nord-ouest (Seltzer, 1946 ; Chaumont & Paquin, 1971). Avec une fréquence moyenne de 50 fois par an, ce sont les vents du nord-ouest qui apportent les précipitations de l'hiver (Beniston & Beniston, 1984).

En plus de l'orientation des versants, la pluviosité varie en Algérie sous l'influence de plusieurs paramètres géographiques, altitude, latitude, longitude et distance à la mer (Seltzer, 1937, 1946, 1950 ; Chaumont & Paquin, 1971 ; Wojterski, 1988 ; Meddi & *al.*, 2007) :

- La quantité de pluie augmente avec l'altitude, elle est plus abondante sur les reliefs qu'en plaine (répartition orographique ou hypsométrique) ; mais, elle est plus élevée sur les versants bien orientés face aux vents pluvieux du NW, que sur les autres.
- La pluviométrie est plus importante sur le littoral, que dans les régions situées plus au sud ; l'Algérie, en effet, dresse sur son littoral les pentes de la chaîne tellienne, qui reçoit de plein fouet les flux perturbés et fait écran aux plaines et bassins intérieurs (Cote, 1983). Il y a une décroissance rapide des pluies à mesure que l'on s'éloigne du littoral vers l'intérieur du pays (sous l'effet combiné de la latitude, de l'éloignement de la mer et de la continentalité).
- A cette décroissance des pluies du nord au sud se superpose une décroissance de l'est à l'ouest (selon la longitude) ; cette loi étant particulière à l'Algérie (Seltzer, 1937).

C'est ce que fait ressortir parfaitement la carte pluviométrique de l'Algérie du Nord au 1/500 000^e (figure 23). De plus, on peut constater à l'évidence que la Kabylie djurdjurénne est l'une des zones les plus arrosées de notre pays, d'autant qu'elle contraste avec celles des régions avoisinantes (algéro-oranaise à l'ouest et constantinoise au sud-est).

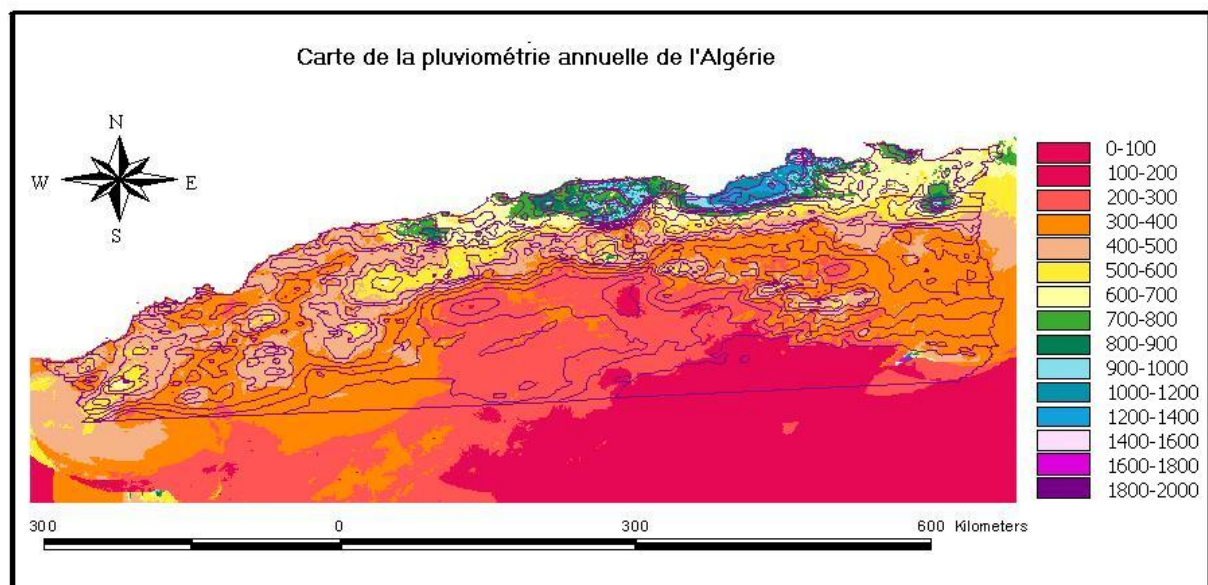


Figure 23. Carte de la pluviométrie moyenne annuelle de l'Algérie du Nord (ANRH, 1993)
(Carte établie sous l'autorité scientifique du Pr. Laborde, basée sur 470 postes, période 1922-60/1969-89)

3.2. Données pluviométriques des stations étudiées et variabilité interannuelle

Dans le tableau 13, nous récapitulons les valeurs de certains paramètres qui nous permettront une caractérisation du régime des précipitations (annuel, saisonnier, mensuel) et une régionalisation spatiale établie sur une base ombrique.

Tableau 13. Données réduites relatives aux moyennes mensuelles (mois secs et mois humides), aux pluviométries annuelles et extrêmes et au nombre annuel moyen de jours de pluies (NJP)

Stations	Alt. (m)	P (mm)	CV %*	NJP**		P > 100	P < 30	P max	P min
Aghrib	730	1027,3	25	101		5	3	185,2	3,1
Ain Alouane	1000	778,9	35			3	4	154,1	1,9
Ain el Hammam	1100	1072,2	19		98,9	6	3	162,3	5
Ain Zaouia	240	597,8	21		72,4	0	4	95,9	2,5
Ait Aicha	1000	958,2	27			6	3	163,2	5,1
Ait Djemaa	870	910,7	32		102,8	3	3	181	9,7
Ait Ouabane	1000	1057,9	25		101	6	3	157,3	4,7
Akbou	280	621	-	84		1	3	104	4
Assameur	1100	857,7	26			4	3	139,3	4,8
Azazga	450	888,1	22	80		5	3	154,9	3,6
Baghlia	30	676,8	22			1	3	130	4,2
Beni Yenni	760	826,5	22		101,2	4	3	124,3	4,7
Boghni	250	707	25			1	3	108,2	5,8
Bouassem	660	827,2	21		94,2	5	3	137,2	4,1
Bouira	520	430,8	19			0	5	63	3,5
Cap Bengut	35	714	-	96		3	3	130,7	0
Crête rouge	400	402,4	17			0	5	61,8	5,1
Djemaa Saharidj	450	791,1	23			2	3	125,1	4,3
Draa Ben Khedda	55	651,3	28	90		1	4	122,8	4,8
Draa El Mizan	450	651,9	31		74,9	2	3	117,9	3,2
El Azaib	150	797,1	22			3	3	122,8	3,5
El Esnam	450	326	20	54		0	6	52,8	2,3
Elma Hachech	601	1074	-	104		7	3	190	4
Fréha	155	717,1	21			1	3	118,7	4,5
Ighil Imoula	650	907	-	90		5	3	153	0
Ighorat Haizer	580	518,5	38			0	5	98,9	3,8
Larba Nath Irathen	940	819,2	32		90,8	4	3	114,8	5,3
Makouda	470	732,7	25			2	3	148	4,5
Mchedallah	440	306,6	25	78		0	5	39,8	2,5
Naciria	153	949	-	96		4	3	187,3	0,7
Nezlioua	570	725	27			1	4	126,4	2,9
Ouadhia	450	790,8	26		80,3	4	3	116	4,3
Oulad Aissa	250	679,3	30			1	4	104	3,8

Sidi Aich	170	600	-	76		0	3	98	4
Souk n'Tlata	75	653,7	26		81,5	2	3	126,6	0,9
Tala Guilef	1450	987	21		99,6	4	3	154,8	5,9
Tegma	1000	1173,6	23			7	3	185,1	7,9
Tighzart Boubhir	215	928,2	22			5	3	151,9	3,4
Tizi Ghenif	370	709,7	25			1	3	116,4	3,2
Tizi Letnine	500	627,3	30			0	3	88,5	4
Tizi Medene	350	703	22		92	1	3	109	3,9
Tizi Ouzou	250	756,1	24		74	2	3	139,3	3,9
Yakouren	820	1109,5	23	105		6	3	185	6,4

* : pour quelques stations, le CV n'a pu être calculé faute de données détaillées, puisque seules les moyennes figurent dans les études d'où elles sont extraites.

** NJP : nombre annuel moyen de jours de pluies selon Seltzer (1946 ; période 1913-38), colonne de gauche, et Abdesselam (1995 ; période 1973-92), colonne de droite.

3.3. Distribution et variabilité spatiale des précipitations des stations étudiées

Les deux caractéristiques fondamentales des précipitations sont leur quantité et leur variabilité spatio-temporelle. La quantité de pluie disponible pour la végétation est un facteur important, il est donc nécessaire de connaître ses variations spatiotemporelles.

Concernant la variabilité interannuelle des précipitations, les coefficients de variation (Cv) calculés pour les stations localisées sur la façade septentrionale de la Kabylie djurdjuréenne (tableau 13), sont compris entre 19 et 32 % (période 1973-2000). Pour moins d'une dizaine de stations de la zone méridionale (versant sud du Djurdjura et vallée de l'oued Sahel), on obtient des valeurs de Cv nettement plus variables et surtout plus élevées, de 17 à 38 %. Ceci traduirait une plus grande irrégularité des pluies liée aux faibles volumes pluviométriques (Le Houérou & *al.*, 1979), provoquant une « aridification » du milieu plus rapide et une diminution de la production primaire (Le Houérou, 2004).

L'extrême variabilité interannuelle des précipitations au Maghreb, notamment, constitue une cause supplémentaire de stress hydrique pour la végétation, arborée plus particulièrement (Quézel & Médail, 2003). Panini & Amandier (2005) indiquent, pour leur part, que la forte variabilité interannuelle des précipitations, sous climat méditerranéen, peut avoir des conséquences néfastes sur la croissance et la survie des essences forestières. Ce stress hydrique plus prononcé est certainement l'une des causes de l'exclusion du Chêne liège et *a fortiori* des Chênes caducifoliés, plus labiles et exigeants, et leur substitution par le Pin d'Alep et le Chêne vert sur le versant sud du Djurdjura.

Ceci étant dit, on s'attachera maintenant à faire ressortir plus spécialement la variabilité spatiale des précipitations durant la période considérée. On sait que dans les régions montagneuses, les facteurs climatiques subissent une variabilité spatiale considérable ; les différences d'altitude (mais aussi de pente et d'orientation) produisent des variations climatiques très sensibles et il suffit parfois de 100 m de différence altitudinale pour que la végétation change, le climat ayant changé lui-même (Garcia Salmeron, 1980). Ceci est particulièrement vrai dans le cas de la Kabylie djurdjuréenne, comme on va le développer dans les lignes qui suivent.

3.3.1. Précipitations moyennes annuelles

En Kabylie djurdjuréenne, la distribution de la pluviométrie annuelle épouse parfaitement les variations des modelés orographiques : l'augmentation de la pluviométrie est observée avec chaque élévation de l'altitude (chaîne littorale, massif ancien kabyle, versant nord du Djurdjura) ; la diminution est par contre sensible dans les dépressions de Tizi Ouzou (vallée du moyen Sébaou) et de Boghni-Draa el Mizan (figure 24).

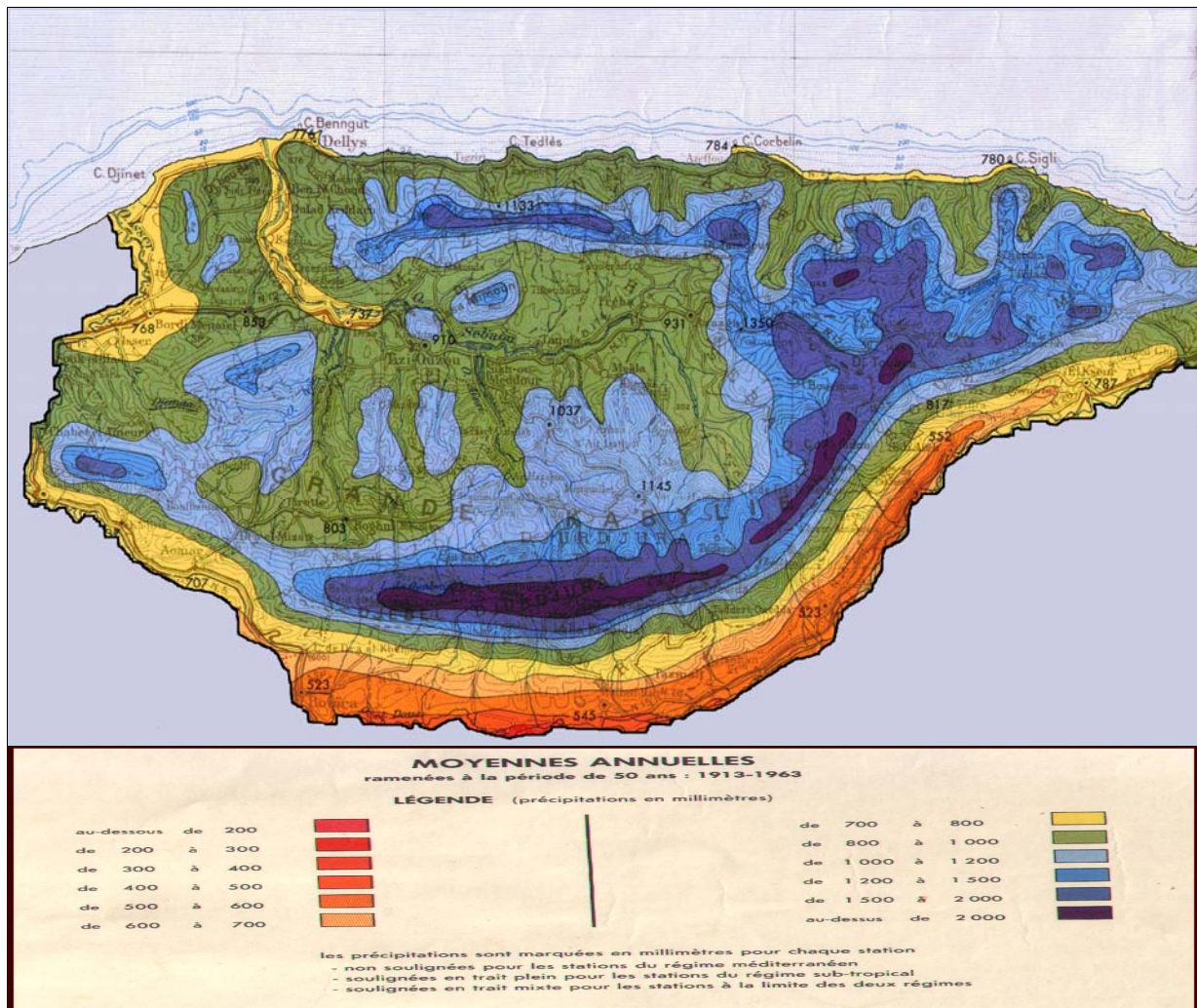


Figure 24. Carte pluviométrique moyenne annuelle de la Kabylie djurdjuréenne (extraite de Chaumont & Paquin, 1971 ; période 1913-63)

Le caractère le plus saillant lorsqu'on regarde la hauteur annuelle des précipitations est leur abondance (tableau 13). Dans son ensemble, ce territoire reçoit beaucoup de précipitations, les moyennes annuelles dépassent 500-600 mm¹ partout et plus de 1 000-1 100 mm sur les hauts reliefs, dont les versants sont bien exposés aux vents humides.

Durant la période 1973-2000, sur le littoral on enregistre plus de 700 mm/an, dans les vallées et dépressions de la façade nord, la pluviométrie est de l'ordre de 700-800 mm/an ; sur les piémonts et collines, elle passe à 900 mm. En altitude, au-dessus de 1 000 m, la

¹ Rappelons que sous climat méditerranéen, au Maghreb en particulier, une pluviométrie de l'ordre de 400 mm/an est compatible avec un « climax forestier » (Ozenda, 1991 ; Le Houérou, 1995 ; Quézel & Médail, 2003).

pluviométrie atteint rapidement plus de 1 000 mm. Le maximum est enregistré à Tegma (1174 mm/an en moyenne à 1 000 m). La zone la plus arrosée correspond aux montagnes de la chaîne littorale (Aghrib, Elma Hachech) et du massif forestier de Béni Ghobri-Akfadou (Yakouren, Tegma), qui de ce point de vue apparaissent comme les plus humides (1 100-1 200 mm annuellement). Alors que le massif ancien kabyle, déjà en retrait et relativement éloigné du littoral, ne reçoit plus que 800-1 000 mm (Larba Nath Irathen, Ain el Hammam), à des altitudes nettement plus importantes (900-1 100 m), sous l'effet du phénomène de « continentalité » toute relative.

Sur les hauts sommets de la façade Nord (Akfadou, Djurdjura), au-delà de 1 200 m, la pluviométrie annuelle est sans doute plus importante, compte tenu du relief qui intervient par sa masse et surtout par son orientation. La chaîne du Djurdjura est en grande partie perpendiculaire aux vents chargés d'humidité et joue un rôle de condensateur².

De façon plus générale, nous manquons de données sur la pluviosité des hautes montagnes d'Algérie. Peu de stations météorologiques existent au-delà de 1 500 m, et les résultats en plus d'être fragmentaires sont entachés d'erreurs, en raison des chutes de neige et de l'intensité des vents. Nous aurons l'occasion de revenir plus amplement sur ce sujet.

3.3.1.1. L'influence de la distance à la mer

Cette influence de l'éloignement à la mer se vérifie aisément lorsqu'on compare les hauteurs annuelles de pluie enregistrées par certaines localités littorales, comme Elma Hachech (601 m, 1 074 mm) et Aghrib (730 m, 1 027 mm), situées à 10 km à vol d'oiseau de la mer, et des localités sublittorales, à l'image de Ait Aicha pourtant plus alticole (1 000 m et seulement 958 mm), légèrement en retrait (20 km de la côte). Ceci est encore plus vrai avec des localités sises sur le massif ancien kabyle (à 30 km de la mer), comme Beni Yenni (760 m, 826 mm) et Larba Nath Irathen (940 m, 819 mm), qui accusent une baisse des précipitations manifeste, que ne compensent pas leurs altitudes relativement élevées.

C'est également le cas entre la station littorale d'El Azaib (150 m, 797 mm) et Sidi Aich, situé au piémont sud du djebel Zeen (vallée de la Soummam), à 170 m d'altitude et 30 km du littoral, qui n'enregistre que 600 mm ; il en va de même pour Akbou (280 m, 621 mm, 45 km).

Comme l'ont noté Meddi & *al.* (2007), ce sont la partie littorale et les sommets proches de la mer qui reçoivent les quantités de pluie les plus importantes. Il faut par conséquent tenir compte de ce facteur pour une meilleure compréhension de la variabilité spatiale des pluies.

3.3.1.2. Dissymétrie pluviométrique entre adret et ubac et ombre pluviale

Sur les versants des massifs, à altitude égale, il existe une variation importante de la pluviosité entre versants exposés directement aux pluies et ceux qui ne le sont pas (Sauvage, 1963). Certaines zones sous le vent (en ombre pluviale) voient leurs précipitations faiblir considérablement.

Comme l'a souligné Seltzer (1946), le versant Nord du Djurdjura est beaucoup plus arrosé que le versant sud. Par exemple, à 1 000 m d'altitude, on a enregistré 1 058 mm à Ait Ouabane, et même 1 174 mm à Tegma, en ubac face aux vents humides, contre seulement

² D'ailleurs, Laborde (1990), dans son étude de classification automatique des différentes zones pluviométriques en Algérie septentrionale, a montré le rôle important de ce massif dans la délimitation de « sous-zones » au niveau de la partie Nord-orientale de notre pays.

779 mm à Ain Alouane en adret. Ce n'est pas le seul exemple, qu'on en juge d'après les données comparatives récapitulées sur le tableau 14 et la figure 25.

Tab. 14. Valeurs comparatives des précipitations annuelles en fonction des topoclimats³

Stations	Topoclimats	Alt. (m)	P (mm)	Différence	%
Ain el Hammam	Ubac	1100	1072	214	20
Assameur	Adret	1100	858		
Ait Ouabane	Ubac	1000	1058	279	26
Ain Alouane	Adret	1000	779		
Nezlioua	Ubac	570	725	207	28
Ighorat Haizer	Adret	580	519		
Tizi Letnine	Ubac	500	627	196	31
Bouira	Adret	520	431		
Djemaa Saharidj	Ubac	450	791	465	59
El Esnam	Adret	450	326		
Draa el Mizan	Ubac	450	652	345	53
Mchedallah	Adret	440	307		

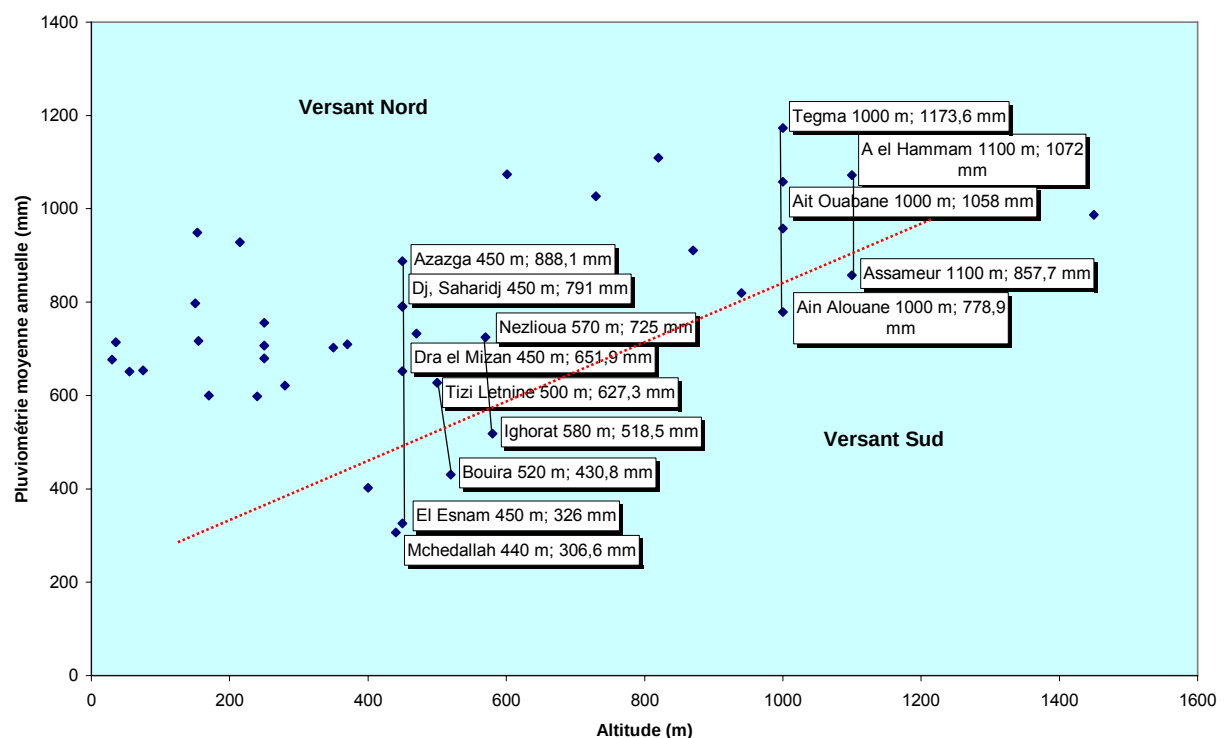


Figure 25. Comparaison du volume des précipitations annuelles de quelques stations situées à altitudes égales en fonction de l'exposition des versants

³ Le terme de topoclimat est justifié par l'étroite dépendance des caractéristiques des climats locaux vis à vis de leur position topographique, principalement leur exposition et leur altitude, sensibles plus spécialement en montagne (Douguédroit, 1990).

En somme, les stations du versant méridional du Djurdjura accusent un déficit de l'ordre de 200-350 mm en moyenne (et même de 460 à 580 mm dans les cas extrêmes), par rapport à leurs homologues localisées à la même altitude, sur le versant septentrional, représentant un taux inversement proportionnel à la hauteur des pluies annuelles, de 20 à 31 %, voire 53 à 59 %. Autrement dit, la pluviométrie passe du simple au double et plus dans ce dernier cas. Ceci dénote la rapidité avec laquelle le climat peut varier d'un point à l'autre au niveau de la dition. Cette dissymétrie pluviométrique entre les topoclimats d'ubac et d'adret, nous l'avons également constaté sur l'Atlas blidéen (Meddour, 1994, 2002). Il est impératif de prendre en considération ce paramètre lors du calcul des gradients pluviométriques.

3.3.1.3. Cas du topoclimat de fonds de vallées

C'est bien dans les zones culminales que l'on rencontre les volumes annuels les plus importants, mais, il est connu que certaines stations situées dans les fonds de vallées, à altitude relativement basse, peuvent recevoir des lames d'eau très importantes (Arnaud, 1981). Il est intéressant de remarquer, à ce propos, que la station de Tala Guilef, dont l'orotopographie est *a priori* plus avantageuse, puisque située à 1 450 m, reçoit moins de pluviosité que celle d'Ait Ouabane (1 000 m), établie dans une vallée encaissée au pied nord du sommet de l'Azerou Madène (987 *versus* 1 058 mm/an). Cependant, la courte période des observations (1988-2000) de la station de Tala Guilef (1 450 m), et de surcroît durant la période décennale la plus sèche, fait que cette moyenne de 987 mm/an est largement sous-estimée. En effet, le module pluviométrique annuel est de 1 051 mm, selon Abdesselam (1995), et nos propres calculs donnent un peu plus, soit 1 183 mm (cf. infra).

3.3.1.4. Vallée de l'oued Sahel, fœhn et aridité : véritable curiosité écoclimatique

La rapide décroissance des pluies lorsqu'on franchit le Djurdjura du nord au sud est l'exemple le plus typique en Algérie (Seltzer, 1946, 1950). Nulle part le contraste n'est aussi brutal qu'au droit du Djurdjura : les sommets reçoivent près de 1 800 mm/an de pluies ; en contrebas, à moins de 10 km à vol d'oiseau, la vallée de l'oued Sahel, en situation d'ombre pluviale, recueille à peine 400 mm/an (Cote, 1983). Le module pluviométrique annuel est, en effet, de 800 mm ou moins au-dessous de 1 000 m d'altitude (Assameur, Ain Alouane) et dans la vallée de l'oued Sahel, il n'est plus que de l'ordre de 400 mm⁴ et même d'environ 300 mm, de nos jours, comme à El Esnam et Mchedallah. Cette décroissance est beaucoup plus forte que celle qui serait la conséquence du seul fait altitudinal (Seltzer, 1950).

Il est vrai que la faiblesse des précipitations des stations se trouvant sur l'axe Bouira-Mchedallah est due essentiellement à l'effet d'abri substantiel créé par la chaîne du Djurdjura, puisqu'elles sont dominées par les sommets de ce massif, plus particulièrement par le Tamgout de Lalla Khedidja (2 308 m), qui est une véritable barrière orographique empêchant la majeure partie des pluies de passer sur les flancs méridionaux.

Mais, ceci est dû également aux hautes pressions sahariennes arrivant par le sud, dans la basse vallée largement béante de l'oued Sahel, par le « défilé des Bibans », porte ouverte à la cuvette prédésertique du Hodna, comme en témoigne l'aridité de cette région (figure 26). D'ailleurs, on a enregistré (Seltzer, 1946), 59 à 75 jours de sirocco (vent du sud sec et

⁴ Il convient de rappeler ici que la valeur biocritique (ou isohyète) de P = 400 mm coïncide avec la limite géographique que représente le piémont méridional de l'Atlas tellien et correspond en phytoécologie à la limite septentrionale de la végétation steppique pour l'ensemble de l'Afrique du Nord (Le Houérou, 1995).

brûlant) en moyenne par an à El Esmam et Mchedallah, avec jusqu'à 19 jours consécutifs de sirocco.



Figure 26. Vue satellitaire du bassin versant Soummam-Hodna / ligne Chott el Hodna, Hammam el Biban et vallée de l'oued Sahel

Enfin, d'après Le Houérou (1995), l'observation de la dissipation des nuages porteurs de pluie, lors du franchissement des crêtes du Djurdjura, traduirait l'existence d'un « effet de *föhn* » prononcé qui augmenterait ainsi l'aridité sur les flancs et les piémonts méridionaux de ces reliefs et renforcerait le passage brusque des formations forestières et préforestières à des formations présteppiques. Ce que confirme, par ailleurs, l'analyse de la flore et de la végétation et l'existence de l'Alfa (*Stipa tenacissima*) et de l'Armoise blanche (*Artemisia inculta*) (Le Houérou, 1995). Un tel fait phytogéographique a de même été remarqué par Le Houérou & al. (1979), sur le revers sud du massif de l'Ouarsenis.

3.3.2. Nombre de jours de pluie par an (fréquence des pluies)

D'après les rares données disponibles, le nombre moyen de jours de pluies par an varie entre 70 et 100 (Seltzer, 1946) pour la période 1913-38 et entre 72 et 103 pour la période 1973-92 (Abdesselam, 1995). Parmi les stations ayant en moyenne 70 à 80 jours de pluie, on

trouve Tizi Ouzou, Draa el Mizan Ain Zaouïa, Mchedallah et Sidi Aich, *versus* les stations ayant plus de 100 jours/an ou même plus, comme Ait Djemaa, Ait Ouabane, Beni Yenni, Aghrib, Elma Hachech et Yakouren. Globalement, on peut constater que ces dernières se trouvent dans les zones les plus arrosées, localisées en général au-dessus de 750 m d'altitude et recevant plus de 1 000 mm de pluie annuellement, comme au Djurdjura ou sur la chaîne littorale et dans l'Akfadou. A contrario, un minimum de 54 jours/an à El Esmam, station la plus xérique (326 mm/an), est par conséquent logique.

La relation directement proportionnelle entre le nombre de jours de pluie et la pluviométrie annuelle a été mise en évidence par Le Houérou & Hoste (1977) à l'échelle de l'Afrique du Nord ($r = 0,79$). Dans notre cas, on obtient un coefficient de corrélation linéaire de même ordre de grandeur, soit $r = 0,83$ ($n = 12$ postes ; données Seltzer) ou $r = 0,80$ ($n = 13$; données Abdesselam), traduisant une forte liaison positive entre ces deux paramètres climatiques.

Il n'est pas sans intérêt d'indiquer que sur le versant méditerranéen du massif montagneux des Cévennes, Arnaud (1981) trouve un nombre moyen de jours de pluie inférieur à 100 par an. Sur le Rif marocain, Benabid (1982) affirme également que nulle part le NJP n'atteint la valeur de 100, alors que les totaux pluviométriques annuels sont de l'ordre de 1 600-2 100 mm pour les sommets les plus élevés. Est-ce à dire que notre territoire est caractérisé par une répartition des pluies relativement plus étalée dans le temps ? Compte tenu du manque d'informations, il nous paraît trop hasardeux d'y répondre et encore moins d'être affirmatif.

3.3.3. Précipitations moyennes mensuelles

En général, la plupart des précipitations tombent en Algérie entre les mois d'octobre et d'avril, comme dans tous les pays du Maghreb, mais d'importantes variations ont été observées, non seulement dans la hauteur moyenne mensuelle des chutes de pluie, mais également dans la période durant laquelle elles se produisent. C'est ce que nous allons tenter d'analyser de façon détaillée dans la zone étudiée.

La figure 27 montre la variation mensuelle moyenne de la pluie des 43 stations retenues. Cette variation est à peu près la même partout et affiche globalement le même profil. A partir de septembre, il y a une augmentation rapide de la pluviosité jusqu'en décembre, parfois jusqu'en janvier. Puis, s'amorce une décroissance « chaotique » assez singulière de la pluie jusqu'en juillet. Ce phénomène n'apparaît pas avec les anciennes données de Seltzer (1946). Serait-ce le changement des « rythmes » des précipitations dont parlaient Quézel & Médail (2003), dans leur analyse des modifications climatiques dans le bassin méditerranéen ? C'est pensons-nous vraisemblable.

Des précipitations à minimum estival

Le régime des précipitations est évidemment méditerranéen, avec un minimum d'été en juillet-août accentué partout, même dans la zone la plus arrosée ; les précipitations moyennes mensuelles de juillet, mois le plus sec (P_{min}), oscillent entre 0-1 mm (Cap Bengut, Ighil Imoula, Naciria) et 6-8 mm (Yakouren, Tegma). Il est surprenant d'observer qu'à Ait Djemaa, le mois de juillet enregistre une valeur exceptionnelle de 9.7 mm, sur la façade septentrionale du Djurdjura, contre 5.9 mm seulement à Tala Guilef, station pourtant très proche de la première (6 km à vol d'oiseau). La fiabilité des données, acquises sur une courte période d'observation de 13 ans (1988-2000), demeure raisonnablement la seule explication à envisager ici.

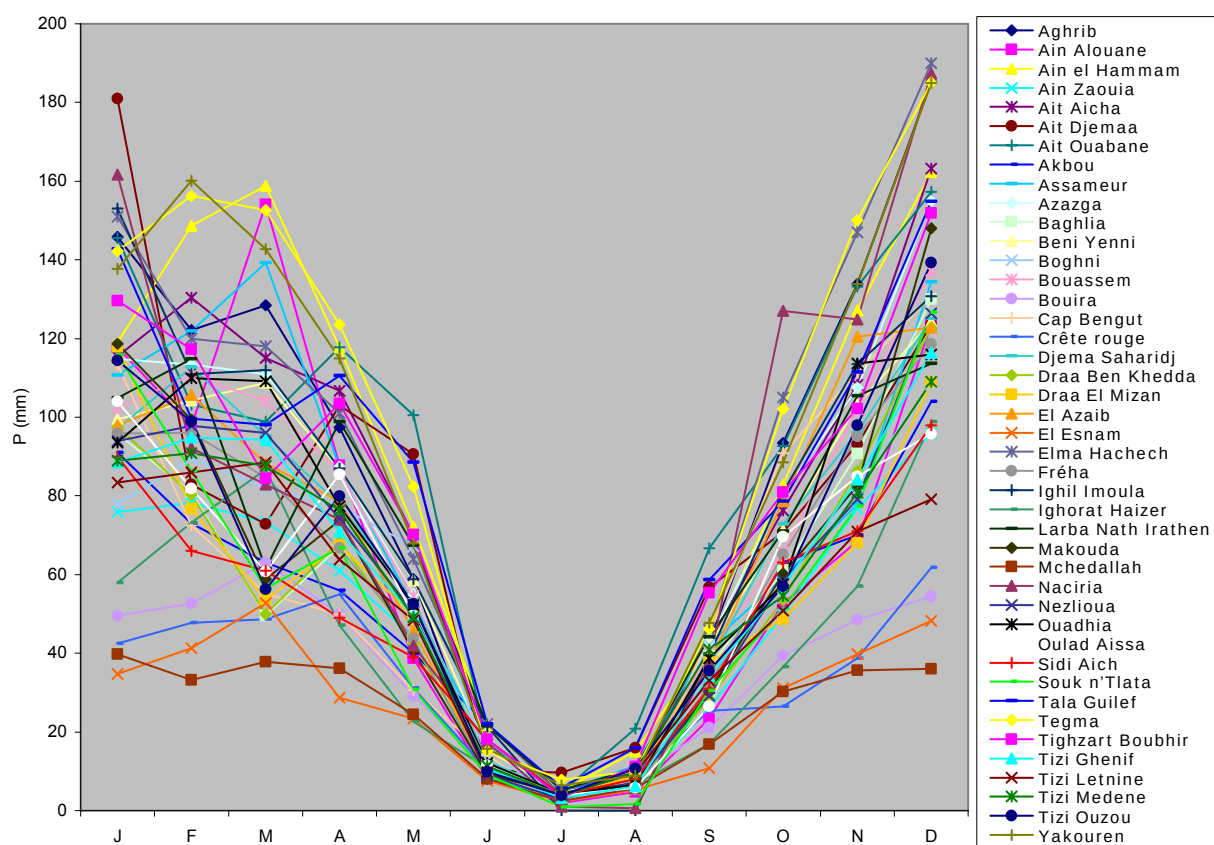


Figure 27. Evolution de la pluviométrie moyenne mensuelle (période 1973/2000)

Les totaux mensuels moyens inférieurs à 30 mm (mois secs au sens de Köppen, 1918 in Arnaud, 1981), se manifestent pratiquement partout pendant le trimestre estival (juin, juillet et août), même pour les stations des zones les plus arrosées et/ou les plus élevées (Tegma, Yakouren, Elma Hachech, Ain el Hammam, Ait Ouabane, Tala Guilef). Les localités de la façade méridionale (Mchedallah, Crête Rouge, Ighorat Haïzer, Bouira) totalisent 5 mois, et même 6 à El Esnam, de moins 30 mm (de mai à septembre). Notons que septembre est partout nettement moins arrosé que mai.

Des précipitations à maximum hivernal

Les précipitations se concentrent durant le semestre froid, entre novembre et avril dans tout le territoire de la Kabylie djurdjuréenne. Le mois le plus arrosé (Pmax) est surtout décembre, à quelques exceptions près, il est différé en janvier pour certaines stations, comme Ait Djemaa, Draa el Mizan, Ighil Imoula, Oulad Aissa et Mchedallah. Pour plusieurs localités du revers et des piémonts méridionaux du Djurdjura (Bouira, El Esnam, Ain Alouane et Assameur), le *maximum survient plus tardivement en période prévernale (en mars)*. En effet, comme l'ont souligné Lecompte & al. (1998), la raréfaction des pluies s'accompagne au Maghreb d'une continentalisation de leur régime, se traduisant par le déplacement des maxima hivernaux. Les totaux moyens du mois le plus arrosé varient selon les localités, mais dépassent 100 mm presque partout (littoral, chaîne côtière, massif de l'Akfadou, massif ancien kabyle et versant nord du Djurdjura), hormis la vallée de l'oued Sahel. On enregistre notamment 185 mm à Aghrib (18 % du total annuel), à Yakouren (16.7 %) ainsi qu'à Tegma (15.8 %), et un maximum de 190 mm (17.7 %) à Elma Hachech.

Le nombre de mois recevant plus de 100 mm de pluie (mois humides au sens d'Aubréville) varie entre un maximum de 7 (Tegma, Elma Hachech) et aucun mois pour l'ensemble des localités méridionales (Bouira, Mchedallah, El Esnam, Crête rouge, Ighorat Haïzer, Sidi Aich), mais c'est aussi le cas de Tizi Letnine et Ain Zaouïa.

Ce facteur « nombre de mois avec $P > 100 \text{ mm}$ » est fortement corrélé à $P_{\max}$, c'est à dire au mois le plus arrosé ou plus exactement au volume d'eau reçu par ce mois ($r = 0,82$; $n = 43$) et il l'est davantage avec le module pluviométrique annuel de la station ($r = 0,91$; $n = 43$).

3.3.4. Précipitations saisonnières et indicatif saisonnier de Musset

La connaissance de la pluviométrie annuelle moyenne, même sur une longue période, est une donnée insuffisante pour caractériser un régime pluviométrique régional. Il est nécessaire de la compléter par la détermination de la répartition saisonnière des pluies dans l'année (régime saisonnier ou « rainfall pattern » *sensu* Nahal, 1981) et de ses variations (Chaumont & Paquin, 1971).

C'est Musset (1935 *in* Chaabane, 1993) qui a défini la notion de régime saisonnier. Elle consiste à calculer la somme des précipitations par saison et à effectuer le classement saisonnier par ordre de pluviosité décroissante en désignant chaque saison par son initiale. L'hiver a été défini comme la période de décembre de l'année $n - 1$ à janvier et février de l'année n (H) ; le printemps intègre les mois de mars à mai (P) ; l'été les mois de juin à août (E) et l'automne la période de septembre à novembre (A). Sur le plan didactique, le rappeler ici ne nous paraît pas inutile.

Les totaux pluviométriques saisonniers et leur importance par rapport au total annuel de chaque station, ainsi que leur indicatif saisonnier, sont résumés sur le tableau 15.

Tableau 15. Régime pluviométrique saisonnier des stations de la région d'étude

Stations	H	%	P	%	E	%	A	%	Indicatif de Musset
Aghrib	453	44,1	285	27,7	19	1,8	270	26,3	HPAE
Ain Alouane	339	43,5	281	36,1	15	1,9	145	18,6	HPAE
Ain el Hammam	430	40,1	349	32,5	42	3,9	252	23,5	HPAE
Ain Zaouia	250	41,8	179	29,9	16	2,7	153	25,6	HPAE
Ait Aicha	409	42,7	292	30,5	30	3,1	227	23,7	HPAE
Ait Djemaa	388	42,6	267	29,3	36	4	221	24,3	HPAE
Ait Ouabane	406	38,4	317	30	42	4	293	27,7	HPAE
Assameur	367	42,8	279	32,5	33	3,8	179	20,9	HPAE
Azazga	383	43,1	253	28,5	21	2,4	231	26	HPAE
Beni Yenni	328	39,7	254	30,7	28	3,4	216	26,1	HPAE
Boghni	276	39	227	32,1	26	3,7	179	25,3	HPAE
Bouassem	350	42,3	245	29,6	24	2,9	208	25,1	HPAE
Bouira	157	36,4	142	33	23	5,3	109	25,3	HPAE
Crête rouge	152	37,8	135	33,5	25	6,2	91	22,6	HPAE
Djema Saharidj	335	42,3	227	28,7	24	3	206	26	HPAE
Draa El Mizan	304	46,6	171	26,2	23	3,5	155	23,8	HPAE
El Esnam	124	38	105	32,2	15	4,6	82	25,2	HPAE
Fréha	311	43,4	195	27,2	19	2,6	192	26,8	HPAE
Ighil Imoula	395	43,6	258	28,4	21	2,3	234	25,8	HPAE

Ighorat Haizer	230	44,4	157	30,3	21	4	III	21,4	HPAE
Larba Nath Irathen	333	40,6	228	27,8	38	4,6	221	27	HPAE
Mchedallah	109	35,6	99	32,3	16	5,2	83	27,1	HPAE
Nezlioua	318	43,9	221	30,5	19	2,6	167	23	HPAE
Ouadhia	320	40,5	239	30,2	23	3,2	210	26,6	HPAE
Oulad Aissa	282	41,5	196	28,9	21	3,1	181	26,6	HPAE
Tala Guilef	397	40,2	297	30,1	44	4,4	249	25,2	HPAE
Tegma	484	41,2	359	30,6	33	2,8	298	25,4	HPAE
Tighzart Boubhir	399	43	258	27,8	33	3,5	238	25,6	HPAE
Tizi Ghenif	300	42,3	215	30,3	20	2,8	175	24,7	HPAE
Tizi Letnine	249	39,7	201	32	23	3,7	155	24,7	HPAE
Tizi Medene	289	41,1	213	30,3	25	3,5	176	25	HPAE
Yakouren	483	43,5	326	29,4	31	2,8	270	24,3	HPAE
Makouda	366	50	173	23,6	21	2,8	173	23,6	H(AP)E
Baghlia	307	45,4	160	23,6	22	3,2	188	27,8	HAPE
Cap Bengut	317	44,4	136	19	15	2,1	247	34,6	HAPE
Draa Ben Khedda	301	46,2	161	24,7	22	3,4	168	25,8	HAPE
El Azaib	326	40,9	212	26,6	22	2,8	236	29,6	HAPE
Elma Hachech	461	42,9	283	26,4	33	3,1	298	27,7	HAPE
Naciria	441	46,5	199	21	19	2	290	30,6	HAPE
Tizi Ouzou	353	46,7	189	25	25	3,3	191	25,3	HAPE
Souk n'Tlata	329	50,3	154	23,6	12	1,8	159	24,3	HAPE
Akbou	268	43,2	159	25,6	33	5,3	163	26,2	HAPE
Sidi Aich	254	42,3	149	24,8	30	5	165	27,5	HAPE

Cette analyse révèle que la région est soumise à un régime saisonnier « classique », à maximum pluviométrique centré sur la saison hivernale. Les précipitations, d'origine cyclonique, tombent principalement en hiver, entre décembre et février, et fournissent plus de 40 % des précipitations annuelles totales selon les stations (jusqu'à 50 %, comme à Makouda et Souk n'Tlata). Les pluies hivernales sont partout les plus abondantes et elles suivent dans l'espace les mêmes variations que les pluies annuelles ; elles leurs sont proportionnelles et très fortement corrélées ($r = 0.97$; $n = 43$). Les hauteurs des pluies hivernales dépassent localement sur les hauts reliefs bien exposés et proches du littoral, plus de 400 mm (Elma Hachech, Aghrib, Yakouren, Tegma, Ait Aicha), et aussi en altitude au Djurdjura septentrional (Ait Ouabane). Presque partout, le printemps est la seconde saison la plus pluvieuse de l'année (régime saisonnier de type HPAE). Néanmoins, une certaine concentration géographique du régime saisonnier apparaît puisque toutes les localités du Nord-ouest de la région, correspondant à la vallée du bas Sébaou (Cap Bengut, Baghlia, Draa Ben Khedda, Naciria, Tizi Ouzou, El Azaib, Elma Hachech, Souk n'Tlata) accusent un second maximum pluviométrique en automne (régime saisonnier de type HAPE) (figure 28). Ceci est le cas également de la basse vallée de la Soummam (Sidi Aich, Akbou), largement ouverte aux flux aériens parvenant de la baie de Bejaia. Enfin, Makouda constitue une station de transition H(PA)E.

Il est intéressant de signaler que le régime saisonnier pluviométrique dominant dans la région était auparavant plutôt du type HAPE (Messaoudène, 1989 ; Salamani, 1990),

notamment lorsqu'on le calcule avec les données anciennes de Seltzer (1946). Que peut bien traduire ce changement d'un régime à l'autre ? Nous le verrons plus loin.

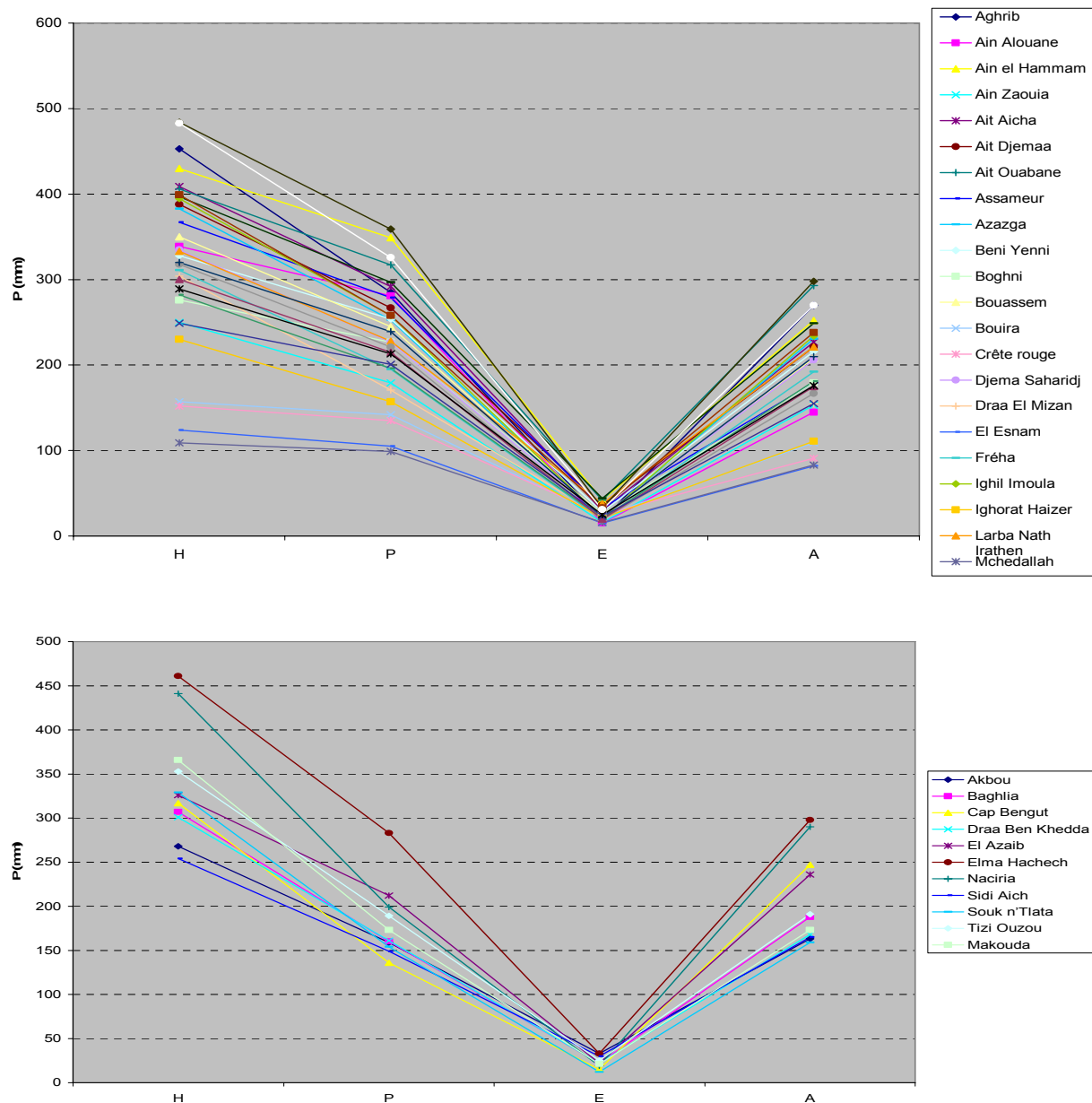


Figure 28. Régimes pluviométriques saisonniers (de type HPAE en haut et HAPE en bas)

Les précipitations moyennes estivales, qui peuvent être caractérisées par leur volume total et leur pourcentage par rapport aux précipitations annuelles, représentent un minimum accentué partout, même dans la zone la plus arrosée. Globalement, elles oscillent entre 15-16 mm (Cap Bengut, El Esnam, Mchedallah) et 42-44 mm (Tala Guilef, Ait Ouabane, Ain el Hammam), soit 1.8 à 4 % du module pluviométrique annuel. Il faut remarquer cependant que les précipitations estivales, en quantités absolues, sont loin d'être négligeables sur les reliefs, elles sont de l'ordre de 30-40 mm (4 à 4.6 %). Il est non moins intéressant d'observer que dans les stations de l'oued Sahel, dans la zone méridionale la moins arrosée, profitant des pluies convectives orageuses d'été, plus fréquentes ici que sur

la façade septentrionale, la pluviométrie estivale représente 5 à 6.2 % du total annuel⁵. Cela traduit un certain degré de continentalisation de cette zone (cf. supra). A titre d'exemple, en situation encore plus continentale, aux Aurès (Atlas saharien), Meharzi (1994) note un taux nettement plus élevé (11.8 %) des pluies tombant durant la saison estivale.

3.4. Gradients pluviométriques altitudinaux

En l'absence de postes de mesure et donc de données sur les précipitations effectives au niveau du Djurdjura et de l'Akfadou, aux altitudes élevées (plus de 1 000 m), il est utile de faire leur estimation en fonction des relations alti-pluviométriques essentiellement.

Dans les conditions montagnardes, sur une grande dénivellation, l'augmentation du module pluviométrique avec l'altitude est de type plutôt exponentiel, mais, en première estimation, on la remplace souvent par une relation simplement linéaire (Daget, 1977a). Dans des zones climatiquement homogènes, on utilise souvent le modèle :

$$P = a H + K$$

où **K** représente la hauteur des précipitations au niveau de la mer (mm) et **a** le gradient altitudinal moyen.

La valeur du gradient altitudinal est, toutefois, extrêmement variable suivant l'exposition des versants, la distance à la mer, l'altitude locale par rapport aux masques voisins et la direction des vents dominants (Lacoste, 1975 ; Alexandre, 2003). D'où la nécessité de le calculer par versant partout où les données le permettent. On sait qu'il n'est pas possible de les grouper en 3 ou 4 gradients types régionaux, sans tomber dans une approximation hasardeuse (Chaumont & Paquin, 1971), comme l'avait proposé Seltzer (1946) en Algérie.

Le Houérou *et al.* (1979) constatent, par ailleurs, que le gradient altitudinal pluviométrique varie plus ou moins corrélativement aux hauteurs moyennes des pluies, car il est d'autant plus faible que la pluviosité annuelle diminue. Ce qu'a montré, par exemple Meharzi (1994), en analysant le rôle de l'orographie sur la répartition spatiale des précipitations annuelles aux Aurès ou encore Meddi & Meddi (1998), au niveau de l'Atlas saharien. Dans la majorité des cas, le gradient est compris entre 5-10 % à près de 20 % d'accroissement du total annuel par 100 m d'élévation en altitude, jusqu'à 2 000-2 500 m au Maghreb (Le Houérou, 1982). De plus, l'orientation des versants entre en jeu en diminuant de 10 à 20 % les hauteurs d'eau sur les versants situés en ombre pluviale par rapport aux versants exposés à la pluie, voire de l'ordre de 20 à 40 % (Le Houérou *et al.*, 1979).

Cependant, dans un même territoire éoclimatique, une grande variabilité des pluies dépend des situations topographiques qui perturbent les flux aériens. Le gradient pluviométrique est ainsi bien moins dépendant de l'altitude que le gradient thermique.

3.4.1. Corrélation altitude-pluviométrie annuelle pour la façade Nord

⁵ Selon Chaumont & Paquin (1971), une « anomalie » du régime pluviométrique méditerranéen permet la pénétration du régime subtropical continental, à l'abri des chaînes atlasiques littorales, comme dans la région de Bouira-Mchedallah, au piémont du Djurdjura. Le même phénomène est constaté par Pagny *et al.* (1984) au sud des Nememcha (Atlas saharien oriental), dans la région de Bahiret reg, entre Tébessa et Fériana.

Le calcul du coefficient de corrélation linéaire pour les stations de la façade septentrionale ($n = 29$ stations) donne un $r = 0.80$. L'équation de la droite de régression est :

$$P = 0,393 H + 612,9 \quad \text{avec un coefficient de détermination } R^2 = 0,64$$

Le gradient est donc de 39 mm/100 m d'élévation, avec une pluviométrie moyenne de l'ordre 613 mm/an au niveau de la mer (0 m d'altitude).

A l'évidence dans ce territoire très compartimenté de la Kabylie djurdjuréenne, le seul déterminisme altitudinal ne suffit pas pour expliquer toute la variabilité spatiale du module pluviométrique annuel. Une grande partie la variation spatiale de la pluviométrie annuelle (soit 64 %) peut être expliquée par l'effet de l'altitude, mais le reste ne l'est pas. Il faut évoquer alors d'autres facteurs non moins importants, tels que la topomorphologie du relief et les coordonnées géographiques des stations (latitude, longitude).

D'ailleurs, Arnaud (1981), dans les Cévennes en France, a mis en évidence que l'effet de l'altitude sur les précipitations est masqué par celui du relief. De leur côté, Ripert & Ladier (2005), dans leur étude climatique du sud de la France, font apparaître des régions pluviométriques indépendantes de l'altitude des postes météo.

Mais, de là à affirmer, qu'il n'est pas possible de dégager un quelconque gradient pluviométrique altitudinal dans la région de la Kabylie djurdjuréenne (Messaoudène, 1989 ; Laribi, 2000), c'est pour le moins un jugement hâtif.

3.4.2. *Corrélation altitude-pluviométrie annuelle pour la façade sud*

Le choix raisonné de certaines stations s'étalant selon un transect bien défini, entre 330 et 1100 m d'altitude, avec une pluviométrie variant de 379 à 858 mm/an, permet de modéliser de façon très satisfaisante le gradient altitudinal pour le versant sud ($r = 0,99$; $n = 6$).

$$P = 0,64 H + 142 \quad (R^2 = 0,98)$$

Le gradient obtenu, soit 64 mm/100 m, paraît tout à fait réaliste étant donné le gain appréciable de pluie en fonction de l'altitude au droit de Tikjda. Il suffit pour s'en convaincre de se référer à la carte pluviométrique de Chaumont & Paquin (1971), où les isohyètes sont nettement plus serrées en adret qu'en ubac (figure 24). Ici, par contre, en raison de la déclivité abrupte et régulière du versant méridional, le déterminisme altitudinal suffit pour expliquer pratiquement toute la variabilité spatiale du module pluviométrique annuel (soit 98 %).

Enfin, notre estimation de la pluviométrie moyenne annuelle de Tikjda (1 450 m) est de 1102 mm. L'évaluation faite par Abdesselam (1995), soit 1 167 mm/an, est tout à fait concordante.

3.4.3. *Pluviométrie sur les hauts sommets du Djurdjura*

Les données se rapportant aux hautes altitudes sont malheureusement fragmentaires. Pour l'estimation des totaux pluviométriques et parfois nivopluiométriques, sur les sommets du Djurdjura dépassant 1 400 m d'altitude, nous ne disposons que de rares données, souvent lacunaires, réunies par Abdesselam (1995, période 1988-92). Leur comparaison avec celles obtenues par nos équations de régression est intéressante à envisager (tableau 16).

Tableau 16. Données nivopluviométriques annuelles pour les stations d'altitude du Djurdjura

Stations	Altitude (m)	P (estimée) mm	P (mesurée) mm	Erreur %
Tala Guilef	1 650	1 261	1 062	16
Tirourda Est	1 790	1 325	1 163	12
Tirourda Sud	1 860	1 344	1 204	10
Plateau Haïzer	1 930	1 371	1 218	11

Sur les sommets du Djurdjura, on a enregistré, durant la période 1988-1992, des totaux annuels moyens dépassant amplement 1 000 mm et parfois 1 200 mm (Abdesselam, 1995). En ce qui nous concerne, les hauteurs de pluies obtenues pour la façade Nord du Djurdjura par l'équation de régression citée plus haut sont plus importantes (1 200-1 400 mm), que celles enregistrées réellement sur le terrain. Cependant, les valeurs issues des nivopluviomètres totalisateurs, comme on le sait, sont particulièrement sujettes à caution. D'ailleurs, la différence entre les deux types de résultats (100-200 mm) paraît proche de l'erreur minimale qui serait imputable à ce genre d'appareil (10 %) (Lacoste, 1975).

Il est intéressant de rappeler que Chaumont & Paquin (1971), dans leur carte de la pluviométrie en Algérie, indiquaient 1 500 à 2 000 mm/an sur les sommets du Djurdjura. Selon Cote (1987), la pluviométrie au niveau des sommets est de l'ordre de 1 800 mm/an. Mais, de nos jours, nous sommes apparemment bien loin de ces valeurs exceptionnelles. D'ailleurs, les études effectuées en Algérie sur l'évolution de la pluviométrie (Kettab & *al.*, 2002, notamment) ont montré que nous traversons une phase de sécheresse depuis les années 80. Cette période de déficit hydrique est apparue en Kabylie, et plus spécialement au Djurdjura, depuis l'année 1987 (Abdesselam, 1995). Elle continue à sévir depuis lors, du moins jusqu'en 2000.

3.5. La continentalité pluviale : indice de Gams modifié Michalet

3.5.1. Principes et méthode

Au sein des Atlas marocains, Michalet (1991) a mis en évidence une « continentalité pluviale relative au climat méditerranéen », caractérisée par un affaiblissement du gradient ombrique altitudinal. En reprenant et en modifiant la méthode fondée initialement par Gams en 1932, dans les Alpes orientales, Michalet (1991, 1994) a proposé un indice de continentalité pluviale, permettant une utilisation généralisée de la formule aux altitudes inférieures à 900 m et pour d'autres régions que les Alpes (Pache & *al.*, 1996a et b ; Panini & Amandier, 2005 ; Ripert & Ladier, 2005)⁶.

Cet indice modifié par Michalet (1991) permet de quantifier les gradients ombriques altitudinaux d'un climat donné (océanique, méditerranéen ou même continental), qui sont évalués à l'aide de l'angle G que fait la courbe ombrique altitudinale du massif concerné avec l'axe des abscisses (= pluviométrie) et dont la cotangente a pour valeur :

⁶ Il est utile d'indiquer qu'en 1986, Boucher n'a pas hésité à recourir à cet indice, théoriquement inutilisable en région méditerranéenne et réservé aux systèmes orographiques eurosibériens, pour l'appliquer en Andalousie (sud de l'Espagne) avec beaucoup de satisfaction. En fait, il a été déjà utilisé bien avant lui, dans sa forme initiale, par Arrigoni (1968) en Sardaigne.

$$\text{Cotg } G = [P - [(900 - A)/100 \cdot P/10]] / A$$

A : altitude du lieu en m

P : précipitations moyennes annuelles en mm

Lorsque $A > 900$ m, on applique la formule initiale de Gams, c'est-à-dire $\text{cotg } G = P/A$.

L'application de l'indice modifié au Maroc septentrional a permis à cet auteur de définir 6 domaines climatiques (Michalet, 1994 ; Alifriqui & *al.*, 1995) ; nous donnons dans le tableau 17 les divers domaines reconnus au Maroc (à gauche) et ceux retenus pour les Alpes par Ozenda (1981 in Ripert & Ladier, 2005), partie droite du même tableau, à titre comparatif.

Tableau 17. Valeurs de l'indice de Gams et continentalité pluviale au Maroc et sur les Alpes (France)

Domaines climatiques au Maroc	Valeurs de l'indice de Gams (G)		Domaines climatiques dans les Alpes
Externe accentué	< 38°	< 50°	Externe
Externe moyen	38° à 50°		
Externe atténué	50° à 63°	50° à 60°	Intermédiaire
Intermédiaire	63° à 74°	60° à 70°	Interne
Interne atténué	74° à 80°	> 70°	Pôle de continentalité
Interne accentué	> 80°		

Dans les régions de montagnes, les massifs dits « internes » se distinguent des massifs dits « externes » par leurs plus faibles gradients ombriques altitudinaux. Cette notion de continentalité pluviale (ou hydrique) relative permet de quantifier les variations horizontales du climat (Michalet, 1994). L'intérêt de cet indice réside donc dans la possible caractérisation du degré d'abri, ou inversement d'exposition aux vents humides, d'un massif montagneux.

3.5.2. Application à la zone d'étude

Nous allons tenter de mettre en évidence cette continentalité pluviale (degré d'abri des massifs montagneux de la Kabylie djurdjuréenne), en appliquant l'indice de Gams aux données alti-pluviométriques des stations de la zone d'étude, et en retenant bien entendu les domaines bioclimatiques définis au Maroc (tableau 18).

Tableau 18. Valeurs de l'indice de Gams modifié Michalet 1991 et domaines climatiques des stations d'étude

Stations	Alt. (m)	P (mm)	Angle de Gams	Domaines climatiques
Baghlia	30	676,8	19	Externe accentué
Cap Bengut	35	714	20	Externe accentué
Draa Ben Khedda	55	651,3	29	Externe accentué
Souk n'Tlata	75	653,7	33	Externe accentué
El Azaib	150	797,1	37	Externe accentué

Naciria	153	949	33	Externe accentué
Tighzart Boubhir	215	928,2	36	Externe accentué
Elma Hachech	601	1074	39	Externe moyen
Yakouren	820	1109,5	39	Externe moyen
Fréha	155	717,1	40	Externe moyen
Aghrib	730	1027,3	41	Externe moyen
Tegma	1 000	1173,6	41	Externe moyen
Azazga	450	888,1	43	Externe moyen
Ait Ouabane	1 000	1057,9	43	Externe moyen
Tizi Ouzou	250	756,1	43	Externe moyen
Boghni	250	707	45	Externe moyen
Ouadhia	450	790,8	46	Externe moyen
Oulad Aissa	250	679,3	46	Externe moyen
Ighil Imoula	650	907	44	Externe moyen
Ait Djemaa	870	910,7	45	Externe moyen
Beni Yenni	760	826,5	47	Externe moyen
Djema Saharidj	450	791,1	46	Externe moyen
Bouassem	660	827,2	46	Externe moyen
Ain el Hammam	1 100	1072,2	46	Externe moyen
Makouda	470	732,7	48	Externe moyen
Tizi Ghenif	370	709,7	48	Externe moyen
Tizi Medene	350	703	48	Externe moyen
Larba Nath Irathen	940	819,2	49	Externe moyen
Ait Aicha	1 000	958,2	46	Externe moyen
Sidi Aich	170	600	46	Externe moyen
Ain Zaouia	240	597,8	49,7	Externe moyen
Nezlioua	570	725	49,6	Externe moyen
Akbou	280	621	49,9	Externe moyen
Tala Guilef	1 450	987	56	Externe atténué
Tizi Letnine	500	627,3	53	Externe atténué
Draa El Mizan	450	651,9	51	Externe atténué
Ain Alouane	1 000	778,9	52	Externe atténué
Assameur	1 100	857,7	52	Externe atténué
Ighorat Haizer	580	518,5	59	Externe atténué
Bouira	520	430,8	62,8	Externe atténué
Crête rouge	400	402,4	63,3	Intermédiaire
El Esmam	450	326	68	Intermédiaire
Mchedallah	440	306,6	69	Intermédiaire

L'application de cette méthode, pour la première fois en Algérie, à notre connaissance, s'avère très informative et les résultats obtenus appellent plusieurs commentaires (figure 29).

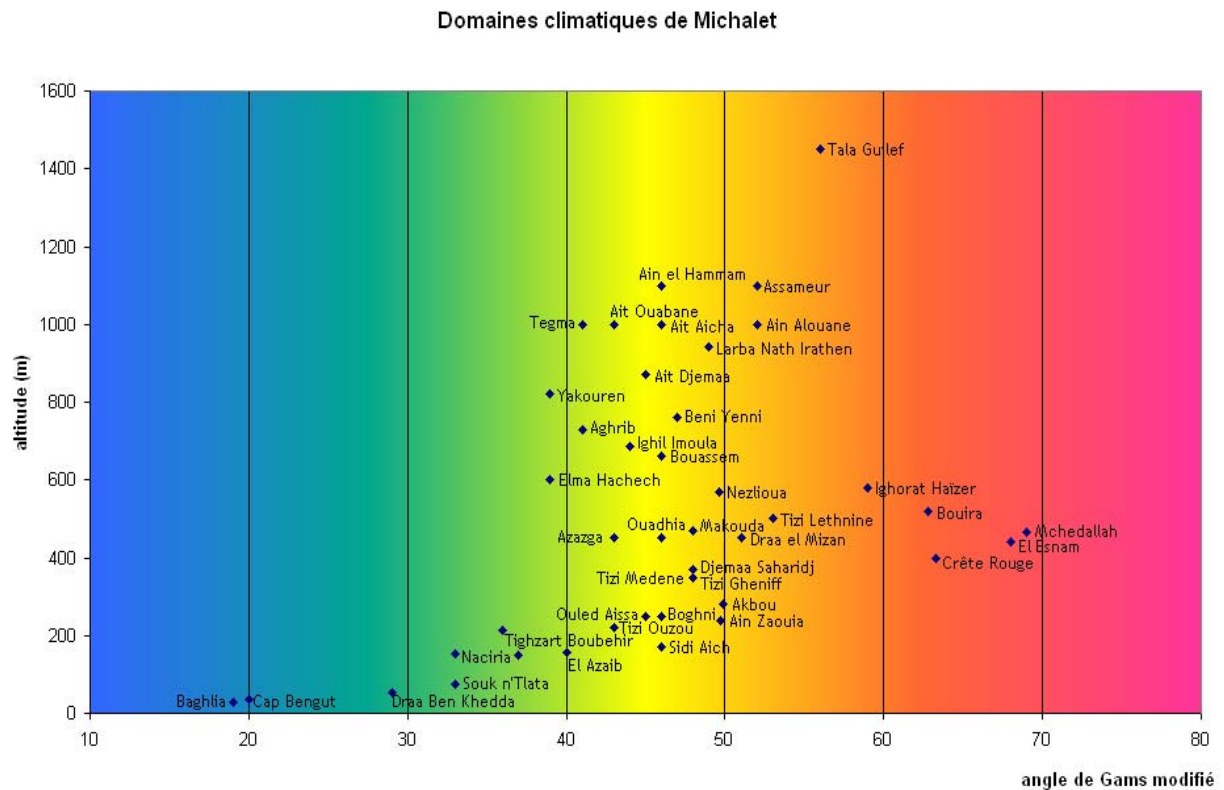


Figure 29. Classement des stations pluviométriques de la région d'étude dans le système des domaines climatiques de Michalet

- Tout d'abord, il est aisé de remarquer que l'ensemble de nos stations appartient à un large éventail de domaines climatiques (4 sur 6), allant de l'externe accentué jusqu'à l'intermédiaire, avec G variant de 19 à 69°. Néanmoins, malgré un compartimentage relativement important des divers massifs montagneux de la Kabylie djurdjuréenne, les domaines internes, tels que reconnus dans les Atlas du Maroc, sont ici inexistantes.
- Le phénomène de continentalisation pluviale est tout à fait relatif et ne se manifeste qu'au niveau des localités en ombre pluviale des piémonts méridionaux de la chaîne calcaire du Djurdjura (Mchedallah, El Esmam, Crête rouge), même la localité de Bouira⁷ y échappe un peu en marquant tout de même cette limite biocritique. On sait que dans une région à régime pluviométrique méditerranéen, un indice annuel élevé est dû à la sécheresse estivale (Michalet, 1994), et justement, dans le cas qui nous concerne, ces stations ont les plus fortes valeurs de G , soit 63 à 69°, et représentent en toute relativité un « pôle de continentalité ».
- La majorité des stations de la façade septentrionale fait partie du domaine climatique externe moyen. Elles sont bien exposées aux vents chargés d'humidité, et ce, à diverses altitudes (du moins de 150 à 1100 m), tant sur la chaîne littorale et la vallée du Sébaou, que sur les contreforts, le massif de l'Akfadou et le versant Nord du Djurdjura.
- Même des stations du « versant méridional », comme Akbou ($G = 49.9^\circ$) et surtout Sidi Aich ($G = 46^\circ$), loin de l'effet de masque du Djurdjura, profitent largement des masses humides qui s'engouffrent par la vallée ouverte de l'oued Soummam, comme le

⁷ En fait, sa position privilégiée sur le plateau du Hamza, loin de l'effet de masque du Djurdjura et en face de l'ouverture créée par la vallée de l'oued Djemaa peut expliquer, au moins en partie, cette particularité éoclimatique. Indiquons que c'est l'unique localité semi-aride de la partie méridionale où l'on trouve encore du chêne liège et du chêne zéen (forêt d'Errich).

fait ressortir leur module pluviométrique annuel (plus de 600 mm), et se placent dans ce domaine externe moyen. On aurait tort de considérer uniquement leur localisation géographique et de les assimiler aux localités du domaine intermédiaire (300-400 mm seulement), notamment dans le calcul des gradients ombriques altitudinaux.

- Il est assez singulier, a contrario, de constater que 3 localités de l'ubac (Draa el Mizan, Tizi Letnine et Tala Guilef), d'ailleurs placées sur un transect linéaire, sur une dénivelée de 1 000 m, rejoignent pour ainsi dire en droite ligne, les localités relativement alticoles du versant sud du Djurdjura (Ain Alouane, Assameur) dans le domaine climatique de l'externe atténué (avec un angle de Gams compris entre 51 et 56°). Ceci suggère un affaiblissement du gradient ombrique altitudinal dans la portion occidentale du Djurdjura (massif du Haïzer). Est-ce un corollaire à la forme en arc de cercle du Djurdjura ? Cette hypothèse est plausible.
- C'est dans la zone planitiaire, située entre l'oued Isser et la vallée du bas Sébaou, qu'on trouve les stations du domaine externe accentué (Cap Bengut, Baghlia, Naciria, Draa Ben Khedda...), avec des totaux pluviométriques annuels très importants (650-950 mm), en dépit d'une faible altitude (moins de 150 m). Or, plus l'angle de Gams est faible ($G < 38^\circ$), plus les précipitations sont élevées avec l'altitude (Panini & Amandier, 2005). C'est donc ici dans cette portion Nord-occidentale de la « basse Kabylie » que le gradient ombrique s'avère le plus fort. La grande biodiversité de la forêt littorale de Mizrana y témoigne s'il en faut (localité la plus occidentale du chêne afarès, par ex.). Par ailleurs, il convient de remarquer que la plupart des stations de ce domaine externe, très arrosé, sont celles qui se caractérisent par un régime saisonnier du type HAPE, à l'inverse des stations des autres domaines climatiques. Est-ce à dire que le changement de régime saisonnier, dont on avait parlé plus haut, traduirait actuellement une « dérive pluviométrique », plus spécialement automnale, mais d'une grande amplitude territoriale ? Cette question mérite d'être approfondie dans le cadre d'une étude sur les changements climatiques⁸.
- C'est en toute logique qu'on rencontre avec des valeurs de G, relativement faibles, comprises entre 39 et 41°, les localités habituellement réputées comme étant les plus arrosées de la chaîne littorale (Elma Hachech, Aghrib) ou sur le massif sublittoral légèrement en retrait de l'Akfadou (Yakouren, Tagma), mais à des altitudes plus élevées (600-1000 m ; 1 000-1 200 mm/an). Leur comportement éoclimatique les rapproche davantage du domaine externe accentué que du reste des stations de l'externe moyen. En d'autres termes, les limites retenues (valeurs-seuils de G), qui ne peuvent être sur le terrain que des zones de transition, entre les divers domaines climatiques reconnus au Maroc s'appliquent-elles à la lettre dans les Atlas de l'Algérie ou du moins dans le système orographique de la Kabylie djurdjuréenne ? D'ailleurs, on l'a vu plus haut, ce ne sont pas les mêmes valeurs qui sont appliquées dans l'orosystème alpin. Seule une étude plus large le montrera et il serait certainement intéressant et fructueux de l'entreprendre.

On voit bien qu'en intégrant précipitations et altitude, l'indice de Gams permet de meilleures comparaisons climatiques entre divers secteurs (Richard & Tonnel, 1985) et présente l'intérêt de pouvoir discuter de la *zonation pluviométrique horizontale* d'un massif (Alifriqui *et al.*, 1995). C'est pourquoi, il nous paraît judicieux compte tenu des résultats obtenus avec l'angle de Gams, alors qu'habituellement on ne décrit les gradients

⁸ En tout cas, Quézel & Médail (2003), dans leur analyse des modifications climatiques, notent qu'en ce qui concerne les précipitations, les perturbations majeures devraient provenir d'un changement des « rythmes » de la pluviométrie, doublé d'une variabilité intra et interannuelle accrue.

ombriques qu'en fonction du seul fait altitudinal pour expliquer les variations spatiales de la pluviométrie dans une région donnée, de faire intervenir un facteur géographique et morphométrique souvent évoqué, mais en fait peu utilisé, *le facteur latitudinal*.

Effectivement, le coefficient de corrélation linéaire entre l'angle de Gams et la latitude est élevé et inversement proportionnel ($r = -0.82$; $n = 43$). Autrement dit, $2/3$ ($R^2 = 0.68$) de la variation spatiale des totaux pluviométriques est expliquée par le fait latitudinal (plus la latitude diminue plus l'angle de Gams augmente, traduisant une plus grande xéricité dans l'arrière-pays, selon un gradient N-S bien connu en Algérie). Ceci semble parfaitement coller aux réalités orotopographiques et éoclimatiques de la Kabylie djurdjuréenne.

3.6. Analyse multivariée des données pluviométriques : mise en évidence de leur corrélation, leur déterminisme et essai de régionalisation

Une interprétation des données pluviométriques par une méthode d'analyse statistique multivariée permet de répondre par une typologie des différents types de climats pluviométriques, i.e. de regrouper les stations soumises aux mêmes régimes de pluies (Panini & Amandier, 2005). La détermination d'ensembles régionaux homogènes caractérisés par des variations semblables des pluies, peut être obtenue par différentes méthodes, en particulier par une ACP, utilisée initialement en 1965 par Steiner aux Etats-Unis (Guiot, 1986). Elle a été plus récemment employée par plusieurs auteurs, notamment Alifriqui & al. (1995), Ripert & Ladier (2005) et Panini & Amandier (2005). L'ACP ordonne en premier lieu les stations en fonction de leur pluviométrie globale, en privilégiant « l'effet de taille » (Douguedroit, 1988) et éclaire les variations géographiques (Delannoy & Lecompte, 1980).

Notre objectif est ainsi une détermination des groupes de stations aux variations ombriques spatiales proches les unes des autres et leur régionalisation pluviométrique.

Le tableau des données (43 stations étudiées par 13 variables pluviométriques et géographiques) a été soumis à une analyse en composantes principales, basée sur la matrice de corrélation de Pearson (tableau 19).

Tableau 19. Matrice de corrélation des variables pluviométriques et géographiques

	X	Y	Alt	Pt	H	P	E	A	P>100	P<30	Pmax	Pmin	Gams
X	1												
Y	0,08	1											
Alt	0,28	-0,33	1										
Pt	0,37	0,47	0,52	1									
H	0,31	0,56	0,41	0,97	1								
P	0,40	0,17	0,72	0,92	0,83	1							
E	0,47	-0,11	0,62	0,56	0,44	0,62	1						
A	0,33	0,62	0,31	0,94	0,91	0,76	0,49	1					
P>100	0,47	0,37	0,56	0,91	0,87	0,84	0,51	0,86	1				
P<30	-0,21	-0,56	-0,08	-0,71	-0,73	-0,54	-0,38	-0,72	-0,54	1			
Pmax	0,27	0,54	0,39	0,93	0,98	0,78	0,38	0,87	0,82	-0,67	1		
Pmin	0,35	-0,07	0,45	0,33	0,24	0,45	0,67	0,20	0,21	-0,18	0,23	1	
Gams	0,03	-0,82	0,37	-0,47	-0,56	-0,18	0,03	-0,61	-0,35	0,63	-0,57	0,10	1

En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil $\alpha = 0,05$

Les 2 premières composantes, les seules que l'on a pu interpréter, absorbent 77 % de la variance globale de la matrice des données, respectivement 56 % et 21 %. Sur le plan factoriel défini par ces deux axes (figure 30), l'organisation du nuage des 43 points-stations manifeste une opposition majeure entre les stations d'altitude (groupe A) et celles du littoral (groupe C), d'une part, et entre ces dernières et celles de l'arrière-pays « continental » (groupe E), d'autre part.

Cette disposition met en évidence l'importance du relief et des facteurs géographiques (altitude, longitude et latitude), sur la distribution des précipitations annuelles (Pt) et saisonnières (H, P, A, E), les hauteurs de pluie extrêmes (Pmax, Pmin), les nombres de mois humides ($P > 100$) et secs ($P < 30$) et l'indice de continentalité pluviale de Gams (G), en Kabylie djurdjurénne (figure 31).

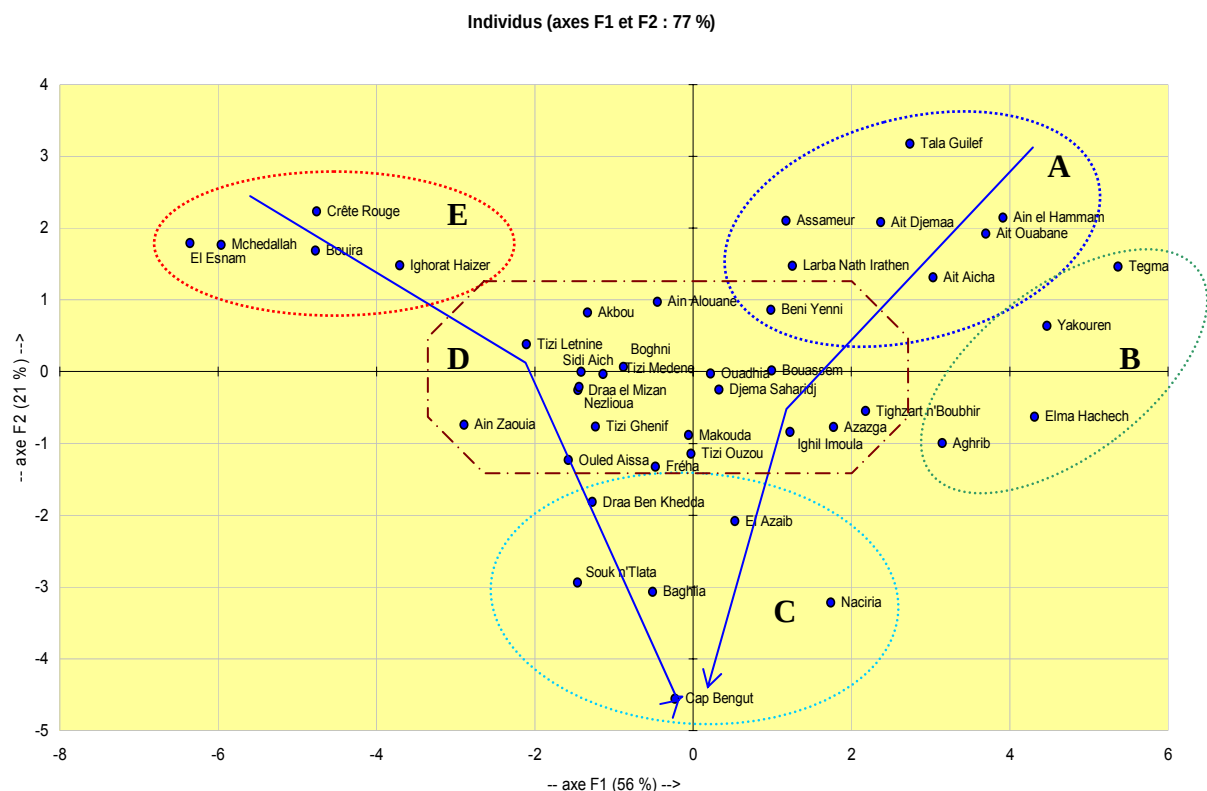


Figure 30. Plan factoriel principal F1 x F2 de l'ACP des stations pluviométriques étudiées

Interprétation de l'axe 1

Le module pluviométrique annuel (Pt) est le plus discriminant selon l'axe 1 (facteur le plus contributif, 13,46 %) et montre de fortes corrélations positives et significatives avec tous les autres facteurs retenus dans cette analyse, en particulier avec H, P, A, Pmax, $P > 100$ ($r > 0,90$). Il montre de même des corrélations positives et significatives avec tous les paramètres géographiques (altitude, latitude et longitude). Les stations considérées s'étalent de la partie négative de l'axe 1 à sa partie positive, traduisant un effet de taille dû à la variabilité de l'ensemble des données pluviométriques.

Cet axe 1 oppose donc les stations les plus arrosées (Aghrib, Ain el Hammam, Ait Aicha, Ait Ouabane, Elma Hachech, Yakouren), aux stations les plus arides (Bouira, El Esnam, Mchedallah, Ighorat Haïzer, Crête Rouge), ayant de faibles pluviométries annuelles et saisonnières et surtout un nombre de mois secs ($P < 30$ mm) très important (5-6 mois). C'est donc un axe pluviométrique, qui matérialise un gradient croissant pour les descripteurs

Pt, H, P, A, Pmax et $P > 100$ et décroissant pour $P < 30$ (variables ayant les contributions les plus fortes).

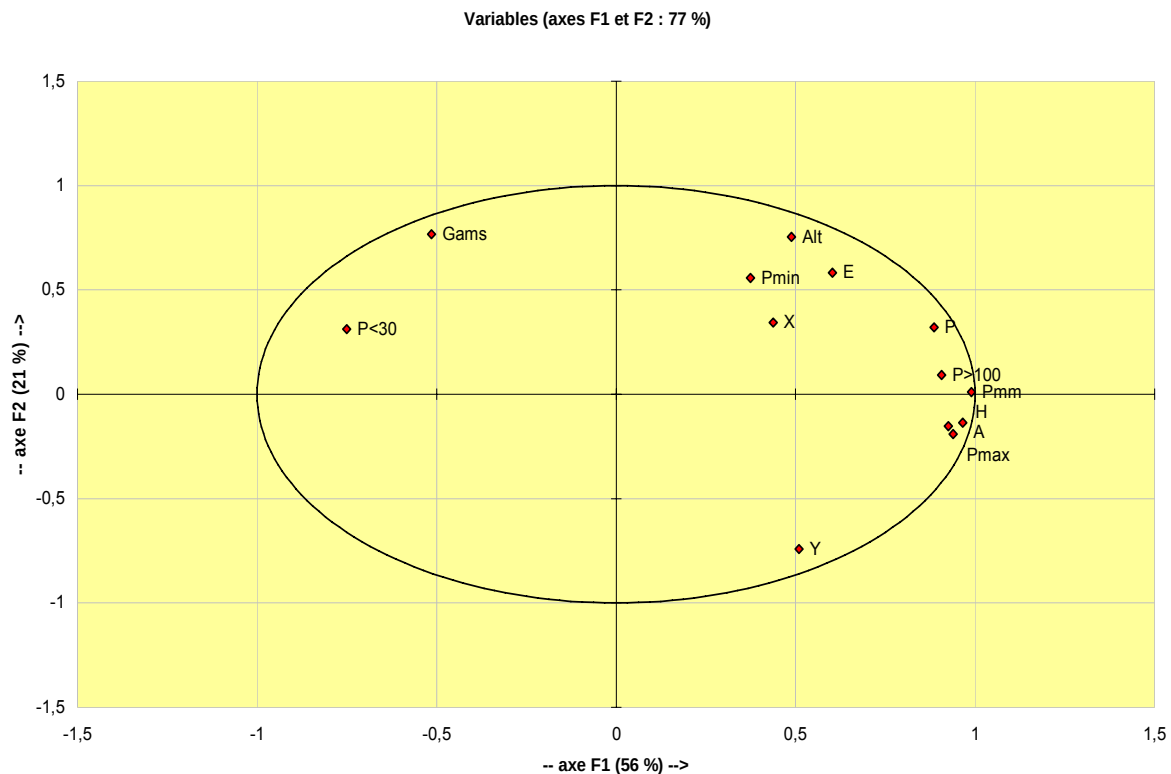


Figure 31. Plan factoriel principal F1 x F2 de l'ACP des variables pluviométriques étudiées (cercle de corrélation)

Interprétation de l'axe 2

Ce sont par ordre d'importance, l'indice de Gams (21,27 %), l'altitude (20,59 %) et la latitude (19,95 %), qui ont les plus fortes contributions à cet axe. Ce dernier illustre la variabilité qui affecte les stations, en les opposant en fonction du facteur altitudinal, de la position latitudinale (éloignement à la mer) et surtout de leur degré d'abri (indice de Gams). C'est donc un axe qui représente la continentalité pluviale et le fait altitudinal.

Le nuage des points-stations montre nettement cette opposition, le long de l'axe 2, entre la zone du littoral et du bas Sébaou (Cap Bengut, Baghlia, El Azaïb, Naciria, Souk n'Tlata) et celle montagnarde du Djurdjura (Tala Guilef, Assameur), caractérisées chacune par un régime saisonnier particulier, de type HAPE et domaine climatique « externe accentué » pour la première, et de type HPAE et domaine « externe atténué », pour la seconde. La proximité de la mer dans le groupe du côté négatif de l'axe 2 est déterminante dans le régime pluviométrique, avec des valeurs des pluies estivales (E et Pmin) très faibles. Ainsi, la continentalité correspond à une hausse relative des précipitations estivales et corrélativement de la pluviométrie mensuelle la plus faible.

Cette régionalisation climatique fondée sur une dizaine de descripteurs pluviométriques a permis de déterminer des noyaux spatiaux correspondant à 5 ensembles régionaux plus ou moins homogènes en Kabylie djurdjuréenne. Ce sont par ordre de pluviométrie décroissante (voir figure 30) :

- La chaîne littorale d'une altitude moyenne (Aghrib, Elma Hachech) et le massif sublittoral de Béni Ghobri-Akfadou (groupe B),
- La chaîne du Djurdjura et le massif ancien kabyle représentant le Haut Tell (groupe A),
- La zone littorale et celle mitoyenne de la vallée du bas Sébaou, dont l'influence se prolonge jusqu'à Makouda (groupe C),
- Un noyau central de 20 localités difficile à régionaliser, où l'on trouve des stations de moyenne et basse altitude, souvent en situation de dépression ou synclinale (Tizi Ouzou, Draa el Mizan, Boghni, Ouadhia ...) (groupe D).
- La zone de l'hinterland du piémont sud du Djurdjura et de la basse vallée interne de l'oued Sahel (Bouira, El Esnam, Mchedallah, Ighorat Haïzer, Crête Rouge) (groupe E).

Enfin, l'ACP a mis en évidence l'importance du relief et des facteurs géographiques (altitude, longitude et latitude), sur la distribution des précipitations annuelles, qui lui sont fortement corrélés. Ceci atteste de l'importance d'associer ces 3 paramètres lors de l'évaluation des gradients ombriques, dans les régions où le compartimentage des massifs montagneux est un trait dominant de l'orotopographie.

IV. LE THERMOCLIMAT

4.1. Données thermiques moyennes des stations étudiées

Divers critères thermiques sont utilisés pour apprécier le thermoclimat d'une station. C'est tout d'abord la température moyenne annuelle (T) et les moyennes mensuelles (Tmin, Tmax) qui sont fréquemment utilisées, et surtout les moyennes des maxima du mois le plus chaud (M), les moyennes des minima du mois le plus froid (m), mais aussi les moyennes des maxima du mois le plus froid (M') (tableau 20).

Il est tenu compte également des amplitudes thermiques annuelles (A, Amax) qui sont souvent plus significatives sur les plans biologiques et éoclimatiques (cf. infra).

Tableau 20. Tableau réduit des données thermiques moyennes des stations étudiées

Stations	Alt. (m)	T°C	M°C	m°C	M'°C	T max°C	T min°C	T<10°C	T<7°C
Tala Guilef	1 450	11.8	25.7	1.7	5.1	22.6	3.4	6	4
Tikjda	1 450	11.7	24.6	1.8	3.9	22.6	2.9	6	4
Tala Rana	1 280	13.4	28.8	3.3	8.2	23.6	5.8	6	3
Ain el Hammam	1 100	14.3	30.8	2.6	9.0	25.0	5.8	4	3
Ait Ouabane	1 000	15.2	29.1	4.0	6.8	26.3	5.4	4	2
Larba N. Irathen	942	14.7	30.5	3.5	8.9	25.3	6.2	4	2
Aghrib	730	15.2	29.8	4.5	10.3	24.7	7.4	3	0
Ighil Imoula	688	17.0	33.5	5.3	11.3	27.4	8.3	3	0
Elma Hachech	601	15.9	31.7	4.4	11.4	25.7	7.9	3	0
Bouira	520	16.8	35.8	4.0	14	26.9	9.0	2	0
Mchedallah	465	17.6	37.0	3.3	13.7	28.1	8.5	2	0
El Esnam	440	16.3	35.3	3.1	12.9	26.1	8.5	3	0
Ait Djemaa	870	17.8	30.9	7.2	12.4	28.4	9.8	1	0
Draa el Mizan	450	17.8	33.9	6.6	13	27.8	9.8	1	0

Tizi Ouzou	220	18.6	36.2	5.7	14.9	28.6	10.3	0	0
El Kseur	85	18.6	35.4	5.5	15.2	27.9	10.4	0	0
Cap Bengut	36	17.3	27.7	7.9	14.1	24.6	11.0	0	0
Cap Sigli	35	18.4	29.8	9.3	14.9	25.6	12.1	0	0

4.2. Distribution et variabilité spatiales des températures

4.2.1. Températures moyennes annuelles (T)

Globalement, le territoire kabyle planitiaire et collinéen (altitude 0-1 100 m), aussi bien septentrional que méridional, est compris entre les isothermes 14 et 19 °C ; les régions montagnardes étant plus froides (14 à 12 °C environ) et beaucoup moins au-delà de 1 500 m d'altitude. Le littoral bénéficie d'un climat doux en hiver et régulier, dû à l'influence modératrice de la mer. Les moyennes annuelles (T) sont de 18-19 °C à Cap Sigli, El Kseur et Tizi Ouzou (localités les plus chaudes), de 14-14.5 °C à Ain el Hammam et Larba Nath Irathen, et enfin, de près de 12 °C au Djurdjura (Tala Guilef, Tikjda). En allant du littoral (35 m) jusqu'à 1 450 m d'altitude, les températures moyennes annuelles diminuent ainsi de 7 degrés (de 11.7 à 18.6 °C). Ceci laisse présager un gradient moyen de l'ordre de 0.5 °C/100 m, gradient tout à fait habituel.

Pour le thermoclimat, Rivas-Martinez (1996) reconnaît à l'échelle mondiale, 3 groupes thermiques subdivisés en 8 types thermiques. Nous avons tenté de classer nos stations dans ce nouveau système « sophistiqué ». De plus, il est peut être utile de faire un parallèle avec les « étages thermiques » retenus par Defaut (1996), dans sa carte de végétation de France, et l'on ne peut que constater la grande similitude avec le système de Rivas-Martinez (tableau 21).

Tableau 21. Classement et types thermiques des stations d'étude en fonction des valeurs de la température moyenne annuelle (T°C)

Système de Rivas-Martinez (1996)				Système de Defaut (1996)		
Groupes thermiques	Types thermiques	Valeurs de T °C	Classement des stations		Valeurs de T °C	Etages thermiques
I. Chaud	1a. très chaud	> 26			> 23	Très chaud
	1b. chaud	21 à 26				
	1c. tempéré-chaud	16 à 21	Cap Sigli Cap Bengut El Kseur Tizi Ouzou Bouira D. el Mizan Mchedallah Igh. Imoula Ait Djemaa El Esnam	Cap Sigli Cap Bengut El Kseur Tizi Ouzou Bouira D. el Mizan Mchedallah Igh. Imoula Ait Djemaa	16,5 à 23	Chaud

2. Tempéré	2a. tempéré-frais	10 à 16	El. Hachech Aghrib A. Ouabane LN. Irathen A. Hammam Tala Rana Tikjda Tala Guilef	El Esmam El. Hachech Aghrib A. Ouabane LN. Irathen A.Hammam Tala Rana Tikjda Tala Guilef	10 à 16,5	Tempéré
	2b. tempéré-froid	4 à 10			4,5 à 10	Frais
	2c. froid	- 2 à 4			< 4,5	Froid
3. Froid	3a. très froid	- 18 à - 2				
	3b. extrêmement froid	< - 18				

Selon les types thermiques de Rivas-Martinez (1996), nos localités jouissent d'un climat de type « tempéré-chaud », dans les zones littorales, planitiales et collinéennes (Cap Sigli, Tizi Ouzou, Mchedallah...) ou « tempéré-frais », dans les zones montagnardes littorales ou sublittorales (Larba Nath Irathen, Aghrib, Tala Guilef...). Il en va certainement de même pour le massif du Djurdjura qui, entre 1 500 et 1 900 m, présenterait un T compris entre 12 et 10 °C (Derridj, 1990). Ce n'est probablement qu'au dessus de 1 900 m d'altitude, que le type thermique « tempéré-froid » ferait son apparition ($T < 10$ °C).

D'autre part, l'analogie entre les 2 systèmes de classement est très satisfaisante. Mais, il faut reconnaître, en dehors du choix des dénominations, que la limite de 16 °C au lieu de celle de 16,5 °C est plus proche de la réalité éoclimatique de notre région, puisqu'elle réunit la station d'El Esmam au groupe le plus « chaud ». Cette localité serait, à notre avis, mieux à sa place dans le type « tempéré-chaud » de Rivas-Martinez (1996), que dans celui « tempéré » de Defaut (1996).

4.2.2. Températures moyennes mensuelles (T_i , T_{max} , T_{min})

Comme partout en Algérie, en Kabylie djurdjuréenne, la température moyenne mensuelle est, de novembre à avril, inférieure à la moyenne annuelle ; elle lui est supérieure de mai à octobre, permettant ainsi de diviser l'année en un semestre froid et un semestre chaud. Mais, des nuances nombreuses existent localement en fonction de l'altitude, de la latitude, de l'exposition, de l'éloignement de la mer et de la continentalité thermique relative.

Dans presque toutes les stations, jusqu'à 1 100 m, la température moyenne mensuelle est supérieure à 20 °C pendant 4 mois par an (de juin à septembre). Le mois de septembre est toujours plus chaud que celui de juin (de 1 à 1,5 °C en moyenne). Certaines localités, comme Cap Sigli, Tizi Ouzou, El Kseur et Draa el Mizan, connaissent même un 5 mois « chaud », celui d'octobre. Par contre, au Djurdjura, vers 1 300 m (Tala Rana), on ne compte que 3 mois avec $T > 20$ °C et à 1 450 m, sur les 2 revers du massif, 2 mois seulement. La température moyenne du mois le plus chaud (T_{max}), enregistrée partout en août, sauf rare exception (Bouira), est assez variable. Elle oscille entre 22,6 °C (Tala Guilef, Tikjda) à 28,6 °C (Tizi Ouzou). L'hiver est relativement froid, mais sans excès. En effet, la température moyenne du mois le plus froid (T_{min}), toujours enregistrée en janvier, varie de 5,5 à 12 °C. Elle est supérieure à 10 °C sur le littoral (Cap Sigli, Cap Bengut, 11-12 °C), au voisinage de 10 °C, à Tizi Ouzou et El Kseur, et diminue rapidement vers l'intérieur, où elle n'est que de 5,4 à 6,2 °C en altitude (900-1 300 m, à Larba Nath Irathen, Tala Rana ou

Ait Ouabane, notamment). Vers 1 450 m, elle descend jusqu'à 3.4 et 2.9 °C, sur les deux flancs du Djurdjura. Tmin est ainsi plus variable comparativement à Tmax pour les stations retenues (9° d'amplitude au lieu de 6 °C).

Enfin, cette douceur du climat hivernal caractéristique de la zone d'étude (au moins jusque vers 1 000-1 100 m d'altitude), conjuguée à la forte pluviosité, sont des conditions climatiques qui incontestablement favorisent le développement des oliveraies, des subéraies et aussi des forêts caducifoliées (à Yakouren-Akfadou essentiellement). Ce fait a également été souligné par M'Hirit (1982), pour les chênaies caducifoliées du Rif au Maroc.

4.2.3. Seuils biocritiques de $T < 10$ °C et $T < 7$ °C et repos végétatif hivernal

Selon Mitrakos (1980, 1982) et Voliotis (1982), les plantes arrêtent (ou du moins ralentissent) leur activité végétative, dès que la température moyenne mensuelle est inférieure au seuil biocritique de 10 °C. D'ailleurs, Seltzer (1946) avait déjà remarqué que dans le Tell algérien, le risque de gelées blanches commence lorsque T_i tombe en dessous de cette valeur (10 °C). D'après Pardé (1964 in Houzard, 1984), ce sont les températures de 7 °C ou moins, qui sont représentatives de la période du repos végétatif.

On peut ainsi constater que les stations juxtalittorales (Cap Bengut, Cap Sigli), et celles de Tizi Ouzou et El Kseur, ne connaissent pas de repos végétatif hivernal et sont privilégiées de ce point de vue. Les stations de Draa el Mizan et Ait Djemaa, particulièrement chaudes en hiver, ne présentent que le mois de janvier avec un T légèrement inférieur à 10 °C. Plusieurs localités présentent une température moyenne mensuelle inférieure à cette valeur durant le bimestre froid (décembre-janvier) ou tout le trimestre hivernal. Pour les stations relativement alticoles, Larba Nath Irathen, Ait Ouabane et Ain el Hammam, mars constitue un quatrième mois de repos végétatif prévernal, toujours avec un $T < 10$ °C. En outre, ces localités situées entre 1 000-1 300 m présentent 2 à 3 mois, avec $T < 7$ °C. Ce facteur limitant s'avère encore plus contraignant au niveau des 3 stations les plus « froides », sises à plus de 1 200 m d'altitude au Djurdjura (Tala Guilef, Tikjda, Tala Rana), qui ont une longue période de repos végétatif avec $T < 10$ °C s'étalant sur 6 mois (de novembre à avril) et présentent durant 3 à 4 mois, un $T < 7$ °C.

Sur les sommets dépassant 2 000 m environ au Djurdjura, ces contraintes thermiques deviennent limitantes pour les espèces arborées, d'où la présence voire localement la dominance de pelouses écorchées à xérophytes épineuses en coussinets.

Il nous paraît opportun de noter que selon Le Houérou (1989, 1995), une température moyenne mensuelle (T_{min}) de 5 °C correspond à une température minimale moyenne (m) de l'ordre de 0 °C. Dans le territoire considéré dans cette étude, cette valeur de T_{min} correspond à une valeur plus élevée de m , soit 2 °C :

$$T_{min} = 1,06 m + 2,96 \quad (R^2 = 0,75 \text{ et } r = 0,87)$$

Ceci est sans doute lié à l'effet adoucissant de la mer sur le climat hivernal de la zone d'étude (*versus* les zones arides plus continentales et en conséquence plus froides en hiver).

4.2.4. Températures moyennes minimales du mois le plus froid (m)

La moyenne des minima du mois le plus froid (m) atteint 8-9 °C sur le littoral et s'abaisse à 2-3 °C et moins au-dessus de 1 100-1 200 m d'altitude. Ce minimum du mois le plus froid (m) est situé partout en janvier et varie entre 9.3 °C au Cap Sigli au voisinage de la mer et

2.6 °C à Ain el Hammam en altitude (1 100 m) et même beaucoup moins à Tala Guilef et Tikjda 1.7-1.8 °C, localités les plus froides, établies à une altitude plus élevée (1 450 m).

Il y a lieu de remarquer que des valeurs de m de l'ordre de 3-3.5 °C sont enregistrées aussi bien en altitude en versant Nord (Larba Nath Irathen, 940 m), qu'en versant sud (Tala Rana, 1 280 m), voire même dans certaines stations gélives de la basse vallée de l'oued Sahel (El Esmam, Mchedallah, 440-465 m). On sait qu'à la suite du refroidissement nocturne de l'air, particulièrement dense, il se produit en zone montagneuse, le long des versants, un écoulement d'air froid qui s'accumule dans les fonds de vallées et les géosynclinaux (Voliotis, 1982) ; le minimum y est par conséquent plus bas que celui qui correspondrait à l'altitude de la station.

4.2.5. Températures moyennes maximales du mois le plus chaud (M)

D'une façon générale, la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M) est de l'ordre de 28-30 °C sur le littoral, de 30-36 °C à l'intérieur et seulement 29-24.5 °C au Djurdjura, pour une altitude oscillant entre 1 000 et 1 450 m. Le maximum du mois le plus chaud (M) est enregistré partout en août et varie, à moins de 1 100 m, entre un minimum de 27.7 °C au Cap Bengut et un maximum de 37 °C à Mchedallah.

Dans les stations littorales et telliennes, qui sont soumises à l'influence régulatrice exercée par la mer, les températures extrêmes annuelles se produisent plus tard que dans celles de l'intérieur du pays, août au lieu de juillet. Ainsi, Mchedallah, avec 37 °C aussi bien en juillet qu'en août, est la seule localité qui présente une relative « continentalité » thermique. On constate de la sorte que cette station très abritée derrière la haute muraille du Djurdjura n'est pas atteinte par la brise de mer, pourtant elle n'est distante que de 60 km de la côte à vol d'oiseau. Alors que celle de Bouira (avec une valeur en juillet de 35.3 et 35.8 °C en août) profite encore de l'air marin, qui s'engouffre par la brèche de l'oued Djemaa. Alcaraz (1970) considère, d'ailleurs, que la station de Mchedallah marque la limite de l'influence maritime, tandis que celle-ci descend légèrement au sud de Bouira (ceci expliquerait la présence d'un peuplement relictuel de Chêne liège et même de Chêne zéen, dans la forêt d'Errich au Nord de cette ville).

Les autres localités les plus chaudes ($M > 35$ °C) se trouvent également, dans la vallée de l'oued Sahel (El Esmam, El Kseur), cela traduit le rôle de pôle de chaleur joué par le versant sud du massif du Djurdjura. Enfin, la localité de Tizi Ouzou, abrité de la brise marine par le djebel Aissa Mimoun, apparaît comme une cuvette accumulatrice de chaleur estivale, en vase clos, avec une valeur notablement élevée de 36.2 °C. C'est habituel que les formes concaves du terrain (vallée, cuvette) entraînent de fortes variations de température (Seltzer, 1950).

4.2.6. Températures moyennes maximales du mois le plus froid (M')

Plusieurs auteurs ont noté l'importance de cette variable climatique, en particulier Le Houérou *et al.* (1979), Achhal *et al.* (1980), Le Houérou (1982, 1995, 2004) et Michalet (1991). L'action des maxima moyens du mois de janvier sur la végétation peut s'expliquer de la façon suivante : *la végétation supporte d'autant mieux des basses températures que celles-ci agissent pendant un laps de temps plus court.* Ainsi, entre deux stations ayant le même minimum nocturne (m), la station la plus favorable sera celle où le réchauffement diurne sera le plus important. A ce sujet, Douguédroit (1990) a montré qu'une clairière d'adret possède des températures minimales du même ordre que celle de l'ubac, à même altitude, alors qu'elle est nettement plus chaude au milieu de la journée que cette dernière.

En fonction de certaines valeurs biocritiques de M' (réchauffement diurne hivernal), Le Houérou (1982-2004) distingue 4 « types thermiques », qui sont liés à la flore et la végétation. Les valeurs élevées de M' ($> 15\text{ °C}$) sont relatives aux régions qui subissent l'influence adoucissante de la mer (littoral et basses vallées internes ouvertes sur la mer...). Les valeurs faibles ($< 10\text{ °C}$) regroupent les stations d'altitude relativement élevées, où la nébulosité est importante en hiver. Entre ces deux valeurs, les stations s'ordonnent suivant l'altitude et l'éloignement à la mer (Le Houérou *et al.*, 1979).

Le classement des stations étudiées dans ce système, nous paraît intéressant à entreprendre (tableau 22).

Tableau 22. Classement des stations étudiées en fonction des valeurs de M'

Types thermiques	M' °C	Classement des stations
Mégahémérotherme	> 15	El Kseur
Macrohémérotherme	12-15	Cap Bengut, Cap Sigli, Tizi Ouzou, El Esnam, Mchedallah, Bouira, Draa el Mizan, Ait Djemaa
Mésohémérotherme	10-12	Aghrib, Elma Hachech, Ighil Imoula
Microhémérotherme	< 10	Ain el Hammam, Ait Ouabane, Larba Nath Irathen, Tala Guilef, Tala Rana, Tikjda

Dans la région d'étude, les 4 types thermiques sont représentés, car cette température M' varie beaucoup, plus exactement entre un minimum de 3.9 °C et un maximum de 15.2 °C , soit une fourchette de plus de 11 °C . Hormis El Kseur, de type mégahémérotherme, qui dépasse 15 °C , les localités littorales et celles de la vallée de l'oued Sahel, appartiennent toutes au type macrohémérotherme. A contrario, avec un M' nettement en dessous de 10 °C , les stations alticoles situées au dessus de 900 m , et particulièrement Tikjda et Tala Guilef, sont de type microhémérotherme. A l'évidence, toutes ces stations s'ordonnent suivant l'altitude. Le coefficient de corrélation linéaire entre M' et l'altitude est justement très élevé ($r = -0.94$; $n = 18$).

4.2.7. Nombre de jours de gel (NJG)

Parmi les critères thermiques, il faut évoquer le nombre de jours de gel dont la signification éoclimatique n'est plus à démontrer⁹. Le fait que les vagues de gel de courte durée peuvent envahir la majeure partie du Maghreb, par suite d'un afflux momentané d'air polaire, a été signalé depuis longtemps par Despois & Raynal (1967). Par ailleurs, on sait que le critère thermique « m », d'une importance bioclimatique capitale, exprime pertinemment le « degré et la durée de la période critique des gelées », car plus il est bas, plus celles-ci sont sévères (Daget, 1977a ; Nahal, 1981 ; Cote, 1987 ; Le Houérou, 1995, 2004).

Dans la dition étudiée, des données anciennes sur le nombre de jours de gelées sont disponibles pour une dizaine de stations (tableau 23). Nous les reproduisons ici faute de mieux, en parallèle avec les valeurs de « m ».

⁹ Par exemple, selon Ozenda (1991), l'existence d'une longue période de gel, liée à la continentalité, est un caractère déterminant dans l'apparition des formations steppiques et de l'élimination des formations arborées.

Tableau 23. Nombre moyen annuel de jours de gelées blanches dans quelques stations de la Kabylie djurdjuréenne (d'après Seltzer, 1946)

Stations	Alt. (m)	m °C	Nombre moyen de jours de gelées/an	Mois durant lesquels les gelées sont possibles
Cap Sigli	35	9.3	0	-
Cap Bengut	36	7.9	0	-
Tifra Mizrana	350	6.0*	1.9	XI-III
Tizi Ouzou	233	5.7	2.2	XI-III
Naciria	153	7.5*	3.1	XII-IV
El Kseur	85	5.5	5.0	XI-III
Elma Hachech	601	4.4	5.8	XII-IV
Yakouren	825	4.1*	21.3	XI-V
Bouira	531	4.0	40.6	X-V
Mchedallah	465	3.3	41.3	X-IV
El Esnam	495	3.1	52.6	X-V

* valeurs estimées à l'aide du gradient altitudinal et de l'équation de régression (cf. infra)

En Kabylie djurdjuréenne, les gelées apparaissent partout sauf sur le liseré littoral ($m > 7$ °C), mais avec une fréquence très variable (4 à 8 mois). La proximité de la mer et de son influence adoucissante font que les gelées blanches sont en effet inexistantes sur le littoral, région privilégiée pour les primeurs, le maraîchage ou le reboisement avec des essences sensibles au gel, *Pinus canariensis*, *Pinus radiata* et *Pinus pinaster*, notamment (par exemple, reboisement de Tigrine dans le bassin de Mlata). Ces chiffres font apparaître également l'influence de l'altitude, qui fait accroître la fréquence des gelées (7 mois), celles-ci atteignant rapidement plus de 20 jours en moyenne à Yakouren (825 m).

Au piémont du versant méridional du Djurdjura, entre 450-550 m d'altitude (m compris entre 3 et 4 °C), le nombre de jours de gelées augmente substantiellement, atteignant des valeurs élevées de 40-50 jours/an dans les localités réputées « continentales » de l'hinterland (7-8 mois). D'ailleurs, l'apparition d'un nombre significatif de plantes réputées méditerranéo-steppiques y est symptomatique (e.g. à El Esnam).

D'autre part, il est vrai que plus la température minimale du mois (m) est basse, plus la fréquence moyenne des jours de gel augmente. Les données de la station de Mchedallah permettent de calculer le coefficient de corrélation linéaire entre les 12 valeurs mensuelles de m et celles des nombres de jours de gel (NJG) correspondants (tableau 24).

Tableau 24. Valeurs mensuelles de m et celles des nombres de jours de gel (NJG) correspondants de la station de Mchedallah (d'après Fourey & Seltzer in Seltzer, 1946)

Mchedallah	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An.
m °C	3.3	4.4	6.3	8.3	11.9	15.8	19	19.3	16.7	12.3	8.1	4.2	10.9
NJG	13	9.3	4.1	1.5	0	0	0	0	0	0.3	1.5	11.6	41.3

Il s'avère élevé, significatif et inversement proportionnel ($r = -0,81$).

4.3. Les gradients thermiques altitudinaux

La décroissance des températures avec l'altitude en montagne est un fait bien connu,

signalé dès 1892 par Angot. Douguédroit (1987) note qu'il est possible de modéliser la diminution de la température en fonction de l'altitude sous la forme d'une régression linéaire représentée par une équation à une inconnue ($T^{\circ}\text{C} = T_0 + a Z$), à la condition *sine qua non* de séparer les différents types de températures (minimales, maximales et moyennes). Une bonne corrélation entre altitude et température permettrait, théoriquement, d'extrapoler les données recueillies par un ensemble réduit de stations de référence, avec une modulation liée à la situation topographique (orientation des versants, pente) (Richard & Tonnel, 1985).

Mais, est-il nécessaire de pratiquer ces extrapolations ? Certainement, dans l'optique d'une zonation phytogéographique globale.

4.3.1. Variabilité des gradients thermiques en Algérie

On a coutume de considérer, *quelque soit la latitude*¹⁰, que la décroissance de la température moyenne annuelle est de 0,5 à 0,6 °C par tranche d'altitude de 100 m (Garcia Salmeron, 1980 ; Le Houérou, 1982 ; Voliotis, 1982 ; Ozenda, 1991 ; Guyot, 1999 ; Laborde, 2003 ; Alexandre, 2003). En réalité, ce gradient varie d'un territoire à un autre (Daget, 1967). Il est, par exemple, de l'ordre de 0,45 °C dans l'Atlas marocain (Péguy, 1970), de 0,56 °C dans les Alpes (Panini & Amandier, 2005) et de 0,65 °C en Andalousie (Boucher, 1986, 1989), pour une dénivelée de 100 m.

En Algérie, on admet, à la suite de Seltzer (1946), que les coefficients de décroissance moyenne de la température en fonction de l'altitude sont :

- Températures minima = 0,4 °C / 100 m
- Températures maxima = 0,7 °C / 100 m
- Températures moyennes = 0,55 °C / 100 m

Cependant, ces gradients varient, d'une part, d'un massif montagneux d'Algérie à un autre et, d'autre part, la décroissance avec l'altitude des températures minima est moins rapide que celle des maxima (M'Hirit, 1982 ; Meddour, 1994 ; Abdesselam, 1995). L'air se refroidit vite en été, mais moins rapidement en hiver avec l'altitude.

4.3.2. Gradients thermiques et corrélations entre l'altitude et les paramètres thermiques

En Kabylie djurdjuréenne, malgré le fait que les stations retenues pour le calcul des gradients thermiques, constituent un réseau lâche et *a priori* insuffisant, les coefficients de corrélation linéaires s'avèrent tous élevés ($r > 0,90$) et les équations des droites de régression obtenues sont les suivantes (tableau 25) :

Tableau 25. Gradients thermiques et corrélations entre l'altitude et les divers paramètres thermiques pour les stations de la zone d'étude

Températures \	Equations de régression	R ²	r	n	Gradients °C / 100 m
T	$y = - 0,0043 x + 18,989$	0,815	- 0.90	18	- 0.43
m	$y = - 0,0041 x + 7,494$	0,847	- 0.92	11	- 0.41
M	$y = - 0,0078 x + 37,760$	0,915	- 0.96	11	- 0.78

¹⁰ Généralement, la variation en fonction de la latitude est d'environ 0,60 °C par degré de latitude (Ozenda, 1991).

M'	$y = - 0,0071 x + 15,998$	0,876	- 0.94	18	- 0.71
Tmax	$y = - 0,0042 x + 29,036$	0,849	- 0.92	15	- 0.42
Tmin	$y = - 0,0054 x + 11,480$	0,949	- 0.97	18	- 0.54

Les gradients thermiques altitudinaux obtenus sont satisfaisants et ils sont du même ordre de grandeur que ceux préconisés habituellement en Algérie tellienne, soit 0.41 °C/100 m pour m, 0.78 °C/100 m pour M et 0.43 °C/100 m pour T. Ce dernier est plus faible d'environ 0.1 °C, mais, on sait que la décroissance de la température avec l'altitude, en air humide, comme c'est le cas dans la zone d'étude, est un peu plus faible (Alexandre, 2003).

En outre, tous ces paramètres thermiques reflètent avant tout l'altitude (81 à 95 % de la variance expliquée), ainsi les isothermes des différentes températures suivent globalement les courbes de niveau. A l'inverse des précipitations, les températures dépendent beaucoup plus de l'altitude et de l'environnement orographique que de caractères géographiques (Panini & Amandier, 2005). Malgré cela, il ne faut pas négliger l'importance localement de facteurs liés à la complexité des situations topomorphologiques (Laborde, 2003).

Justement, qu'en est-il de l'influence des facteurs géographiques, plus spécialement de l'orientation des versants, sur les températures en Kabylie djurdjurienne ?

4.3.3. Rôle de l'exposition des versants

Dans les régions montagneuses, l'exposition des versants joue un grand rôle dans la répartition des essences forestières, des cultures et des différentes activités humaines (distinction entre adret et ubac, ou « assameur » et « oumalou »), et des différences entre les températures (et les précipitations comme on l'a vu) sur les versants nord et sud sont très souvent significatives (Ozenda, 1989 ; Guyot, 1999).

Des analyses statistiques effectuées sur les données climatiques, des Alpes du sud et de Provence (France), montrent effectivement que les altitudes des isothermes moyennes annuelles sont significativement plus élevées sur les adrets que sur les ubacs d'environ 200 m (soit 1 °C) (Douguedroit, 1987). Ces remarques expliquent, du moins en partie, le décalage observé classiquement dans les limites altitudinales des étages de végétation dans divers orosystèmes¹¹.

Dans le cas qui nous intéresse, l'exemple des stations de Tala Guilef et de Tikjda, pourtant localisées toutes deux exactement à 1 450 m sur les deux revers opposés du Djurdjura, ne révèle pas une telle dissymétrie climatique. Bien au contraire, diverses températures sont équivalentes (T, m, Tmax) et même plus basses de 0.5 à 1 °C (M, M', Tmin) sur le versant sud (cf. tableau 20). Mais, ne nous hasardons pas plus loin, avec des données établies sur de très courtes périodes (5 ans).

En pratique, il est plus important d'indiquer que dans une région climatique, les principaux topoclimats possèdent chacun, au même moment et à altitude égale, une température quelque peu différente et que cette différence n'est pas due aux gradients thermiques, dont les valeurs sont très proches les unes des autres, mais à *des écarts dans les températures de base*, à partir desquels la température diminue avec l'altitude (Douguedroit, 1990). D'où l'intérêt de l'utilisation des températures réduites au niveau de la mer (0 m), selon la formule (Boucher, 1989) :

¹¹ En général, selon Ozenda (1989), la différence d'exposition se traduit par une variation de 100 à 200 m des limites d'étages de végétation ; l'amplitude moyenne d'un étage étant, elle, de 500 à 700 m en moyenne (Ozenda, 1982).

$$T_o = T + A \times x$$

où A est l'altitude exprimée en hectomètres et x le gradient thermique altitudinal.

Pour tenter de mettre en évidence cet écart des températures de base dans la région d'étude, nous prendrons l'exemple de la température moyenne annuelle (avec $x = -0,43$) (tableau 26).

Tableau 26. Températures réduites à l'altitude 0 m des stations thermométriques d'étude

Topoclimats	Stations	Altitude (m)	T °C	T _o °C
Ubac	Cap Sigli	35	18.4	18.6
	Aghrib	730	15.2	18.3
	Elma Hachech	601	15.9	18.5
	Larba N. Irathen	942	14.7	18.7
	Tala Rana	1 280	13.4	18.9
	Ain el Hammam	1 100	14.3	19.0
	Tizi Ouzou	220	18.6	19.5
	Ait Ouabane	1 000	15.2	19.5
	Draa el Mizan	450	17.8	19.7
	Ighil Imoula	688	17.0	19.9
Adret	Mchedallah	465	17.6	19.6
	Bouira	520	16.8	19.0
	El Kseur	85	18.6	19.0
	El Esnam	440	16.3	18.2

A la lecture de ce tableau, il ressort que la côte et la chaîne littorale, où la moyenne annuelle réduite au niveau de la mer est de l'ordre de 18,5 °C, sont nettement plus fraîches, que l'arrière-pays (18,7-19,7 °C), avec une différence de l'ordre de 1 °C. Dès que l'on s'éloigne du littoral, en particulier dans les dépressions et géosynclinaux de la façade septentrionale (Tizi Ouzou, Draa el Mizan, Ighil Imoula), la température moyenne annuelle ramenée au niveau 0 m est aussi chaude, sinon plus (19,5-19,9 °C), que dans la basse vallée de l'oued Sahel, surchauffée en été (19-19,6 °C). Ceci est du à l'effet d'accumulation d'énergie avec certaines formes du relief.

Finalement, la localité d'El Esnam (18,2 °C) s'avère beaucoup plus froide (1-1,5 °C environ) que les stations avoisinantes, compte tenu de sa position dans un bas-fond gélif. Comme on l'a vu plus haut, on y a enregistré le plus grand nombre de jours de gelées (52,6 jours/an en moyenne).

Pour clore ce paragraphe, on peut dire que, mise à part, les localités directement soumises à l'influence modératrice de la mer, la température moyenne annuelle réduite au niveau de la mer oscille globalement, tant dans les localités de la façade septentrionale que dans celles de la façade méridionale, entre 18,2 et 19,7 °C. C'est de ce fait cette différence de 1,5 °C dans les températures de base qui expliquerait certains décalages locaux dans l'étagement de la végétation ou de modification dans le type de végétation. Par conséquent, les gradients thermiques altitudinaux mis en évidence sont utilisables dans la dition étudiée pour les divers topoclimats, moyennant une certaine correction en fonction de particularités locales.

4.4. La continentalité thermique

La continentalité thermique est définie par la « concentration estivale des températures » et peut être évaluée soit par l'amplitude thermique annuelle moyenne ou extrême, soit par l'indice de Gorczinski (Michalet, 1994 ; Le Houérou, 2004). Mais, il ne s'agit pas d'une continentalisation thermique semblable à celles des « climats continentaux axériques (e.g. Europe du Nord) », mais simplement d'échauffement diurne estival important, sous l'effet d'une accentuation de l'aridité dans les territoires de l'hinterland (Michalet, 1994).

Nous allons donc évaluer cette continentalité thermique pour la zone d'étude, aussi bien à travers les amplitudes thermiques annuelles (tableau 27), qu'avec l'indice de Gorczinski.

Tableau 27. Amplitudes thermiques annuelles moyenne (A) et extrême (A max) des stations d'étude

Stations	Alt. (m)	A (Tmax - Tmin)	A max (M-m)
Aghrib	730	17,3	25,3
Ain el Hammam	1 100	19,2	28,2
Ait Djemaa	870	18,6	23,7
Ait Ouabane	1 000	20,9	25,1
Bouira	520	18	31,8
Cap Bengut	36	13,6	19,8
Cap Sigli	35	13,5	20,5
Draa el Mizan	450	18	27,3
El Esnam	440	18,6	32,2
El Kseur	85	17,5	29,9
Elma Hachech	601	17,8	27,3
Ighil Imoula	688	19,1	28,2
Larba Nath Irathen	942	19,1	27
Mchedallah	465	19,7	33,7
Tala Guilef	1 450	19,2	24
Tala Rana	1 280	18,2	25,5
Tikjda	1 450	19,7	22,8
Tizi Ouzou	220	18,3	30,5

Abstraction faite des 5 stations du Djurdjura (courte période d'observation, 1988-92, et fiabilité des données), la corrélation linéaire entre les 2 amplitudes est élevée ($r = 0,84$) et l'équation de la droite de régression est :

$$A = 1,7863 A_{\max} - 3,7394 \quad (R^2 = 0,71 \text{ et } n = 13)$$

Mais, même en prenant en compte l'ensemble des 18 stations, le coefficient de corrélation est significatif ($r = 0,48$).

4.4.1. Amplitude thermique annuelle moyenne (A)¹²

L'amplitude annuelle moyenne de la température est définie comme étant « la différence entre les températures moyennes du mois le plus chaud et celles du mois le plus froid » ; elle caractérise le degré de continentalité thermique d'un climat (*sensu* Giacobbe, 1959). Cette amplitude thermique subdivise l'Algérie en une « zone maritime » où celle-ci est inférieure à 18 °C et une « zone continentale » avec une amplitude supérieure à 18 °C, valeur biocritique pour la végétation autant ligneuse qu'herbacée (Cote, 1983).

Concernant la zone d'étude, l'amplitude annuelle de la température moyenne varie entre 13.5 °C du littoral (ex. Cap Sigli, Cap Bengut) et 19.7 °C dans la plaine de l'oued Sahel (Mchedallah), et même en altitude sur le flanc sud du Djurdjura, comme à Tikjda. Les stations littorales de Cap Sigli, Cap Bengut, Aghrib, Elma Hachech, El Kseur ont une amplitude inférieure à 18 °C. Par contre, les stations des dépressions internes (Draa el Mizan), du massif ancien kabyle et de ses contreforts, comme Larba Nath Irathen, Ain El Hammam et Ighil Imoula ou même Tizi Ouzou, sont relativement continentales. Il en va de même pour les stations d'altitude du Djurdjura (Ait Djemaa, Tala Rana, Tala Guilef). Enfin, la station d'Ait Ouabane, encaissée dans une vallée, affiche une valeur de A anormalement élevée (20.9°C). En fait, dans ce type de topoclimat (facteur encaissement), le régime thermique est assez singulier et on constate souvent que l'amplitude thermique y est relativement élevée par rapport aux sommets (Voliotis, 1982).

Il est aussi connu que les phénomènes « d'inversion thermique » et de « ceinture chaude » sont fréquents dans les vallées resserrées (Guyot, 1999 ; Alexandre, 2003). On le voit bien puisque Tmax y est du même ordre de grandeur que celui de Bouira ou El Esnam, alors que Tmin est nettement plus faible. Mais, la réserve est de mise compte tenu de la courte période d'observation.

4.4.2. Amplitude thermique annuelle extrême (A max)

De façon générale, cette amplitude thermique annuelle extrême est corrélative de la continentalité (Emberger, 1955, 1971). Or, un des caractères des climats continentaux est le grand écart thermique entre l'hiver et l'été (Ozenda, 1991).

Dans la région d'étude, entre 0 et 1 450 m, les valeurs de M – m varient globalement de 20 à 30 °C, tandis que ce paramètre peut dépasser 30 °C dans les zones semi-continentales, en l'occurrence à Mchedallah (33.7 °C), El Esnam (32.2 °C) et Bouira (31.8 °C). L'augmentation de l'amplitude annuelle extrême des températures est due à l'élévation des maxima estivaux (Michalet, 1994). Cette amplitude thermique présente également une forte valeur à Tizi Ouzou (30.5 °C), qui joue en été le rôle de cuvette d'accumulation de chaleur (M = 36.2 °C). A l'opposé, celle-ci est plus faible dans les zones littorales (19.8 °C à Cap Bengut, un peu plus à Cap Sigli, 20.5 °C). Dans ces stations du littoral, la diminution de l'amplitude annuelle est due exclusivement à un relèvement des températures hivernales, sous l'influence modératrice exercée par la mer (Seltzer, 1946).

C'est donc en toute logique, que cette amplitude présente ses plus fortes valeurs dans la basse vallée (400-500 m) de l'oued Sahel et ses plus faibles valeurs sur le littoral. En outre, l'effet de l'altitude se manifeste apparemment par une diminution notable de cette

¹² Cette amplitude thermique annuelle moyenne est utilisée par Rivas-Martinez (1991) comme indice de continentalité (Ic). Nous aurons l'occasion de revenir sur cet aspect de façon plus détaillée.

amplitude, vers 1 450 m, comme à Tikjda et Tala Guilef (23-24 °C). Ceci est lié à la diminution des minima hivernaux, principalement corrélés à l'altitude (Michalet, 1994).

Si l'on se réfère à Debrach (1953), qui a utilisé au Maroc cette amplitude comme critère de classification de la continentalité thermique, on constate que toutes nos stations sont du type « *climat littoral* » ($15 < M - m < 25$ °C) ou « *climat semi-continental* » ($25 < M - m < 35$ °C), et aucune ne correspond au « *climat continental* » ($M - m > 35$ °C).

A ce propos, même les plus hauts massifs montagneux algériens (Djurdjura, Babors, Chréa, Ouarsenis, Monts du Hodna, Belezma, Aurès), avec $M - m$ compris entre 27 et 34 °C, s'inscrivent également dans un climat de type semi-continental (M'Hirit, 1982 ; Derridj, 1990 ; Meddour, 1994). Si l'influence de la continentalité est plus nette pour les montagnes méridionales saharo-atlasiques, elle est toutefois largement pondérée par l'effet régulateur de la mer pour les montagnes atlasiques telliennes. Le climat continental, n'apparaîtrait en Algérie, en général, qu'à partir des localités du revers sud de l'Atlas saharien (Seltzer, 1950 ; Barry & Celles, 1973 ; Le Houérou, 2004).

4.4.3. L'indice de Gorczinski

4.4.3.1. Principes et méthode

Sachant que l'amplitude thermique annuelle moyenne augmente avec l'éloignement de la mer, certains auteurs, comme Gorczinski (1917 in Daget, 1967 ; Le Houérou, 2004), l'ont utilisé pour mesurer la continentalité thermique d'un lieu. Cet auteur a établi un indice K qui tient compte de cette amplitude et de la latitude. Or, il ne faut pas oublier que l'effet de l'altitude, comme celui de la latitude, se traduit par une réduction de l'amplitude thermique (Ozenda, 1955). Par conséquent, cet indice surestime la continentalité dans les zones de montagne. C'est pourquoi Daget (1977a) a proposé de caractériser la continentalité thermique du bioclimat méditerranéen par l'indice K' de Gorczinski modifié Daget (1967), qui intègre l'altitude dans sa formulation¹³ :

$$K' = [1.7 A / \sin (\varphi + 10 + 9H)] - 14$$

où K' : indice de continentalité

A : amplitude thermique annuelle moyenne en °C

H : altitude en km

φ : latitude géographique du lieu en degrés arc

Selon les valeurs de K', Daget (1977a) distingue 5 classes de continentalité thermique croissante ou d'influence maritime décroissante.

4.4.3.2. Application à la zone d'étude

Dans la zone d'étude, les valeurs obtenues pour cet indice montrent que la continentalité augmente à mesure que l'on s'éloigne de la mer (position latitudinale plus basse) (tableau 28).

¹³ Il existe d'autres formules similaires comme celles de Conrad (1946 in Rivas-Martinez, 1985, 1987, 2004), $C = (1.7 A / \sin \text{lat.} + 10) - 20.4$ ou de Currey (1974 in Rivas-Martinez, 2004), $Cc = A / (1 + 1/3 \text{ lat.})$

Tableau 28. Valeurs de l'indice de Gorczinski des stations d'étude

Stations	H (en km)	A (en °C)	φ (en degrés arc)	K'
Cap Bengut	0,036	13,6	36,55	17,7
Cap Sigli	0,035	13,5	36,54	17,5
Aghrib	0,73	17,3	36,49	22,8
Elma Hachech	0,601	17,8	36,52	24,4
Ait Djemaa	0,87	18,6	36,31	25
Ain el Hammam	1,1	19,2	36,35	25,3
Larba Nath Irathen	0,942	19,1	36,38	25,7
Bouira	0,52	18	36,23	25,4
Draa el Mizan	0,45	18	36,35	25,7
El Kseur	0,085	17,5	36,41	26,6
Ighil Imoula	0,688	19,1	36,33	26,9
Tizi Ouzou	0,22	18,3	36,43	27,6
El Esnam	0,44	18,6	36,19	27,2
Mchedallah	0,465	19,7	36,22	29,5
Ait Ouabane	1	21	36,30	29,4
Tala Guilef	1,45	19,2	36,29	23,9
Tala Rana	1,28	18,2	36,26	22,6
Tikjda	1,45	19,7	36,27	24,9

Les 4 premières stations, de la côte et de la chaîne littorale, avec une valeur de K' inférieure à 25, sont toutes « maritimes ». Les autres stations (avec $25 < K' < 37$) sont « semi-continentales faiblement contrastées », Mchedallah étant la localité échappant à presque toute influence maritime (avec la valeur la plus élevée dans notre cas, soit 29,5). Remarquons ici l'action modératrice de l'altitude sur cette continentalité thermique, Tala Guilef, Tala Rana et Tikjda ont, en effet, des valeurs de K' < 25.

La station d'Ait Ouabane, comme précédemment, affiche une valeur de K' anormalement élevée (29,4), du même ordre de grandeur que celle de Mchedallah. Les mêmes remarques que plus haut s'appliquent dans ce cas là, avec les mêmes réserves de prudence.

In fine, les 3 méthodes, même si l'indice de Gorczinski paraît plus sophistiqué, aboutissent à des résultats très concordants (figure 32). D'ailleurs, les coefficients de corrélation linéaire entre K' et Amax (M – m), d'une part, et K' et A (Tmax – Tmin), d'autre part, sont élevés et significatifs, soient $r = 0,76$ et $r = 0,87$ respectivement ($n = 18$).

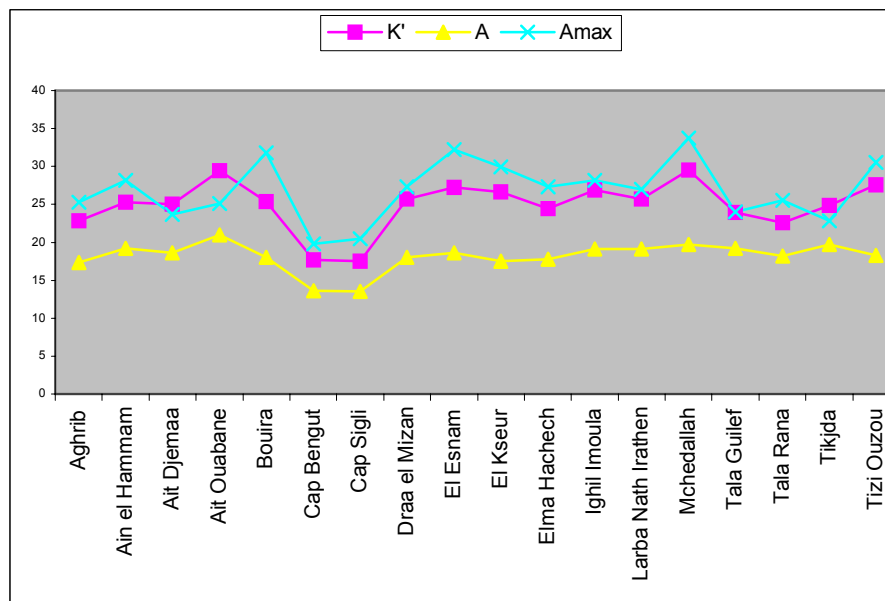


Figure 32. Comparaison des diverses valeurs obtenues pour la continentalité thermique (K', A et A max) des stations d'étude

4.5. Analyse multivariée des données thermiques : mise en évidence de leur déterminisme et essai de spatialisation

L'analyse multivariée des données thermiques permet de hiérarchiser les stations et de les différencier selon les modalités de répartition spatiale des valeurs des températures. Ces données thermiques sont mises en relation avec les variables géographiques (altitude, latitude et longitude) des stations considérées. Ce sont donc les régimes thermiques des stations qui sont comparés.

Le tableau des données (18 stations étudiées par 14 variables thermométriques et géographiques) a été soumis à une analyse en composantes principales, basée sur la matrice des coefficients de corrélation linéaire de Pearson (tableau 29).

Tableau 29. Matrice de corrélation des variables thermométriques et géographiques

En gras, valeurs significatives au seuil alpha = 0,05

	X	Y	Alt	T	M	m	M'	Tmax	Tmin	T<10	T<7	A	Amax	K'
X	1													
Y	0,33	1												
Alt	-0,09	-0,49	1											
T	0,05	0,31	-0,90	1										
M	-0,02	-0,19	-0,61	0,73	1									
m	0,03	0,62	-0,74	0,77	0,16	1								
M'	0,02	0,32	-0,94	0,94	0,75	0,70	1							
Tmax	-0,03	-0,05	-0,61	0,87	0,85	0,46	0,74	1						
Tmin	0,02	0,45	-0,93	0,95	0,58	0,87	0,96	0,68	1					
T<10	-0,02	-0,47	0,93	-0,95	-0,56	-0,83	-0,92	-0,73	-0,95	1				
T<7	0,03	-0,33	0,87	-0,91	-0,71	-0,68	-0,90	-0,76	-0,89	0,85	1			
A	-0,07	-0,72	0,65	-0,43	0,09	-0,75	-0,56	0,07	-0,68	0,59	0,44	1		
Amax	-0,03	-0,51	-0,18	0,27	0,85	-0,38	0,33	0,55	0,08	-0,08	-0,30	0,48	1	
K'	-0,04	-0,63	0,20	0,02	0,52	-0,51	-0,11	0,48	-0,27	0,17	0,01	0,87	0,76	1

Les 2 premières composantes expliquent 84 % de la variance globale de la matrice des données, respectivement 56 % et 28 % (figures 33 & 34).

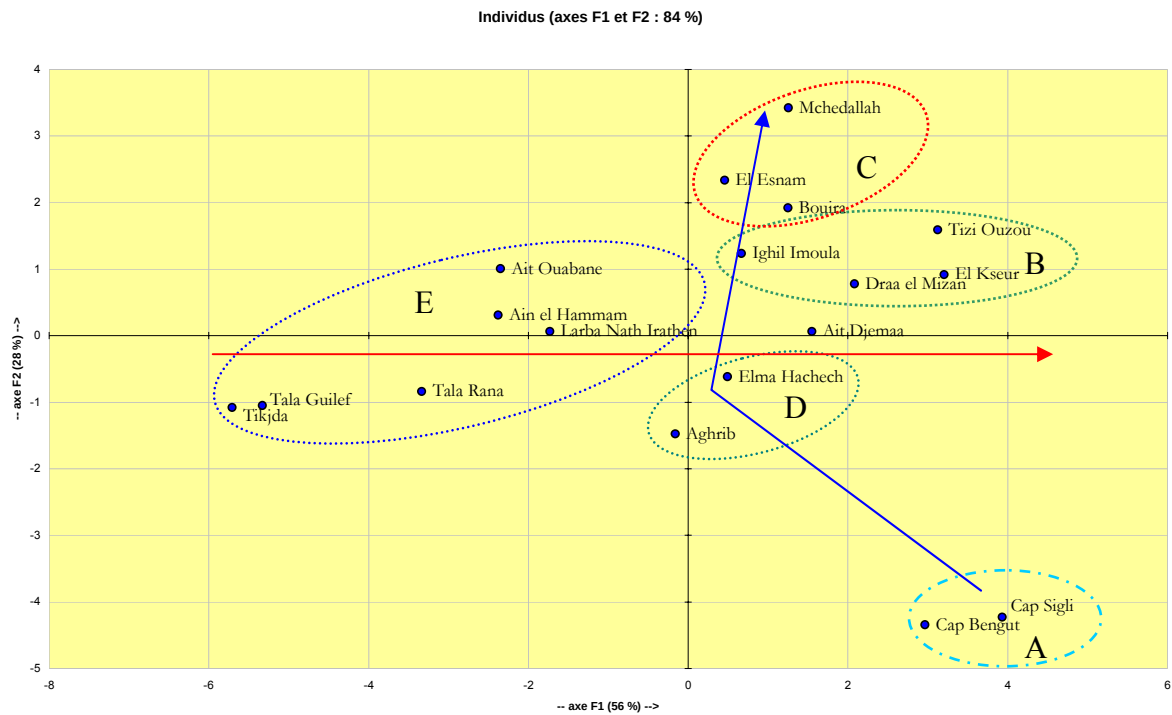


Figure 33. Plan factoriel principal $F_1 \times F_2$ de l'ACP des stations thermiques étudiées

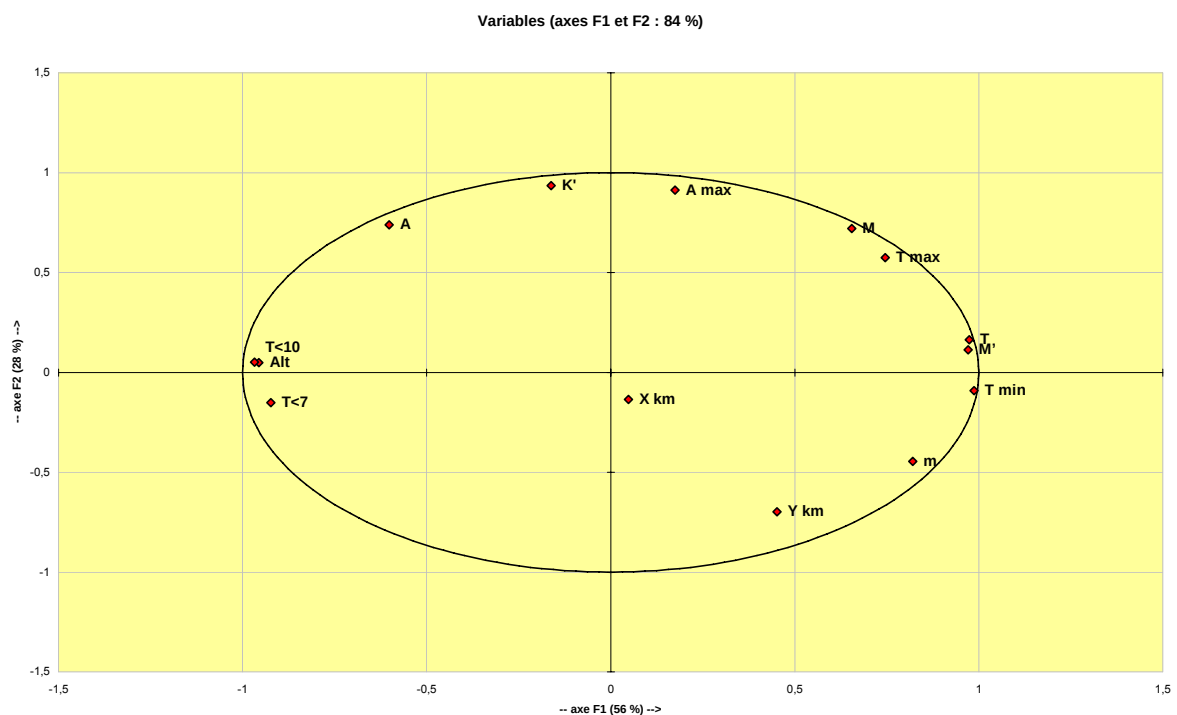


Figure 34. Plan factoriel principal $F_1 \times F_2$ de l'ACP des variables thermiques étudiées (cercle de corrélation)

Interprétation de l'axe 1

La dispersion des stations sur le plan principal manifeste en premier lieu une variation thermique globale entre les stations (effet de taille) ; les stations les plus froides étant représentées à gauche de l'axe 1 et les plus chaudes à droite. L'étalement des stations sur cette première composante principale (qui absorbe à elle seule, 56 % de la variance totale), par ordre de température croissante, est fortement déterminé par le facteur altitudinal. De plus, le nombre de mois « froids » (à $T < 10^{\circ}\text{C}$ et $T < 7^{\circ}\text{C}$), augmente de façon significative et proportionnelle avec l'altitude. *C'est donc un axe thermique et altitudinal.*

Ce paramètre, qui s'avère d'un grand pouvoir discriminant dans la zone d'étude montre des corrélations linéaires significatives et inversement proportionnelles (négatives) avec tous les paramètres thermiques simples analysés (T , M , M' , m , T_{max} , T_{min}) (figure 34). La prise en considération conjointe de certains d'entre eux (T , M' et m) pour expliquer et caractériser la zonation altitudinale de la végétation en montagne, comme l'a fait depuis longtemps Rivas-Martinez (1987), est par conséquent très judicieuse.

Interprétation de l'axe 2

La deuxième composante principale, qui explique une part moindre (28 %) de la variance totale, traduit les variations secondaires liées aux amplitudes thermiques et à l'indice de continentalité de Gorczinski (A , A_{max} et K'). Cet axe apparaît ainsi comme un indicateur de la plus ou moins grande continentalité des stations. Celle-ci est en relation directe avec le paramètre latitudinal (Y), qu'il faut interpréter ici comme l'éloignement du lieu par rapport à la mer, puisqu'on va des localités littorales à celles de la vallée interne de l'oued Sahel. *C'est donc un axe de continentalité et d'éloignement à la mer.* Cet axe 2 oppose des stations à continentalités thermiques contrastées : « climat littoral et maritime » pour les Caps Sigli et Bengut, et « climat semi-continental faiblement contrasté », pour Bouira, Mchedallah et El Esnam. Les stations en position géographique intermédiaire (chaîne littorale, massif ancien, vallées et dépressions de la façade nord) font transition entre ces deux ensembles opposés et le groupe central des stations montagnardes du Djurdjura.

Enfin, ce traitement multivarié des données moyennes thermiques met globalement en évidence 5 groupes de types ou régimes thermiques, se succédant géographiquement depuis la mer jusqu'aux sommets du Djurdjura, sur une dénivelée de plus de 1 400 m. Les types thermiques se spatialisent de façon assez prévisible puisque les températures dépendent beaucoup plus de l'altitude que d'autres facteurs géographiques (Panini & Amandier, 2005).

Ces groupes de régimes thermiques pour les uns homogènes et pour les autres assez difficiles à spatialiser sont :

- Un étroit secteur littoral, chaud et tamponné par la mer (Cap Sigli, Cap Bengut) (groupe A),
- Un proche arrière-pays chaud, encore influencé par la mer (Tizi Ouzou, Draa el Mizan, Ighil Imoula, El Kseur) (groupe B),
- Un arrière-pays chaud, très abrité des vents marins, à fortes amplitudes thermiques, à hivers plus froids (Bouira, El Esnam, Mchedallah) (groupe C),
- Une zone montagnarde sublittorale fraîche, à faibles amplitudes thermiques (Elma Hachech, Aghrib) (groupe D),
- Une zone de montagnes élevées plus fraîche encore, à amplitudes moins marquées (Djurdjura et contreforts) (groupe E).

V. CLASSIFICATION BIOCLIMATIQUE

En région méditerranéenne, les facteurs prépondérants qui régissent la distribution des plantes sont le stress hydrique (sécheresse) et le stress thermique hivernal (froid ou gel) (Mitrakos, 1980, 1982). Les végétaux et les formations végétales se répartissent de ce fait en fonction de ces deux critères écoclimatiques, d'où les zonations latitudinales et altitudinales de la végétation (Le Houérou, 1995).

Le stress hydrique se manifeste même si les températures estivales sont modérées voire faibles, notamment en haute montagne, sans que la sécheresse estivale dite « *oroxérothère* » ne disparaisse, cela même si les précipitations annuelles sont de l'ordre de 1 500 à 2 000 mm, comme c'est le cas sur l'Atlas tellien centro-oriental (Quézel & Médail, 2003).

Mitrakos (1982) note que “ *Emberger soon recognized that places with the same Q values could differ in their climate and their vegetation, according to winter temperature; he recognizes in this way the two stresses that plant experience under Mediterranean climate, i.e. drought and cold* ”. Ce même auteur (1980) a montré que la distribution des espèces sclérophylles sempervirentes, typiques du climat méditerranéen, est déterminée principalement par le stress du froid hivernal, bien caractérisé par le critère « m », qui est bien souvent, beaucoup plus déterminant que les fortes températures pour la végétation phanérophytique en particulier (Cote, 1987 ; Quézel & Médail, 2003). Ce stress thermique hivernal conditionne divers aspects de la biologie et écophysiologie de ces espèces, la distribution, la reproduction, la productivité et les taux de survie des ligneux en fonction des accidents abaissant brusquement et longuement les minima hivernaux ; les effets étant cumulatifs d'année en année, autant que ceux de la sécheresse (Mitrakos, 1980, 1982 ; Quézel & Médail, 2003).

D'autre part, depuis la moitié des années 70, les phytogéographes ont montré un intérêt nouveau pour les « étages de végétation » et leur définition bioclimatique. Ceci témoigne de l'utilité à formaliser les corrélations climat-végétation pour une meilleure définition de la synécologie des communautés végétales. Ce renouveau est particulièrement marqué en région méditerranéenne, grâce à de très nombreux travaux que nous devons à Rivas-Martinez (1982-2005), en particulier, dans sa monumentale « *Global Bioclimatics* ». Mais, il convient de citer également ceux de Mitrakos (1980, 1982), Le Houérou (1989, 1995, 2004), Michalet (1991, 1994) et Lieth & al. (1999).

C'est dans ce contexte général que nous nous inscrivons et dans les pages qui suivent, nous allons nous attacher à définir le climat régional dans ses aspects synthétiques et à faire ressortir ces deux stress, maintenant bien établis pour la végétation de la région méditerranéenne. Nous le ferons par le biais de divers indices ombrothermiques, qui s'obtiennent généralement en divisant la pluviométrie par la température, et synthèses graphiques, que nous tenterons de combiner et parfois de confronter dans le but d'une meilleure caractérisation bioclimatique et parfois dans un but épistémologique. La « sécheresse » plus spécialement sera évaluée, à divers pas de temps, tant à l'échelle mensuelle et saisonnière, qu'au niveau annuel ou global, afin de hiérarchiser écoclimatiquement l'ensemble des stations pluviométriques retenues dans ce travail.

Rappelons, enfin, que les facteurs climatiques étudiés ne représentent qu'un des aspects du milieu, ils ne peuvent pas, à eux seuls, expliquer la zonation¹⁴ de la végétation. Cependant,

¹⁴ Juxtaposition spatiale de communautés végétales selon une séquence linéaire, parallèle à un gradient écologique. Ex. étagement altitudinal des phytocénoses forestières climaciques (gradient macroclimatique thermique) (Gillet & al., 1991).

l'approche bioclimatique offre l'avantage d'une vision globale et comparative à l'échelle d'un territoire phytogéographique ou d'une chaîne montagneuse comme le Djurdjura.

5.1. La période de sécheresse, sa temporalité, sa durée et son intensité

5.1.1. Indice de sécheresse estivale d'Emberger-Giacobbe et méditerranéité

A la suite de Giacobbe, Emberger (1943) a caractérisé l'intensité de la sécheresse estivale par un indice S, qui est le rapport des précipitations estivales (Pe) à la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M). Si celui-ci est inférieur à 5, il y a sécheresse estivale et la station est *ipso facto* méditerranéenne (Daget, 1977a & b).

La « méditerranéité » de notre territoire biogéographique ne faisant aucun doute, cet indice permet surtout de constater là où la sécheresse s'exprime avec plus ou moins d'intensité dans les stations étudiées (tableau 30).

Tableau 30. Valeurs de l'indice de sécheresse estivale d'Emberger-Giacobbe pour les stations pluviométriques de la région d'étude

Stations	Alt. (m)	Pe (mm)	M°C	S
Tala Guilef	1 450	44	26	1,7
Ain el Hammam	1 100	42	31	1,4
Ait Ouabane	1 000	42	29	1,4
Ait Djemaa	870	36	31	1,2
Larba Nath Irathen	940	38	31	1,2
Elma Hachech	601	33	32	1,0
Tizi Ouzou	250	25	36	0,7
Draa El Mizan	450	23	34	0,7
Aghrib	730	19	30	0,6
Ighil Imoula	650	21	34	0,6
Bouira	520	23	36	0,6
Cap Bengut	35	15	28	0,5
El Esnam	450	15	35	0,4
Mchedallah	440	16	37	0,4

Cet indice oscille, pour l'ensemble du territoire considéré (0-1450 m), entre 0.4 et 1.7, valeurs relativement faibles. Ceci dénote une sécheresse estivale partout accentuée, mais, l'aridité estivale est surtout draconienne dans les localités méridionales (El Esnam, Mchedallah) et celles du littoral à très basse altitude (Cap Bengut). Résultat inattendu, Aghrib apparaît ici comme une des localités les plus sèches, contrecoup de sa pluviosité estivale, qui compte parmi les plus faibles (19 mm seulement *versus* 33 mm à Elma Hachech, par exemple). Des valeurs comprises entre 1.5 et 3, correspondant à des localités à « caractère méditerranéen atténué » *sensu* Le Houérou (1989), ne se présentent qu'à Tala Guilef.

Par ailleurs, cet indice n'est pas sans liaison avec l'altitude et spécialement les précipitations estivales, ces paramètres sont fortement liés entre eux :

- Le coefficient de corrélation linéaire entre l'altitude et l'indice de sécheresse estivale est de 0,88. Si la xéricité diminue avec l'altitude, néanmoins, celle-ci persiste jusqu'aux

plus hautes altitudes dans les montagnes méditerranéennes (Boucher, 1989).

- Le coefficient de corrélation linéaire entre les précipitations estivales et l'indice de sécheresse estivale est de 0,98. Autrement dit, la sécheresse estivale est tout bonnement expliquée à 96 % par la quantité de pluie reçue durant cette saison.

$$S = 0,0379 Pe - 0,1573 \quad R^2 = 0,96$$

Nous pouvons dès lors utiliser cette équation de régression pour estimer directement l'indice de sécheresse estivale des stations pluviométriques de la zone d'étude.

Les valeurs estimées obtenues pour l'indice de sécheresse estivale varient, pour toutes les stations considérées (30-100 m d'altitude), dans une fourchette plus étroite de 0,4 à 1,2. Les stations d'altitude (Ait Aicha, Assameur, Tegma, Yakouren...) ont une moyenne qui se situe autour de 1.

Par ailleurs, si la sécheresse estivale est partout présente, sa durée et son intensité sont néanmoins très variables d'une localité à une autre, de plus elle déborde largement les 3 mois estivaux sur une grande majorité du territoire envisagé. Diverses méthodes vont nous permettre de mieux cerner et préciser cette sécheresse.

5.1.2. Indice d'aridité mensuel de De Martonne

Du fait de sa simplicité, cet indice combinant P et T, deux facteurs fondamentaux agissant directement sur le développement des végétaux, est très largement utilisé (Richard & Tonnel, 1985). De Martonne a ainsi proposé l'indice annuel ($I_{DM} = P / (T + 10)$) et pour caractériser le climat à l'échelle mensuelle, les précipitations du mois considéré sont multipliées par 12 ($I_{DM} = 12 P / (T + 10)$), afin d'aboutir à une valeur comparable à celle de l'indice annuel (Guyot, 1999). En fonction des valeurs-seuils de cet indice, applicables aussi bien à l'échelle mensuelle qu'annuelle, De Martonne (*in* Guyot, 1999 et Aubinet, 2007) distingue divers bioclimats (tableau 31).

Tableau 31. Valeurs de l'indice d'aridité de De Martonne et bioclimats correspondants

Valeur de l'indice	Type de bioclimat	Valeur de l'indice	Type de bioclimat
0 - 5	Hyperaride (HA)	20 - 30	Subhumide (SH)
5 - 10	Aride (A)	30 - 55	Humide (H)
10 - 20	Semi-aride (SA)	> 55	Perhumide (PH) ¹⁵

La valeur biocritique 20 de cet indice marque la limite entre « aridité » et « humidité ». Par ailleurs, en altitude, la chute des températures et, de façon concomitante, l'augmentation des précipitations durant la période hivernale, donnent des valeurs élevées pour I_{DM} (> 55).

Voici les résultats obtenus par cette méthode pour les stations pluviothermiques de la zone d'étude (tableau 32).

¹⁵ Curieusement, aucun auteur n'a proposé, à notre connaissance, de type précis pour des valeurs de cet indice supérieures à 55. C'est pourquoi, nous préconisons de qualifier de perhumide tout mois dont $I_{DM} > 55$. Les indices d'aridité sont en fait relatifs et donc plus exactement des indices d'arido-humidité, comme l'a déjà fait remarquer Giacobbe (1965).

Tableau 32. Indices mensuels d'aridité de De Martonne des stations d'étude

Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tala Guilef	127,8	83,5	73,1	77,6	47,4	9,4	2,1	5,8	23,8	40,5	72,3	128,1
Ait Ouabane	113,5	71,7	59,5	66,3	45,5	6,2	1,5	6,8	24,1	42,4	75	112,4
Ain el Hammam	90,3	106,8	100,3	65,4	34,8	8,7	1,7	5,1	16	38,3	74,1	116,6
Larba Nath Irathen	77,7	80	38	53,4	31,6	8,4	1,8	3,6	16,7	32,8	60,8	80,6
Ighil Imoula	100,3	70,1	61,9	42,6	25,5	7,7	0	0	13,6	34,5	57,4	79
Aghrib	100,6	80,5	76,3	51	27,35	3,2	1	2,8	16,1	41,8	72,9	122,1
Elma Hachech	101,2	76,6	68	51,3	28,9	8,5	1,3	2,3	16,8	45,7	79,1	121,9
Ait Djemaa	109,7	46,2	38,5	53,5	39,1	3,6	3,1	4,9	19,4	28,7	47,1	72,3
Tizi Ouzou	67,6	55,4	28,2	38	21,2	3,4	1,2	3,3	12,1	22,6	46,8	78,4
Cap Bengut	64,8	40,8	28,5	23,8	13,1	5,5	0	0,1	16,5	37,7	53	70,9
Draa el Mizan	71,4	42,8	27,5	33,5	22,5	3,94	1,04	2,86	13,3	19,3	32,4	62,2
Bouira	31,26	31,4	35,33	25,3	12,56	4,1	1,1	2,7	7,7	16,6	24,7	33,45
El Esnam	22,5	25,1	31,2	15,2	9,9	2,8	0,7	1,7	3,9	13,5	20,7	31,1
Mchedallah	25,8	20	20,3	17,3	9,96	2,8	0,7	1,7	5,8	12,6	18,26	22,5

Légende :

HP	H	SH	SA	A	HA

Le pouvoir différenciateur de cet indice d'aridité est optimal pour l'ensemble des stations est fait bien ressortir leurs divers degrés d'aridité. Il met en évidence les stations présentant une xéricité relativement moins marquée (3-4 mois), telles que celles du Djurdjura (Tala Guilef, Ait Ouabane et Ait Djemaa dans une moindre mesure), des contreforts (Larba Nath Irathen, Ain el Hammam, Ighil Imoula) et de la chaîne littorale (Aghrib, Elma Hachech). Cette xéricité est déjà plus importante sur le liséré littoral (Cap Bengut) et dans la dépression de Draa el Mizan (5 mois), avec une survenue plus précoce sur le littoral (en mai) et inversement plus tardive dans l'arrière-pays (en octobre). Enfin, un pôle de xéricité très marqué (6-8 mois) apparaît dans l'arrière-pays, sillon « sahélien » Bouira-El Esnam-Mchedallah, celui-ci étant sans doute exacerbé par la fréquence des périodes de sirocco. Ainsi, si la période estivale est, en règle générale, déficitaire hydriquement partout jusqu'à 1 450 m d'altitude, les deux intersaisons peuvent aussi être affectées par une sécheresse plus ou moins longue (surtout en automne).

5.1.3. Sécheresse et subsécheresse de Gaussen : le rapport ombrothermique P/T

On doit à Bagnouls & Gaussen (1953, 1957) une méthode simple et efficace de discrimination entre un mois sec et un mois humide : le critère $P/T \leq 2$. Pour ces auteurs, un mois est sec, si le rapport des précipitations moyennes mensuelles, par la température moyenne mensuelle, est inférieur à 2 (Guyot, 1999). Dans le même sens, il est à noter qu'on ne passe pas brusquement d'un mois sec à un mois humide. La transition se fait par un mois « subsec », défini comme un mois où le total des précipitations est supérieur au double de la température et inférieur au triple de celle-ci (Walter, 1955 *in* Gaussen & *al.*, 1963 ; Gaussen, 1968), i.e. lorsque $2 < P/T < 3$. Cette notion de « subsécheresse » est intéressante à retenir pour affiner l'analyse (Richard & Tonnel, 1985).

Maintenant, si l'on considère la typologie ombrothermique établie pour les divers mois de l'année par Rivas-Martinez (1987), il s'avère qu'elle concorde parfaitement avec le système de Gaussen. En ce sens, que les mois « secs » et « subsecs » de cet auteur sont des mois « arides » et « secs » respectivement pour Rivas-Martinez. Enfin, la valeur de $P/T > 3$ délimite les mois humides au sens large pour les 2 auteurs. Rivas-Martinez (1987) s'est apparemment inspiré de la méthode de Gaussen, qu'il a modernisé en distinguant 4 niveaux d'humidité et autant d'aridité et en prenant en considération dans la définition de la période de sécheresse les mois subsecs *sensu* Gaussen, soit au total 9 types ombrothermiques au pas de temps mensuel (tableau 33).

Tableau 33. Valeurs du rapport P/T et typologie ombrothermique de Rivas-Martinez (1987)

Valeurs de P/T	Typologie ombrothermique de Rivas-Martinez	Typologie de Gaussen
> 10	Ultrahyperhumide [UH]	Humide
6-10	Hyperhumide [HH]	
4-6	Humide [H]	
3-4	Subhumide [SH]	
2-3	Sec [S]	Subsec
1-2	Semi-aride [SA]	Sec
0,5-1	Aride [A]	
0,25-0,5	Hyperaride [HA]	
< 0,25	Ultrahyperaride [UA]	

L'application de ce système de caractérisation de l'arido-humidité à l'échelle mensuelle aux stations d'étude, nous paraît d'un grand intérêt et promet des résultats probants (tab. 34).

Tableau 34. Valeurs du rapport ombrothermique P/T pour les stations d'étude et typologie de l'arido-humidité mensuelle selon Rivas-Martinez (1987)

Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tala Guilef	41,9	23,1	16	15,5	7,1	1,2	0,26	0,7	2,99	5,9	13,1	34,4
Ait Ouabane	26,9	14,2	9,9	10,4	6	0,7	0,18	0,7	2,8	5,7	11,7	23,1
Ain el Hammam	20,5	22,1	17,6	10,1	4,8	1	0,2	0,6	1,9	5,2	12	24,2
Aghrib	19,7	14,8	12,6	7,5	3,7	0,4	0,1	0,3	1,9	5,5	11,1	22,5
Elma Hachech	19,1	13,6	10,9	7,4	3,8	1	0,16	0,2	2	5,9	11,9	21,8
Larba Nath Irathen	16,9	15,9	6,5	8,1	4,3	1	0,2	0,4	2,03	4,4	9,7	16,4
Ighil Imoula	18,4	12,3	9,5	6	3,3	0,9	0	0	1,5	4,4	8,2	13,2
Ait Djemaa	18,4	7,2	5,7	7,8	5	0,4	0,3	0,5	2,2	3,6	6,8	11,7
Tizi Ouzou	11,1	8,6	4	5,2	2,6	0,4	0,14	0,3	1,4	2,8	6,4	12,3
Cap Bengut	10,3	6,4	4,1	3,2	1,7	0,6	0	0,01	1,99	4,8	7,3	10,8
Draa el Mizan	12	6,6	4	4,7	3,01	0,4	0,1	0,3	1,5	2,4	4,4	9,9
Bouira	5,5	5,2	5,5	3,6	1,6	0,4	0,13	0,3	0,9	2,1	3,5	5,7
El Esnam	4	4,2	5,1	2,2	1,2	0,3	0,09	0,2	0,4	1,7	3,06	5,6
Mchedallah	4,6	3,3	3,07	2,4	1,2	0,3	0,09	0,2	0,6	1,6	2,6	3,9

Légende :

UH	HH	H	SH	S	SA	A	HA	UA

Il ressort à la lecture des résultats figurant sur ce tableau que :

- ❑ Dans la zone littorale (Cap Bengut), la vallée du Sébaou (Tizi Ouzou enclavée dans une cuvette) et la dépression de Draa el Mizan, la période de sécheresse (et de subsécheresse) dure en moyenne de 5 à 6 mois (de mai à octobre).
- ❑ Dans la région des contreforts (Larba Nath Irathen, Ain El Hammam, Ighil Imoula) et de la chaîne littorale (Elma Hachech, Aghrib), entre 600 et 1 100 m d'altitude, elle compte souvent 4 mois (de juin à septembre).
- ❑ Même sur le revers Nord du Djurdjura, du moins jusque vers 1 450 m (Ait Djemaa, Ait Ouabane, Tala Guilef), cette période de sécheresse est bien présente avec 4 mois également (de juin à septembre ; ce dernier mois étant subsec). Au-delà de cette altitude (> 1 500 m), la période de sécheresse n'excéderait sans doute pas 3 mois.
- ❑ A contrario, cette dernière est nettement plus longue dans la vallée xérothermique de l'oued Sahel (El Esnam, Bouira) à l'abri du Djurdjura (6-7 mois), avec à Mchedallah un record absolu de 8 mois pour la région considérée.

On peut donc constater que les mois de juin, juillet, août et septembre sont partout, du moins jusqu'à 1 450 m d'altitude, des mois xériques. En fait, cette analyse fait ressortir une période d'un mois de subsécheresse (mois secs au sens de Rivas-Martinez), en général automnale, dans 8 stations sur 14, plus spécialement à Tala Guilef et Ait Ouabane. Cette subsécheresse, mésestimée habituellement, s'avère d'une importance écoclimatique indéniable et elle n'est pas sans rappeler le « changement » du régime saisonnier des pluies constaté plus haut (HPAE *versus* HAPE).

Les résultats obtenus par l' I_{DM} (cf. supra) sont, en outre, parfaitement superposables à ceux du rapport ombrothermique P/T , tel que défini par Gaussen standardisé par Rivas-Martinez. Les coefficients de corrélation linéaire entre ces 2 paramètres ombrothermiques (I_{DM} , P/T), et ce pour toutes les stations étudiées, sont très élevés et de l'ordre de 0,96 à 1. En d'autres termes, on peut tout aussi bien caractériser la durée de la période de sécheresse s.l. et les divers degrés (ou intensités) d'arido-humidité dans leur marche mensuelle, par le calcul d'un simple rapport pluviothermique¹⁶, au lieu d'une formule relativement élaborée comme celle de De Martonne. Mais, à condition d'en éprouver les valeurs biocritiques séparant les divers seuils, tant de xéricité que d'humidité.

5.1.4. Intensité de la sécheresse de Boucher

Selon Boucher (1986), on peut exprimer l'intensité de la saison sèche ou « xérothère » par la formule suivante :

$$IS = \sum 2 T_i - P_i$$

où « i » indique chaque mois pour lequel $P/T \leq 2$

Les valeurs de cet indice sont comprises entre 25 et 200 et sont proportionnelles à l'intensité de la sécheresse (Boucher, 1986).

Voici l'application de cette méthode qui permet de quantifier l'intensité de la période de sécheresse, *a priori* plus précise que celle d'Emberger-Giacobbe, pour les stations pluviothermiques de la zone d'étude (tableau 35).

¹⁶ Le rapport P/T , appelé « facteur de pluie » ou « rain factor », est en fait le premier indice bioclimatique proposé en 1915 par Lang et il semble résister au temps (cf. Lang & al., 1976 in Valencia-Barrera & al., 2002).

Tableau 35. Intensité de la sécheresse et nombre de mois secs des stations étudiées

Stations	Alt. (m)	Nombre de mois secs	IS
Tala Guilef	1 450	3	83
Ain el Hammam	1 100	4	97
Larba Nath Irathen	942	3	104
Ait Ouabane	1 000	3	107
Elma Hachech	601	4	110
Aghrib	730	4	120
Ait Djemaa	870	3	124
Cap Bengut	36	5	131
Ighil Imoula	688	4	142
Draa El Mizan	450	4	143
Tizi Ouzou	220	4	153
Bouira	520	5	160
El Esnam	450	6	186
Mchedallah	465	6	198

Les résultats obtenus montrent que cet indice est effectivement très discriminant, davantage que l'indice de sécheresse estivale d'Emberger-Giacobbe, puisque il tient compte du fait que la sécheresse déborde largement de la période estivale sur le mois de septembre dans nombre de localités, et même sur octobre et mai. Le classement bioclimatique des stations retenues étant plus satisfaisant et plus conforme à la réalité, notamment pour Aghrib et Cap Bengut, qui apparaissent en fait comme des stations où l'intensité de la sécheresse est moins forte que ne le donnait l'indice de sécheresse estivale (effet modérateur maritime). Malgré cela, le coefficient de corrélation linéaire entre S et IS est significatif et élevé ($r = - 0.85$).

5.1.5. Indice xérothermique de Bagnouls & Gaussen

Pour préciser l'intensité de la période sèche, Bagnouls & Gaussen (1953) puis Gaussen (1954) ont proposé un indice xérothermique, qui détermine le nombre moyen annuel de jours « biologiquement secs » observés au cours des mois secs de l'année ($P/T \leq 2$). Les jours secs doivent être non seulement des jours sans précipitations (pluie, brouillard, rosée), mais leur humidité relative moyenne de l'air doit également être inférieure à 40 % (Guyot, 1999). Ce nombre est corrigé par un coefficient de pondération qui tient compte de l'humidité relative atmosphérique lorsqu'elle est comprise entre 40 et 100 %. En fonction des valeurs de cet indice xérothermique, qui fluctue entre 0-40 (subméditerranéen) à plus de 350 (désertique ou érémitique), le climat méditerranéen présente plusieurs nuances bioclimatiques (Voliotis, 1982). En pratique, cet indice est peu utilisé, eu égard à l'absence de données indispensables pour son calcul (nombre de jours de pluie, de brouillard et de rosée, humidité relative de l'air).

Bagnouls & Gaussen (1953) l'ont évalué pour une dizaine de stations de notre territoire d'étude, nous reprenons tout simplement leurs résultats à titre indicatif (tableau 36).

Tableau 36. Valeurs de l'indice xérothermique et bioclimats de quelques stations d'étude

Stations	Alt. (m)	X	Bioclimats
Elma Hachech	601	45	Mésoméditerranéen atténué
Yakouren	825	73	Mésoméditerranéen accentué
Cap Bengut	36	79	Mésoméditerranéen accentué
Cap Sigli	35	75	Mésoméditerranéen accentué
Larba Nath Irathen	942	75	Mésoméditerranéen accentué
Ain el Hammam	1100	92	Mésoméditerranéen accentué
Aghrib	730	97	Mésoméditerranéen accentué
Tizi Ouzou	222	96	Mésoméditerranéen accentué
Ighil Imoula	688	99	Mésoméditerranéen accentué
Bouira	531	104	Thermoméditerranéen atténué
Mchedallah	465	120	Thermoméditerranéen atténué

Si l'on se fonde sur la distribution des valeurs de l'indice xérothermique, il apparaît que :

- La plus grande partie du territoire, à savoir la région littorale (Cap Bengut, Cap Sigli) et sublittorale (Aghrib, Yakouren), la vallée du Sébaou (Tizi Ouzou), la dépression de Boghni-Ouadhia (ex. Ighil Imoula) et celle des contreforts (Ain el Hammam, Larba Nath Irathen), appartient au bioclimat mésoméditerranéen dans sa nuance accentuée (avec un nombre de jours secs variant entre 75 et 100) ;
- Quelques points très arrosés de la chaîne littorale (Elma Hachech) et probablement la région de Tegma, s'inscrivent dans le même bioclimat, mais dans sa nuance atténuée (avec un nombre de jours secs variant entre 40 et 75) ;
- D'après Dagorne *et al.* (1984), les sommets de l'Akfadou et du Djurdjura ont un bioclimat subméditerranéen, avec moins de 40 jours secs par an. Ce type de bioclimat est le domaine de prédilection des chênes caducifoliés et des conifères montagnards (Ozenda, 1975).
- La zone des piémonts méridionaux du Djurdjura et de la vallée de l'oued Sahel (Mchedallah, Bouira) appartiennent au bioclimat thermoméditerranéen atténué (avec un nombre de jours secs compris entre 100 et 125) ; on constate que la localité de Mchedallah, avec une valeur de X égale à 120, détient une fois de plus le record de xéricité en Kabylie djurdjuréenne.

Une telle zonation éoclimatique est tout à fait conforme aux grands types de végétation (forêts sclérophylles sempervirentes, forêts caducifoliées, forêts résineuses thermophiles et forêts résineuses cryophiles montagnardes) qu'on rencontre au niveau des différentes localités, au voisinage des stations météo de référence. D'ailleurs, l'omniprésence de l'olivier et de l'oléastre dans toutes ces localités, avec $40 < X < 125$, va dans le même sens.

Du point de vue méthodologique, une bien meilleure corrélation linéaire ($r = 0.70$) existe entre l'indice xérothermique de Gaussen et celui de l'intensité de la sécheresse de Boucher (1986), qu'avec celui de la sécheresse estivale d'Emberger-Giacobbe ($r = - 0.50$). Evidemment, si ce dernier ne tient compte que des mois estivaux, à l'opposé les deux autres sont plus proches de la réalité bioclimatique, puisqu'ils prennent en considération tous les mois secs *sensu* Gaussen.

5.1.6. Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gaussen

Le type de climagramme le plus répandu est sans doute celui conçu par Bagnouls & Gaussen (1953). La représentation sur un même graphique des précipitations moyennes mensuelles, exprimées en mm, et des températures moyennes mensuelles, exprimées en °C, avec en abscisses les mois, permet d'obtenir le *diagramme ombrothermique*, amélioré et systématisé par Walter & Lieth (1957-1966 in Lieth & al., 1999) à l'échelle mondiale (*Climate Diagram World Atlas, Klimadiagramm Weltatlas*).

Ce dernier permet une visualisation immédiate de la durée et de l'intensité de la saison sèche, à condition que les échelles prises en ordonnées sont telles qu'à 1 °C corresponde 2 mm (Charre, 1997 ; Richard, 1997 ; Guyot, 1999). Ce diagramme ombrothermique, qui montre la marche mensuelle des précipitations et de la température, permet aussi d'évaluer la longueur de la saison pluvieuse (Ozenda, 1991 ; Le Houérou, 2004 ; Bouma, 2005). La surface du polygone est utilisée comme « indice d'intensité de sécheresse » (Panini & Amandier, 2005).

Ce diagramme climatique montre ainsi la durée de la période défavorable à la croissance des végétaux (figures 35) et présente une signification écologique précise (Labat, 1985). Il est en soi une information synthétique pertinente pour beaucoup d'usages (Richard, 1997).

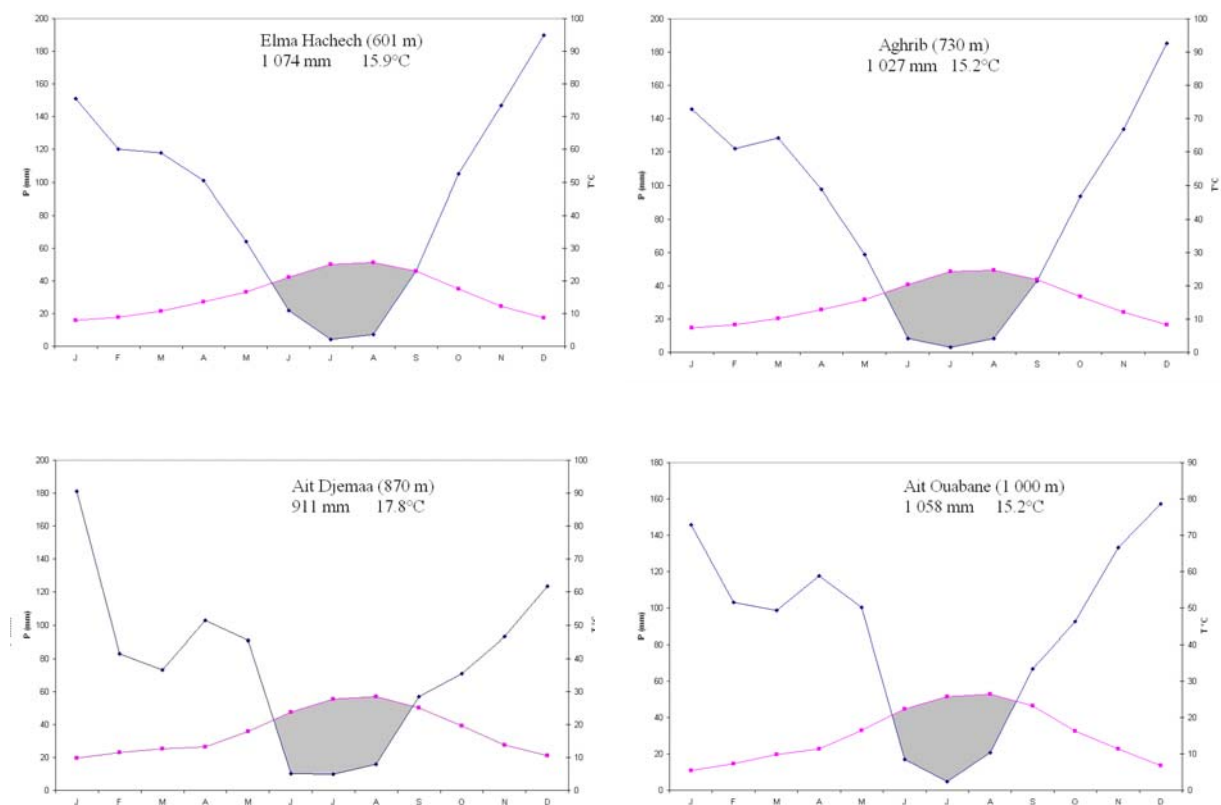
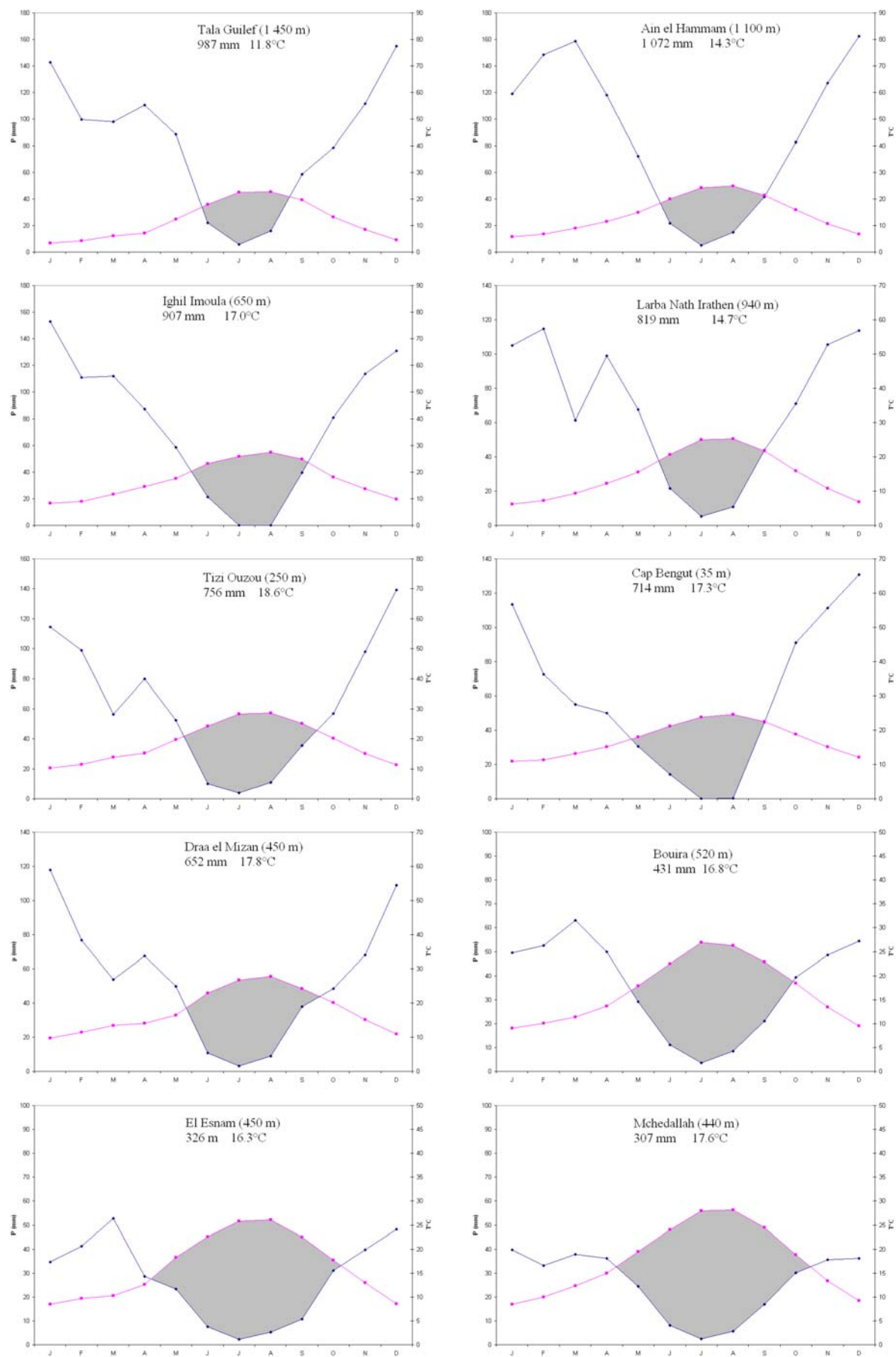


Figure 35. Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls & Gaussen des stations d'étude (suite en page suivante)



Les constatations que l'on a faites plus haut (§ 5.1), autant sur la durée (3 à 6 mois, avec X

compris entre 45 et 120) que l'intensité de la période de sécheresse (surface grise), dans les stations d'étude, grâce à l'utilisation de divers indices complémentaires, sont ainsi graphiquement et de visu validées.

5.2. La sécheresse globale du climat

Il est également très intéressant et informatif d'évaluer la sécheresse globale (sur une période moyenne annuelle), plus spécialement dans le but d'une comparaison entre plusieurs stations et d'une géospatialisation des divers bioclimats correspondants.

5.2.1. Indice d'aridité annuel de De Martonne

En fonction des classes de valeurs que prend cet indice ombrothermique (cf. § 5.1.2), une classification bioclimatique globale des stations pluviométriques étudiées a été établie. Pour les stations uniquement pluviométriques, l'équation de régression de T sur l'altitude (cf. § 4.3.2) permet l'estimation de la température moyenne annuelle pour chacune d'elles et donc le calcul de leur indice d'aridité annuel (tableau 37).

Tableau 37. Valeurs de l'indice d'aridité annuel de De Martonne pour les stations pluviométriques et pluviométriques de la zone d'étude

Stations	Alt. (m)	P (mm)	T°C	I _{DM}	Bioclimats
Stations pluviométriques et thermiques					
Tikjda	1 450	1 102*	11,7	50,8	Humide
Tala Guilef	1 450	987	11,8	45,3	Humide
Tala Rana	1 280	961,2*	13,4	41,1	Humide
Aghrib	730	1 027,3	15,2	40,8	Humide
Ain el Hammam	1 100	1 072,2	14,3	44,3	Humide
Ait Ouabane	1 000	1 057,9	15,2	42	Humide
Elma Hachech	601	1 074	15,9	41,6	Humide
Ait Djemaa	870	910,7	17,8	32,8	Humide
Ighil Imoula	688	907	17,0	33,5	Humide
Larba Nath Irathen	942	819,2	14,7	33,2	Humide
Tizi Ouzou	220	756,1	18,6	26,4	Subhumide
Cap Bengut	36	714	17,3	26,2	Subhumide
Draa el Mizan	450	651,9	17,8	23,5	Subhumide
El Kseur	85	646,3*	18,6	22,6	Subhumide
Cap Sigli	35	626,6*	18,4	22	Subhumide
Bouira	520	430,8	16,8	16,1	Semi-aride
El Esnam	440	326	16,3	12,4	Semi-aride
Mchedallah	465	306,6	17,6	11,1	Semi-aride
Stations pluviométriques					
Tegma	1 000	1 173,6	14,7	48	Humide
Yakouren	820	1 109,5	15,5	44	Humide

Ait Aicha	1 000	958,2	14,7	39	Humide
Assameur	1 100	857,7	14,3	35	Humide
Tighzart Boubhir	215	928,2	18,1	33	Humide
Naciria	153	949	18,3	34	Humide
Azazga	450	888,1	17,1	33	Humide
Beni Yenni	760	826,5	15,7	32	Humide
Bouassem	660	827,2	16,2	32	Humide
Ain Alouane	1 000	778,9	14,7	32	Humide
Ouadhia	450	790,8	17,1	29	Subhumide
Djemaa Saharidj	450	791,1	17,1	29	Subhumide
El Azaib	150	797,1	18,3	28	Subhumide
Makouda	470	732,7	17	27	Subhumide
Nezlioua	570	725	16,5	27	Subhumide
Fréha	155	717,1	18,3	25	Subhumide
Tizi Medene	350	703	17,5	26	Subhumide
Boghni	250	707	17,9	25	Subhumide
Tizi Ghenif	370	709,7	17,4	26	Subhumide
Oulad Aissa	250	679,3	17,9	24	Subhumide
Baghlia	30	676,8	18,9	24	Subhumide
Tizi Letnine	500	627,3	16,8	23	Subhumide
Akbou	280	621	17,8	22	Subhumide
Draa Ben Khedda	55	651,3	18,8	23	Subhumide
Souk n'Tlata	75	653,7	18,7	23	Subhumide
Ain Zaouia	240	597,8	17,9	21,4	Subhumide
Sidi Aich	170	600	18,3	21	Subhumide
Ighorat Haïzer	580	518,5	16,5	20	Semi-aride
Crête rouge	400	402,4	17,3	15	Semi-aride

* valeurs de P estimées avec les gradients altitudinaux

A l'échelle annuelle, on constate que cet indice varie entre un maximum de 50,8 à Tikjda et un minimum de 11,1 à Mchedallah, deux localités du versant et des piémonts méridionaux du Djurdjura, séparées par une dénivellée importante de 1 000 m, mais seulement de 15 km à vol d'oiseau. Ce qui traduit là encore la rapidité des gradients climatiques altitudinaux. Toutes les stations ont ainsi un bioclimat humide ou subhumide, à l'exception de celles de la basse vallée de l'oued Sahel, qui s'inscrivent dans le semi-aride.

- L'hyperaride et l'aride ne sont pas représentés dans la dition.
- Le semi-aride apparaît localement au piémont méridional du Djurdjura (Ighorat, Crête Rouge) et sur l'axe Bouira/El Esmam/Mchedallah, dans la vallée de l'oued Sahel.
- Le bioclimat subhumide englobe toute la basse vallée du Sébaou, le liséré littoral et la dépression de Draa el Mizan-Boghni (jusqu'à 500-600 m) ; il réapparaît dans la basse vallée de la Soummam (Akbou, Sidi Aich, El Kseur), ouverte aux influences marines.
- Le bioclimat humide est bien représenté dans tout l'orosystème kabyle (chaîne littorale, massif de Beni Ghobri-Akfadou, massif ancien kabyle, chaîne du Djurdjura,

au-dessus de 600 m en ubac et environ 1000 m en adret).

- Quant au bioclimat perhumide, il est probablement représenté sur les plus hauts sommets de l'Akfadou et du Djurdjura, en général au-delà de 1500-1600 m d'altitude (avec $I_{DM} > 55$).

5.2.2. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger

En Algérie, Stewart (1969, 1975) a montré que le quotient pluviothermique d'Emberger, après simplification, peut s'écrire :

$$Q_3 = 3.43 P / (M - m)$$

C'est cette formule, sous-utilisée à notre sens, abstraction faite des travaux de Le Houérou (1982, 1989, 1995, 2004), qui a prouvé son efficacité, que nous retiendrons ici. On peut rappeler que ce quotient a pour objectif de mettre en évidence la sécheresse globale d'une station à travers des valeurs moyennes annuelles et que le climat est d'autant plus sec que ce quotient est plus petit (Daget, 1977a & b).

L'interprétation du quotient pluviothermique, autrement dit, le classement bioclimatique d'une station donnée nécessite l'emploi du climagramme d'Emberger (Sauvage, 1963), qui permet de la placer dans l'une des 54 combinaisons bioclimatiques¹⁷ du climat méditerranéen (réellement observées ou théoriques). Ce climagramme, à échelle tantôt arithmétique tantôt logarithmique, dont le tracé des limites entre les divers étages bioclimatiques, était oblique à l'origine en raison de la compensation entre température et pluviosité (Ozenda, 1982), a été par la suite « nivelé » par les successeurs d'Emberger (Sauvage, Daget, Nahal, Stewart, Le Houérou, Quézel). Aussi, la méthode d'écologie et végétationnelle qu'elle était, s'en est affranchie en devenant purement climatologique (Daget, 1977a & b). Rappelons que ce climagramme permet de prendre en considération les 2 stress climatiques, hydrique (Q_2) et thermique (m), et qu'il a prouvé son efficacité dans l'analyse des relations climat-végétation dans le biome méditerranéen.

La prise en considération de « m » sur le climagramme permet de bien séparer des stations ayant des bioclimats différents, malgré un même quotient pluviothermique (Daget, 1977a & b), le froid ou stress thermique hivernal étant *le facteur biologique différentiel*. Les valeurs de m peuvent osciller en région méditerranéenne entre 9 °C ou plus et - 10 °C (hautes montagnes) (Quézel & Médail, 2003). Ces valeurs sont liées essentiellement au facteur altitudinal et dans une moindre mesure à la position latitudinale et à la continentalité. A la suite d'Emberger (1955, 1971), certaines subdivisions thermiques de la région méditerranéenne, selon les classes de valeurs de m , ont été retenues pour distinguer des « *variantes thermiques d'hiver* » (Sauvage, 1963 ; Daget, 1977a & b ; Nahal, 1981...).

Dans le présent travail, c'est l'échelle des valeurs de m préconisée par Le Houérou en 1995, et dans plusieurs travaux antérieurs, qui nous paraît plus proche de la réalité bioclimatique algérienne et que nous admettons pour la suite de ce travail. Nous préférons par conséquent, pour la classification bioclimatique de nos stations, utiliser le climagramme d'Emberger, tel qu'il figure dans les récents travaux de Le Houérou (1995, 2004).

Encadré 1 : A propos du choix de la valeur discriminante de $m = + 1$ °C

¹⁷ Quézel & Médail (2003) distinguent sur la base « simplement » de la pluviométrie moyenne annuelle les divers bioclimats méditerranéens. Cette vision simplificatrice ne peut être acceptable qu'en première approximation en absence d'un climagramme.

Le point de vue de Le Houérou (1995), qui s'est beaucoup occupé des aspects agronomiques et pastoraux, entre autres, par rapport aux autres phytogéographes, diffère plus particulièrement sur la notion de froid hivernal (variante thermique d'hiver) et de la valeur supérieure limitative de m , qui selon lui a « arbitrairement » été fixée à $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. C'est ainsi qu'il a montré depuis longtemps que ce seuil correspondait en réalité à $m = +1\text{ }^{\circ}\text{C}$ et non $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, se démarquant en cela de plusieurs auteurs disciples d'Emberger (Sauvage, Daget, Nahal, Quézel...). Le Houérou (1982, 1995) a opté pour cette valeur biocritique après avoir constaté, aussi bien en Tunisie que sur les monts du Hodna en Algérie, que le risque de gel s'accroît brusquement vers $m = +1\text{ }^{\circ}\text{C}$ et qu'au-dessus de cette limite, on ne rencontre plus d'espèces liées au froid (cryophiles) (Le Houérou, 1995).

D'ailleurs, ces températures sont enregistrées sous abri météo à 2 m au-dessus du sol. De ce fait, la valeur de $m = 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ correspond à des températures au sol d'environ $-2,5$ à $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, i.e. à des gelées blanches bien caractérisées (Le Houérou, 1995). Cote (1987) a également souligné que le choix des limites thermiques pose problème, puisque les températures sont notées sous abri. Cet auteur cite le cas de Constantine, où les températures sous abri indiquaient 2 coups de gel, alors que les « vraies » températures relevées au ras du sol signalaient 15 coups de gel, dont un à $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sous d'autres latitudes, dans la moyenne vallée du Rhône (France), la température minimale à 50 cm au dessus du sol est, en moyenne de $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ plus basse que celle de l'air sous abri (de Villèle *et al.*, 1993 in Guyot, 1999). En outre, selon Chadoeuf *et al.* (1988 in Panini & Amandier, 2005), le seuil $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ en abri météo correspond au niveau du sol à des valeurs voisines de $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, susceptibles de provoquer des dégâts sur 50 % des arbres. Ceci vient conforter le bon sens de Le Houérou. Pour qui sait l'importance que revêt le facteur hauteur des bourgeons de rénovation par rapport au sol, dans la classification des formes de vie (types biomorphologiques) de Raunkiaer, le choix de ce seuil thermique est plus judicieux.

Là aussi pour les nombreuses stations d'étude ne disposant pas de données thermiques (M , m), les équations de régression et les gradients thermiques altitudinaux que nous avons calculé (cf. § 4.3.2), compte tenu de leurs coefficients de corrélation élevés ($r > 0,90$), il est possible d'estimer leurs quotients pluviothermiques (tableau 38).

Tableau 38. Valeurs du quotient pluviothermique d'Emberger, bioclimats et variantes thermiques d'hiver pour les stations étudiées

Stations	Alt. (m)	P (mm)	$m\text{ }^{\circ}\text{C}$	$M-m\text{ }^{\circ}\text{C}$	Q_3	Bioclimats et variantes
Stations pluviothermiques et thermiques						
Tikjda	1 450	1 102	1,8	22,8	165,8	Perhumide frais
Tala Guilef	1 450	987	1,7	24	141,1	Humide frais
Ait Ouabane	1 000	1057,9	4	25,1	144,6	Humide tempéré
Aghrib	730	1027,3	4,5	25,3	139,3	Humide tempéré
Ain el Hammam	1 100	1072,2	2,6	28,2	130,4	Humide frais
Ait Djemaa	870	910,7	7,2	23,7	131,8	Humide chaud
Elma Hachech	601	1074	4,4	27,3	134,9	Humide tempéré
Tala Rana	1 280	961,2	3,3	25,5	129,3	Humide tempéré
Cap Bengut	36	714	7,9	19,8	123,7	Humide chaud

Ighil Imoula	688	907	5,3	28,2	110,3	Humide doux
Cap Sigli	35	626,6	9,3	20,5	104,8	Subhumide très chaud
Larba Nath Irathen	942	819,2	3,5	27	104,1	Subhumide tempéré
Tizi Ouzou	220	756,1	5,7	30,5	85	Subhumide doux
Draa el Mizan	450	651,9	6,6	27,3	81,9	Subhumide doux
El Kseur	85	646,3	5,5	29,9	74,1	Subhumide doux
Bouira	520	430,8	4	31,8	46,5	Semi-aride tempéré
El Esnam	440	326	3,1	32,2	34,7	Aride tempéré
Mchedallah	465	306,6	3,3	33,7	31,2	Aride tempéré
Stations pluviométriques						
Tegma	1 000	1173,6	3,4	29,2	137,8	Humide tempéré
Ait Aicha	1 000	958,2	3,4	27,6	119,1	Humide tempéré
Yakouren	820	1109,5	4,1	32,5	117,2	Humide tempéré
Tighzart Boubhir	215	928,2	6,6	28	113,8	Humide doux
Naciria	153	949	6,9	28,7	113,3	Humide doux
Akbou	280	621	6,3	23,7	90	Subhumide doux
Assameur	1 100	857,7	3	30,7	95,8	Subhumide frais
Azazga	450	888,1	5,6	31,9	95,6	Subhumide doux
Baghlia	30	676,8	7,4	26,9	86,2	Subhumide chaud
Beni Yenni	760	826,5	4,4	29,9	94,7	Subhumide tempéré
Boghni	250	707	6,5	26,6	91,1	Subhumide doux
Bouassem	660	827,2	4,8	27,9	101,7	Subhumide tempéré
Ain Alouane	1 000	778,9	3,4	26,6	100,6	Subhumide tempéré
Makouda	470	732,7	5,6	24,4	102,9	Subhumide doux
Nezlioua	570	725	5,2	24	103,4	Subhumide doux
Ouadhia	450	790,8	5,6	28,7	94,7	Subhumide doux
Sidi Aich	170	600	6,8	25	82,3	Subhumide doux
Tizi Ghenif	370	709,7	6	28,3	85,9	Subhumide doux
Djema Saharidj	450	791,1	5,6	28,7	94,7	Subhumide doux
El Azaib	150	797,1	6,9	28,9	94,5	Subhumide doux
Fréha	155	717,1	6,9	23,1	106,3	Subhumide doux
Tizi Medene	350	703	6,1	30,5	79	Subhumide doux
Souk n'Tlata	75	653,7	7,2	28,6	78,4	Subhumide chaud
Draa Ben Khedda	55	651,3	7,3	29,8	74,9	Subhumide chaud
Oulad Aissa	250	679,3	6,5	31	75,1	Subhumide doux
Ain Zaouia	240	597,8	6,5	29,3	69,8	Semi-aride doux
Tizi Letnine	500	627,3	5,4	31,9	67,5	Semi-aride doux
Ighorat Haïzer	580	518,5	5,1	30,8	57,8	Semi-aride doux
Crête rouge	400	402,4	5,9	24,5	56,2	Semi-aride doux

Les valeurs obtenues pour le quotient pluviothermique sont très variables et comprises dans la fourchette 31 et 166 (pour P variant entre 307 et 1 174 mm). Les plus fortes valeurs (110 à 145) correspondent aux stations les plus arrosées, recevant plus de 900 mm/an (jusqu'à 1 200 mm) et se situant en altitude, en général entre 600 et 1 450 m. Singulièrement, c'est à Tikjda, classée dans le perhumide, que l'on a enregistré la valeur de 166 « exceptionnelle », ne serait-ce qu'en comparaison avec celle de Tala Guilef (soit 141), classée dans l'humide (figure 36). Mais, là aussi il faut invoquer la fiabilité des données thermiques acquises sur une très courte période (5 ans).

La station du Cap Bengut, avec une amplitude de moins de 20 °C, grâce à l'effet adoucissant de la mer, figure parmi les stations les plus humides (714 mm). Idem pour la localité de Naciria, qui malgré sa faible altitude (153 m), reçoit une hauteur de pluie annuelle très importante (949 mm), comme l'a montré l'angle de Gams.

Les valeurs moyennes du quotient (70 à 110) correspondent à un grand nombre de stations, situées depuis le niveau de la mer jusqu'à 950 m, voire 1 000-1 100 m d'altitude sur le revers méridional du Djurdjura, avec 600-900 mm/an de pluie, qui sont rangées en bioclimat subhumide. Des stations comme Tizi Ouzou et Draa el Mizan, et même Larba Nath Irathen, pourtant sise à 942 m, mais avec un module pluviométrique à l'évidence déficitaire (819 mm/an), sont nettement subhumides.

Evidemment, les records de xéricité sont enregistrés par les stations de la vallée de l'oued Sahel ($Q < 50$), avec Bouira classée en bioclimat semi-aride, et El Esnam et Mchedallah, nettement plus sèches ($Q_3 = 31-35$), en bioclimat aride, subséquent à leurs moindres pluviométries et à leurs très fortes amplitudes thermiques.

On peut constater de la sorte que sur la façade septentrionale de la région étudiée, le bioclimat subhumide est largement dominant, depuis le niveau de la mer jusque vers 500-600 m d'altitude (littoral, piémonts du massif ancien kabyle, vallées et dépressions). Au-delà de cette altitude, tout l'orossystème kabyle exposé directement aux vents pluvieux (chaîne littorale, massif de Yakouren-Akfadou, massif ancien kabyle et chaîne du Djurdjura, sur ses versants aussi bien nord que sud), appartient au bioclimat humide jusque vers 1 500 m. Quant aux sommets les plus élevés, ils s'inscrivent dans le perhumide¹⁸. Sur la façade méridionale du Djurdjura, au-delà de 1 200 m, c'est le domaine du bioclimat humide, vers 1 000-1 100 m, c'est le subhumide qui domine, et enfin, entre 400 et 600 m (piémonts méridionaux et basse vallée interne), apparaît le semi-aride, voire l'aride supérieur localement, en ombre pluviale.

Si l'Est algérien est un territoire très contrasté, qui fait passer rapidement de l'humide au peraride (érémique) en 220 km à vol d'oiseau (Cote, 1987), le district de la Kabylie djurdjuréenne l'est encore davantage, puisqu'on passe du subhumide (littoral et piémonts nord) au perhumide des sommets de l'Akfadou et du Djurdjura, au semi-aride supérieur d'El Esnam, en seulement 60 km à vol d'oiseau ! Voilà encore une preuve de l'intérêt d'aborder l'aspect bioclimatique dans un territoire phytochorologique comme le nôtre.

¹⁸ L'étage bioclimatique dit « perhumide » correspond à un Q_2 supérieur à 150 (Daget, 1977b ; Quézel, 1985 ; Boucher, 1986). Pour Rivas-Martinez (1987), cet ombroclimat apparaît lorsque $P > 1 600$ mm/an, pour Géhu & al. (1984), avec $P > 1 300$ mm et selon Quézel (1985), quand $P > 1 200$ mm. Plus récemment, Quézel & Médail (2003) indiquent que ce bioclimat existerait à partir de 1 000 mm seulement ! Est-ce un corollaire à la phase d'assèchement que nous traversons depuis trois décennies ? Ces auteurs ne s'en expliquent guère.

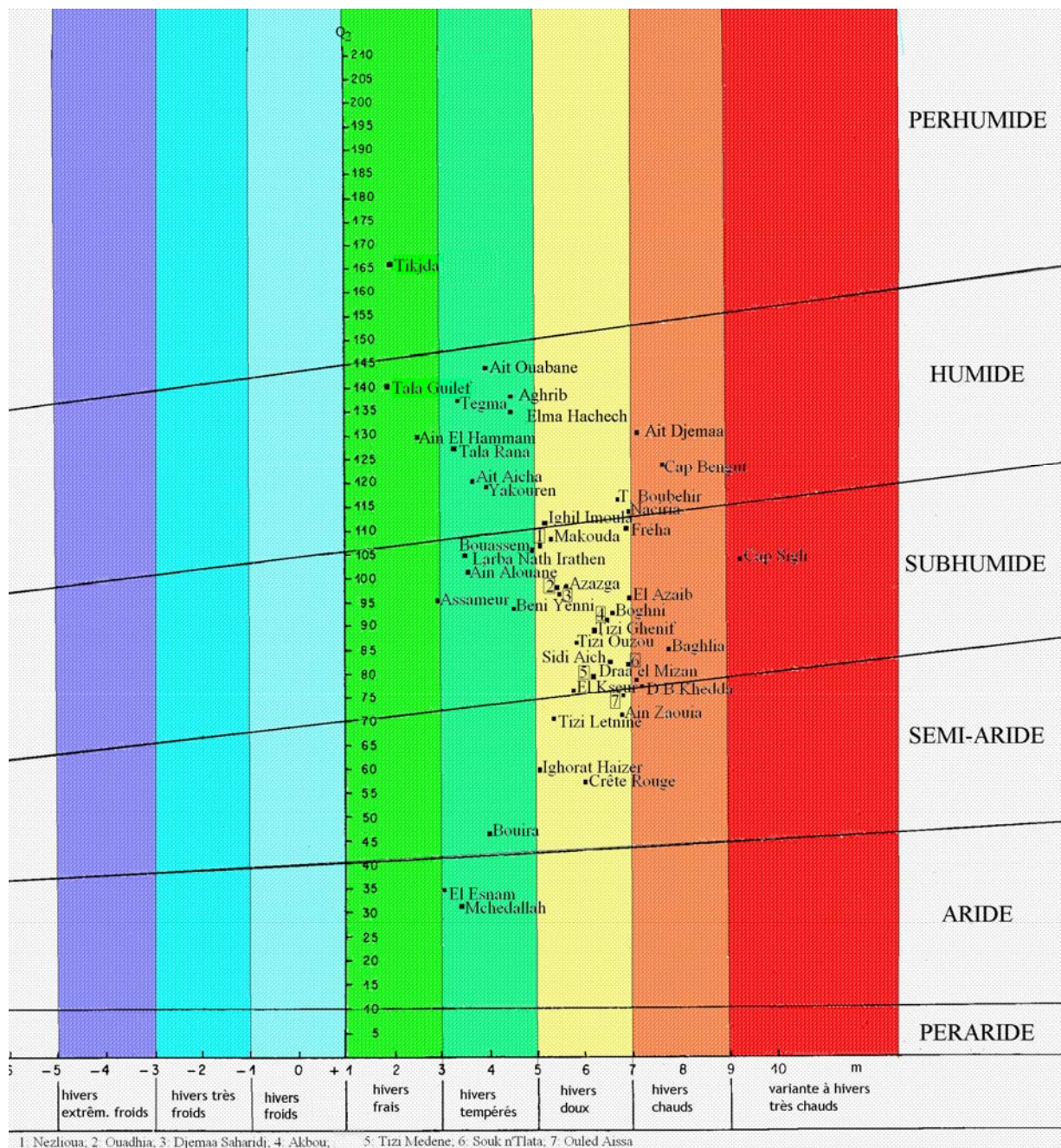


Figure 36. Projection des stations d'étude sur le climagramme d'Emberger (version Le Houérou 1995)

S'agissant du froid hivernal, la moyenne des minima du mois le plus froid (m) atteint 7-8 et même 9,3 °C au Cap Sigli sur le littoral, et s'abaisse à 1,7-1,8 °C à Tala Guilef et Tikjda, localités les plus alticoles (1 450 m). Ainsi, il n'y a point de valeur négative.

On s'aperçoit que la grande majorité des localités (vallée de l'oued Sébaou, zone collinéenne sublittorale de basse altitude, dépressions et cuvettes intérieures, vallée de l'oued Soummam proche du littoral), situées entre 100-600 m, est caractérisée par la douceur hivernale (*variante douce*, m compris entre 5 et 7 °C). Quelques stations du bas Sébaou (Baghlia, Draa Ben Khedda, Souk n'Tlata, Cap Bengut) jouissent d'un *hiver chaud* (m compris entre 7 et 9 °C), voire *très chaud*, comme au Cap Sigli. Ce qui n'est point étonnant car l'apparition d'une pineraie à *Pinus halepensis* dans ce secteur (Assif n'Taïda),

alors que celle-ci est absente partout ailleurs sur le littoral du territoire étudié, est hautement révélatrice. Cependant, le déterminisme y est aussi édaphique (calcaire et marnes, cf. Gélard, 1979).

C'est sur les zones montagneuses de la chaîne littorale, de l'Akfadou, du massif ancien, entre 600-1 000 m, et même plus bas dans la vallée de l'oued Sahel (400-500 m), que règne la *variante d'hiver tempérée* (m compris entre 3 et 5 °C). Au Djurdjura et dans l'Akfadou, au-delà de 1 000 m environ en ubac et 1 100 m en adret, c'est le domaine de la *variante fraîche* (m = 1 à 3 °C). Le massif de l'Akfadou, qui culmine à 1 646 m, s'inscrit presque entièrement dans la variante fraîche (m = 0,8 °C) (Meddour, 1993). Cote (1987), dans son étude bioclimatique de l'Est algérien, constate que la variante froide (*sensu* Emberger, 1943-1971) n'apparaît sur l'Atlas tellien que sur les sommets les plus élevés du Djurdjura.

Ce n'est qu'à partir d'environ 1 600 m d'altitude, que la *variante froide* (*sensu* Le Houérou) ferait son apparition, ce qui correspond sur le plan phytocénotique à la prédominance dans le paysage végétal des pelouses écorchées, si typiques, dominées par les placages de *Juniperus hemisphaerica* (en ubac) et à *Erinacea anthyllis* (en adret).

On peut indiquer que le coefficient de corrélation linéaire entre l' I_{DM} et Q_3 est de $r = 0,95$. Ce qui laisse apparaître que le classement bioclimatique des stations peut être envisagé avec un quotient ombrothermique, prenant en considération tout aussi bien la température moyenne annuelle (T) que l'amplitude thermique annuelle extrême ($M - m$), pourtant sensée représenter peu ou prou le phénomène d'évaporation (Emberger, 1955 ; Le Houérou, 2004).

En outre, la concordance dans la classification bioclimatique entre ces deux systèmes est satisfaisante ; ce n'est que pour une dizaine des 47 stations retenues que la dénomination du bioclimat diverge, le quotient d'Emberger s'avérant un peu plus sévère (subhumide au lieu d'humide, semi-aride au lieu de subhumide et aride au lieu de semi-aride certains cas).

Encadré 2 : *Sécheresse globale et/ou sécheresse estivale ?*

Selon Mitrakos (1980), le quotient d'Emberger souffre de ne pas prendre en considération la saisonnalité des précipitations, si caractéristique du climat méditerranéen. On peut se demander à juste titre, comme le fait cet auteur (1980, 1982), s'il y a une bonne concordance entre sécheresse globale et sécheresse estivale ? Autrement dit, est-ce que le quotient pluviométrique intègre bien la « saisonnalité de la sécheresse » ? En effet, deux localités ayant les mêmes P et Q peuvent avoir une végétation différente compte tenu de la valeur de S. En tout cas sur le plan épistémologique, la question mérite d'être posée.

En fait, dans le cas qui nous intéresse, le coefficient de corrélation linéaire entre Q et S est relativement plus faible ($r = 0,67$; $n = 14$), que le coefficient de corrélation entre Q et IS qui est très élevé ($r = - 0,90$; $n = 14$). Il s'avère donc plus pertinent étant donné qu'il tient compte dans sa formulation de l'ensemble des mois secs. Et pour répondre à la question posée, il s'avère que le quotient pluviométrique assimile bien cette saisonnalité de la sécheresse, qui peut s'exprimer bien au-delà des mois estivaux.

Par conséquent, nous proposons en accord avec Boucher (1986, 1989), d'« abandonner » l'indice de sécheresse estivale, qui demeure incontournable mais comme critère de méditerranéité, au profit de l'indice d'intensité de la sécheresse (IS), pour la comparaison de plusieurs stations sous climat méditerranéen. Par mesure de prudence, disons que ce point de vue se défend au moins dans le territoire phytogéographique qui nous préoccupe et, éventuellement, dans d'autres qui lui sont mésologiquement comparables, notamment ceux du secteur kabylo-annabi.

5.3. Un nouveau paradigme dans la classification bioclimatique : les conceptions systématisées de Rivas-Martinez

Dans sa « *Nueva Clasificación Bioclimática de la Tierra* » ou « Worldwide Bioclimatic Classification System », disponible en ligne (<http://www.globalbioclimatics.org/>), Rivas-Martinez (2004) développe une pléthore de concepts de classification bioclimatique, nouveaux ou revisités, en s'inspirant de ses prédécesseurs, notamment Köppen, Troll, Thornthwaite, Gaussen et Walter. Cet auteur a utilisé ses conceptions bioclimatiques aussi bien en Espagne (1987 ; 1999a en collaboration avec Loidi), en Europe (1996), qu'au niveau mondial (1995). Cette classification, vite adoptée par les auteurs italiens en particulier (Biondi & Baldoni, 1994 ; Blasi, 1996 ; Brullo & al., 1996 ; Venanzoni & al., 1998, entre autres), est utilisée plus tard par Del Arco & al. (2006, 2009) aux îles Canaries et Capelo & al. (2007) au Portugal, notamment.

Quant à nous, nous tiendrons compte des indices bioclimatiques relatifs au macroclimat méditerranéen, qui permettent d'évaluer, d'une part, les ombrotypes (ou étages bioclimatiques) et, d'autre part, les thermotypes (ou étages de végétation), en les appliquant aux stations de la région d'étude.

5.3.1. Les ombrotypes

Dans cette classification, davantage que la valeur des hauteurs moyennes annuelles de la pluviosité, comme il l'avait préconisé auparavant (1985, 1987, 1988), Rivas-Martinez (1996) utilise comme expression de l'ombroclimat : l'indice ombrothermique annuel (Io).

5.3.1.1. Indice ombrothermique annuel (Io)

C'est le rapport entre la somme des précipitations moyennes (en mm), des mois dont la température moyenne est supérieure à 0 °C (Pp) et la somme des températures moyennes mensuelles supérieures à 0 °C (Tp).

$$Io = Pp / Tp$$

Parmi les 5 macrobioclimats que cet auteur reconnaît sur la surface du globe, le macrobioclimat méditerranéen compte neuf ombrotypes, alias « bioclimats ou étages bioclimatiques », selon certaines classes de valeurs de l'Io (tableau 39). Rivas-Martinez (1996, 2005) introduit un bioclimat « sec », situé entre le subhumide et le semi-aride, qui correspond à peu de chose près au semi-aride supérieur *sensu* Le Houérou (1995, 2004).

Tableau 39. Les ombrotypes selon les valeurs de l'indice ombrothermique (Rivas-Martinez, 1996, 2005)

Ombrotypes	Valeurs de Io (1996)	Valeurs de Io (2005)
Hyperaride	0.1-0.5	0.2-0.4
Aride	0.5-0.9	0.4-1.0
Semi-aride	0.9-2.0	1.0-2.0
Sec	2.0-3.0	2.0-3.6
Subhumide	3.0-5.5	3.6-6.0
Humide	5.5-11	6.0-12
Hyperhumide	11-22	12-24

Le calcul de l'indice ombrothermique annuel pour les stations pluviothermiques d'étude permet, en fonction des valeurs obtenues, de définir leurs ombrotypes (tableau 40). Nous avons tenu compte des seuils proposés par Rivas-Martinez en 1996, qui se sont avérés plus adéquats dans notre cas. Il faut souligner également, qu'en absence de température moyenne mensuelle inférieure à 0 °C, le module pluviométrique annuel (P) correspond pour toutes nos stations d'études à P_p^{19} . Pour les stations pluviométriques, nous avons déjà estimé la valeur de T, à l'occasion du calcul de l'indice d'aridité de De Martonne, ceci nous autorise à faire une première approximation de leurs I_o et ombrotypes, faute de mieux, à condition d'asseoir la validité des résultats ainsi obtenus en les confrontant aux données de végétation sur le terrain.

Tableau 40. Valeurs de l'indice ombrothermique annuel et ombrotypes des stations d'étude

Stations	Alt. (m)	$P_p = P$	$T_p = 12T$	I_o	Ombrotypes
Stations pluviothermiques et thermiques					
Tikjda	1 450	1 102,0	140,4	7,8	Humide
Tala Guilef	1 450	987	141,6	7,0	Humide
Ain el Hammam	1 100	1 072,2	171,6	6,2	Humide
Tala Rana	1 280	961,2	160,8	6,0	Humide
Ait Ouabane	1 000	1 057,9	182,4	5,8	Humide
Aghrib	730	1 027,3	182,4	5,6	Humide
Elma Hachech	601	1 074	190,8	5,6	Humide
Larba Nath Irathen	942	819,2	176,4	4,6	Subhumide
Ighil Imoula	688	907	204,3	4,4	Subhumide
Ait Djemaa	870	910,7	213,6	4,3	Subhumide
Cap Bengut	36	714	207,6	3,4	Subhumide
Tizi Ouzou	220	756,1	223,2	3,4	Subhumide
Draa el Mizan	450	651,9	213,6	3,1	Subhumide
El Kseur	85	646,3	223,2	2,9	Sec
Cap Sigli	35	626,6	220,8	2,8	Sec
Bouira	520	430,8	201,6	2,1	Sec
El Esnam	440	326	195,6	1,7	Semi-aride
Mchedallah	465	306,6	211,2	1,5	Semi-aride
Stations pluviométriques					
Tegma	1 000	1 173,6	176,4	6,7	Humide
Yakouren	820	1 109,5	186	6,0	Humide
Ait Aicha	1 000	958,2	176,4	5,4	Subhumide
Assameur	1 100	857,7	171,6	5,0	Subhumide
Ain Alouane	1 000	778,9	176,4	4,4	Subhumide
Beni Yenni	760	826,5	188,4	4,4	Subhumide

¹⁹ Ce qui est également le cas de 111 stations pluviothermiques de toute l'Algérie (cf. Seltzer, 1946), qui présentent des températures moyennes mensuelles en janvier, certes faibles mais toujours positives de l'ordre de 3-4 °C, même pour les plus alticoles et les plus continentales (par ex. Bou Thaleb, 2,85 °C à 1 250 m ; Ain el Guettia, 3,6 °C à 1 350 m). Au total, T_p correspondrait ainsi à $12T$ et $I_o = P/12 T$.

Azazga	450	888,1	205,2	4,3	Subhumide
Naciria	153	949,0	219,6	4,3	Subhumide
Tighzart Boubhir	215	928,2	217,2	4,3	Subhumide
Bouassem	660	827,2	194,4	4,3	Subhumide
Djemaa Saharidj	450	791,1	205,2	3,9	Subhumide
Ouadhia	450	790,8	205,2	3,9	Subhumide
Nezlioua	570	725,0	198	3,7	Subhumide
El Azaib	150	797,1	219,6	3,6	Subhumide
Makouda	470	732,7	204	3,6	Subhumide
Tizi Ghenif	370	709,7	208,8	3,4	Subhumide
Tizi Medene	350	703,0	210	3,3	Subhumide
Boghni	250	707,0	214,8	3,3	Subhumide
Fréha	155	717,1	219,6	3,3	Subhumide
Oulad Aissa	250	679,3	214,8	3,2	Subhumide
Tizi Letnine	500	627,3	201,6	3,1	Subhumide
Baghlia	30	676,8	226,8	3,0	Subhumide
Souk n'Tlata	75	653,7	224,4	2,9	Sec
Akbou	280	621,0	213,6	2,9	Sec
Draa Ben Khedda	55	651,3	225,6	2,9	Sec
Ain Zaouïa	240	597,8	214,8	2,8	Sec
Sidi Aich	170	600,0	219,6	2,7	Sec
Ighorat Haïzer	580	518,5	198	2,6	Sec
Crête rouge	400	402,4	207,6	1,9	Semi-aride

Une pareille classification bioclimatique de nos stations est tout à fait satisfaisante et coïncide presque parfaitement avec celle de De Martonne, dont l'auteur s'est beaucoup inspiré, preuve en est le coefficient de corrélation linéaire entre I_{DM} et I_o qui est de 99 % ! En effet, par exemple, les stations de Mchedallah et d'El Esmam sont classées dans le semi-aride, tout comme avec l'indice de De Martonne, alors qu'elles ressortent de l'aride dans le climagramme d'Emberger. Mais, l'ambivalence de l'ombrotype « sec » apparaît nettement puisqu'il classe ainsi, d'une part, deux stations semi-arides (Bouira et Ighorat Haïzer), et d'autre part, pas moins de 6 stations subhumides pour De Martonne et Emberger, dont le module pluviométrique annuel est compris entre 600 et 650 mm (Akbou, El Kseur, Sidi Aich, Cap Sigli, Draa Ben Khedda et Souk n'Tlata).

Par ailleurs, le coefficient de corrélation linéaire de l' I_o avec le module pluviométrique moyen annuel est également élevé (95 %). Avec le quotient pluviothermique d'Emberger, celui-ci est de 91 %. Le déterminisme pluviométrique dans ces deux systèmes ne fait donc aucun doute, il s'agit bien de classification ombrique autrement dit d'ombrotypes.

5.3.1.2. Indice ombrothermique estival (I_{os})

Il s'agit de l'indice ombrothermique du trimestre le plus sec de l'année (juin, juillet et août) (Rivas-Martinez, 1991, 1996) :

$$I_{os} = P_{ps_3} / T_{ps_3}$$

C'est le rapport entre la somme des précipitations moyennes (en mm), des 3 mois d'été (Pps₃), et la somme des températures moyennes mensuelles de ces mêmes mois (Tps₃). Si la valeur de cet indice ombrothermique estival est supérieure à 2, le territoire considéré n'est pas méditerranéen (Rivas-Martinez, 1996). C'est donc un critère de *méditerranéité*.

Dans le cas qui nous intéresse, il varie entre 0.20 et 0.69 selon les stations. Les résultats obtenus montrent qu'il n'est pas plus pertinent que l'indice de sécheresse estivale d'Emberger-Giacobbe et n'offre pour nous que peu d'intérêt. D'ailleurs, son auteur, l'a bien écrit il est surtout utile pour discriminer les territoires en limite méditerranéen/tempéré.

5.3.2. Les thermotypes

La limite entre les divers thermotypes est basée sur les valeurs de l'indice de thermicité (It) ou de l'indice de thermicité compensé (Itc). Dans cet indice, Rivas-Martinez (1987) prend en considération, en plus de T et m, traditionnellement utilisés par les bioclimatologues, M', qui traduit la douceur relative hivernale, notion dont l'importance avait déjà été soulignée par Le Houérou & al. (1975), Stewart (1975) et Daget (1977a & b), entre autres.

5.3.2.1. Indice de thermicité (It) et indice de thermicité compensé (Itc)

L'indice de thermicité est défini comme la somme en °C des températures T (température moyenne annuelle), m (température moyenne des minima du mois le plus froid) et M' (température moyenne des maxima du mois le plus froid) (Rivas-Martinez, 2005). C'est un indice qui pondère l'intensité du froid, facteur limitant pour beaucoup de plantes et de communautés végétales (Rivas-Martinez, 2005).

$$It = (T + M' + m) \cdot 10$$

Si l'indice de continentalité Ic est compris entre 8 et 18 °C, la valeur de l'Itc est égale à celle de l'It. Par contre, dans les zones à climat continental accusé, i.e. lorsque l'indice de continentalité Ic ou [T max – T min] atteint des valeurs supérieures à 18 °C, dans ce cas, on utilise l'indice de thermicité compensé Itc (Rivas-Martinez, 2005).

$$Itc = It + [(Ic \times 10) - 180]$$

En fonction des classes de valeurs de l'indice de thermicité (It ou Itc), Rivas-Martinez (1985-2005) propose une correspondance avec 7 thermotypes, alias les « étages de végétation²⁰ », et distingue pour chacun d'eux deux subdivisions (horizons ou niveaux), inférieure et supérieure (tableau 41). Quoique, les valeurs de It/Itc soient constamment remaniées depuis 1981 au fil des publications par l'auteur.

Lorsque l'indice de continentalité ($Ic \geq 21$), on utilise alors la somme des températures moyennes mensuelles positives (Tp), multipliée par 10, pour évaluer le thermotype.

²⁰ Dans une vision très simplificatrice, Quézel & Médail (2003) définissent les « étages altitudinaux de végétation » sur la base de la seule valeur de m, là où Rivas-Martinez utilise un indice de thermicité élaboré, et reviennent même sur une *signification altitudinale* des étages de végétation, en particulier au Maghreb !

Tableau 41. Les thermotypes selon les valeurs de l'indice de thermicité (It), de l'indice de thermicité compensé (Itc) et des températures positives (10Tp) (Rivas-Martinez, 2005)

Thermotypes	It ou Itc	10Tp
Inframéditerranéen	450-580	> 2400
Thermoméditerranéen inférieur	400-450	2250-2400
Thermoméditerranéen supérieur	350-400	2100-2250
Mésoméditerranéen inférieur	285-350	1800-2100
Mésoméditerranéen supérieur	220-285	1500-1800
Supraméditerranéen inférieur	150-220	1200-1500
Supraméditerranéen supérieur	80-150	900-1200
Oroméditerranéen inférieur	-	675-900
Oroméditerranéen supérieur	-	450-675

Rivas-Martinez (1996-2005) indique que la corrélation entre les valeurs de cet indice de thermicité et les variations altitudinales de la végétation est très satisfaisante. Bien que l'auteur admet une marge d'erreur n'excédant pas 10, soit 1 °C (Rivas-Martinez, 1991).

Dans la Kabylie djurdjuréenne, Ic varie entre 13.5 et 20.9 °C, ce qui nous conduit à employer les deux types d'indice pour l'évaluation des thermotypes (ou bien étages de végétation) des stations d'étude (tableau 42).

Tableau 42. Détermination de l'indice de thermicité (It), de l'indice de thermicité compensé (Itc) et des thermotypes des stations de la zone d'étude

Stations	Alt. (m)	T°C	m°C	M°C	Ic	It, Itc	Thermotypes
Tala Guilef	1 450	11,8	1,7	5,1	19,2	198	Supraméditerranéen inférieur
Tikjda	1 450	11,7	1,8	3,9	19,7	191	Supraméditerranéen inférieur
Tala Rana	1 280	13,4	3,3	8,2	17,8	249	Mésoméditerranéen supérieur
Ain el Hammam	1 100	14,3	2,6	9	19,2	271	Mésoméditerranéen supérieur
Larba N. Irathen	942	14,7	3,5	8,9	19,1	282	Mésoméditerranéen supérieur
Ait Aicha	1 000	14,7	3,4	8,9	18,8	278	Mésoméditerranéen supérieur
Ain Alouane	1 000	14,7	3,4	8,9	18,8	278	Mésoméditerranéen supérieur
Assameur	1 100	14,3	3	8,2	18,9	264	Mésoméditerranéen supérieur
Tegma	1 000	14,7	3,4	8,9	18,8	278	Mésoméditerranéen supérieur
Ait Ouabane	1 000	15,2	4	6,8	20,9	289	Mésoméditerranéen inférieur
Aghrib	730	15,2	4,5	10,3	17,3	300	Mésoméditerranéen inférieur
Elma Hachech	601	15,9	4,4	11,4	17,8	317	Mésoméditerranéen inférieur
El Esnam	440	16,3	3,1	12,9	17,6	323	Mésoméditerranéen inférieur
Bouira	520	16,8	4	14	17,9	348	Mésoméditerranéen inférieur
Ighil Imoula	688	17	5,3	11,3	19,1	347	Mésoméditerranéen inférieur
Yakouren	820	15,5	4,1	10,2	18,5	303	Mésoméditerranéen inférieur
Beni Yenni	760	15,7	4,4	10,6	18,5	312	Mésoméditerranéen inférieur

Bouassem	660	16,2	4,8	11,3	18,3	327	Mésoméditerranéen inférieur
Ighorat Haïzer	580	16,5	5,1	11,9	18,3	337	Mésoméditerranéen inférieur
Nezlioua	570	16,5	5,2	12	18,2	339	Mésoméditerranéen inférieur
Tizi Letnine	500	16,8	5,4	12,4	18,2	348	Mésoméditerranéen inférieur
Ain Zaouïa	240	18	6,5	14,3	17,8	388	Thermoméditerranéen supérieur
Akbou	280	17,8	6,3	14	17,9	381	Thermoméditerranéen supérieur
Azazga	450	17,1	5,6	12,8	18,1	356	Thermoméditerranéen supérieur
Boghni	250	17,9	6,5	14,2	17,9	386	Thermoméditerranéen supérieur
Crête rouge	400	17,3	5,9	13,2	18	364	Thermoméditerranéen supérieur
Djema Saharidj	450	17,1	5,6	12,8	18,1	356	Thermoméditerranéen supérieur
Makouda	470	17	5,6	12,7	18,1	354	Thermoméditerranéen supérieur
Ouadhia	450	17,1	5,6	12,8	18,1	356	Thermoméditerranéen supérieur
Oulad Aissa	250	17,9	6,5	14,2	17,9	386	Thermoméditerranéen supérieur
Sidi Aich	170	18,3	6,8	14,8	17,8	399	Thermoméditerranéen supérieur
Tighzart Boubhir	215	18,1	6,6	14,5	17,8	392	Thermoméditerranéen supérieur
Tizi Ghenif	370	17,4	6	13,4	18	368	Thermoméditerranéen supérieur
Tizi Medene	350	17,5	6,1	13,5	18	371	Thermoméditerranéen supérieur
Cap Bengut	36	17,3	7,9	14,1	13,6	393	Thermoméditerranéen supérieur
Mchedallah	465	17,6	3,3	13,7	19,6	362	Thermoméditerranéen supérieur
Draa el Mizan	450	17,8	6,6	13	18	374	Thermoméditerranéen supérieur
Tizi Ouzou	220	18,6	5,7	14,9	18,3	395	Thermoméditerranéen supérieur
Ait Djemaa	870	17,8	7,2	12,4	18,6	380	Thermoméditerranéen supérieur
El Kseur	85	18,6	5,5	15,2	17,5	393	Thermoméditerranéen supérieur
Cap Sigli	35	18,4	9,3	14,9	13,5	426	Thermoméditerranéen inférieur
El Azaïb	150	18,3	6,9	14,9	17,7	401	Thermoméditerranéen inférieur
Fréha	155	18,3	6,9	14,9	17,7	401	Thermoméditerranéen inférieur
Naciria	153	18,3	6,9	14,9	17,7	401	Thermoméditerranéen inférieur
Souk n'Tlata	75	18,7	7,2	15,5	17,6	414	Thermoméditerranéen inférieur
Baghlia	30	18,9	7,4	15,8	17,6	421	Thermoméditerranéen inférieur
Draa Ben Khedda	55	18,8	7,3	15,6	17,6	417	Thermoméditerranéen inférieur

On constate à la lecture de ce tableau que 5 thermotypes, allant du thermoméditerranéen inférieur au supraméditerranéen inférieur, sont représentés dans la zone d'étude, du moins du niveau de la mer jusque vers 1450 m au Djurdjura. Ceci correspond à une moyenne de 300 m d'altitude par thermotype, plus exactement par horizon de thermotype.

- Le *thermoméditerranéen inférieur* est peu étendu ; il occupe la zone planitiaire de basse altitude (moins de 150 m), notamment le liseré du littoral (Cap Sigli, El Azaïb), la plaine du bas-Sébaou (Baghlia, Draa Ben Khedda, Naciria, Souk n'Tlata) et la plaine de Fréha. Toutes ces localités s'inscrivent globalement dans la variante thermique d'hiver chaude.
- Le *thermoméditerranéen supérieur* est amplement représenté dans la zone collinéenne, entre environ 150 et 500 m d'altitude : tout d'abord, au niveau de la vallée du moyen

Sébaou (Tizi Ouzou, Makouda) et une partie du haut Sébaou (Tighzart Boubehir, Djemaa Saharidj, Azazga), ensuite, au niveau de la dépression de Draa el Mizan/Boghni/Ouadhia et des collines environnantes (Tizi Ghenif, Tizi Medene, Ain Zaouïa), et enfin, dans la vallée de l'oued Sahel (Crête Rouge, Mchedallah) et de la Soummam (Akbou, Sidi Aich, El Kseur). Toutes ces localités sont soumises en général à la variante d'hiver douce. On constate que la limite entre le thermoméditerranéen et le mésoméditerranéen correspond sensiblement à la moyenne annuelle de 17 °C ; c'est cette même valeur qui, selon Ozenda (1991), limite dans la partie orientale de l'Europe du Sud (Grèce), les stations du thermoméditerranéen.

- Le *mésoméditerranéen inférieur* est lui aussi largement présent et apparaît à partir d'environ 500 m en s'étendant jusque vers 950 m, voire ponctuellement 1 000 m (vallée encaissée intramontagneuse d'Ait Ouabane). On le rencontre sur la chaîne littorale (Elma Hachech, Aghrib), le massif ancien kabyle (Ighil Imoula, Beni Yenni), dans la région de Yakouren et, sur le piémont du versant méridional du Djurdjura (Bouira, Ighorat Haïzer). Cet ensemble montagneux appartient *grosso modo* à la variante d'hiver tempérée.
- Le *mésoméditerranéen supérieur* fait son apparition vers 900-1 000 m et s'étend jusqu'à environ 1 400 m, dans la région montagnarde, plus exactement dans le massif de l'Akfadou (Ait Aicha, Tegma), sur les contreforts septentrionaux (Ain el Hammam, Larba Nath Irathen) et au Djurdjura sur le versant méridional (Assameur, Ain Alouane, Tala Rana). On constate que la limite entre le mésoméditerranéen et le supraméditerranéen correspondrait sensiblement à la moyenne annuelle de 13 °C.
- Apparemment, le *supraméditerranéen dans son horizon inférieur* commence vers 1 400 m, sur le massif du Djurdjura, en particulier à Tala Guilef comme à Tikjda (1 450 m)²¹. Mais, l'absence de postes météo au-delà de 1 000-1 100 m sur les deux versants opposés de l'Akfadou et du Djurdjura ne nous permet pas d'être plus précis.

Il nous semble intéressant de noter que par une approche toute différente, intégrant la biogéographie et la corrélation altitude-latitude, Ozenda (1991) reconnaît également sur l'Atlas tellien les mêmes étages de végétation (thermo-, méso- et supraméditerranéens). Ceci conforte les résultats obtenus ici.

5.3.2.2. Modélisation des relations altitude et indice de thermicité

On doit à Gavilan (1991), une première tentative de modélisation de la relation qui existe entre l'altitude et l'indice de thermicité (par régression linéaire) en Péninsule Ibérique, qui a montré des valeurs du coefficient de corrélation hautement significatives (> 90 %).

En Kabylie djurdjuréenne, une telle corrélation qui existe entre le facteur altitudinal et l'indice de thermicité (I_t/I_{tc}), d'une part, et celle entre le facteur altitudinal et les températures positives (T_p), d'autre part, peut s'avérer d'un apport utile et instructif. Effectivement, celles-ci sont linéaires et de plus les coefficients de détermination affichent des valeurs très élevées de 96 et 93 % respectivement (figures 37 & 38).

²¹ Il est significatif de remarquer que c'est également au niveau du supraméditerranéen *sensu* Rivas-Martinez (l.c.) (avec $I_t = 209-70$ et $T = 8-13^\circ\text{C}$) qu'est localisée en Sicile *Pinus nigra* subsp. *calabrica* (Brullo & al. 1996), subendémique géovicariante de *Pinus nigra* subsp. *mauretanica* de Tikjda ($I_{tc} = 191$ et $T = 11,7^\circ\text{C}$).

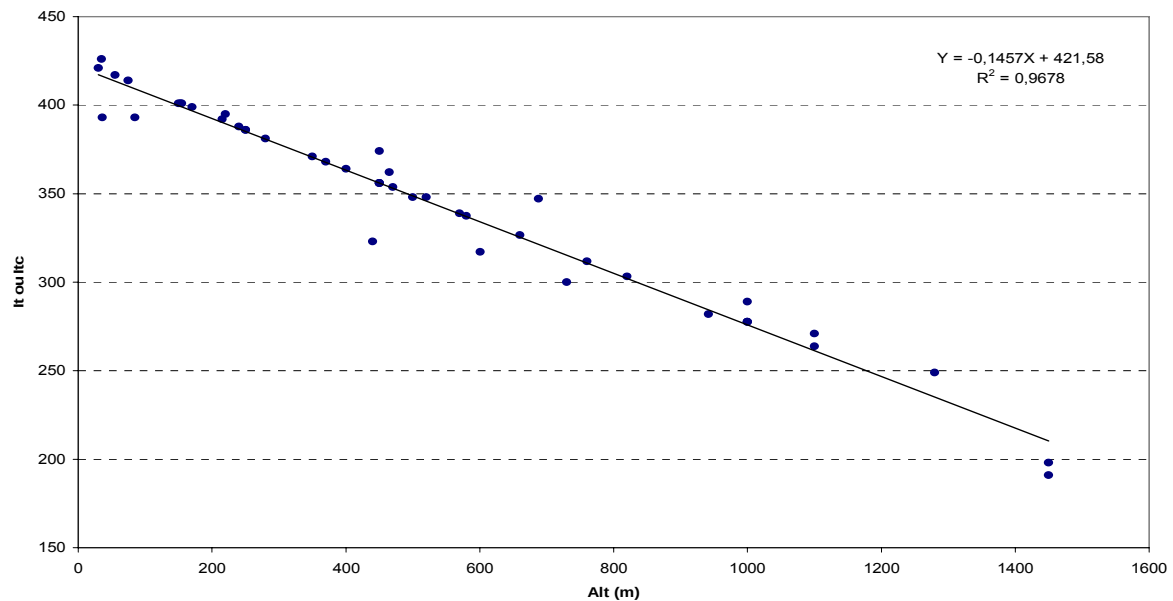


Figure 37. Droite de régression de l'indice de thermicité (It/Itc) sur l'altitude

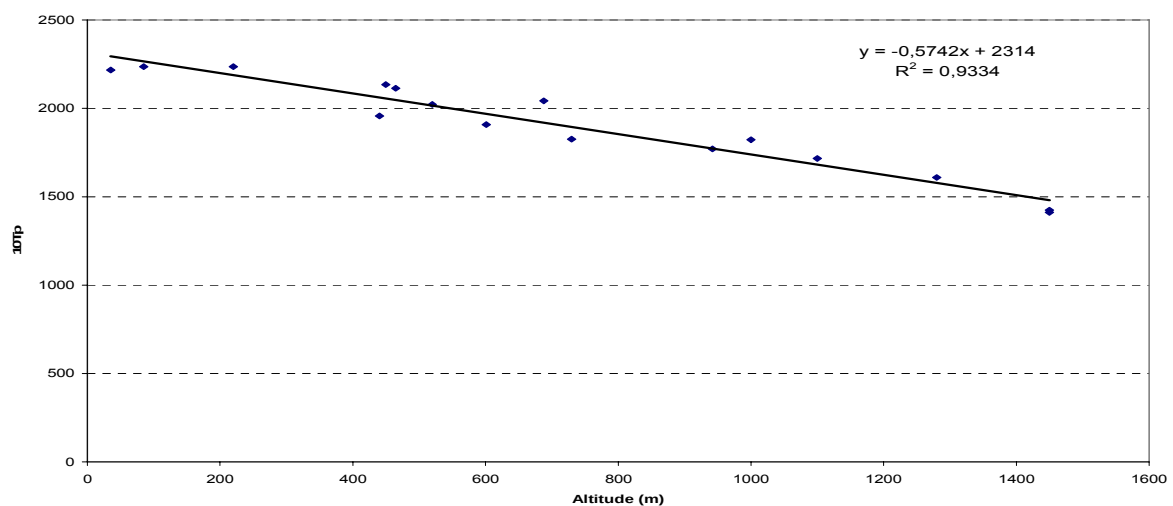


Figure 38. Droite de régression des températures positives (Tp) sur l'altitude

Compte tenu de leur valeur prédictive, les équations de régression linéaire obtenues ainsi ($It = -0,1457 Z + 421,58$ et $Tp = -0,5742 Z + 2314$), nous permettent d'estimer que le supraméditerranéen inférieur ($150 < It < 220$) doit s'étendre jusque vers 1 800 m, où il est relayé en altitude par le niveau supérieur de cet étage ($150 < It < 80$) jusque vers 2 300 m.

Enfin, le thermotype oroméditerranéen *sensu* Rivas-Martinez (1991) n'apparaîtrait guère sur les pics du Djurdjura. Il ne faut point s'en étonner, car pour cet auteur, le thermotype supraméditerranéen est en grande partie équivalent de l'étage montagnard du système orographique eurosibérien ($180 < It < 50$), alors que pour Ozenda (1975), cet étage montagnard de la zone tempérée est congénère de l'oroméditerranéen (figure 39), envisagé sur la base de critères plutôt phytocénotiques que thermiques. Ce qui nécessitait d'être précisé.

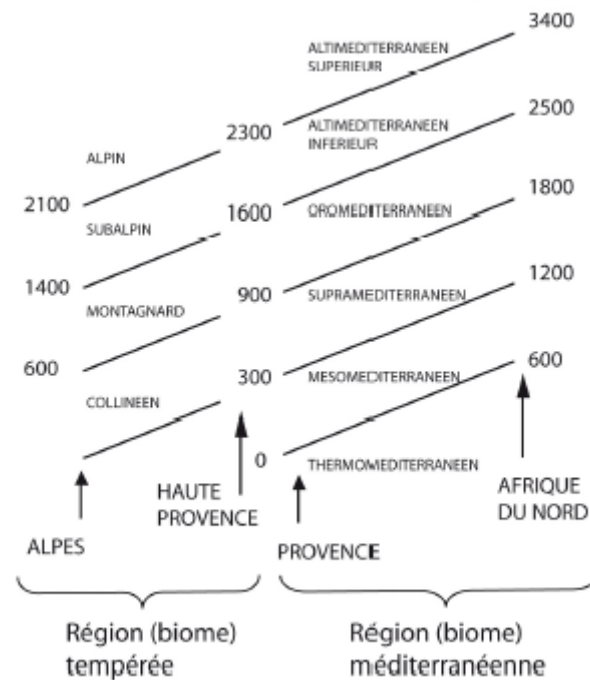


Figure 39. Equivalence et limites altitudinales des étages de végétation en région tempérée et en région méditerranéenne (Ozenda, 1975)

Encadré 3 : Mise au point sur la notion d'étage de végétation versus étage bioclimatique

« Les questions soulevées par l'agencement spatial du couvert végétal le long des versants des montagnes sont exemplaires des débats qui animent notre discipline » (Alexandre, 2003).

C'est Ozenda qui est allé le plus loin dans la systématisation des étages de végétation, dans une série successive de synthèses (1975, 1989, 1997, 2002). Cet auteur, ainsi que Quézel (1981, 1985), rappellent le caractère déterminant des paramètres climatiques pour la végétation des montagnes et soulignent que ces phénomènes sont continus (gradients dégressifs de température lorsque augmente l'altitude, augmentation des précipitations). Ces auteurs présentent un schéma général en fonction de l'altitude sous la forme d'une succession d'unités homogènes (éventuellement complexes), les *étages de végétation*.

La notion d'étage a par ailleurs été utilisée comme subdivision générale du climat en contexte méditerranéen par Emberger dès 1930, sous la dénomination « d'étage bioclimatique », et, elle est encore utilisée par de nombreux auteurs (Alexandre, 2003).

Or, sur le plan sémantique, la nécessité d'utiliser le terme de « zone ou d'ambiance bioclimatique » pour les unités définies initialement par Emberger (1955-71) et Sauvage (1963), comme des « étages bioclimatiques de végétation », pouvant se succéder tant sur le plan vertical qu'horizontal, a été soulignée par divers auteurs (Ozenda, 1975 ; Achhal *et al.*, 1980, notamment). Cote (1987) préfère, quant à lui, parler de « domaine bioclimatique » plutôt que d'étage, pour « éviter l'ambiguïté d'un terme qui évoque trop le fait altitudinal ». Pour Boucher (1986), les étages bioclimatiques ne sont pas des « étages » mais des coupures hydriques. Il les affranchit ainsi du facteur altitudinal, en les liant plutôt à un déterminisme pluviométrique. Plus près de nous, Del Arco & *al.* (2006) écrivent que les étages bioclimatiques sont définis comme « une succession de types ou groupes physiques le long d'une cliserie altitudinale ou latitudinale », alors que les étages de végétation, eux sont définis comme « des complexes de communautés végétales ou de séries de végétation dans la succession altitudinale » (Del Arco & *al.*, 2006).

Selon Ozenda (1989), la notion d'étage de végétation doit être prise dans un sens biologique, conforme aux conceptions actuelles, et non plus seulement au sens topographique ou hypsométrique, autrement dit, l'étage de végétation est « un ensemble structuré de groupements végétaux réunis par une affinité écologique ». Il précise, toutefois, dans sa définition que cet ensemble structuré phytocénotique est réuni dans une même tranche altitudinale, suivant une affinité essentiellement thermique. Il insiste subséquemment sur le fait altitudinal et un déterminisme thermique.

Une définition des étages de végétation sur la base de critères thermiques, notamment la température moyenne annuelle (T) et celle des minimales du mois le plus froid (m) est préconisée de façon formelle depuis Ozenda (1975) et Quézel (1976). Une correspondance entre étages de végétation et variantes thermiques d'hiver est souvent définie, notamment pour les montagnes périméditerranéennes. Achhal *et al.* (1980), en plus des minima hivernaux, pressentent le rôle discriminant des maxima hivernaux (M'), dans la définition et caractérisation des étages de végétation. A son tour, Michalet (1991) propose de considérer les étages de végétation de préférence comme des étages thermiques, liés notamment aux variations des maxima hivernaux (M').

C'est ainsi que Rivas-Martinez, depuis 1982, définit les étages de végétation en retenant de façon concomitante les 3 critères thermiques évoqués plus haut. Par la suite (1991-96), cet auteur affine et précise sa typologie des étages de végétation en proposant un indice de thermicité, qui somme les 3 facteurs thermiques les plus discriminants (T, m, M') et évacue la question du contenu biocénotique forcément variable. Ce qu'approuve Michalet (1991), qui note que la grande variabilité du contenu biologique des étages de végétation, induite par des facteurs ombriques et chorologiques, n'autorise pas leur définition biocénotique.

In fine, on voit bien que les auteurs insistent sur la nuance fondamentale qui existe entre les *étages de végétation* et les *étages bioclimatiques*, en expliquant que ces derniers sont un découpage climatique s'appuyant sur le facteur ombrique essentiellement, pouvant se présenter tout aussi bien sur le plan latitudinal qu'altitudinal, en accordant la même importance à ces deux paramètres dans la zonation bioclimatique. Ces auteurs privilégient le rôle de l'altitude par l'entremise du déterminisme thermique pour la zonation altitudinale de la végétation, en lui allouant même l'exclusivité du substantif d'étage.

Depuis lors, Rivas-Martinez désigne les étages de végétation par « *thermoclimats* » *versus* les zones bioclimatiques, qu'il nomme « *ombroclimats* », mettant ainsi fin à l'ambiguïté introduite par le concept d'étagement dans les deux systèmes, qui sont plus complémentaires qu'antagoniques ; ils sont même de la même essence.

5.4. Ordination des paramètres bioclimatiques et mise en évidence de leurs corrélations et d'ensembles sous-régionaux climatiques quasi-homogènes

L'identification de sous-régions (bio)climatiques correspondant à des régimes climatiques particuliers est un point essentiel dans la compréhension du climat d'une région donnée, spécialement pour expliquer la répartition de la végétation (Guiot, 1986).

L'ordination des paramètres bioclimatiques est effectuée à l'aide d'une analyse en composantes principales, qui peut être utilisée pour évaluer les tendances à travers l'espace (et le temps) et aide à expliquer les variations communes (Del Arco & *al.*, 2006).

Cette technique d'ordination est appliquée ici à une matrice de données croisant 47 stations climatiques, caractérisées par leurs coordonnées géographiques (altitude, latitude et longitude) et 5 descripteurs climatiques et bioclimatiques (Pp, Q3, I_{DM}, Io et It/Itc).

Le tableau 43 présente la matrice des coefficients de corrélation de Pearson (on en reparlera lors de la classification).

Tableau 43. Matrice de corrélation des variables bioclimatiques et géographiques

	X	Y	Alt	Pp	Q ₃	IDM	Io	It, Itc
X	1							
Y	0,14	1						
Alt	0,15	-0,43	1					
Pp	0,27	0,32	0,58	1				
Q ₃	0,25	0,32	0,56	0,92	1			
IDM	0,27	0,18	0,73	0,97	0,91	1		
Io	0,25	0,10	0,78	0,94	0,89	0,99	1	
It, Itc	-0,16	0,40	-0,96	-0,54	-0,52	-0,71	-0,78	1

En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil $\alpha = 5\%$

Les 2 premières composantes principales expliquent 85 % de la variance totale, avec 63 % pour la première composante et 22 % pour la seconde. La troisième explique 11 % (elle est liée à la longitude), puis il y a une chute rapide à moins de 2 % pour les suivantes.

Signification de l'axe 1

L'ACP révèle deux principales tendances (figure 40) : l'une ombroclimatique, puisque les paramètres (Pp, Q₃, IDM, Io) sont liés aux variations de l'altitude et sont fortement contributifs à l'axe 1 (13 à 20 % chacun), qui discrimine les divers ombrotypes (ou zones bioclimatiques) ; l'autre thermoclimatique, introduit des différences dues à l'indice de thermicité (It/Itc), également lié aux variations de l'altitude et fortement contributif à l'axe 1 (13 %), qui ordonne les stations en fonction des différents thermotypes (ou étages de végétation). Cet axe 1 traduit par conséquent les zonations altitudinales ombriques et thermiques.

Notons la forte corrélation significative ($r = -0,96$) entre le facteur altitude et l'indice de thermicité indiquant que les thermotypes sont bien un fait altitudinal, expliqué par la variation synchronique des paramètres thermiques (T, M' et m), au-delà de toute interprétation phytocénotique et végétationnelle. D'autre part, le fait d'introduire un paramètre simple, comme la pluviométrie moyenne annuelle, s'avère d'un grand intérêt, car il révèle la nature même des 3 indices bioclimatiques utilisés dans cette étude (Q₃, IDM, Io). C'est à dire qu'ils sont avant tout des indices ombroclimatiques, d'ailleurs tous fortement corrélés à (P), avec des valeurs dépassant 90 %. Il faut de même remarquer la grande similitude de l'indice d'aridité annuel de De Martonne et de l'indice ombrothermique annuel (99 %).

Signification de l'axe 2

Les paramètres les plus contributifs à cet axe sont par ordre d'importance décroissante : la latitude (51,55 %), l'altitude et l'indice de thermicité (plus de 16 % chacun), paramètres qui sont significativement corrélés entre eux. Cet axe traduit tout d'abord l'éloignement à la mer, autrement dit la continentalité thermique (comme nous avons pu l'apprécier dans une autre analyse non présentée ici), puis l'indice de thermicité et l'altitude. Il discrimine pour les divers ombrotypes (semi-aride, sec, subhumide et humide) et thermotypes (thermo-, méso- et supraméditerranéen), les stations en fonction de leur continentalité thermique essentiellement, liée aux variations latitudinales et altitudinales.

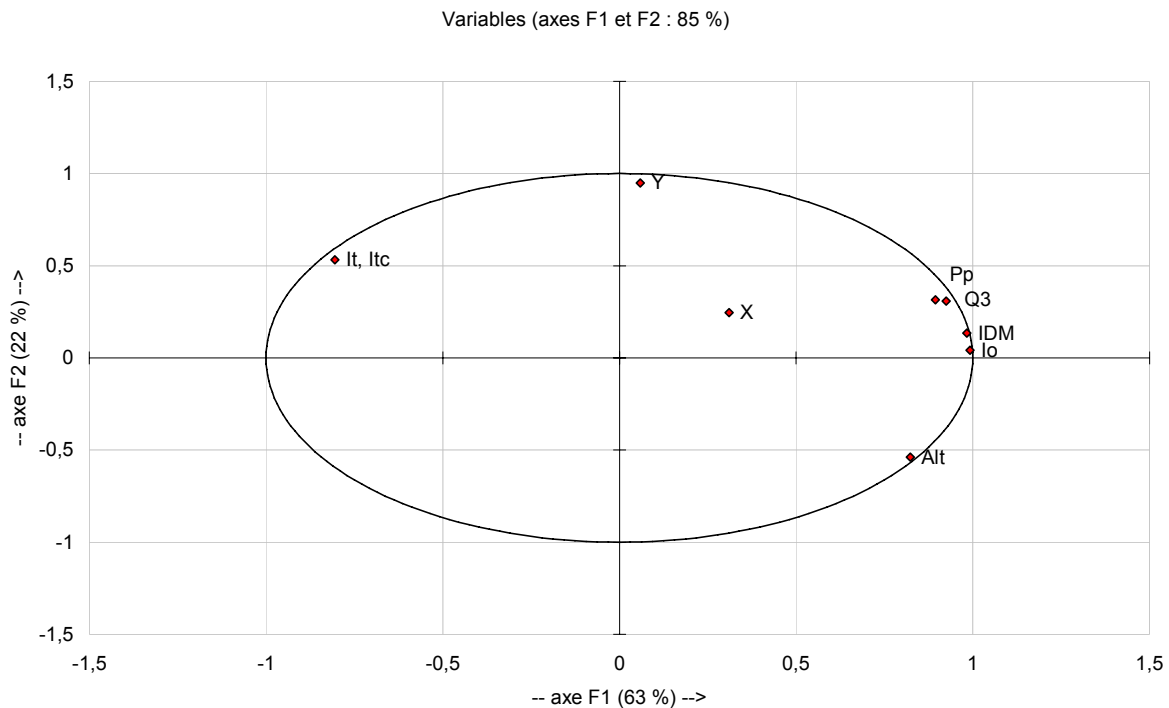


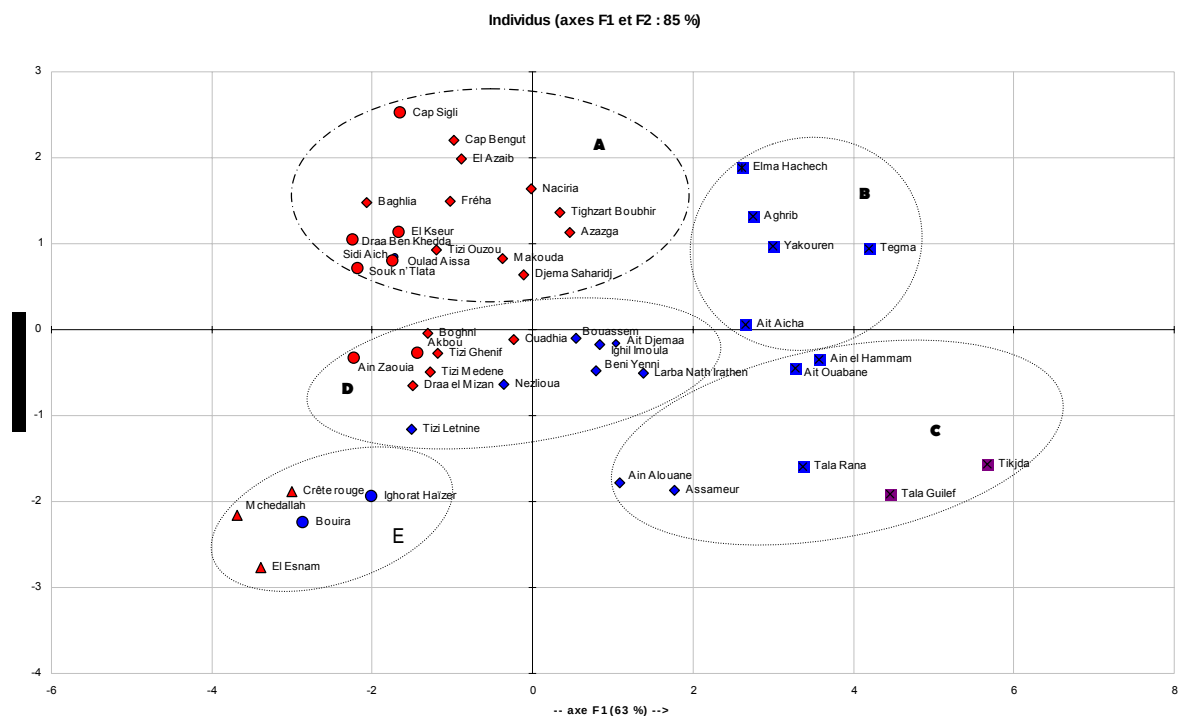
Figure 40. Plan factoriel principal F1 x F2 de l'ACP des variables ombrothermiques étudiées (cercle de corrélation)

La dispersion des points-stations (figure 41) montre une nette opposition, d'une part, entre les stations les plus humides des régions montagnardes (Djurdjura, chaîne littorale et massif de l'Akfadou), à celles de la basse vallée intérieure xérothermique de l'oued Sahel, en allant du supraméditerranéen humide au thermoméditerranéen semi-aride. D'autre part, il apparaît une opposition entre les stations de la bande côtière et des larges vallées sublittorales, et celles plus continentales de la vallée précitée et du flanc méridional du Djurdjura (jusque vers 1 000-1 100 m), en allant du thermoméditerranéen subhumide à sec au mésoméditerranéen subhumide à sec, également.

Enfin, des sous-ensembles régionaux faciles à limiter spatialement et présentant des conditions bioclimatiques homogènes ressortent de cette analyse multivariée (figure 42) :

- Le massif du Djurdjura, qui entre 1 000 et 1 450 m, appartient au mésoméditerranéen subhumide (en adret à basse altitude), puis au mésoméditerranéen humide et enfin au supraméditerranéen humide (groupe C) ;
- La chaîne littorale et son prolongement orographique naturel, le massif montagneux sublittoral de Béni Ghobri-Akfadou, qui s'inscrit de façon homogène dans le mésoméditerranéen humide, du moins jusque vers 1 000 m (groupe B) ;
- Le liseré littoral et les vallées de l'oued Sébaou (bas, moyen et haut) et de la vallée de la Soummam (Sidi Aich, El Kseur), largement ouvertes et directement soumises à l'influence des flux maritimes, qui dépendent entièrement du thermoméditerranéen subhumide à sec (groupe A) ;
- La vallée interne de l'oued Sahel, située en ombre pluviale et soustraite à l'action modératrice de la mer, relevant du thermoméditerranéen semi-aride, et le piémont sud du Djurdjura, déjà inscrit dans le mésoméditerranéen sec (groupe E) ;
- Enfin, une zone au caractère plus composite, constituée de la dépression de Draa el Mizan-Boghni et de toute la zone montagneuse sud-ouest connexe, appartenant au

thermoméditerranéen subhumide à sec ponctuellement, et du massif ancien kabyle, mésoméditerranéen subhumide, qui assure la transition écoclimatique entre cette zone et le massif du Djurdjura (groupe D).



Symboles	Thermotypes	Ombrotypes	Symboles	Thermotypes	Ombrotypes
⊠ (violet)	Supraméditerranéen	Humide	◇ (rouge)	Thermoméditerranéen	Subhumide
⊠ (bleu)	Mésoméditerranéen	Humide	⊠ (rouge)	Thermoméditerranéen	Sec
◇ (bleu)	Mésoméditerranéen	Subhumide	△ (rouge)	Thermoméditerranéen	Semi-aride
⊠ (bleu)	Mésoméditerranéen	Sec			

Figure 41. Plan factoriel principal $F_1 \times F_2$ de l'ACP des stations étudiées

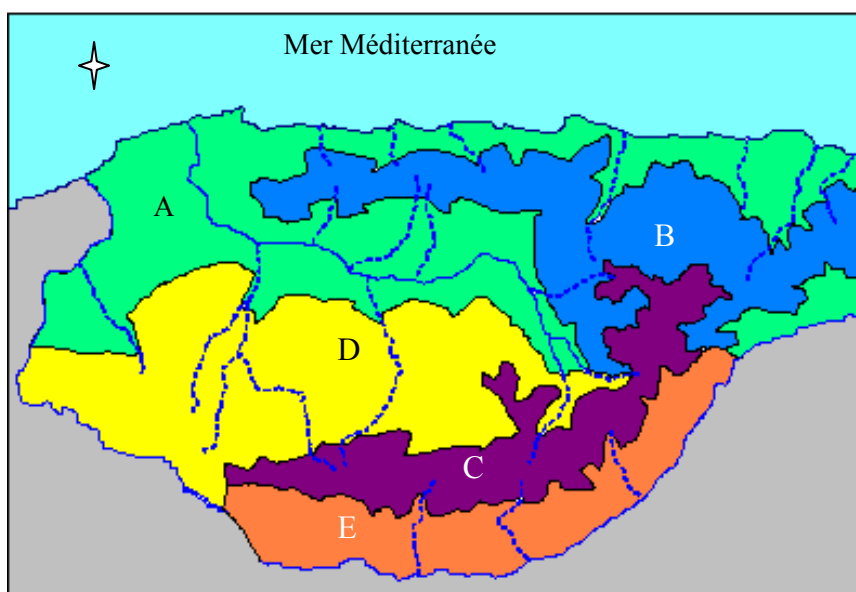


Figure 42. Carte des zones bioclimatiquement homogènes de la Kabylie djurdjuréenne

Chapitre III

NOUVELLES PROPOSITIONS POUR LES DIVISIONS PHYTOGEOGRAPHIQUES DE L'ALGERIE ET POSITION DE LA KABYLIE DJURDJUREENNE

Chapitre III. NOUVELLES PROPOSITIONS POUR LES DIVISIONS PHYTOGEOGRAPHIQUES DE L'ALGERIE ET POSITION DE LA KABYLIE DJURDJUREENNE

I. INTRODUCTION

« Dans l'Afrique du Nord, la géographie botanique a de bonne heure attiré et retenu l'attention. Il est peu de contrées en effet où la végétation montre un rapport aussi étroit avec le climat, où les associations végétales aient un caractère aussi tranché. » [Bernard, 1926]

Les territoires phytogéographiques de l'Algérie ont été décrits, à quelques nuances près, par divers botanistes (Lapie, 1909a & b, 1910 ; Maire, 1926 ; Quézel & Santa, 1962 ; Barry *et al.*, 1974). Tous ces travaux fournissent d'utiles informations, bien qu'ils comportent de nombreuses lacunes et imprécisions. Il nous a été, de ce fait, nécessaire d'apporter plusieurs correctifs à l'échelle de l'Algérie, mais nous nous bornerons ici à replacer la dition étudiée dans son cadre phytogéographique en apportant les révisions nécessaires de nos jours.

Ce chapitre est donc consacré à la définition de territoires phytochorologiques homogènes, jusqu'au niveau du district, à l'échelle de l'Algérie du Nord et à la détermination de la place de la Kabylie djurdjuréenne et de ses subdivisions (sous-districts).

II. QUELQUES NOTIONS DE PHYTOGEOGRAPHIE

Sur la base de l'information fournie par plusieurs sciences (géographie, géologie, édaphologie, climatologie, etc.), ainsi que sur la base des aires de répartition des taxons et des syntaxons, on a pu établir une *typologie hiérarchisée* comprenant plusieurs unités phytochorologiques (Rivas-Martinez, 1982 ; Rivas-Martinez & Loidi Arregui, 1999b).

Le *territoire phytochorologique* (ou *phytochore*) est une zone géographique présentant une relative uniformité dans la composition floristique ; il est également défini comme une aire possédant un grand nombre de *taxons endémiques* (Takhtajan, 1986). Le découpage du monde en unités phytogéographiques est ainsi qualitatif et repose surtout sur la répartition des taxons endémiques.

La hiérarchie des territoires phytochorologiques est une synthèse des proximités géographiques pondérées par les flores (De Ruffray & *al.*, 1989). L'échelle horizontale classiquement retenue est la suivante (Rameau, 1988) : Empire (ou Royaume), Région, Domaine (ou Province), Secteur, District. L'extension et l'importance du territoire phytogéographique dépendent du niveau hiérarchique des taxons endémiques (familles, genres, espèces) qui le délimitent (Takhtajan, 1986).

On distingue ainsi (Tanghe, 1975 *in* Dufrêne, 2003) :

- les *empires floristiques*, fondés sur l'endémisme des familles et des sous-familles,
- les *régions*, sur la base d'un endémisme des genres et des sections de genres,
- les *domaines*, caractérisés par un endémisme très marqué des espèces,
- les *secteurs*, fondés sur un endémisme marqué des unités subordonnées à l'espèce,
- les *districts* correspondant en principe à un début d'endémisme de taxons inférieurs à l'espèce.

En outre, chaque secteur et chaque domaine phytochorologique possèdent un certain nombre de taxons et de syntaxons caractéristiques (Rivas-Martinez & Rivas Goday, 1975).

Pour les divisions phytogéographiques, les définitions proposées par Rivas-Martinez (1982, 1985), qui met l'accent aussi bien sur les critères floristiques que phytocénologiques, sont :

- ❑ La *région* est un territoire très étendu, avec des espèces, des genres et même des familles endémiques, qui possède un grand nombre d'ordres et de classes phytosociologiques particulières, ainsi que des étages de végétation propres.
- ❑ Le *domaine* (ou province, provinz de Engler) est un vaste territoire avec de nombreuses espèces endémiques, parfois même avec des endémismes anciens et des taxons indépendants au niveau du genre ; elle possède des séries et des communautés permanentes particulières, et aussi une distribution particulière de la végétation dans les clisseries (ou zonations) altitudinales.
- ❑ Le *secteur* décrit un territoire beaucoup moins étendu et possède des taxons et des associations endémiques ; dans la zonation altitudinale, il montre quelques séries particulières se manifestant parfois seulement dans les étapes sériales ou dans les communautés permanentes.
- ❑ Le *district* est une zone caractérisée par l'existence d'espèces et d'associations particulières qui manquent dans les districts les plus proches.

On peut également distinguer des subdivisions secondaires (sous-région, sous-domaine, sous-secteur et sous-district). Elles ont été définies notamment par Braun-Blanquet (1919 in Arrigoni, 1996 & Senterre, 2005) (tableau 44).

Tableau 44. Système phytogéographique proposé par Braun-Blanquet

Pour l'ordre d'endémisme, la symbolique utilisée est la suivante : F = familles, G = genres, Sp = espèces ; Caractère : normal = important, () = faible, (()) = très faible ou nul.

Niveau hiérarchique	Echelle géographique	Echelle taxonomique (ordre d'endémisme)	Echelle phytosociologique	Exemple d'entité phytogéographique	Exemple d'entité phytosociologique
I- Empire	Parfois plusieurs continents	Paléoendémisme de F, tribus, G	Plusieurs formations végétales (forêts, savanes, ...)	Empire Holarctique	<i>Stellarietea mediae</i>
II- Région	souvent très étendus à l'échelle d'un continent	Paléoendémisme de F, tribus, G	Nombreux groupements très évolués, climatiques	Méditerranéenne	<i>Quercetea ilicis</i>
III- Domaine	Subdivision de la région	Paléoendémisme (G), néoendémisme Sp	Au moins un groupement climatique bien évolué + groupements locaux spéciaux	Maghrébo-tellien	<i>Querco-Cedretalia atlanticae</i> (ordre)
III- Secteur		Endémisme sp. ((G))	Pas de groupements climatiques spéciaux + plusieurs groupements phytosociologiques locaux propres (édaphiques et biotiques) généralement peu spécialisés	Kabylo-annabi	<i>Paeonio-Cedrian atlanticae</i> (alliance)
IV- Sous-secteur	Subdivision du secteur	(Paléoendémisme Sp), néoendémisme Sp	(groupements locaux propres)		
VI- District		Quelques Sp néoendémiques localisées (récentes)	Pas de groupements particuliers mais présente souvent des faciès territoriaux, avec Sp absentes des districts voisins	Kabylie djurdjuréenne	<i>Rubo incanescens-Quercetum canariensis</i> (Association)
VII- Sous-district	Plus petite unité territoriale	Pas d'endémisme	Présence, absence ou simples différences quantitatives de certaines Sp typiques		(sous-association)

(Braun-Blanquet, 1919 in Senterre, 2005 ; modifié pour les 2 dernières colonnes)

Soulignons que la *Région méditerranéenne* est limitrophe des régions irano-touranienne à l'Est, macaronésienne à l'Ouest, circumboréale au Nord et saharo-arabique au Sud, selon la hiérarchie phytochorologique suivante (Udvardy, 1975 ; Arrigoni, 1983 ; Takhtajan, 1986) :

Royaume (ou Empire) Holarctique

Sous-royaume de la Thétide (sous-empire téthien ou mésogéen)

Région Méditerranéenne

Sous-région Méditerranéenne occidentale

▲ L'**Empire holarctique** est pris ici au sens des auteurs classiques (Meusel & al., 1965 in Julve, 1999 ; Takhtajan, 1986) :

- Les familles différentielles sont : *Aceraceae*, *Fagaceae*, *Betulaceae*, *Salicaceae*, *Ranunculaceae*, *Rosaceae*, *Pinaceae*, *Papaveraceae*, *Polygonaceae*, *Paeoniaceae*, *Primulaceae*, *Sparganiaceae*, etc.
- Les genres de ligneux différentiels présents au Maghreb sont : *Acer*, *Alnus*, *Buxus*, *Betula*, *Castanea*, *Crataegus*, *Euonymus*, *Frangula*, *Fraxinus*, *Ilex*, *Populus*, *Prunus*, *Pirus*, *Salix*, *Sorbus*, *Ulmus*, *Viburnum*, *Quercus*, *Amelanchier*, *Berberis*, *Lonicera*, *Rosa*, *Cotoneaster*, *Pinus*, *Abies*, *Taxus*, *Juniperus*, etc. (de Peyerimhoff, 1941 ; Quézel & Médail, 2003).
- Les classes phytosociologiques différentielles sont (Julve, 1999) : *Agrostido stoloniferae-Arrhenatheretea elatioris*, *Stellarietea mediae*, *Sisymbrietea officinalis*, *Cakiletea maritimae*, *Saginetetea maritimae*, *Salicornietea europaeae*, *Euphorbia paraliadis-Ammophiletea arundinaceae*, *Sarcocornietea fruticosae*, *Lemnetea minoris*, *Potamogetonetea pectinati*, *Juncetea bufoni*, *Phragmiti australis-Caricetea elatae*, *Asplenietea trichomanis*, *Xolanthetea guttatae*, *Stipo capensis-Brachypodietea distachyi*, etc.

La plupart de ces classes ne recouvrent pas entièrement l'aire de l'empire holarctique, puisque une majorité est européenne voire eurasiatique (Julve, 1999), mais en tout cas, elles sont bien représentées en Algérie (Géhu & al., 1998).

▲ Le **sous-empire téthien** dont les familles différentielles sont (Julve, 1999) : *Cistaceae*, *Resedaceae*, *Theligonaceae*, *Globulariaceae*, *Posidoniaceae*, *Ruscaceae*, *Aphyllanthaceae*, etc.

▲ La **région méditerranéenne** dont :

- Les genres différentiels sont (Takhtajan, 1986 ; Julve, 1999) : *Laurus*, *Tamarix*, *Frankenia*, *Posidonia*, *Cymodocea*, *Osyris*, *Calicotome*, *Argyrobolium*, *Bituminaria*, *Pistacia*, *Cistus*, *Myrtus*, *Echinophora*, *Thapsia*, *Coris*, *Plumbago*, *Jasminum*, *Phillyrea*, *Phlomis*, *Stachys*, *Mantisalca*, *Urospermum*, *Smilax*, *Arisarum*, *Arundo*, *Cosentinia*, *Cynomorium*, *Limoniastrum*, *Loeflingia*, *Capparis*, *Argania*, *Tetraclinis*, *Rupicapnos*, *Vella*, *Ceratocarpus*, *Ionopsidium*, *Bivonaea*, *Didesmus*, *Malope*, *Ceratoniea*, *Chronanthus*, *Anagyris*, *Spartium*, *Hymenocarpus*, *Biserrula*, *Putoria*, *Fedia*, *Bellardia*, *Lafuentea*, *Coridothymus*, *Trachelium*, *Santolina*, *Cladanthus*, *Leuzea*, *Andryala*, *Triplachne*, *Carduncellus*, *Halimium*, etc.
- Les espèces forestières ligneuses différentielles sont : *Arbutus unedo*, *Celtis australis*, *Ceratoniea siliqua*, *Erica arborea*, *Euphorbia dendroidea*, *Juniperus phoenicea*, *Juniperus oxycedrus*, *Laurus nobilis*, *Myrtus communis*, *Nerium oleander*, *Olea europaea*, *Phillyrea* spp., *Pistacia lentiscus*, *Pistacia terebinthus*, *Punica granatum*, *Quercus coccifera*, *Rhamnus alaternus*, *Rhus oxyacantha*, *Tamarix* spp., *Viburnum tinus*, *Vitex agnus-castus* (Quézel & Médail, 2003).
- Les classes différentielles sont (Julve, 1999) : *Cisto salvifolii-Lavanduletea stoechadis*, *Rosmarinetea officinalis*, *Dactylo hispanicae-Brachypodietea retusi*, *Nerio oleandri-Tamaricetea africanae*, *Quercetea ilicis*, *Crithmo maritimi-Limonietaea pseudominuti*, *Pegano harmalae-Salsoletea vermiculatae*, *Isoetetea velatae*, *Adiantetea capilli-veneris*, etc. Elles sont également bien représentées en Algérie (Géhu & al., 1998).

▲ La **sous-région méditerranéenne occidentale** avec comme :

- Genres différentiels (Julve, 1999) : *Rosmarinus*, *Dorycnium*, *Erica*, *Arbutus*, *Crucianella*, *Lavandula*, *Cephalaria*, *Phagnalon*, *Pallenis*, *Echinops*, *Catananche*, *Asphodelus*, *Aphyllanthes*,

Barlia, *Ambrosina*, *Ampelodesmos*, *Chamaerops*, *Cheilanthes*, *Dracunculus*, *Merendera*, *Plagius*, *Succowia*, etc.

- Espèces forestières ligneuses différentielles : *Chamaerops humilis*, *Juniperus thurifera*, *Quercus suber*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster*, *Quercus ilex* s.l., *Quercus faginea*, *Quercus canariensis*, *Buxus balearica*, *Lonicera arborea*, *Osyris lanceolata* (Quézel & Médail, 2003).

Pour de tels ensembles de taxons ayant sensiblement la même répartition géographique, on a introduit (Christ, 1867 in Arrigoni, 1983) la notion maintenant classique d'*élément phytogéographique* (*élément phytochorologique*). Cette conjonction de taxons dans une même aire invariante doit se rattacher à une invariance causale au niveau des exigences écologiques et de l'histoire de la flore (De Foucault, 1997).

Enfin, rappelons que la Région Méditerranéenne actuelle figure en seconde position parmi les 34 *hotspots* mondiaux définis par Myers (1988). Cette région écobiogéographique (*écorégion*) présente une biodiversité exceptionnelle d'environ 25 000 plantes vasculaires (Quézel, 1985), voire 28 000 à 30 000 espèces et sous-espèces (Greuter, 1995 ; Heywood, 1998), et représente un centre majeur d'endémisme, avec un très grand nombre de genres endémiques (150) et d'espèces endémiques (13 000, soit environ 50 %) (Quézel, 1995 ; Médail & Quézel, 1997 ; Mittermeier & al., 1998 ; Rivas-Martinez & Loidi Arregui, 1999b). Malheureusement, les menaces de perturbations et de déséquilibres y sont actuellement très élevées (Quézel, 2000).

III. MATERIELS ET METHODES

Tout d'abord, indiquons que notre vaste pays fait partie intégrante du *Royaume holarctique* (sous-empire téthien ou mésogéen) et plus précisément de la *Région méditerranéenne* (sous-région occidentale) et de la *Région saharo-arabique* (sous-région Saharienne) (Quézel, 1978) (figure 43).

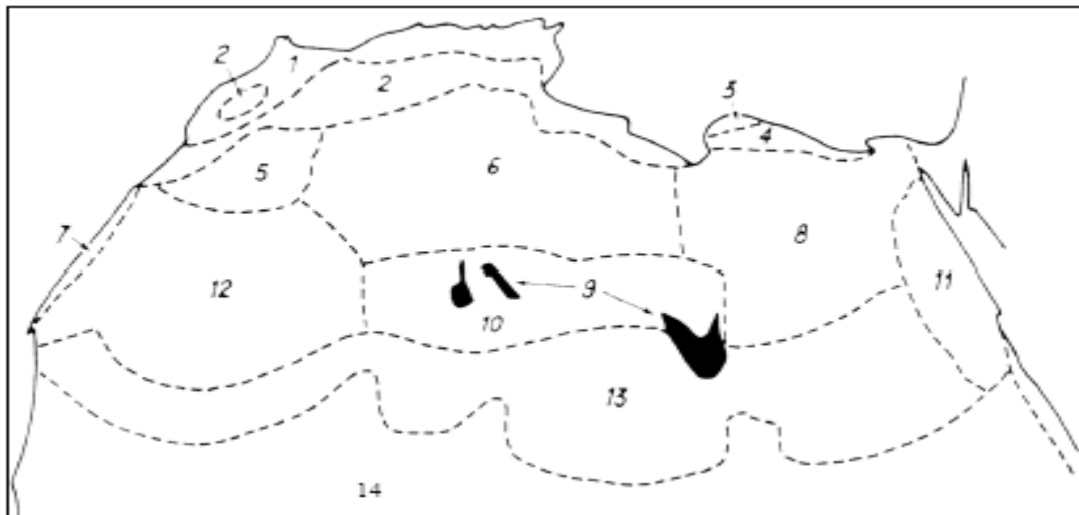


Figure 43. Subdivisions phytogéographiques de l'Afrique méditerranéenne et du Sahara (Quézel, 1978)

Domaines : 1. Nord-africain méditerranéen ; 2. Nord-africain steppique ; 3. Cyrénaïque méditerranéen ; 4. Est-africain steppique ; 5. Sahara nord-occidental ; 6. Sahara septentrional ; 7. Sahara océanique ; 8. Sahara nord-oriental ; 9. Hautes montagnes (= Sahara altimontain sensu Le Houérou, 1989) ; 10. Sahara central ; 11. Sahara oriental ; 12. Sahara occidental ; 13. Sahara méridional ; 14. Sahel septentrional.

Avant l'approche phytogéographique, on avait coutume de diviser l'Algérie en deux sous-ensembles géographiques naturels, l'Algérie du Nord, ou Tell au sens large, et le Sahara algérien (c'est-à-dire les régions désertiques méridionales). Plus exactement, l'Algérie du Nord se compose de 2 grandes zones physiographiques : le Tell au sens strict, qui comprend le littoral et l'Atlas Tellien (4 % de la superficie totale du pays), et les Hauts Plateaux ou mieux les Hautes Plaines steppiques et l'Atlas saharien (9 % de la superficie totale du pays). Selon Boudy (1949), l'Algérie du Nord, limitée par le piémont du versant méridional de l'Atlas saharien, compte 26 265 000 ha, déduction faite de l'enclave présaharienne du Hodna. D'après Cote (1983), l'Algérie du Nord couvre 40 millions d'ha.

En ce qui concerne les territoires s'intégrant à l'intérieur des limites géographiques de l'Algérie, leur diversité floristique et écologique a conduit plusieurs auteurs (Lapie, 1909a & b ; Maire, 1926 ; Bernard, 1926 ; Quézel & Santa, 1962 ; Barry *et al.*, 1974) à y distinguer divers domaines, secteurs et districts (ou sous-secteurs) phytogéographiques.

En s'appuyant sur la constitution géologique, les données climatiques, l'étude de la végétation arborescente, Lapie (1909a & b, 1910) puis Maire (1926) ont subdivisé l'Algérie du Nord en 3 domaines et 8 secteurs phytogéographiques. Par la suite, l'Algérie a été découpée, sur des considérations plus floristiques, par Quézel et Santa (1962) puis Barry & Celles (1974), en 20 unités phytogéographiques, dont 15 pour l'Algérie du Nord (tab. 45).

Tableau 45. Divisions et nomenclature des unités phytochorologiques de l'Algérie du Nord

Phytochores	Lapie (1909a & b)	Maire (1926)
Domaine	Mauritanien septentrional	Maurétanien méditerranéen
Secteurs	1. Numidien ▪ District de Grande Kabylie ▪ District de la Petite Kabylie ▪ District bônois 2. Algérois	1. Numidien ▪ District de Grande Kabylie ▪ District de la Petite Kabylie ▪ District bônois 2. Algérois 3. Oranais 4. Tell méridional
Domaine	Mauritanien méridional	Maurétanien steppique
Secteurs	4. Oranais 5. des steppes 6. Plateaux Constantinois 7. Sud-Constantinois 8. Atlas Saharien	5. Hautes Plaines orano-algéroises 6. Hautes Plaines Constantinoises 7. Sud-Constantinois 8. Atlas Saharien
Domaine	Hautes montagnes atlantiques	Hautes montagnes atlantiques
Phytochores	Quézel & Santa (1962)	Barry & Celles (1974)
Domaine	Nord-africain méditerranéen (Quézel, 1978)	Maghrébin méditerranéen
Secteurs	1. Kabyle et Numidien ▪ s/s de la Grande Kabylie ▪ s/s de la Petite Kabylie ▪ s/s de la Numidie 2. Algérois ▪ s/s littoral ▪ s/s de l'Atlas tellien 3. Oranais ▪ s/s des sahels littoraux ▪ s/s plaines littorales ▪ s/s de l'Atlas tellien 4. Tell Constantinois	1. Numidien ▪ s/s de la Grande Kabylie ▪ s/s de la Petite Kabylie ▪ ? 2. Algérois ▪ s/s littoral ▪ s/s de l'Atlas tellien 3. Oranais ▪ s/s des sahels littoraux ▪ s/s plaines littorales ▪ s/s de l'Atlas tellien 4. Tell méridional ▪ s/s du Tell constantinois
Domaine	Nord-africain steppique (Quézel, 1978)	Maghrébin steppique

Secteurs	5. Hauts Plateaux - s/s des Hauts Plateaux algérois et oranais - s/s des Hauts Plateaux constantinois - s/s du Hodna	5. Hauts Plateaux algéro-oranais
	6. Atlas saharien - s/s de l'Atlas saharien oranais - s/s de l'Atlas saharien algérois - s/s de l'Atlas saharien constantinois (Aurès compris)	6. Hauts Plateaux constantinois
Domaine	Hautes montagnes atlantiques Sous-domaine Altimontain numidien (Quézel, 1957)	7. Sud-Constantinois - s/s du Hodna - s/s de l'Atlas saharien auréo-constantinois 8. Atlas saharien - s/s de l'Atlas saharien oranais - s/s de l'Atlas saharien algérois
		Montagnard ouest-méditerranéen (selon Monod, 1957 in Barry & Celles, 1974)

Ce sont les 6 secteurs de Quézel & Santa (1962), qui ont été subdivisés en 15 unités de niveau sous-secteurs (figure 44) :

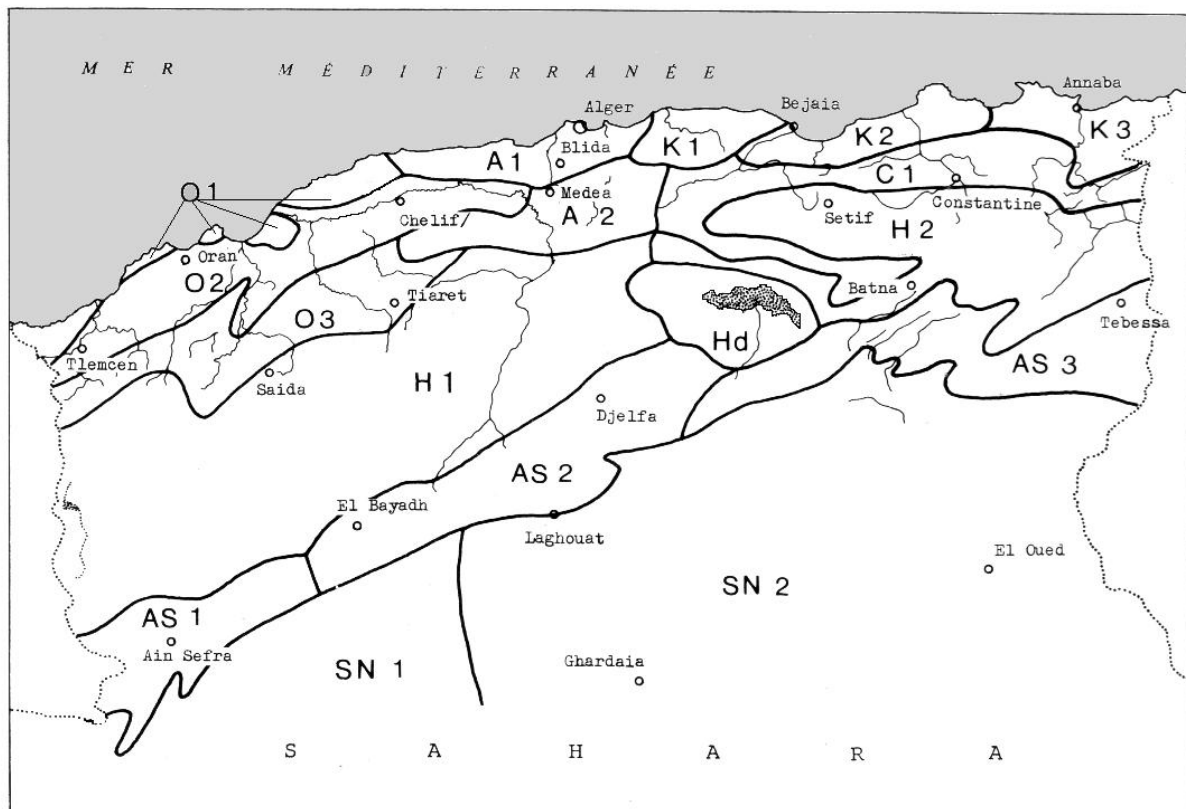


Figure 44. Carte des sous-secteurs phytogéographiques de l'Algérie du Nord (Quézel & Santa, 1962)

- Le secteur oranais : O₁, les sahels du littoral oranais, O₂, les plaines de l'arrière-littoral oranais dont la Macta, O₃, les monts de Tlemcen et autres montagnes de l'Atlas tellien oranais ;
- Le secteur algérois : A₁, les collines et le littoral algérois, incluant la Mitidja, A₂, les montagnes de l'Atlas tellien algérois ;

- Le secteur *Kabyle et Numidien* : K₁, la Grande Kabylie, K₂, la Petite Kabylie, incluant la Kabylie de Collo, K₃, la Numidie littorale de Annaba et El Kala jusqu'à Souk Ahras ;
- Le secteur du *Tell Constantinois* C₁ : les collines du Tell constantinois, incluant les montagnes de l'axe Bibans/Hodna/Belezma ;
- Le secteur des *Hautes Plaines steppiques* : H₁, les hautes plaines de l'ouest (du Sud oranais au Sud algérois), H₂, les hautes plaines de l'est (Sétif, Sud constantinois), H₃, la plaine du Hodna (enclave nord-saharienne) ;
- Le secteur de l'*Atlas saharien* : AS₁, l'Atlas saharien occidental (région d'Aïn Sefra), AS₂, l'Atlas saharien central (région d'El Bayadh et Djelfa), AS₃, les Aurès et l'Atlas saharien oriental (région de Tébessa).

Hormis, cette hiérarchie nomenclaturale et la carte de zonage des unités de niveau sous-sectoriel, ces auteurs ne donnent aucune diagnose ou caractérisation écologique, floristique et encore moins synfloristique de ces subdivisions phytochorologiques. Celles de Lapie (1909a & b) et de Maire (1926), étant très succinctes et largement désuètes ne serait-ce qu'au niveau floristique, nous allons nous attacher à pallier cette insuffisance dans les lignes qui suivent, du moins en ce qui concerne l'Algérie du Nord, à travers une démarche polythétique.

i) Tout d'abord, nous proposons des modifications nécessaires, pensons-nous, au niveau nomenclatural qui « souffre » de dénominations administratives désuètes (utilisation de termes régionaux, oranais, algérois, constantinois, Grande Kabylie et Petite Kabylie), qui font rejouer des appartenances héritées de la période coloniale, entités géographiques incongrues de nos jours). Ensuite, il serait préférable de désigner les sous-secteurs comme des districts. Ce qui n'est pas juste une question de sémantique, mais de conformité à la hiérarchisation phytogéographique.

ii) Pour les données climatiques et bioclimatiques des divers territoires phytochoriques retenus, nous avons utilisé plus d'une centaine de stations météorologiques de référence disposant de données relativement complètes. Ces dernières ont été extraites et synthétisées à partir de plusieurs publications, à savoir Seltzer (1946, 1950), Bagnouls & Gaussen (1953), Chaumont & Paquin (1971), Stewart (1975), Le Houérou & *al.* (1979), Cote (1987), Le Houérou (1989, 1995) et ANRH (1993).

iii) Comme on l'a signalé plus haut, la définition des secteurs et districts reposent sur la présence de taxons endémiques ou subendémiques stricts (algériens dans notre cas). Nous indiquerons donc pour chaque unité phytogéographique, les espèces végétales (ou sous-espèces et variétés) endémiques (s.l.), qui lui sont « exclusives », i.e. qui sont nécessairement circonscrites au district (ou secteur) dans lequel elles apparaissent. En effet, certaines plantes en plus d'être endémiques ne poussent que dans un seul district. Ce qui augmente leur valeur indicatrice et patrimoniale. Cependant, ces espèces exclusives sont aussi bien des endémiques strictes, que des plantes appartenant à divers éléments phytochoriques (maghrébien¹, ibéro-maghrébien, ouest-méditerranéen, tyrrhénien, eurasiatique, etc.). Pour notre part, nous mettrons en avant les plantes endémiques algériennes, mais aussi maghrébienes, la distinction entre les deux n'étant pas toujours évidente, puisqu'en général les premières se retrouvent soit au Maroc, soit en Tunisie, soit

¹ Nous utiliserons, à la suite de Le Houérou (1995), le vocable « maghrébien » aussi bien pour désigner des éléments phytochoriques (chorotypes) que des territoires phytochorologiques (phytochores).

encore dans l'ensemble des pays du Maghreb (cf. Greuter & *al.*, 1984-1989 ; Le Houérou, 1995). La mise à jour nomenclaturale se fera selon ces mêmes auteurs.

Ce qui constitue en soit des listes de plantes rares et/ou endémiques qu'il convient de protéger à l'échelon régional ou local. Le référentiel utilisé demeure essentiellement la « Nouvelle flore d'Algérie » de Quézel & Santa (1962-63), mais nous n'avons pas pour autant négliger les flores anciennes, comme celle de Battandier & Trabut (1888-1895), qui fournit assez souvent des informations précises quant à la localisation de ces plantes. Néanmoins, on a été confronté à un problème majeur à ce niveau, du fait que l'endémisme n'est pas précisé pour les taxons infraspécifiques.

iv) Les phytogéographes délaissent généralement les critères phytosociologiques et se contentent d'analyser les critères floristiques et écologiques (Royer & *al.*, 1975). Pourtant, les unités phytosociologiques (classes, ordres, alliances) ainsi que les séries dynamiques apportent toutes les informations nécessaires à la définition des territoires phytochoriques (Rameau, 1988). Il nous paraît en conséquence intéressant de tenir compte de ce type de données synthétiques (syntaxons, séries et étages de végétation), quand elles sont connues (cf. Gaussen & Vernet, 1958 ; Barry & *al.*, 1976 ; Géhu & *al.*, 1998 ; Meddour & Géhu, 1998), afin de définir les territoires phytochoriques qui sont établis au préalable à partir des autres critères.

IV. NOUVELLE DESCRIPTION ET CARACTERISATION DES UNITES PHYTOCHOROLOGIQUES DE L'ALGERIE DU NORD

En Algérie septentrionale méditerranéenne, le climat est essentiellement caractérisé par une période de sécheresse plus ou moins prolongée et par une concentration des pluies hivernales. La pluviométrie annuelle varie en moyenne entre plus de 1 600 mm, sur les hauts reliefs en bordure de la mer, dont les versants sont bien exposés aux vents pluvieux du Nord-Ouest, jusqu'à 100 mm au piémont sud de l'Atlas saharien (Chaumont & Paquin, 1971 ; ANRH, 1993) (figure 45).

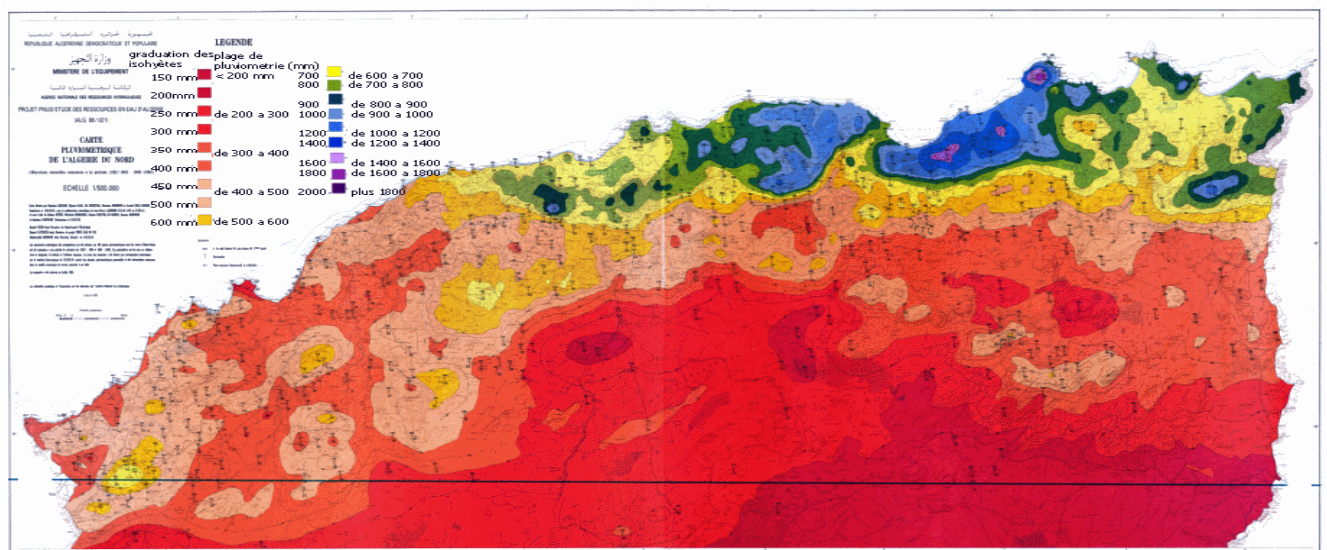


Figure 45. Carte de la pluviométrie moyenne annuelle de l'Algérie du Nord (Chaumont & Paquin, 1971)

Les divers bioclimats sont représentés (Cote, 1983), c'est-à-dire le bioclimat humide (0.4 % de la surface totale de l'Algérie), généralement sur les zones d'altitude élevée du Nord-est algérien, le subhumide (1.42 %) pour les régions littorales du Centre et de l'Est algérien, le semi-aride (4.12 %) pour l'ensemble des Hautes Plaines de l'Est, du Tell oranais et de l'Atlas saharien, et l'aride (4.78 %) dans les steppes occidentales et les zones les plus méridionales (figure 46).

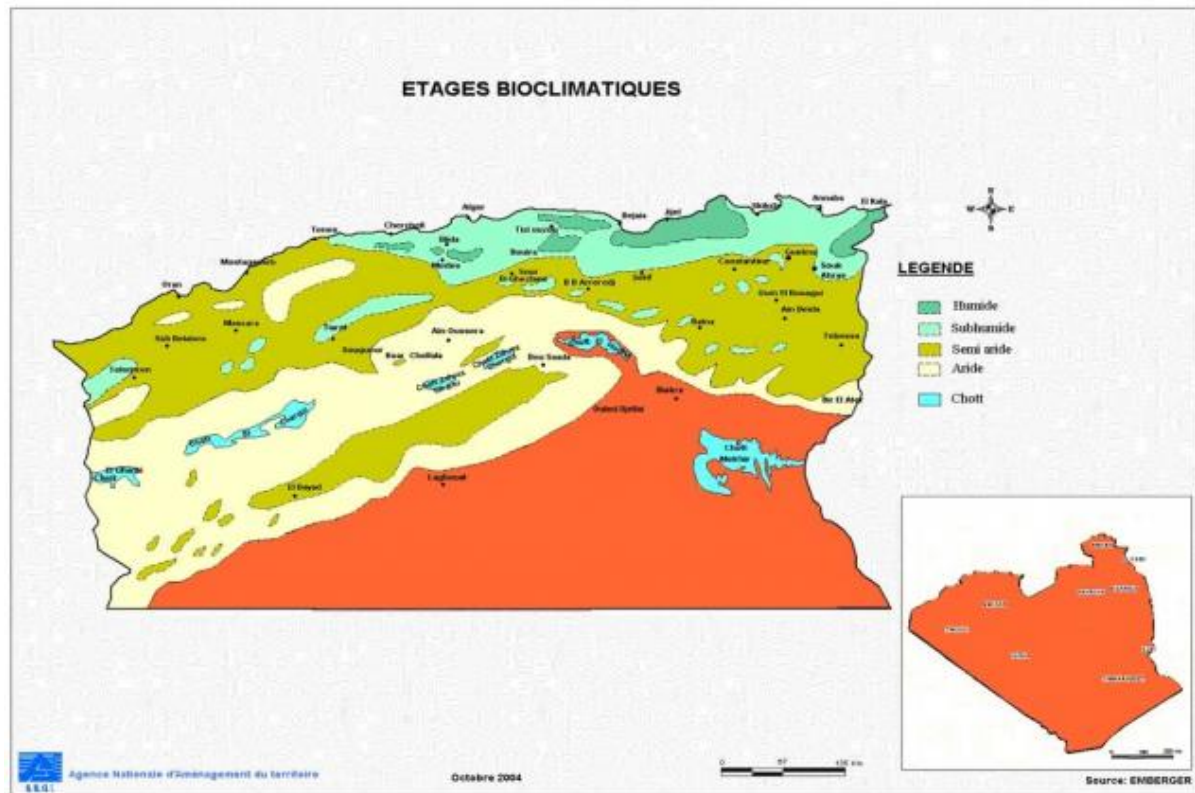


Figure 46. Carte bioclimatique de l'Algérie selon le système d'Emberger (ANAT, 2004 in Nedjraoui & Bedrani, 2008)

En général, elle possède une végétation climacique forestière et préforestière (*Quercetia ilicis*), composée surtout d'arbres et d'arbustes sempervirents sclérophylles, dont l'Olivier (*Olea europaea*) et le Chêne vert (*Quercus rotundifolia*) sont les espèces emblématiques de la région méditerranéenne. Il est classique en effet de dire que la région méditerranéenne est délimitée par l'aire de distribution des espèces appartenant à la forêt sclérophylle et aux formations de dégradation qui en dérivent, le maquis et la garrigue (Dufrêne, 2003), quoique cette vision est restrictive.

Dans les Hautes Plaines steppiques et l'Atlas saharien, relativement au Tell littoral, le climat méditerranéen est nettement plus sec, avec une période sèche et chaude de 6 mois environ, des précipitations faibles (200-400 mm/an) et un régime thermique très contrasté de type continental (Le Houérou & al., 1979). Mais, ce climat particulier permet encore le développement d'une végétation herbacée et sous-frutescente relativement abondante, passant à la forêt présteppique dès que le relief s'élève (figure 47), augmentant ainsi la quantité des précipitations (400-500 mm sur l'Atlas saharien).

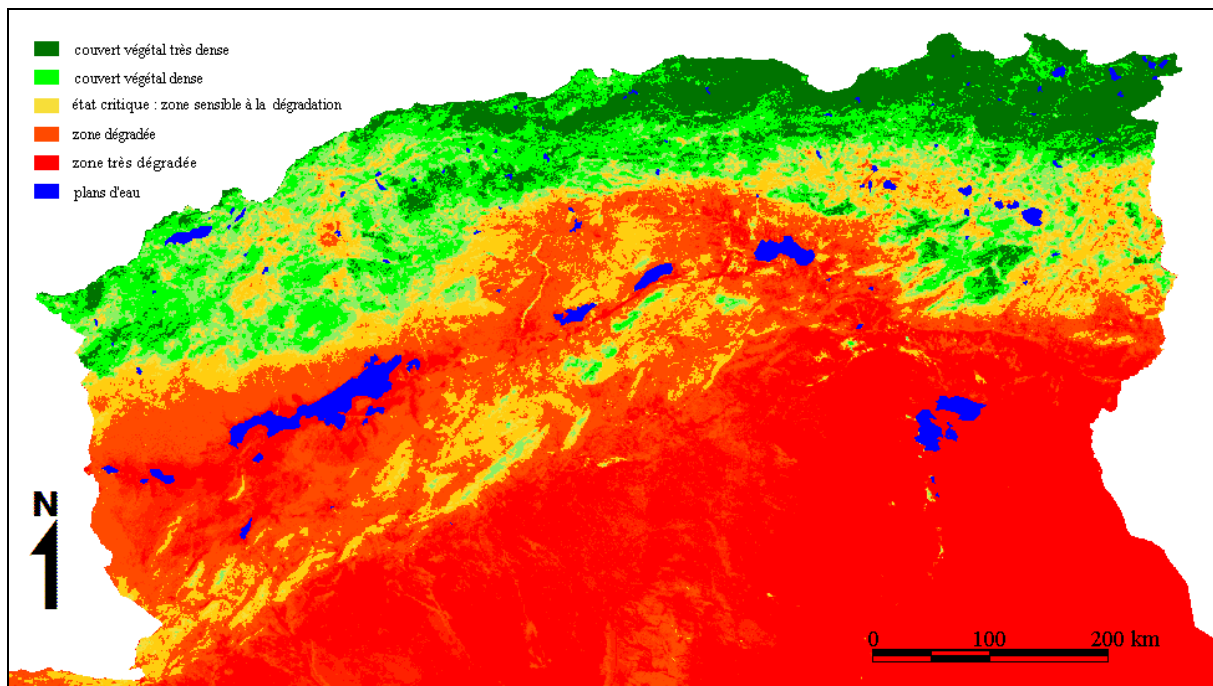


Figure 47. Carte du couvert végétal de l'Algérie du Nord (Benslimane *et al.*, 2008)

Nous allons procéder maintenant à la description détaillée des diverses unités phytochorologiques, avec actualisation de la nomenclature.

4.1. Domaine maghrébo-tellien (domaine maghrébin méditerranéen)

Ce domaine, qui s'étend sur tout le Tell algérien, a une saison sèche relativement courte (3-5 mois, en général de juin à octobre), et une saison humide peu froide (la température minimale du mois le plus froid est de 0-9 °C). La pluviosité annuelle y varie de 300 à 1 500 mm et la température moyenne annuelle est comprise entre 11 et 19°C.

Il est caractérisé par sa végétation climacique forestière (*Quercetea ilicis* et *Quercetea pubescentis*) s'étendant depuis le niveau de la mer jusqu'aux forêts des hautes montagnes de l'Atlas tellien. Sa végétation potentielle est nettement forestière, mais les types d'écosystèmes forestiers (*Quercetalia ilicis*, *Querco-Cedretalia atlanticae*) et préforestiers (*Pistacio-Rhamnetalia alaterni*) et la flore y varient beaucoup suivant les conditions édapho-climatiques et un gradient de xéricité marqué de direction Est-Ouest. Son taux de boisement était de 19.63 %, avec un maximum de 31.4 % pour le Nord-est algérien (Boudy, 1949). En fait, dans cette région, il est actuellement compris entre 30 et 50 %, voire plus pour la wilaya d'El Tarf (59 %) (figure 48).

Quelques espèces endémiques algériennes ou maghrébiennes, largement répandues au sein des divers secteurs et districts du domaine, mais n'en sortent pas, méritent d'être signalées pour leur valeur indicatrice. Ce sont : *Andryala floccosa*, *Celsia betonicifolia*, *Chrysanthemum grandiflorum*, *Nepeta algeriensis*, *Ononis rosea*, *Picris duriaei*, *Silene cinerea* et *Stachys duriaei*.

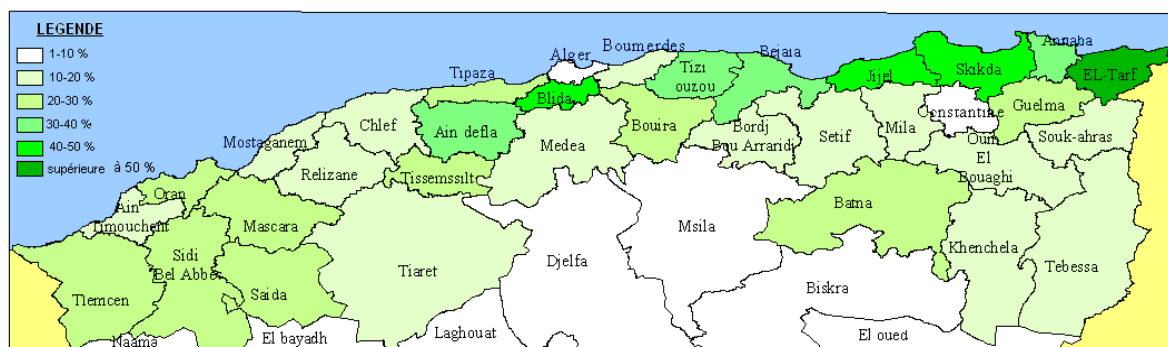


Figure 48. Carte du taux de boisement actuel de l'Algérie du Nord (Meddour-Sahar, 2008)

Ce domaine est subdivisé en Algérie en 4 secteurs et 9 districts (Quézel & Santa, 1962) :

4.1.1. Secteur kabylo-annabi (secteur kabyle et numidien) [K]

Ce secteur, qui s'étend de l'oued Isser jusqu'à la Kroumirie tunisienne, et vers le sud jusqu'aux sommets de l'Atlas tellien, est le mieux arrosé ; la pluviométrie annuelle y varie de 700 à 1 500 mm, mais peut atteindre localement sur les sommets beaucoup plus (jusqu'à 2 000 mm par an) et les bioclimats vont du subhumide au perhumide sur les montagnes. La température moyenne annuelle est comprise entre 14 à 18,5 °C. La période de sécheresse est de 3-4 mois en général, voire de 2 mois seulement localement. Les sols siliceux frais et profonds (dont les prototypes sont les grès numidiens) y dominent.

Ces conditions bioclimatiques et édaphiques sont très favorables au *Quercus suber*, d'ailleurs ce secteur est caractérisé par un développement important des forêts de Chêne liège du thermoméditerranéen (*Quercus-Oleion sylvestris*) et du mésoméditerranéen (*Quercion suberis*) ; c'est la « région du chêne liège kabyle » de Boudy (1949) (figure 49).

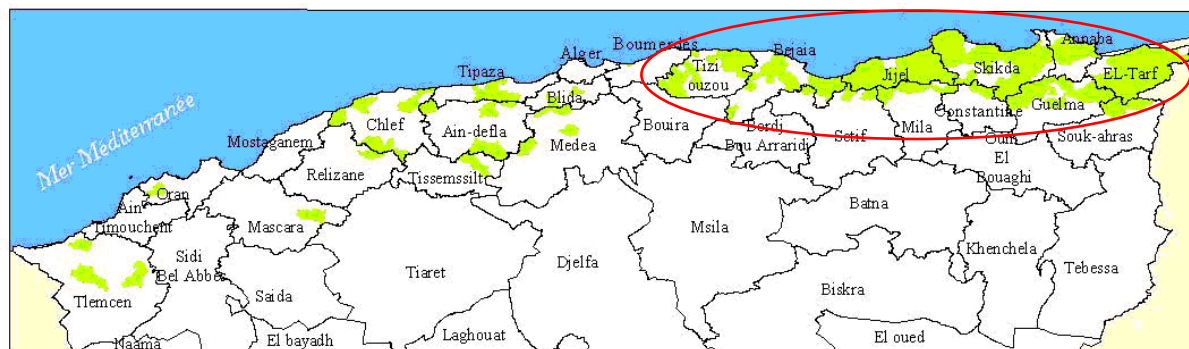


Figure 49. Carte de répartition du Chêne liège en Algérie (DGF, 2003 in Meddour-Sahar, 2008)

Les sommets de la moyenne montagne, qui s'inscrivent dans l'étage de végétation supraméditerranéen, sont souvent occupés par les chênes à feuilles caduques (*Quercus canariensis* et *Quercus afares*). Le Chêne afarès, endémique algéro-tunisien, est à peu près exclusivement localisé dans ce secteur. Le Pin maritime (*Pinus pinaster* subsp. *renoui*) y forme quelques petits massifs naturels littoraux, dans l'aire thermoméditerranéenne du Chêne liège (*Quercus-Oleion sylvestris*), à l'Est de Bejaia.

De nombreuses plantes ligneuses ou herbacées, spécialement des endémiques algériennes ou maghrébiennes (surtout algéro-tunisiennes), lui sont spéciales : *Armeria spinulosa*, *Crepis*

patula, *Erodium pachyrhizum*, *Fedia sulcata*, *Genista numidica* subsp. *numidica*, *Genista triacanthos* subsp. *vepres*, *Genista ulicina*, *Hypericum afrum*, *Lysimachia cousiniana*, *Odontites fradini*, *Quercus afares*, *Satureja hispidula*, *Scilla aristidis*, *Scrophularia tenuipes*, *Teucrium atratum*, *Teucrium kabylicum*, etc.

Ce secteur kabylo-annabi est divisé en trois districts :

4.1.1.1. District annabi (sous-secteur numidien ou district bônois de Lapie) [K3]

Ce district, qui s'étend de Skikda à la Kroumirie (plaine de Senhadja-Guerbès, plaine d'Annaba, El Kala), présente en particulier plusieurs lacs (Tonga, Oubeira, Mellah...), marais d'eau douce (la Mekhada, Bou Merchen...) et prairies marécageuses, des falaises littorales uniques (Cap de Garde, Cap Rosa, etc.) et un massif forestier montagnard sublittoral, le djebel Edough, à florule singulière, et où *Castanea sativa* subsiste à l'état de peuplement résiduel dans la zénaie supraméditerranéenne.

Notons que la pluviométrie à Seraïdi (860 m) sur l'Edough est de 1 300 mm/an et que le bioclimat y est perhumide tempéré. Plus généralement, la pluviométrie annuelle varie de 700 à plus de 1 000 mm, et les bioclimats sont le subhumide et l'humide à hivers doux à chauds. La période sèche y est en moyenne de 4 mois.

Le long du système hydrographique, la forêt azonale est composée de diverses formations arborescentes, ormaie, frênaie, saulaies et surtout aulnaies (*Osmundo-Alnion glutinosae*). De ce type d'écosystème, on passe à la suberaie humide (*Quercion suberis*) presque partout. En altitude et dans les fonds de ravins frais, le Chêne liège est relayé par le Chêne zéen (*Quercus canariensis*). Les dunes littorales sont recouvertes par des peuplements de Chêne kermès et/ou de Genévrier de Phénicie (*Juniperion turbinatae*), qui forment de larges massifs (El Kala et Brabta) (Gaussen & Vernet, 1958).

Ce district possède un cortège floristique qui lui est propre, composé de quelques endémiques algériennes ou maghrébienes (surtout algéro-tunisiennes) : *Andryala nigricans*, *Brassica cretica* subsp. *atlantica*, *Bunium crassifolium*, *Eragrostis trichophora*, *Erica cinerea* var. *numidica*, *Maresia malcolmioides*, *Picris asplenioides*, *Rumex algeriensis* var. *hipporegianus*, *Silene scabrada*.

Mais, il est surtout caractérisé par la présence de très nombreuses plantes exclusives appartenant à la flore eurasiatique et atlantique, flore particulièrement dominante et liée en général aux zones humides, lacustres et palustres, de l'écorégion Senhadja-El Kala, par exemple : *Cotula coronopifolia*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Parnassia palustris*, *Rhamnus frangula* (= *Frangula alnus*), *Spiranthes aestivalis*, *Thelypteris palustris* (= *Dryopteris thelypteris*), *Woodwardia radicans*, etc.

Fait phytogéographique très singulier, à côté de cet élément boréal, ce territoire possède une flore tropicale et subtropicale tout à fait unique (une trentaine de taxons), comprenant de nombreuses Cypéracées : *Eragrostis atrovirens* var. *fontanesiana*, *Marsilea diffusa* var. *algeriensis*, *Oldenlandia capensis* var. *inconstans*, *Polygonum senegalense* var. *numidicum*, *Rhynchospora laxa*, *Thelypteris interrupta*, etc. D'autres plantes tropicales, *Vallisneria spiralis* var. *numidica*, *Glinus lotoides* et *Utricularia exoleta*, sont même communes à ce district et au Sahara central.

Enfin, l'élément phytochorique méditerranéen (y compris ibéro-maghrébin et tyrrhénien) est présent avec une vingtaine de taxa exclusifs de ce district : *Anthyllis barba-jovis*, *Castanea sativa*, *Centaurea cineraria* var. *gymnocarpa*, *Kickxia cirrhosa*, *Odontites purpurea* subsp. *ciliata*, *Ononis cossoniana*, *Ophrys pallida*, *Serapias vomeracea*, *Seseli bocconeii*, *Thapsia polygama*, etc.

4.1.1.2. District de la Kabylie baboréenne (sous-secteur de la Petite Kabylie) [K2]

Ce district s'étend de Bejaia à Skikda et de nombreuses localités font sa spécificité. Ce sont notamment, les massifs montagneux de la chaîne des Babors (Babor, Tababort), Takoucht, Beni Foughal, Kefrida, djebel Tamesguida, djebel Goufi à Collo, la forêt de Guerrouch, celle de Goubia, les falaises de Gouraya, d'El Aouna près de Jijel, divers caps (Cap Aokas, Cap Carbon, Cap Noir, Cap Bouak, Cap Bougaroun...) et des gorges encaissées (Chabet el Akhra, gorges de Kherrata, gorges de l'Oued el Kebir à El Milia, gorges de Djendjen...).

La pluviométrie annuelle est de 800 à 1 200 mm, et atteignait des valeurs exceptionnelles dans le massif de Collo, sur le promontoire du djebel Goufi, soit 1 682 mm à Ain el Ksar (725 m) et 1 741 mm à Zitouna (548 m) (Chaumont & Paquin, 1971), avec plus de 100 jours de pluie par an (Cote, 1987). Les bioclimats sont essentiellement l'humide et le perhumide, chauds et tempérés, et la période sèche n'excède pas 3-4 mois. Ce qui en fait la région la plus humide d'Algérie et la plus sylvatique.

C'est d'ailleurs le domaine d'élection du Chêne liège, qui domine partout depuis le littoral, et du Chêne zéen sur les sommets, par suite de la prépondérance des sols gréseux, aux étages thermo- et mésoméditerranéen. Le Pin maritime (*Pinus pinaster* subsp. *renoui*), qu'on trouve par exemple au Cap Bougaroun, s'installe en général dans les parties incendiées de la suberaie (Gaussen & Vernet, 1958). Les montagnes élevées portent de belles cédraies et une sapinière endémique, appartenant au « domaine des hautes montagnes atlasiques », et abritent une biodiversité floristique et phytocénotique (notamment la zénaie supraméditerranéenne du *Paeonio atlanticae*-*Cedron atlanticae*) sans équivalent ailleurs en Algérie, voire au Maghreb. La végétation arborescente azonale occupe les vallées des oueds (forêts riveraines à *Populus alba* et *Ulmus campestris* subsp. *procera*, *Populetaia*, *Populion albae*).

Ce phytochore possède un cortège floristique qui lui est propre (nous excluons ici sciemment les taxons strictement localisés sur les sommets des Babors que nous décrirons plus loin), composé de plusieurs endémiques spéciales à notre pays ou plus largement maghrébien : *Allium trichocnemis*, *Asplenium obovatum* subsp. *numidicum*, *Bupleurum plantagineum*, *Campanula baborensis*, *Digitalis atlantica*, *Epimedium perraldierianum*, *Erodium battandierianum*, *Hypochaeris saldensis*, *Limonium spathulatum* subsp. *rusicadensis*, *Moehringia stellarioides*, *Pedicularis numidica*, *Satureja pomeli*, *Saxifraga cymbalaria* var. *atlantica*, *Silene sessionis*, *Sorghum annuum*, *Thlaspi bulbosum* subsp. *atlanticum*.

Des plantes de l'élément eurasiatique s.l. qui lui sont exclusives, comme *Acer campestre*, *Deschampsia flexuosa*, *Holcus mollis* var. *triflorus*, *Mercurialis perennis*, *Pteris cretica*, *Stellaria holostea*, etc., et des méditerranéennes strictement localisées dans ce district : *Agropyron littorale*, *Chrysosplenium dubium*, *Desmazeria sicula*, *Isoetes velata* subsp. *tegulensis*, *Lathyrus articulatus* subsp. *clymenum*, *Picris comosa* var. *rubiginosa*, *Polycarpon peploides*, *Stachys maritima*, permettent également de le caractériser.

4.1.1.3. District de la Kabylie djurdjuréenne (sous-secteur de la Grande Kabylie) [K1]

Ce district, qui va du bassin de l'Isser à Bejaia (Gouraya exclu), fait transition à l'ouest avec le secteur algéro-ouarsenien. La pluviométrie annuelle est de l'ordre de 750 à 1 200 mm, et atteint par exemple à Yakouren (825 m), 1 390 mm. Les bioclimats sont le subhumide et l'humide, en général, dans les variantes d'hiver, chaude et tempérée. La période sèche n'excède pas 3-4 mois.

Ce qui fait l'originalité paysagère et géosystémique de ce district phytochorologique, c'est surtout l'existence de la chaîne calcaire du Djurdjura avec ses zones rupestres d'altitude et son relief karstique et, presque tout aussi important, le massif forestier de l'Akfadou avec

ses grandes forêts caducifoliées, ses aulnaies et ses zones humides (lacs, marais, agoulmines). Les forêts de Chêne liège (*Quercus suber*) et de Chêne zéen (*Quercus canariensis*) sont dominantes, aux étages thermo- et surtout mésoméditerranéen (*Quercion suberis*). Le Chêne afarès (*Quercus afares*) s'y étend jusqu'à sa limite occidentale (au djebel Bou Zegza). Le palmier nain (*Chamaerops humilis*) joue dans ce district un rôle important, surtout dans sa portion occidentale, relativement plus sèche, thermoméditerranéenne. Le Chêne vert (*Quercus rotundifolia*) et le Cèdre (*Cedrus atlantica*) se développent spécialement au Djurdjura. La végétation azonale forestière est représentée par des ripisylves à *Populus alba*, *Populus nigra* et *Alnus glutinosa* (*Osmundo-Alnion glutinosae*). Limitons-nous à cette description succincte de la végétation naturelle pour le moment.

Il se singularise par plusieurs plantes, toutes exclusivement localisées sur le Djurdjura, nous les laisserons de côté pour l'instant, puisque ce massif en altitude fait partie d'un autre domaine (cf. infra). On y trouve également un petit lot de plantes strictement circonscrites et inféodées au massif forestier de l'Akfadou (endémiques et subendémiques*) : *Allium subhirsutum* subsp. *ciliare*, *Blechnum spicant*, *Carex leporina* subsp. *ovalis*, *Cynosurus peltieri**, *Fumaria mairei* subsp. *mairei**, *Isoetes velata* subsp. *perralderiana** et *Juncus depauperatus* [Italie].

Enfin, citons pour compléter ce tableau *Fimbristylis dichotoma*, plante tropicale, poussant exclusivement au niveau de l'oued Sébaou, *Euphorbia akenocarpa* dans la vallée de l'oued Isser, *Picris sprengeriana* à Dellys et *Artemisia alba* subsp. *kabylica* à Aïn el Hammam.

4.1.2. Secteur algéro-ouarsenien (secteur algérois) [A]

Ce secteur est moyennement arrosé, la pluviosité annuelle y varie entre 500 et 950 mm (bioclimat subhumide essentiellement). La période de sécheresse dure souvent 3 à 4 mois. Les forêts et préforêts de Pin d'Alep et de Chêne vert dominant (*Quercetalia ilicis*, *Pistacio-Rhamnetalia alterni*), aux étages thermo- et mésoméditerranéen ; le Chêne liège (*Quercus suber*) est encore assez abondant, mais ne constitue plus de grands massifs (Atlas blidéen ou mitidjéen, djebel Mouzaïa, Benchicao, Ouarsenis, massif du Dahra, Chenoua). Le Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) se montre sur certains sommets à l'étage supraméditerranéen (*Querco-Cedretalia atlanticae*). *Myrtus communis* est commun dans ce secteur comme dans le précédent et *Chamaerops humilis* devient fréquent, indiquant l'étage thermoméditerranéen. *Tetraclinis articulata* apparaît surtout dans la partie occidentale (jusqu'aux gorges de la Chiffa), avec un certain nombre de plantes de garrigues et de forêts claires du secteur orano-tlemcenien, dont *Cytisus arboreus* subsp. *arboreus*, *Lavandula dentata*, *Osyris lanceolata*, *Polygala munbyana*, *Rosmarinus eriocalyx*, etc., divers Cistes, *Cistus heterophyllus*, *Cistus incanus* s.l., *Cistus ladaniferus*, *Cistus munbyi* et plusieurs Gagées, *Gagea algeriensis* var. *algeriensis*, *Gagea arvensis*, *Gagea mauritanica*, *Gagea granatelli* subsp. *chaberti*. Par contre, on y rencontre qu'un très petit nombre de plantes distinctives (parfois endémiques*) du secteur, comme : *Hedysarum naudinianum**, *Linum narbonense*, *Narcissus tazetta* subsp. *italicus*, *Ononis antennata* subsp. *antennata**, etc.

Il est subdivisé en 2 districts fortement différenciés :

4.1.2.1. District littoral mitidjo-ténésien (sous-secteur du littoral algérois) [A1]

Il correspond en grande partie à la plaine de la Mitidja (zones humides résiduelles), mais aussi au Sahel d'Alger (massif de Bouzaréah) et au littoral s'étendant entre le Chenoua et Cap Ténès (falaises calcaires). La pluviométrie annuelle y varie entre 600 et 900 mm ; le bioclimat est subhumide, à variante chaude à douce. Le nombre de mois secs est presque

partout de 4. Dans cette zone côtière, la température moyenne annuelle est élevée et régulière (17-19 °C), suite à l'influence modératrice de la mer.

Dans ce district littoral, on trouve des forêts de Chêne liège et de Pin d'Alep, parfois comme forêts secondaires ; des formations préforestières à *Tetraclinis articulata*, des maquis à Oleo-lentisque (Oleo-Ceratonion) et d'autres formations dérivant de la dégradation des forêts climaciques (garrigues, cistaies...). La végétation azonale est représentée par des forêts riveraines relictuelles (*Populetales*, *Populion albae*) dans les cours d'eau de la Mitidja (Wojterski, 1988).

Une douzaine de plantes endémiques et subendémiques algériennes et maghrébiennes n'existent que dans ce district et lui confèrent ainsi toute son originalité, ce sont : *Calendula monardi*, *Callitriche hermaphroditica* subsp. *clausonis*, *Crepis pulchra* subsp. *africana*, *Iris xiphium* var. *battandieri*, *Limonium gougetianum* subsp. *multiceps*, *Limonium letourneuxi*, *Linaria gharbensis* var. *rusguniensis*, *Onopordon algeriense*, *Polygala nicaeensis* var. *coursierana*, *Rumex algeriensis* var. *algeriensis*, *Scabiosa cartenniana*, *Fumaria bicolor*, *Tetragonolobus gussonei*, *Trifolium congestum* (les trois derniers existent en Italie).

D'autres plantes exclusives permettent d'individualiser cette unité phytochorique, citons parmi l'élément méditerranéen : *Calendula arvensis* subsp. *hydruntina*, *Dorycnium pentaphyllum* subsp. *jordanianum*, *Linaria pedunculata* var. *lutea*, *Ononis natrix* subsp. *hispanica*, *Orchis palustris* var. *mediterranea*, *Pulicaria sicula* var. *radiata*, *Ranunculus spicatus* subsp. *spicatus*, *Spergularia salina* subsp. *microcarpa*, etc., et pour l'élément boréal (européen, eurasiatique) : *Callitriche palustris* subsp. *polymorpha*, *Iris spuria* var. *reichenbachiana*, *Pulicaria vulgaris* subsp. *graeca*, *Thalictrum flavum* subsp. *costae*, etc.

4.1.2.2. District atlasique blido-ouarsenien (sous-secteur de l'Atlas tellien algérois) [A2]

Ce district s'étend sur les massifs montagneux (orosystèmes) de cette portion centro-occidentale de l'Atlas tellien (djebel Bou Zegza, Atlas blidéen, djebel Mouzaïa, gorges de la Chiffa, Zaccar, djebel Bou Maad, Theniet el Had, Ouarsenis).

La pluviométrie annuelle y varie entre 600 et 950 mm, mais atteint près de 1 400 mm en altitude (à Chréa, 1 550 m). Le bioclimat est subhumide, localement semi-aride supérieur, à variante surtout fraîche. La période sèche ne dépasse pas 3-4 mois. La température moyenne annuelle est relativement basse (11-15 °C), dans cette zone montagneuse.

La végétation forestière et préforestière est représentée par divers types de formations : à Chêne liège, à Chêne zéen, à Cèdre et à Pin d'Alep ; elle est complétée par des maquis à Oléo-lentisque (Oleo-Ceratonion), des génistaies à *Genista numidica* au Zaccar, des garrigues à *Calicotome spinosa* et *Genista tricuspidata*, des cistaies (*Cisto-Lavanduletea*, *Lavanduletalia stoechadis*), etc. La végétation azonale forestière est présente au niveau des ravins du djebel Mouzaïa (érable à *Acer obtusatum*) et différentes ripisylves occupent les berges des oueds. Une trentaine de taxons, qui y sont strictement localisés, permet sa caractérisation ; ce sont des endémiques algériennes ou maghrébiennes : *Allium seirotrichum*, *Astragalus reini* subsp. *nemorosus*, *Genista numidica* subsp. *sarotes*, *Iberis peyerimhoffi*, *Ononis cephalantha* var. *munbyana*, *Orchis patens* var. *atlantica*, *Silene aristidis*, *Silene pseudovestita*, *Trifolium physodes* var. *durandoi* [djebel Dira, également], et des plantes appartenant à divers éléments phytochoriques : *Alyssum psilocarpum*, *Bunium macuca*, *Calendula fulgida* var. *foliosa*, *Fumana calycina*, *Gagea pygmaea*, *Linaria tristis* subsp. *tristis*, *Malope trifida*, *Ophrys sphegodes* subsp. *moesiana*, *Ornithogalum tenuifolium*, *Tragopogon porrifolius* subsp. *macrocephalus*, etc.

Il est à noter que la flore steppique y pénètre sur certains points ; c'est ainsi que *Lygeum spartum* arrive au piémont sud du djebel Mouzaïa (Maire, 1926). En fait, la présence d'un peuplement steppique à *Lygeum spartum* et *Artemisia herba-alba*, sur sols marneux, parfois

sur plusieurs hectares, a été signalée par Charles & Chevassut (1957), en divers points de ce district (Hammam Righa, région de Miliana et sur le flanc sud du djebel Mouzaïa).

4.1.3. *Secteur orano-tlemcenien* (secteur oranais) [O]

Ce secteur orano-tlemcenien englobe le Tell oranais, les plaines littorales et la Meseta oranaise ou Causses de Tlemcen. Il est peu arrosé et la pluviométrie annuelle y oscille entre 350 et 600 mm. Le bioclimat est généralement semi-aride et même aride supérieur localement (Cap Falcon, Relizane, notamment), dans les variantes chaude à fraîche. La période de sécheresse dure 4-5 mois.

C'est une région comprenant des forêts et préforêts de Thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata*), qui en est l'essence caractéristique, de Pin d'Alep et de Chêne vert (*Quercetalia ilicis*, *Pistacio-Rhamnetalia alaterni*). *Quercus suber* y est peu répandu ; au contraire, *Chamaerops humilis* y joue un rôle très important (chaméropaie), indiquant l'étage de végétation thermoméditerranéen. La végétation climacique des plaines argileuses y est le plus souvent la brousse à *Pistacia atlantica* et *Zizyphus lotus*.

Au point de vue floristique, il est caractérisé par la présence de très nombreuses plantes différentielles, dont des endémiques algériennes et maghrébienes : *Asparagus altissimus*, *Brachyapium pomelianum*, *Celsia faurei*, *Cistanche mauritanica*, *Eryngium tricuspidatum* subsp. *mauritanicum*, *Genista erioclada* subsp. *erioclada*, *Genista quadriflora*, *Limonium gummiferum*, *Linum grandiflorum*, *Mantisalca delestrei*, *Marrubium alyssoides*, *Ononis antennata* subsp. *natricoides*, *Salvia algeriensis*, *Teucrium bracteatum*, *Trisetaria nitida*, et des ibéro-maghrébienes : *Astragalus mauritanicus*, *Campanula mollis*, *Ceratocarpus heterocarpus*, *Daucus carota* subsp. *parviflorus*, *Dianthus gaditanus* subsp. *maroccanus*, *Diplotaxis virgata* subsp. *cavanillesiana*, *Galium viscosum* subsp. *bovei*, *Helianthemum pomeridianum*, *Nepeta tuberosa* subsp. *reticulata*, *Polygala munbyana*, *Senecio gallicus* subsp. *mauritanicus*, etc.

La flore steppique y pénètre largement et s'y mêle ici à la flore méditerranéenne, par exemple : *Delphinium mauritanicum*, *Filago exigua*, *Halopeplis amplexicaulis*, *Polygonum balansae*, *Silene divaricata*, etc. L'Alfa existe à peu près partout et jusqu'au bord de la mer, ainsi que l'Armoise blanche (*Artemisia inculta* = *A. herba-alba*).

Ce secteur fait partie du complexe bético-rifain, région caractérisée par une haute diversité floristique et considérée comme l'un des points chauds de biodiversité végétale au niveau du bassin méditerranéen (Médail & Quézel, 1997). Il est subdivisé en 3 districts :

4.1.3.1. *District littoral orano-mostaganémois* (sous-secteur des sahels littoraux oranais) [OI]

Ce district, qui s'étend sur le littoral collinéen, recouvert de forêts très claires et de garrigues, où domine le Thuya de Berbérie, va des monts des Traras jusqu'à l'ouest de Ténès (Ghazaouet, Sahel d'Oran, djebel Khar, djebel Murdjadjo, forêt de Msila, Arzew, Mostaganem, îlots de Rachgoun et Habibas).

La pluviométrie annuelle y est de 300 à 500 mm, le bioclimat est semi-aride à hiver chaud et la période de sécheresse dure souvent 5 mois. Tout ce littoral thermoméditerranéen bénéficie d'un climat doux, dû à l'influence régulatrice de la mer. La température moyenne annuelle est relativement élevée et uniforme (17-18 °C).

En dépit d'une surface très réduite relativement aux autres districts, il possède un important contingent de plantes particulières, dont plus d'une vingtaine d'endémiques algériennes et maghrébienes, lui conférant une forte individualité floristique : *Adenocarpus umbellatus*, *Anthemis chrysantha*, *Bellevia pomeli*, *Brassica maurorum*, *Brassica spinescens*, *Carduus balansae*, *Genista cephalantha* var. *oranensis*, *Genista numidica* subsp.

ischnoclada, *Genista spinulosa*, *Helianthemum maritimum*, *Koeleria balansae*, *Kremeriella cordylocarpus*, *Limonium asparagoides*, *Limonium lingua*, *Linaria atlantica*, *Mecomischus pedunculatus*, *Ononis antennata* subsp. *massaesylia*, *Ononis avellana*, *Ononis crinita*, *Orobanche leptantha*, *Pulicaria filaginoides*, *Salvia balansae*, *Satureja candidissima*, *Sideritis maura* var. *debeauxi*, *Spergularia pycnorrhiza*, *Teucrium mauritanicum*, etc. Les taxons ibéro-maghrébiens ou ouest-méditerranéens exclusifs de ce district sont également nombreux : *Crepis salzmanni*, *Galactites duriaei*, *Genista spartioides* subsp. *spartioides*, *Genista umbellata*, *Helianthemum caput-felis*, *Hippocrepis salzmanni*, *Limonium duriusculum*, *Lithodora diffusa*, *Malcolmia littorea*, *Ononis natrix* subsp. *hispanica*, *Ornithopus isthmocarpus*, *Phlomis purpurea* subsp. *caballeroi*, *Senecio linifolius*, *Sideritis arborescens* subsp. *ortanadae*, *Silene aperta*, *Silene laxiflora* var. *vestita*, *Triguera osbeckii*, etc.

4.1.3.2. District planitiaire orano-chélifien (sous-secteur des plaines littorales oranaises) [O2]

Ces plaines littorales et sublittorales de l'Oranie s'étalent profondément depuis Maghnia jusqu'au méridien de Khemis Miliana, à la faveur de la vallée intérieure de l'oued Chlef, via l'axe Aïn Temouchent/Sidi Bel Abbès/Mohammadia/Mascara/Relizane/Oued Rhieu/Chlef/Aïn Defla ; elle englobe dans la région oranaise un ensemble de zones humides saumâtres à salées, dont le marais de la Macta, les salines d'Arzew, la grande sebkha d'Oran, la sebkha de Misserghin et la plaine de l'Habra, domaine des halophytes.

La pluviométrie annuelle y est de 350 à 500 mm (bioclimat semi-aride, doux à frais) et la période sèche de l'ordre de 4-5 mois. Sur le plan thermique, cette zone de plaine, plus spécialement dans la basse vallée de Chlef est particulière (forte continentalité) par les amplitudes annuelles que l'on y rencontre, entre 35 et 37 °C (Seltzer, 1950).

Parmi les plantes différentielles de ce district, citons les endémiques algériennes et maghrébienes : *Atriplex chenopodioides*, *Calendula bicolor* var. *cossoni*, *Crepis suberostris* subsp. *suberostris*, *Erysimum semperflorens*, *Najas arsenariensis*, *Ononis megalostachys*, *Silene ghiarensis*, *Silene glaberrima*, *Sonchus arvensis* var. *mauritanicus*, *Spergularia doumerguaei*, *Stachys saxicola* subsp. *cheliffensis*, *Teucrium santae*, etc.

4.1.3.3. District atlasique tiareti-tlemcenien (sous-secteur de l'Atlas tellien oranais) [O3]

Ce district englobe la partie occidentale de l'Atlas Tellien, avec les monts de Tiaret, de Saïda, de Daya et de Tlemcen. La région montagneuse de Tlemcen (Terni, Hafir, Sebdou, djebel Ouargla, djebel Tenouchfi 1 843 m, Ghar Rouban...), constituée de roches jurassiques souvent magnésiennes, est la mieux arrosée de l'Ouest algérien (739 mm/an à Hafir, 1 270 m ; bioclimat subhumide). Plus généralement, la pluviométrie annuelle varie de 350 à 650 mm, avec une période de sécheresse de 4 mois. Le bioclimat prédominant est le semi-aride surtout dans sa variante d'hiver fraîche. La température moyenne annuelle, dans cette zone montagneuse, est relativement basse (13-16,5 °C).

Les monts de Tlemcen sont recouverts par quelques forêts de Chêne liège et même de Chêne zéen (*Quercus faginea* subsp. *tlemcenensis*), mais le Chêne vert est manifestement le plus répandu, ainsi que le Pin d'Alep et le Thuya de Berbérie. Les chênaies, les pineraies et les tétraclinaies organisent des peuplements forestiers ou préforestiers appartenant aux *Quercetea ilicis* (*Quercetalia ilicis*, *Pistacio-Rhamnetalia alaterni*). En ambiance subhumide, les formations arborées à *Olea europaea*, *Pistacia lentiscus* et *Ceratonia siliqua* se rattachent surtout au *Querco-Oleion sylvestris*, et en ambiance semi-aride, suite à la dégradation anthropique, elles évoluent vers divers groupements de matorrals à *Juniperus oxycedrus*, *Calicotome villosa*, *Chamaerops humilis*, *Zizyphus lotus*, *Genista* spp., *Ulex boivini*, *Rosmarinus*

officinalis, etc., s'inscrivant dans les *Rosmarinetea officinalis* ou *Cisto-Lavanduletea stoechadis* (Bouazza & al., 2001).

Ces monts de Tlemcen, et plus spécialement le massif frontalier du Ghar Rouban*, présentent une très forte originalité floristique. De nombreuses espèces endémiques algériennes et algéro-marocaines leur sont particulières : *Adenocarpus faurei*, *Arenaria pomeli*, *Atractylis macrophylla*, *Campanula velata* subsp. *velata*, *Carlina atlantica*, *Carthamus carthamoides*, *Centaurea nana*, *Centaurea phaeolepis*, *Centranthus angustifolius* subsp. *battandieri*, *Chaenorrhinum villosum* subsp. *macrocalyx*, *Erodium tordyloides* subsp. *tordyloides*, *Eruca setulosa*, *Euphorbia bupleuroides* subsp. *bupleuroides*, *Filago pomeli**, *Galium bourgaeum*, *Genista erioclada* subsp. *atlantica*, *Linaria burcezia**, *Ophrys tenthredinifera* var. *lutescens*, *Orchis elata* subsp. *durandoi*, *Polygala rosea* subsp. *rosea*, *Pulicaria vulgaris* subsp. *pomeliana*, *Quercus faginea* subsp. *tlemcenensis*, *Taraxacum microcephalum**, *Thalictrum flavum* subsp. *glaucum*, *Valerianella leptocarpa*, *Verbascum maurum*, etc.

Des taxons de l'élément ibéro-maghrébien et ouest-méditerranéen, sont aussi typiques de ce district, citons : *Adenocarpus decorticans* var. *speciosus*, *Allium moly* subsp. *massaesylum*, *Allium paniculatum* var. *rifanum*, *Anthyllis polycephala*, *Biscutella frutescens*, *Carex mairei**, *Centranthus macrosiphon*, *Cheilanthes hispanica**, *Daucus durieui**, *Fumaria macrosepala*, *Genista retamoides* var. *pomariensis*, *Ionopsidium prolongoi**, *Ononis pendula* subsp. *grandiflora*, *Peucedanum hispanicum* var. *atlanticum**, *Pleurosorus hispanicus*, *Sarcocapnos crassifolius*, *Stauracanthus boivini*, *Teucrium buxifolium* var. *albidum*, etc.

4.1.4. Secteur tello-constantinois (secteur du Tell constantinois) [C]

Ce secteur est relativement arrosé (450-700 mm par an). Le bioclimat est semi-aride supérieur ou subhumide, frais surtout. La saison sèche y est le plus souvent de 4 mois. La température moyenne annuelle est modérée (14,5-17,5 °C). Son climat est relativement continental, avec une amplitude thermique annuelle de 30 à 34 °C.

Le Chêne vert (*Quercus rotundifolia*) domine dès que l'altitude augmente et y joue un rôle important (*Quercetea ilicis*). Il est essentiellement peuplé de Pin d'Alep (*Pinus halepensis*), avec du Genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), quelques fois du Genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*). Le Chêne liège y est rare et n'existe qu'en montagne sur les points les plus arrosés (Souk Ahras, 727 mm/an). Par contre, *Myrtus communis* y manque complètement. La brousse à *Pistacia atlantica* et *Zizyphus lotus* y occupe souvent les plaines argileuses. On y rencontre en abondance *Rosmarinus officinalis* (*Rosmarinetea*).

D'autre part, la flore steppique y pénètre sur certains points ; c'est ainsi que l'Alfa (*Stipa tenacissima*) arrive au piémont Sud du Djurdjura (Maire, 1926), dans la vallée de la Soummam, où l'on passe du subhumide au semi-aride vers 200 m d'altitude (Cote, 1987).

Ce secteur très allongé de l'Est à l'Ouest (du méridien de l'Ouenza jusqu'à celui de Ksar el Boukhari), où il passe graduellement au secteur algéro-ouarsenien, est loin d'être homogène sur le plan floristique (Lapie, 1909a & b ; Maire, 1926), ce qui nous permet d'y reconnaître aisément deux districts « nouveaux » :

4.1.4.1. District bibano-guelmois [C1]

Dans la vallée de la Soummam, le bassin de Mila et celui de Guelma, la pluviométrie tombe à moins de 600 mm/an, le bioclimat y est semi-aride à variante tempérée (Cote, 1987). La saison sèche y est longue de 4-5 mois. La végétation originelle sur ces terrains argileux était la formation à Oléo-lentisque, qui a été presque partout déboisée et remplacée par des cultures de céréales (Gaussen & Vernet, 1958).

Ce district, surtout dans ses nombreuses parties montagneuses calcaires (Titteri, djebel Dira, chaîne des Bibans, djebel Mégris, djebel Taya, djebel Ouahch, djebel Mcid Aicha...), possède un grand nombre de plantes distinctives, dont des endémiques algériennes et maghrébiennes : *Atractylis serrata*, *Bunium elatum*, *Campanula numidica*, *Erodium asplenoides*, *Erodium choulettianum*, *Euphorbia hieroglyphica*, *Genista retamoides* var. *cossoniana*, *Lactuca viminea* var. *numidica*, *Legousia juliani*, *Limonium ramosissimum*, *Odontites discolor*, *Ononis hirta* var. *cirtensis*, *Plantago tunetana*, *Silene cirtensis*, *Silene tunetana*, *Sinapis pubescens* subsp. *aristidis*, et des méditerranéennes, comme : *Biscutella auriculata* subsp. *brevicalcarata*, *Bupleurum odontites*, *Hypericum triquetrifolium*, *Koeleria splendens* subsp. *splendens*, *Linum tenuifolium*, *Teucrium spinosum*, exclusives de cette subdivision viennent renforcer cette individualité phytochorique.

4.1.4.2. District belezmo-hodnéen [C2]

Il comprend la chaîne transverse qui assure la jonction entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien, en reliant la chaîne des Bibans au massif des Aurès ; elle englobe les monts du Hodna (djebel Bou Taleb, djebel Maadid, djebel Guetiane), dont l'altitude oscille entre 1 000 et 1 886 m, et du Belezma (djebel Toumour, djebel Refaa).

La pluviométrie moyenne annuelle est de 450-500 mm, beaucoup plus sur les sommets. Le bioclimat est semi-aride frais à basse altitude et passe au subhumide froid en altitude (au-delà de 1 200 m environ). La saison sèche n'excède pas 3 mois sur les sommets élevés. La température moyenne annuelle est basse (12 °C et certainement moins en altitude).

Les monts du Hodna et du Belezma sont occupés par des formations forestières et préforestières à Cèdre, Chêne vert et Pin d'Alep, *Juniperus oxycedrus* est fréquent en sous-bois. Au Belezma, le Chêne vert forme, vers 1 500-1 700 m, des futaies forestières, dont il reste quelques vestiges (*Quercetea*, *Quercetalia ilicis*) (Abdessemed, 1984). On y trouve des formations préforestières à *Fraxinus dimorpha* et *Juniperus phoenicea*, qui appartiennent à l'*Ephedro-Juniperion (etalia) phoeniceae* (Abdessemed, 1981 in Meddour & Géhu, 1998). Le versant sud, exposé directement à la trouée d'El Kantara, porte un matorral de *Juniperus phoenicea* et de l'alfa, qui monte jusqu'à 1 800 m en sous-bois (Abdessemed, 1984). Sur les monts du Hodna, les forêts de Pin d'Alep se situent entre 800 et 1 500 m d'altitude, au dessus de 1 400 m en moyenne, les plus hauts sommets portent des forêts de Cèdre ; elles sont toutes les deux plus ou moins dégradées (Le Houérou & al., 1975). Les matorrals occupent la majeure partie de la zone montagneuse ; ce sont des matorrals plus ou moins arborés à Chêne vert, Genévrier oxycèdre, et des matorrals à Genévrier de Phénicie et Lentisque (Le Houérou & al., 1975).

Les plantes différentielles de ce district sont essentiellement des subendémiques, maghrébiennes le plus souvent : *Astragalus onobrychis* subsp. *numidarum*, *Centaurea dissecta* subsp. *affinis* var. *parlitoris* [Italie], *Festuca ovina* subsp. *ovina* var. *tenuifolia*, *Hieracium amplexicaule* subsp. *atlanticum*, *Lathyrus filiformis* subsp. *numidicus*, *Ornithogalum comosum* var. *atlanticum*, *Tulipa sylvestris* subsp. *primulina*.

4.2. Domaine maghrébo-steppien (domaine maghrébin steppique)

Le domaine maghrébo-steppien correspond à l'Algérie steppique, qui se situe directement au sud des chaînes telliennes et au nord des chaînons les plus méridionaux de l'Atlas saharien. On peut y distinguer globalement deux unités physiographiques bien distinctes :

- 0 Les Hautes Plaines sud-oranaises et sud-algéroises se prolongent à l'Est par le Bassin subsident du Hodna et les Hautes Plaines sud-constantinoises.

O Au sud deux orosystèmes bien différents se relaient de l'ouest vers l'est, l'Atlas saharien et les monts des Aurès et Nemencha.

Comme le domaine précédent, ce phytochore steppien a un climat méditerranéen avec une saison sèche et chaude, très variable, de 4-6 à 8-9 mois, une saison hivernale pluvieuse et froide et un régime thermique très contrasté de type continental (Le Houérou & al., 1979). Les précipitations annuelles sont en général faibles et oscillent entre 200 et 450 mm en moyenne (bioclimats semi-aride et aride), beaucoup plus en altitude. En effet, les massifs montagneux reçoivent une pluviométrie de l'ordre de 450-500 mm dans l'Atlas saharien ; elle diminue par contre sensiblement sur le piémont sud de l'Atlas saharien (environ 150 mm/an), selon Le Houérou & al. (1979). Les températures estivales sont très élevées et la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud oscille entre 32 et 39°C. Les froids hivernaux sont nettement accusés et la température minimale du mois le plus froid varie entre - 2 et 4°C, soit une amplitude thermique annuelle élevée de 32-38°C. Les gelées hivernales sont fréquentes dans les régions élevées de l'Atlas saharien et les Hautes Plaines, soit 30 à plus de 60 jours en moyenne par an (Seltzer, 1946, 1950).

Le domaine maghrébo-steppien est celui de divers types de steppes (« zone des steppes » de Trabut) : steppes d'Alfa (*Stipa tenacissima*), steppes d'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*), steppes de sparte (*Lygeum spartum*), steppes à armoise champêtre (*Artemisia campestris*) se partagent le paysage. Plus au sud, assurant la transition avec la végétation saharienne, la steppe à Remt (*Hammada scoparia*) domine. Autour des grandes dépressions salées s'étendent les steppes crassuléscentes à Salsolacées halophiles (*Salsola*, *Suaeda*, *Arthrocnemum*, *Halocnemum*...) (Le Houérou & al., 1979).

Les conditions bioclimatiques sont peu favorables à la végétation forestière et celle-ci s'est réfugiée dans les massifs montagneux relativement arrosés. En effet, il existe encore des zones nombreuses mais limitées de végétation forestière relictuelle dans certains chaînons de l'Atlas saharien (Le Houérou, 1989). Ces sommets sont couverts de végétation forestière plus ou moins dégradée, allant de la forêt claire de Pin d'Alep ou de Chêne vert jusqu'au matorral très dégradé (*Rosmarinetea officinalis*), où ne subsistent que de rares individus de Genévrier de Phénicie (Le Houérou & al., 1979). Les crêtes sont occupées localement par le Cèdre. Le taux de boisement de ce domaine était de 6.71 % (Boudy, 1949). Ce domaine est ainsi caractérisé par une végétation climacique steppique (*Lygeo-Stipetea tenacissimae*) dans ses parties basses, qui passe à une végétation forestière présteppique sur les hautes montagnes (*Ephedro-Juniperetalia phoeniceae*).

Ce n'est qu'au piémont du versant sud qu'apparaît la zone prédésertique (axe El Abiodh, Laghouat, Biskra), hormis l'hernie présaharienne du bassin du Hodna. Selon Ozenda (1991), la végétation des Hauts Plateaux et celle qui couvre le versant sud de l'Atlas saharien peuvent être vues comme des formes steppiques du thermoméditerranéen, que l'on a rapprochées de la végétation dite irano-touranienne du Proche et Moyen-Orient (Maire, 1940 in Ozenda, 1991 ; Le Houérou & al., 1979).

Sur le plan floristique, certaines plantes endémiques algériennes ou maghrébiennes sont exclusives de ce domaine : *Agropyropsis lolium*, *Alyssum macrocalyx*, *Artemisia atlantica*, *Astragalus armatus* subsp. *armatus*, *Astragalus tenuifoliosus*, *Carum foetidum*, *Herniaria mauritanica*, *Hypochaeris claryi*, *Linaria dissita* subsp. *dissita*, *Silene claryi*, etc.

Il est intéressant de souligner également la fréquence au niveau de ce domaine de plantes méditerranéennes de liaison irano-touranienne, qui trouvent ici leur optimum écologique, telles que : *Alyssum linifolium*, *Chenopodium foliosum*, *Ceratocephalus falcatus*, *Noaea*

mucronata, *Sisymbrium runcinatum*, etc. Selon Quézel (1981), elles représentent les vestiges de phases climatiques froides, de type continental, plus contrastées thermiquement, qui sont apparues épisodiquement sur le pourtour méditerranéen surtout au cours de certaines phases des périodes glaciaires.

Ce phytochore est subdivisé en Algérie en 2 secteurs et 6 districts (Quézel & Santa, 1962) :

4.2.1. Secteur des Hautes plaines steppiennes (secteur des Hauts-Plateaux) [H]

Les hautes plaines comprises entre les deux chaînes atlasiques sont une zone à caractère steppique séparée du Sahara par l'Atlas saharien. De part et d'autre du Bassin subsident du Hodna, on a les *steppes occidentales* qui forment un vaste ensemble monotone dont l'altitude décroît progressivement de la frontière marocaine (1 200 m) à la dépression du Hodna (400 m) et les *steppes orientales* dont l'altitude est relativement stable (900 à 1 200 m) (Le Houérou & al., 1979). Elles se sont formées à partir d'un soulèvement du socle primitif à la fin du Tertiaire ; dans les dépressions de ces hautes plaines se sont accumulées des matériaux détritiques par suite d'une érosion énergique formant ainsi des plaines subdésertiques parsemées de grands chotts (chott Chergui, chott Gharbi, chott el Hodna) (Bergantz in Wojterski, 1988).

Ce secteur possède un nombre appréciable de plantes rares qui lui sont singulières, dont plusieurs endémiques algériennes et maghrébiennes : *Andryala spartioides*, *Festuca deserti* subsp. *duriaei*, *Genista microcephala* var. *capitellata*, *Goniolimon tataricum*, *Juncus punctorius* var. *mauritanicus*, *Linaria dissita* subsp. *gracilescens*, *Linaria fallax*, *Linum austriacum* subsp. *collinum* var. *mauritanicum*, *Ononis incisa*, *Papaver dubium* subsp. *mairei*, *Saccocalyx satureioides*, *Thymus guyoni*, *Valerianella chlorodonta*, *Valerianella stephanodon*, etc.

4.2.1.1. District occidentalo-steppien (sous-secteur des hauts plateaux orano-algérois) [H1]

Ce district s'étend depuis la frontière marocaine jusqu'à la cuvette du Hodna (El Kheider, El Aricha, Mecheria, Dhaya, Saida, Tiaret, Frenda, Tissemsilt, plateau du Sersou, Ain Oussera...). Il est parsemé de chotts (notamment Chott el Gharbi, Chott ech Chergui, Zahrez Gharbi, Zahrez Chergui).

Il reçoit une pluviométrie de 200 à 430 mm par an, et se situe en semi-aride et aride supérieur, à variantes d'hiver fraîche, localement froide. La température moyenne annuelle est de 14 à 18°C.

Ce district est occupé par divers types de steppes : steppe rocailleuse à *Stipa tenacissima*, steppe limoneuse à *Artemisia herba-alba*, steppe sablonneuse à *Aristida pungens*, steppe à *Lygeum spartum*, steppe salée à Halophytes, et un scrub à *Zizyphus lotus* avec *Pistacia atlantica* dans les dayas et quelques parties mieux arrosées (par ex. El Aricha, 1250 m et 622 mm/an). La végétation forestière présteppique n'est représentée que par des peuplements clairsemés de *Juniperus phoenicea* (*Ephedro-Juniperion phoeniceae*), de *Quercus rotundifolia* et quelques peuplements résiduels à *Pinus halepensis* sur les reliefs montagneux.

Plusieurs plantes sont spéciales à ce district et le caractérisent bien, des endémiques algériennes et maghrébiennes : *Astragalus gryphus*, *Atractylis caerulea*, *Atractylis phaeolepis*, *Avena breviaristata*, *Campanula saxifragoides*, *Carduncellus ilicifolius*, *Carthamus lanatus* subsp. *montanus*, *Diploaxis simplex*, *Elatine macropoda*, *Erucastrum leucanthum*, *Launaea anomala*, *Orobancha ducellieri*, *Otocarpus virgatus*, *Papaver malviflorum*, *Plantago maritima* var. *chottica*, *Taraxacum getulum*, etc., et des ibéro-maghrébiennes, *Brassica saxatilis* subsp. *africana*, *Dianthus gaditanus* subsp. *jahandiezi*, *Diploaxis virgata* subsp. *platystylis*, *Vella integrifolia* subsp. *glabrescens*, *Senecio auricula*, *Thymus glandulosus*, etc.

4.2.1.2. District orientalo-steppien (sous-secteur des hauts plateaux constantinois) [H2]

Ce district s'étend sur les hautes plaines steppiques de l'Est algérien (Bordj Bou Arreridj, Setif, El Eulma, Barika, Batna, Khenchela, Ain Beida, Sedrata...), caractérisées par un relief tourmenté et une altitude moyenne de 800 à 1 000 m. De nombreuses zones humides saumâtres et salées parsèment les dépressions de ce territoire (chotts, Sebkhas, Garaets ; Chott Beida, Garaet et Tarf, Ank Djemel...). Il reçoit une pluviométrie nettement plus élevée que le district précédent, soit 350 à 500 mm/an. Le bioclimat y est essentiellement le semi-aride à variante fraîche. La température moyenne annuelle est ici plus basse relativement au district occidental, soit 13 à 17.5°C. La durée de la période de sécheresse est plus régulière est de l'ordre de 4 mois, le plus souvent.

Ce territoire est par conséquent en grande partie cultivé et anthropisé. C'est un district steppique enclavé au milieu de zones moins sèches, à vocation céréalière. La végétation forestière n'existe que sur les montagnes dominant les hautes plaines, plus particulièrement dans la région extrême orientale (Ain Beida, El Aouinet, Ouenza), où subsistent des peuplements de Pin d'Alep, presque exclusivement sur des terrains calcaires crétacés (Boudy, 1949) et les reliques de forêts à *Quercus rotundifolia*. Ces hautes plaines paraissent avoir porté une brousse à *Zizyphus lotus*, dont il ne reste que des vestiges. Les steppes y sont de divers types : steppes à *Lygeum spartum* au voisinage des terrains salés, steppes à armoise champêtre après la culture, steppes d'Alfa sur les affleurements de calcaire crétacé supérieur et steppes à armoise blanche sur les limons argileux (Gaussen & Vernet, 1958). La vocation y est nettement le pâturage steppique (Cote, 1987).

Au point de vue floristique, on a coutume de dire, à la suite de Trabut, que ce district est surtout caractérisé par une endémique algéro-tunisienne *Othonnopsis (Hertia) cheirifolia* ; mais, celle-ci ne lui est pas exclusive, bien qu'elle y est particulièrement abondante.

Très peu de plantes endémiques algériennes et maghrébiennes sont spéciales à ce district, d'ailleurs, elles ne lui sont pas non plus propres, puisqu'on les retrouve invariablement dans les districts limitrophes : *Carduncellus choulettianus* (C1), *Celsia balli* (AS3), *Eruca loncholoma* (AS3), *Reseda duriaea* (C1, AS3), *Salvia jaminiana*, *Schismus barbatus* subsp. *perennis*, *Silene kremeri* (C1), *Sinapis pubescens* subsp. *indurata*, etc.

Ceci est bien connu, car selon Le Houérou (1995), la steppe orientale et centrale algérienne est un « no man's land » endémique, caractérisé par l'absence ou du moins la rareté des endémiques. Cet auteur ajoute qu'on retrouve un certain nombre d'endémiques centré sur l'Atlas saharien et ses prolongements (monts du Hodna, Aurès, Nemencha). Ce qu'on aura l'occasion de voir par la suite.

4.2.1.3. District du bassin Hodnéen (sous-secteur du Hodna) [H3]

Le bassin du Hodna, orienté NO-SE, qui s'étend entre les deux districts précédents, sur 220 km de long et 90 km de large, est coincé entre deux formations montagneuses atteignant 1 800 à 1 900 m d'altitude au Nord (monts du Hodna) et 600 à 900 m d'altitude au Sud (monts de Bou Saada), alors que son altitude moyenne ne dépasse pas 400 m. L'alimentation du Chott el Hodna est assurée par au moins 22 cours d'eau principaux.

Ce bassin se présente comme une enclave à caractère présaharien (bioclimat aride moyen à inférieur). La pluviométrie moyenne franchit là un seuil net, elle n'y est guère que de 200-250 mm/an (Bou Saada 237 mm, Msila 219 mm), et la partie centrale du chott reçoit moins de 200 mm, par exemple 168 mm à Bir Ghellalia (Le Houérou & al., 1979). La période sèche y est très longue (9 mois) et la nuance bioclimatique est subdésertique *sensu* Bagnouls & Gaussen (1953). La température moyenne annuelle y est très élevée, soit 18.5 à 19.5°C. La

température minimale (m) du bassin hodnéen est comprise entre 1 et 4°C, l'amplitude y est de 34°C et correspond à un climat de type continental (Le Houérou & al., 1975).

Le chott renferme une toposéquence de groupements végétaux halophiles et psammophiles, dont le caractère phytogéographique dominant change rapidement passant du méditerranéen à la base de la séquence au saharien en haut de zonation.

Le chott abrite, là aussi, un petit ensemble d'endémiques maghrébiennes non exclusives, *Herniaria mauritanica*, *Linaria laxiflora*, *Orobancha ducellieri*, *Rhanterium suaveolens*, *Saccocalyx satureioides*, et surtout des plantes de l'élément saharo-arabique qui font toute sa singularité : *Astragalus gombo*, *Echium trygorrhizum*, *Euphorbia guyoniana*, *Limoniastrum guyonianum*, *Spartidium saharae*, etc.

4.2.2. Secteur saharo-atlasique (secteur de l'Atlas saharien) [AS]

L'Atlas saharien est un alignement de reliefs orientés SO-NE (monts des Ksour, djebel Amour, monts des Ouled Naïl, monts du Zab) ; son altitude décroît également d'ouest en est de plus de 2 000 m dans les Ksour à 1 000 m environ au sud du Chott el Hodna. Constitué à l'est par l'imposant massif des Aurès et son prolongement oriental des Nemencha, il se confond avec l'Atlas tellien en passant par les monts du Hodna et de Belezma. Ces chaînes rocheuses sont creusées de gorges profondes (gorges du Ghoufi, gorges d'El Kantara), ouvrant la porte à un paysage purement désertique (Bergantz in Wojterski, 1988). L'Atlas saharien constitue une barrière climatique nette entre l'Algérie du Nord, à climat méditerranéen, et l'immense Sahara algérien, à caractère hyperaride.

D'une façon générale, la végétation steppique à basse altitude laisse place à une végétation forestière présteppique sur les hautes montagnes.

Peu de plantes caractéristiques sont répandues sur l'ensemble de la chaîne, citons les endémiques maghrébiennes : *Diplotaxis virgata* subsp. *cossoniana*, *Linaria origanifolia* subsp. *flexuosa*, *Silene claryi*, *Silene muscipula* subsp. *deserticola*, etc.

4.2.2.1. District atlasique ksourien (sous-secteur de l'Atlas saharien oranais) [AS1] et

4.2.2.2. District atlasique naïli-amourien (sous-secteur de l'Atlas saharien algérois) [AS2]

Ces 2 districts contigus, sans césure de nature topomorphologique, s'étendent des monts de Bou Saada à l'Est jusqu'à la frontière marocaine (djebel Grouz), en passant par les monts des Ksour, djebel Amour, les monts des Ouled Naïl (djebel Senalba, djebel Sahari) et les monts du Zab. Sur les monts des Ksour plus spécialement, on y trouve des sommets élevés (2 187 m au djebel Mzi, 2 236 m au djebel Aïssa).

La pluviosité annuelle y est relativement faible, de 250 à 350 mm (par ex. 284 mm à Djelfa), certainement plus sur les montagnes élevées (392 mm à Ain el Guetia, 1 350 m d'altitude). Le djebel Fernane (au sud de Bou Saada) reçoit plus de 500 mm en altitude et les monts du Zab entre 200 et 300 mm (Le Houérou & al., 1975). Mais, à l'ouest sur les monts des Ksour, la pluviométrie annuelle est moindre (192 mm à Ain Sefra) et sur le piémont méridional, elle est encore plus basse (soit 177 mm à Tadjemout près de Laghouat). Les bioclimats sont le semi-aride inférieur et l'aride, plus souvent à variante froide. La température moyenne annuelle est plus basse que sur les hautes plaines environnantes, soit 13 à 16°C. Enfin, selon Djellouli & Djebaili (1984), la durée d'enneigement au sol dure 20 jours en moyenne par an sur l'Atlas saharien.

La végétation potentielle de la plupart de ces montagnes est ainsi préforestière et forestière présteppique. Malgré cela, seuls les groupements préforestiers de *Pinus halepensis* et *Quercus rotundifolia* y couvrent encore certains sommets (djebel Senalba, spécialement) et des forêts présteppiques à *Pinus halepensis* et *Stipa tenacissima*. Le Genévrier de Phénicie

(*Juniperus phoenicea*) constitue des forêts présteppiques et des matorrals (*Rosmarinetea*) un peu partout, en mosaïque avec divers types de steppes (*Lygeo-Stipetea*). Le Diss (*Ampelodesma mauritanica*) existe, à l'état relictuel, dans la partie centrale et plus septentrionale (monts de Bou Saada, djebel Fernane) ; les ligneux méditerranéens, *Acer monspessulanum* subsp. *monspessulanum*, *Arbutus unedo*, *Cotoneaster racemiflora*, *Erica arborea*, *Osyris alba*, *Pistacia lentiscus*, *Pistacia terebinthus*, *Quercus coccifera*, *Quercus suber*, *Smilax aspera* var. *altissima*, etc., se rencontrent, à l'état de reliques.

Sur les hauts sommets, on retrouve quelques fois une flore plus septentrionale assez riche en espèces européennes (par ex. *Hyssopus officinalis*, *Onopordon acanthium*, *Logfia minima*, *Carex distans*, etc.), que les conditions écologiques actuelles ont refoulées en altitude dans des stations-refuges, relativement plus humides.

Au titre des plantes permettant de singulariser toute cette portion occidentale et centrale de l'Atlas saharien, citons quelques-unes endémiques maghrébienes : *Centaurea granatensis* subsp. *battandieri*, *Centaurea pomeliana*, *Hypericum aegyptiacum*, *Teucrium polium* subsp. *cylindricum*, *Verbascum atlanticum*, etc.

Sur le plan physiographique, il n'est pas facile de scinder cette partie occidentale de l'Atlas saharien en deux districts sans un certain arbitraire. Toutefois, si l'on suit le raisonnement de Le Houérou & al. (1979), l'isohyète 300 mm, qui indique la disparition des formations à Pin d'Alep et des matorrals issus de leur dégradation, est « une limite particulièrement importante qui permet de distinguer un Atlas saharien occidental, situé à l'ouest d'El Bayadh ». Par ailleurs, le centre d'endémisme occidental steppique se place à l'ouest du méridien du djebel Amour (0°) (Le Houérou, 1995). Voilà des observations qui donnent une base phytocénotique et phytogéographique au choix d'une limite sans équivoque.

Sur le plan floristique, chacun des 2 districts, reconnus par Quézel & Santa (1962), compte un nombre appréciable de taxons différentiels et exclusifs, appartenant globalement à l'élément maghrébin, qui permettent cette fois-ci de les séparer formellement, il s'agit de :

- Pour le district atlasique ksourien, principalement sur les monts des Ksour (djebels Mzi, Aïssa et Mekter) et les monts Figuig (djebels Antar de Ben Zireg et Grouz) : *Adenocarpus bacquei*, *Borago trabuti*, *Carex distans* subsp. *oranensis*, *Carduncellus pomelianus*, *Centaurea granatensis* subsp. *malinvaldiana*, *Centaurea nicaeensis* subsp. *walliana*, *Chrysanthemum maresii*, *Cistus villosus* var. *mauritanicus*, *Crambe kraliki*, *Cytisopsis ahmedi*, *Festuca mairei*, *Hyssopus officinalis* subsp. *austro-oranense*, *Linum austriacum* subsp. *getulum*, *Lotophyllus argenteus* subsp. *stipulaceus*, *Pulicaria mauritanica*, *Silene arenarioides*, *Silene rouyana*, *Thesium mauritanicum*, *Thymus pallidus*, *Trisetaria pumila* subsp. *fuscenscens*, etc.
- Pour le district atlasique naïli-amourien (essentiellement sur le djebel Amour, les monts de Djelfa et de Bou Saada) : *Calendula aegyptiaca* subsp. *aegyptiaca* var. *suberostris*, *Carduncellus rhapsodicoides*, *Centaurea alba* var. *mauritanica*, *Centaurea incana* subsp. *amourensis*, *Centaurea riaeana*, *Crepis claryi*, *Evax mauritanica*, *Hypochaeris claryi*, *Pituranthos reboudi*, *Platanthera algeriensis*, *Senecio auricula*, *Taraxacum atlanticum*, etc.

4.2.2.3. District atlasique tébessi-aurésien (sous-secteur de l'Atlas saharien constantinois) [AS₃]

Dans ce district montagnard oriental (Aurès, monts de Nemencha et de Tébessa), les orientations majeures du relief restent sud-ouest-nord-est, de nombreux sommets y dépassent 1 800 m et on y trouve le point culminant de l'Algérie du Nord (djebel Chélia, 2328 m). Les Aurès sont bien limitées au sud par le monoclin post-pliocène de Guerguitt,

qui domine le Bas-Sahara, au niveau de la flexure sud-atlasique orientée ouest-est. Au nord, le synclinal de Seggana, orienté ouest-est, et le synclinal faillé d'Aïn Touta-Batna séparent les Aurès des monts du Belezma.

Ce district est en général nettement plus arrosé que les 2 districts saharo-atlasiques précédents, les précipitations annuelles y oscillent entre 350 et 500 mm (343 mm à Tébessa et 481 mm à Sgag, 1 650 m). Cependant, le total des précipitations baisse jusqu'à 270 mm/an à El Kantara, aux portes du désert. La sécheresse bioclimatique dure 3-5 mois.

Ce phytocore a, ainsi dans toutes ses parties montagneuses, une potentialité forestière encore plus accentuée. Dans les Aurès, on rencontre jusqu'à 1 000 m la végétation à *Olea europaea*. Au dessus les préforêts sont composées de Pin d'Alep et de Genévriers, *Juniperus phoenicea* domine vers l'ouest, tandis que *Juniperus oxycedrus* se rencontre surtout vers l'est ; *Pinus halepensis* atteint 1 600 m. Le Chêne vert (*Quercus rotundifolia*) occupe la moyenne montagne, mêlé au Frêne dimorphe (*Fraxinus dimorpha*) (Gaussen & Vernet, 1958). Les hautes montagnes portent de belles cédraies et des forêts présteppiques claires de *Juniperus thurifera* subsp. *africana* (*Juniperus thuriferae-Quercion rotundifoliae* selon Meddour & Géhu, 1998), appartenant au « domaine des hautes montagnes atlasiques ». Les steppes d'Alfa et de Chih dominant sur les plateaux, mais leur composition floristique montre qu'elles ne sont ici le plus souvent que le stade ultime de dégradation des formations préforestières, ou tout au moins de forêts présteppiques (Quézel, 1957 ; Le Houérou & al., 1979). Le Diss (*Ampelodesma mauretanica*) est assez abondant dans les parties fraîches de la plupart des montagnes, où il indique des conditions non steppiques (Gaussen & Vernet, 1958).

Plusieurs ligneux méditerranéens peuvent être rencontrés, citons entre autres : *Erica arborea*, *Phillyrea angustifolia*, *Phillyrea media*, *Phillyrea latifolia*, *Quercus coccifera*, *Quercus suber*, *Teucrium chamaedrys* subsp. *algeriense*, etc.

Au point de vue floristique, ce district présente de nombreuses plantes caractéristiques, endémiques maghrébienes : *Artemisia herba-alba* var. *aurasiaca*, *Brassica dimorpha* (H₂), *Buffonia chevallieri*, *Centaurea africana* var. *africana*, *Centaurea dissecta* subsp. *affinis* var. *vesceritensis*, *Eruca loncholoma* (H₂), *Ferula vesceritensis*, *Galium numidicum*, *Lathyrus numidicus*, *Rhamnus lycioides* subsp. *atlantica*, *Salvia balansae* var. *aurasiaca*, *Teucrium polium* subsp. *aurasiacum*, *Teucrium ramosissimum* var. *getulum*, etc.

4.3. Domaine oro-maghrébien et sous-domaine oro-algérien

Le « domaine des hautes montagnes atlasiques² » de Lapie (1909a) et Maire (1926), ou « oro-maghrébien » est représenté en Algérie par le « sous-domaine altimontain numidien » de Quézel (1957) ou « oro-algérien ». Ce domaine correspond en fait à l'étage de végétation oroméditerranéen *sensu* Ozenda (1975) ou montagnard-méditerranéen *sensu* Quézel (1976). En effet, on peut faire correspondre aux unités, phytochoriques les étages altitudinaux de végétation ; ce sont des unités de même nature (Julve, 1999).

Il est constitué par des îlots montagnards d'étendue restreinte et s'étend en Algérie sur différents massifs des Atlas tellien et saharien, entre 1 300-1 400 m et les sommets les plus élevés (plus de 2 300 m). C'est grosso modo la « zone du Cèdre » de Trabut. Il est vrai que *Cedrus atlantica* existe dans le « district algéro-ouarsenien », sur la crête de Sidi Abdelkader dans l'Ouarsenis et forme de petits massifs isolés à Théniet el Had (entre 1 300 et 1 787 m) et à Sidi el Kébir (Chrèa), sur l'Atlas de Blida (entre 1 300 et 1 630 m), cependant, c'est principalement dans l'Est algérien que s'étend le domaine oro-maghrébien (sous-domaine

² Il faut se méfier du terme « atlantique », qui actuellement possède une autre acception, et trouver un autre terme pour désigner les plantes ou territoires de l'Atlas. Nous proposons à la suite de Gaussen (1952), le qualificatif plus correct d'« atlasique » ou même « atlasien » pour tout ce qui se rapporte à l'Atlas !

oro-algérien). Il apparaît nettement sur les crêtes culminales dénudées du Djurdjura (entre 1 300 et 2 308 m) et des Aurès et également sur les sommets des Babors, des monts du Belezma et du Hodna.

Ce sous-domaine alticole présente des hivers rigoureux et l'été y est relativement tempéré. La nébulosité est considérable et donne lieu à des pluies et à des brouillards qui se prolongent souvent jusqu'à l'été, diminuant la longueur de la période sèche, à 3 mois ou moins. Autre particularité, les précipitations comportent une forte proportion de neige, qui croît très vite en altitude corrélativement au froid de l'hiver, pendant lequel il est couvert de neige durant des périodes plus ou moins longues.

Au Djurdjura, les précipitations moyennes annuelles varient entre 1 100 et 1 500 mm/an (humide à perhumide, frais à froid). Le climat y est froid en hiver, tempéré en été, avec une température moyenne annuelle comprise entre 11 et 6 °C, entre 1 000 et 2 000 m d'altitude. La saison estivale sèche est courte (2-3 mois). Pour la durée d'enneigement, on enregistre en moyenne 28 jours/an à seulement 1 100 m (Seltzer, 1946), et certainement beaucoup plus en altitude, et le repos végétatif hivernal est de 6 mois au moins. Nous avons eu l'occasion de traiter en détail le climat du massif du Djurdjura (cf. chapitre 2).

Dans le massif des Babors, les précipitations moyennes annuelles varient entre 800 et 1 500 mm/an. La moyenne des températures minimales du mois le plus froid (m) varie entre 1.5 et - 2.2 °C. Le massif se situe dans le bioclimat humide à perhumide, à hivers frais à froid, entre 1 400 et 2 000 m d'altitude (Gharzouli & Djellouli, 2005). La période sèche dure moins de 3 mois, car le brouillard est fréquent en été au niveau du massif. A 2 000 m, au sommet du djebel Babor, l'enneigement dure en moyenne 4 à 6 mois (Seltzer, 1946).

Dans les massifs méridionaux (Aurès, Belezma, monts du Hodna), l'élévation de l'altitude provoque une augmentation de la pluviométrie (plus de 450 mm/an en général) et un abaissement de la température hivernale ($m < 0$ °C) (Cote, 1987). Les massifs montagneux reçoivent une pluviométrie annuelle pouvant atteindre plus de 600 mm dans le secteur oro-aurésien (Le Houérou & al., 1975, 1979). Au djebel Mahmel (Aurès), elle serait même de l'ordre de 976 mm/an à 2 300 m (Ballais, 1981 in Meharzi, 1994) et au Belezma, d'environ 915 mm/an vers 2 200 m (Abdessemed, 1984). La température minimale du mois le plus froid (m) atteint - 5 °C sur les sommets (Le Houérou & al., 1975) ; elle est de - 0.4 °C à Belezma (1 200 m), - 2.3 °C à Bou Taleb (1 250 m) et - 5.4 °C à Sgag (1 650 m), station située tout de même dans un creux gélif (Abdessemed, 1984). Le bioclimat est ainsi subhumide à hiver froid, en altitude. La limite entre le bioclimat semi-aride et subhumide se situe aux Aurès, vers 1 400 m sur le versant nord et vers 1 600 m sur le versant sud (Cote, 1987). La sécheresse estivale persiste pendant 2 mois. Sur les monts du Hodna, à partir de 1 300-1 500 m, selon l'exposition, l'enneigement dure 1 à 2 mois (Le Houérou & al., 1975) ; au djebel Bou Taleb (1 250 m), le nombre moyen de jours d'enneigement est plus exactement de 22 (Seltzer, 1946). Aux Aurès, on enregistre environ 20 jours d'enneigement par an à 1 300 m, 60 jours à 1 600 m (64 jours/an à Sgag) et probablement 3 mois à 2 300 m aux sommets des djebels Mahmel et Chélia (Ballais, 1981 in Meharzi, 1994).

Ces conditions climatiques spéciales donnent à ce sous-domaine une végétation toute particulière : forestière à l'état climacique, cette végétation laisserait place sur certains des plus hauts sommets à des pelouses alticoles. Plus exactement, il est caractérisé par des forêts de *Cedrus atlantica* (*Quercu-Cedretalia atlanticae*, *Quercetea pubescentis*), à l'étage oroméditerranéen inférieur, et par des formations préforestières à *Juniperus hemisphaerica* (*Lonicero kabylicae-Juniperion hemisphaericae*) ou à *Juniperus thurifera* (*Ephedro majoris-Juniperetalia phoeniceae*, *Junipero thuriferae-Quercion rotundifoliae*), et des garrigues et pelouses écorchées à xérophytes épineuses en coussinets (formations pulvinées des

Erinaceetalia anthyllidis), à l'oroméditerranéen supérieur ; ces dernières principalement dans certaines stations spéciales, des plus hauts sommets du Djurdjura et des Aurès.

Petit domaine très typé, ce phytochore « montagnard » recèle quantité d'espèces propres à le qualifier. Le sous-domaine oro-algérien présente effectivement plus de 200 plantes qui sont communes aux sommets de l'Est algérien (Quézel, 1957 ; Quézel & Santa, 1962-63). Ce sont des endémiques algériennes et maghrébienes (surtout algéro-marocaines), par exemple : *Anthemis punctata* var. *kabylica*, *Astragalus armatus* subsp. *numidicus*, *Avena macrostachya*, *Bunium alpinum* subsp. *atlanticum*, *Carduncellus atractyloides*, *Carthamus strictus*, *Carum montanum*, *Catananche montana*, *Cedrus atlantica*, *Cynosurus balansae*, *Cytisus balansae*, *Daphne oleoides* var. *atlantica*, *Euphorbia atlantica*, *Festuca algeriensis*, *Festuca atlantica* subsp. *atlantica*, *Helichrysum lacteum*, *Linaria decipiens*, *Paronychia arabica* subsp. *aurasiaca*, *Ranunculus montanus* subsp. *aurasiacus*, *Rhamnus alpinus* var. *kabylicus*, *Senecio gallerandianus*, *Senecio perralderianus*, *Seseli varium* var. *atlanticum*, *Silene atlantica*, ou bien encore des orophytes ibéro-maghrébienes ou méditerranéennes : *Agropyrum panormitanum* var. *hispanicum*, *Amelanchier ovalis*, *Arenaria grandiflora*, *Armeria alliacea*, *Dianthus balbisii* subsp. *vulturius*, *Erinacea anthyllis*, *Erodium cheilanthifolium* subsp. *cheilanthifolium*, *Festuca ovina* subsp. *frigida*, *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*, *Lamium garganicum*, *Lomelosia crenata*, *Ononis cenisia*, *Paronychia kapela* subsp. *serpyllifolia*, *Rosa sicula*, *Saponaria sicula*, *Stipa pennata* subsp. *mediterranea*, ou bien encore des plantes eurasiatiques : *Aster linosyris*, *Chrysanthemum corymbosum* subsp. *achilleae* var. *tenuifolium*, *Dryopteris filix-mas* subsp. *filix-mas*, *Epipactis helleborine* var. *platyphylla*, *Geranium pyrenaicum*, *Geranium robertianum* subsp. *robertianum*, *Ilex aquifolium*, *Mycelis muralis*, *Rhamnus catharticus*, *Ribes uva-crispa* subsp. *austro-europaeum*, *Sison amomum*, *Sorbus aria* subsp. *meridionalis*, *Sorbus torminalis*, *Taxus baccata*, *Thalictrum minus* subsp. *saxatile*, *Trifolium ochroleucum*, etc.

Signalons également qu'une même espèce acquiert parfois sur chacun des hauts sommets, et plus spécialement sur les montagnes kabyles *versus* celles aurésiennes des caractères différents qui permettent de distinguer des espèces, ou des sous-espèces le plus souvent, endémovicariantes (Quézel, 1981), à l'image des couples suivants : *Lonicera kabylica* et *Lonicera arborea*, *Campanula rotundifolia* subsp. *macrorrhiza* var. *jurjurenensis* et var. *kahenae*, *Heracleum sphondylium* subsp. *atlanticum* et subsp. *lecoqi* var. *aurasiaca*, *Vicia glauca* var. *montisferrati* et var. *aurasiaca*, *Aethionema saxatile* subsp. *ovalifolium* et subsp. *saxatile*.

Les statistiques floristiques établies pour la haute montagne algérienne (sous-domaine oro-algérien) par Quézel (1957), qui considère un ensemble caractéristique de 273 taxons, montrent la nette prédominance du type chorologique méditerranéen (54,2 %), sur les chorotypes endémique maghrébien (25,3 %) et eurasiatique (20,5 %) (Figure 50).

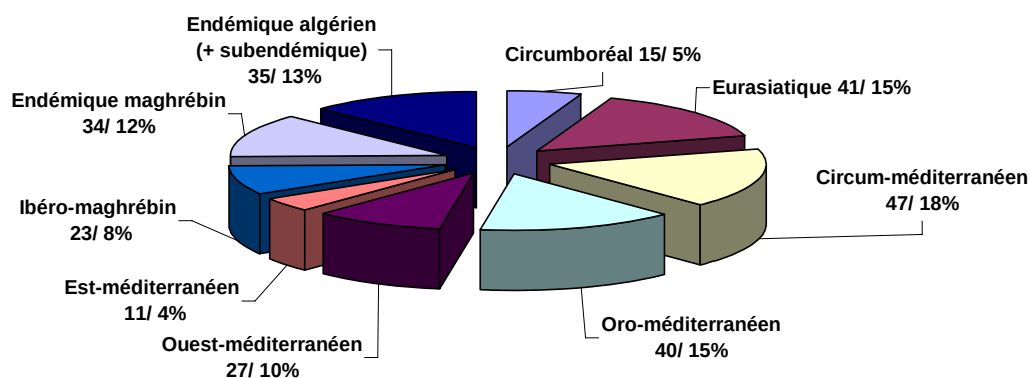


Figure 50. Importance des divers chorotypes de la flore du sous-domaine oro-algérien

Au niveau de cette unité phytogéographique des hautes montagnes algériennes, on distingue deux secteurs : un « secteur oro-kabyle », réunissant le massif du Djurdjura et celui des Babors, dont l'ossature liasique rocheuse et la topographie sont analogues, et un « secteur oro-aurésien », qui englobe les hautes montagnes sud-constantinoises (monts du Hodna, Belezma et Aurès).

4.3.1. Secteur oro-aurésien [OA]

Il est caractérisé particulièrement par des forêts de *Cedrus atlantica* (*Quercus-Cedretalia atlanticae*), appartenant à l'alliance synendémique du *Lamio numidici-Cedron atlanticae*, qui regroupe toutes les cédraies des Aurès-Belezma, et éventuellement celles des monts du Hodna (Meddour & Géhu, 1998). Quelques chênes zéen (*Quercus faginea* var. *microphylla*) subsistent dans les fonds de ravins frais du djebel Chélia, sur les sommets des thurifères (*Juniperus thurifera* subsp. *africana*) témoignent d'anciens boisements et quelques ifs (*Taxus baccata*) se trouvent aussi dans les forêts les plus élevées (Gausson & Vernet, 1958). Le frêne dimorphe (*Fraxinus dimorpha*) existe au Belezma et surtout dans les Aurès (Abdessemed, 1984). C'est également dans le massif aurésien que *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* forme de vastes peuplements alticoles.

Plusieurs plantes orophiles (rochers calcaires, notamment) existent sur les monts du Hodna et du Belezma et également aux Aurès, traduisant de la sorte leur affinité phytogéographique incontestable. Ce sont pour la plupart des endémiques algériennes ou maghrébiennes (hormis*) : *Aethionema saxatile* subsp. *saxatile**, *Campanula atlantica*, *Centaurea tougourensis* subsp. *tougourensis*, *Chrysanthemum reboudianum*, *Erodium montanum*, *Festuca deserti* subsp. *aurasiaca*, *Hedysarum perraldianum*, *Hieracium faurelianum*, *Lonicera arborea**, *Pyrus communis* subsp. *longipes*, *Stachys guyoniana*, *Valerianella costata**, *Vicia glauca* var. *aurasiaca*, etc.

Ce secteur présente spécialement dans le massif des Aurès (forêt de Sgag, djebel Mahmel et Ras Feraoun sur le djebel Chélia...) de nombreuses plantes distinctives, endémiques algériennes ou maghrébiennes : *Campanula aurasiaca*, *Campanula rotundifolia* subsp. *macrorhiza* var. *kahenae*, *Centranthus angustifolius* subsp. *maroccanus*, *Crepis faureliana*, *Erodium cheilanthifolium* subsp. *antariense* [djebel Antar de Mecheria, H₁], *Heracleum sphondylium* subsp. *lecoqi* var. *aurasiacum*, *Hieracium peyerimhoffi*, *Juniperus thurifera* subsp. *africana*, *Romulea vaillanti*, etc.

Diverses plantes européennes et eurasiatiques (ou boréales) persistent à l'état de reliques dans des stations-refuges, restées humides, en particulier sur le versant Nord des Aurès, et lui sont exclusives telles que : *Cephalanthera damasonium*, *Clematis vitalba*, *Galium pusillum* subsp. *austriacum*, *Galium pusillum* subsp. *pusillum*, *Geranium pusillum*, *Moehringia trinervia* subsp. *trinervia*, *Orchis purpurea*, *Poa nemoralis* subsp. *nemoralis*, *Potentilla pennsylvanica* subsp. *hispanica*, *Rosa spinosissima* et *Rubus caesius*.

En dépit de cette forte singularité du massif aurésien, qui en fait un district à part, il n'est pas possible d'affiner le clivage au sein de ce secteur dans l'état actuel de nos connaissances sur les autres monts du Hodna et du Belezma.

En effet, une seule subendémique est spéciale au djebel Bou Taleb (*Ornithogalum comosum* var. *atlanticum*), et deux autres plantes endémiques sont propres au Belezma (*Hieracium amplexicaule* subsp. *atlanticum*, *Lathyrus filiformis* subsp. *numidicus*), et à la limite, on peut citer encore 3 taxons exclusifs de ce dernier *Tulipa sylvestris* subsp. *primulina*, *Salvia lavandulaefolia* et *Ventenata dubia*, appartenant à divers éléments phytochoriques. Ce qui est bien mince pour envisager raisonnablement une quelconque subdivision.

4.3.2. Secteur oro-kabyle (ou district du Haut Atlas kabyle de Lapie) [OK]

Ce dernier secteur est caractérisé principalement par des forêts de *Cedrus atlantica* (*Quercus Cedretalia*), appartenant à l'alliance synendémique du *Paeonio atlanticae-Cedron atlanticae*.

Il est déterminé par plusieurs taxons communs aux deux chaînes, endémiques algériens et maghrébiens : *Anthyllis montana* var. *algerica*, *Aquilegia vulgaris* subsp. *cossoniana*, *Arabis doumeti*, *Corydalis solida* subsp. *bracteosa*, *Daphne laureola* subsp. *latifolia*, *Erinus alpinus* var. *atlanticus*, *Euonymus latifolius* var. *kabylicus*, *Galium perralderii*, *Heracleum sphondylium* subsp. *atlanticum*, *Isatis djurdjurae*, *Lonicera kabylica*, *Myosotis latifolia*, *Odontites violacea*, *Onosma fastigiatum* subsp. *mauritanicum*, *Paeonia mascula* subsp. *atlantica*, *Pimpinella battandieri*, *Potentilla caulescens* var. *djurdjurae*, *Ribes petraeum* var. *atlanticum*, *Scabiosa columbaria* var. *djurdjurae*, *Vicia ochroleuca* subsp. *atlantica*, et d'autres appartenant à divers éléments phytochoriques : *Adenocarpus complicatus* subsp. *commutatus* [Akfadou, absent au Djurdjura], *Ajuga reptans*, *Ptilotrichum spinosum*, *Artemisia absinthium*, *Campanula trachelium*, *Chelidonium majus*, *Hordelymus europaeus*, *Galium mollugo* subsp. *erectum*, *Hieracium juranum* subsp. *subperfoliatum*, *Lathyrus niger*, *Monotropa hypopitys* var. *glabra*, *Ononis aragonensis*, *Tussilago farfara*, *Veronica serpyllifolia* subsp. *serpyllifolia*, *Vincetoxicum hirundinaria*.

Mais, la flore de ces deux massifs n'est pas absolument identique, et chacun d'eux a ainsi l'importance d'un district.

4.3.2.1. District oro-baboréen [OB]

Le district oro-baboréen abrite l'unique sapinière à *Abies numidica*, synendémique d'Algérie, et possède des espèces endémiques et des subendémiques maghrébienes (surtout inféodées à la sapinière, à la cédraie ou aux biotopes rocheux) qui font défaut dans le Djurdjura, telles que : *Abies numidica*, *Anthemis punctata* var. *baborensis*, *Calamintha baborensis*, *Convolvulus dryadum*, *Cyclamen repandum* subsp. *repandum* var. *baborense*, *Hieracium ernesti*, *Orchis maculata* subsp. *baborica*, *Saxifraga numidica*, *Silene reverchoni*, *Viburnum lantana* var. *glabratum*, *Vicia ochroleuca* subsp. *baborensis*, etc., et d'autres appartenant à divers chorotypes : *Galium odoratum*, *Gymnocarpium robertianum*, *Neottia nidus-avis* var. *glandulosa*, *Peucedanum cervaria*, *Populus tremula* et *Satureja juliana*.

4.3.2.2. District oro-djurdjuréen [OD]

Sur ce district croissent des plantes, qui manquent aux Babors et qui lui sont caractéristiques (inféodées aux cédraies, pelouses alticoles et stations rocheuses). Ce sont des endémiques et des subendémiques maghrébienes (Dubuis & Faurel, 1949) : *Agropyron marginatum* subsp. *kabylicum* [Akfadou, aussi], *Bunium chaberti**, *Campanula macrorhiza* var. *jurjurense*, *Cephalaria mauritanica* subsp. *atlantica*, *Genista numidica* subsp. *filiramea*, *Leontodon djurdjurae**, *Linaria virgata* subsp. *calycina*, *Pinus nigra* subsp. *mauretanica*, *Cynoglossum gymnantrum**, *Dryopteris aculeata* subsp. *lobata* var. *djurdjurae*, *Fedia caput-bovis* subsp. *calycina*, *Romulea battandieri**, *Romulea penzigii**, *Vicia glauca* var. *montisferrati*, des méditerranéennes, pour la plupart orophiles : *Aethionema saxatile* subsp. *ovalifolium*, *Alopecurus gerardi*, *Astragalus depressus* subsp. *depressus*, *Calendula tomentosa* subsp. *tomentosa*, *Hieracium humile*, *Hypochoeris robertia*, *Sedum magellense*, *Spergularia campestris*, et des plantes de l'élément eurasiatique : *Cephalanthera rubra*, *Helianthemum canum*, *Hypericum hirsutum*, *Juniperus sabina*, *Lamium hybridum*, *Poa alpina* subsp. *alpina*, *Rumex obtusifolius*. L'endémisme spécifique se limite donc au Djurdjura à 5 taxons [*].

V. QUELQUES CONSIDERATIONS COMPLEMENTAIRES

Tout d'abord, il est symptomatique de constater que le premier clivage de l'Algérie du Nord en 2 parties, est d'ordre essentiellement *latitudinal*, puisqu'on a un domaine tellien et un autre steppique, plus continental et de superficie plus importante. La deuxième division intervient en fonction des zones occidentales, centrales et orientales au niveau de chacun des 2 domaines, elle est de nature *longitudinale*. Enfin, la troisième subdivision fait ressortir un domaine montagnard, composé des massifs importants principalement situés dans la partie orientale et ignore les plus petits (moins de 1 600 m environ). Elle donc d'ordre *altitudinale*. Voilà réuni et mis en évidence le trinôme qui traduit tout le bien-fondé de la démarche utilisée depuis un siècle dans la délimitation des phytochores en Algérie, et que nous avons gardé dans ses grandes lignes, tout en lui apportant les affinements indispensables de nos jours.

5.1. Nouvelles carte et nomenclature des unités phytochorologiques de l'Algérie du Nord

Pour une meilleure clarté de cet exposé, nous allons maintenant récapituler la hiérarchie nomenclaturale proposée dans ce travail et fournir une esquisse cartographique des subdivisions phytochorologiques de l'Algérie du Nord (figure 51).

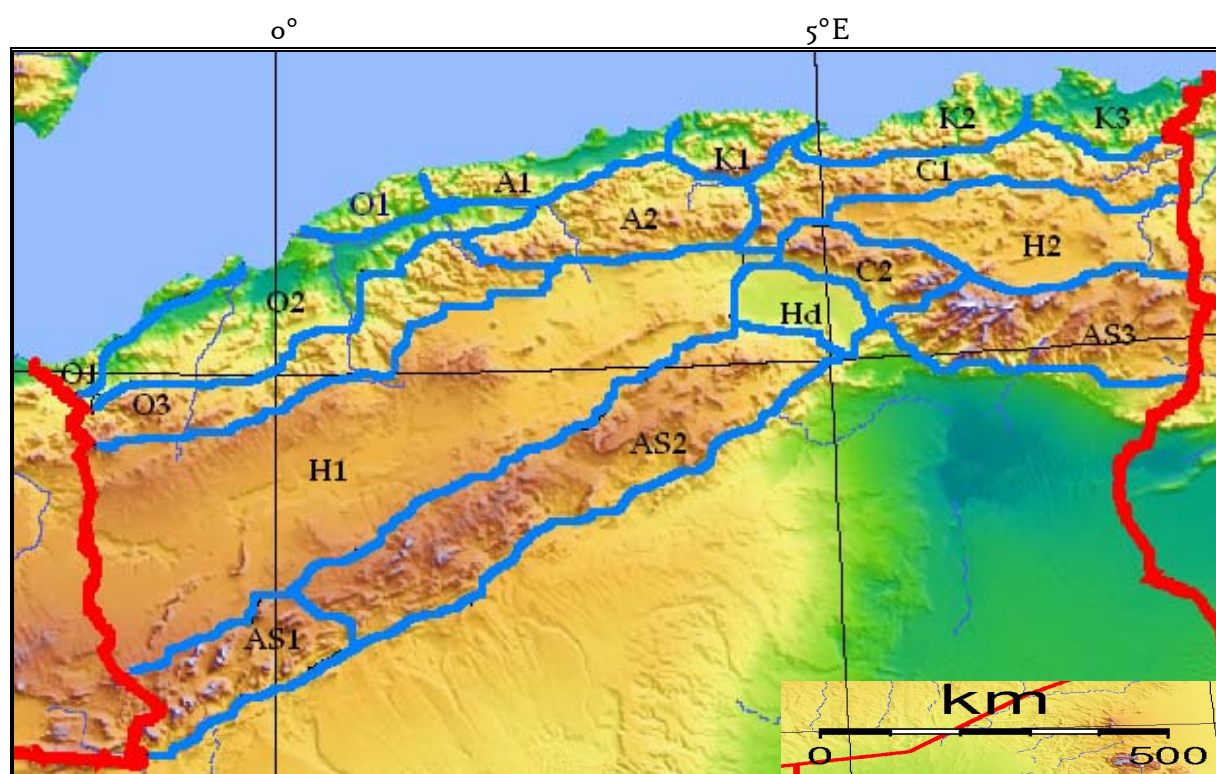


Figure 51. Esquisse cartographique des districts phytochorologiques de l'Algérie du Nord (sur fond topographique http://www.vmapas.com/afrique/algerie/carte_topographique_algerie.jpg)

1. Domaine maghrébo-tellien

1.1. Secteur kabylo-annabi [K]

- 1.1.1.1. District de la Kabylie djurdjuréenne [K1]
- 1.1.1.2. District de la Kabylie baboréenne [K2]
- 1.1.1.3. District annabi [K3]

- 1.2. Secteur algéro-ouarsenien [A]
 - 1.2.1.1. District littoral mitidjo-ténésien [A₁]
 - 1.2.1.2. District atlasique blido-ouarsenien [A₂]
- 1.3. Secteur orano-tlemcenien [O]
 - 1.3.1.1. District littoral orano-mostaganémois [O₁]
 - 1.3.1.2. District planitiaire orano-chélifien [O₂]
 - 1.3.1.3. District atlasique tiareti-tlemcenien [O₃]
- 1.4. Secteur tello-constantinois [C]
 - 1.4.1.1. District bibano-guelmois [C₁]
 - 1.4.1.2. District belezmo-hodnéen [C₂]
- 2. Domaine maghrébo-steppien
 - 2.1. Secteur des Hautes plaines steppiennes [H]
 - 2.1.1.1. District occidentalo-steppien [H₁]
 - 2.1.1.2. District orientalo-steppien [H₂]
 - 2.1.1.3. District du bassin Hodnéen [H₃]
 - 2.2. Secteur saharo-atlasique [AS]
 - 2.2.1.1. District atlasique ksourien [AS₁]
 - 2.2.1.2. District atlasique naïli-amourien [AS₂]
 - 2.2.1.3. District atlasique tébessi-aurésien [AS₃]
- 3. Domaine oro-maghrébien
 - (Sous-domaine oro-algérien)
 - 3.1. Secteur oro-aurésien [OA]
 - 3.2. Secteur oro-kabyle [OK]
 - 3.2.1.1. District oro-baboréen [OB]
 - 3.2.1.2. District oro-djurdjuréen [OD]

Enfin, sans entrer dans les détails, notons que Alcaraz (1979) distingue d'abord une première césure en deux entités géographiques tangibles, à savoir l'Algérie occidentale et l'Algérie orientale, qui prendrait ainsi compte de façon déterminante du gradient bioclimatique ouest-est. Pour la première, elle serait composée du secteur oranais [O], des hautes plaines algéro-oranaises [H₁] et de l'Atlas saharien oranais [AS₁] et algérois [AS₂]. Puis, Alcaraz (1979) subdivise l'Algérie occidentale non pas en 6 unités phytogéographiques mais en 9 unités. Il distingue au niveau de l'Atlas saharien algéro-oranais [H], qu'il ne subdivise pas contrairement à Quézel & Santa (1962), des enclaves sahariennes [I] et maintient l'unité des hautes plaines steppiques [G]. Pour l'Atlas tellien oranais, il reconnaît 3 entités : les monts de Tlemcen (au sens strict) [E], qui font partie intégrante du secteur oranais montagnard (s'étendant de Debdou au Maroc jusqu'au Ghar Rouban et Tlemcen) [OS], les monts de Tiaret [F] et le Haut Tell [D] ; le sous-secteur des plaines littorales est subdivisé en 2 entités, les basses plaines [B] et l'Atlas plissé et Atlas tabulaire [C] et, enfin, pour le sous-secteur des sahels littoraux [A], qui déjà chez Quézel et Santa (1962) apparaît disjoint et morcelé, il identifie pas moins de 5 subentités et qui sont d'ouest en est, Trara, Sahels, plateau d'Oran, Mostaganémois et Dahra oranais.

Un tel affinement est de nos jours souhaitable pour l'Algérie orientale autrement plus complexe, puisque composée de 9 unités phytogéographiques qui peuvent d'ores et déjà correspondre à une zonation comprenant 14 unités différentes (2 pour chacun des K₁, K₂ et K₃, sous-unité littorale et sous-unité montagnarde ; 3 pour le C₁, avec un tell nord constantinois, une sous-unité bibanique et une autre Hodno-Belezméenne, à laquelle on doit pouvoir à l'évidence rattacher les Aurès (AS₃ *pro parte*) ; 2 steppiques (voire prédésertique) avec le bassin du Hodna et les hautes plaines steppiques ; enfin, 2 autres

unités pour l'Atlas saharien sud-constantinois *pro parte*, à savoir les monts des Nemenchar-Tébessa, pour la première, et les monts du Zab au nord de Biskra, pour la seconde.

Tout cela, mérite d'être approfondi à la lumière d'études écologiques, floristiques et phytosociologiques, dans le cadre d'une prochaine étude.

5.2. Biodiversité et endémisme : le hotspot régional kabylo-annabi

L'analyse de la répartition de l'élément endémique *sensu lato*, au niveau des 15 districts phytogéographiques de l'Algérie du Nord (Véla & Benhouhou, 2007), permet d'identifier les districts à valeur patrimoniale les plus intéressants (tableau 46 et figure 52).

Tableau 46. Répartition du nombre d'endémiques *sensu lato* au niveau des 15 districts phytogéographiques de l'Algérie du Nord (Véla & Benhouhou, 2007)

Pays	O ₁	O ₂	O ₃	A ₁	A ₂	K ₁	K ₂	K ₃	C ₁	H ₁	H ₂	H ₃	AS ₁	AS ₂	AS ₃	Total
Algérie*	51	30	41	36	33	43	55	37	49	38	24	2	16	12	31	221
Algérie	58	37	41	38	32	44	56	36	40	38	19	4	18	12	29	224
Algérie & Maroc	36	30	46	17	22	18	19	9	16	37	14	4	36	18	19	124
Algérie & Tunisie	9	7	7	18	16	23	25	31	26	7	14	4	1	1	12	58
Total	103	74	94	73	70	85	100	76	82	82	47	12	55	31	60	406

* statistiques personnelles qui diffèrent légèrement de celles de Véla & Benhouhou (2007)

Les districts à endémisme le plus élevé sont O₁ (103 taxons) et K₂ (100 taxons). Ensuite, les districts à endémisme encore assez élevé sont O₃ (94 taxons), K₁ (86 taxons), C₁ et H₁ (82 taxons chacun). Puis suivent les districts à endémisme de plus en plus modéré, que sont K₃, O₂, A₁, A₂, AS₃, AS₁, H₂, AS₂. Enfin, le district à nombre d'endémiques le plus faible est H₃.

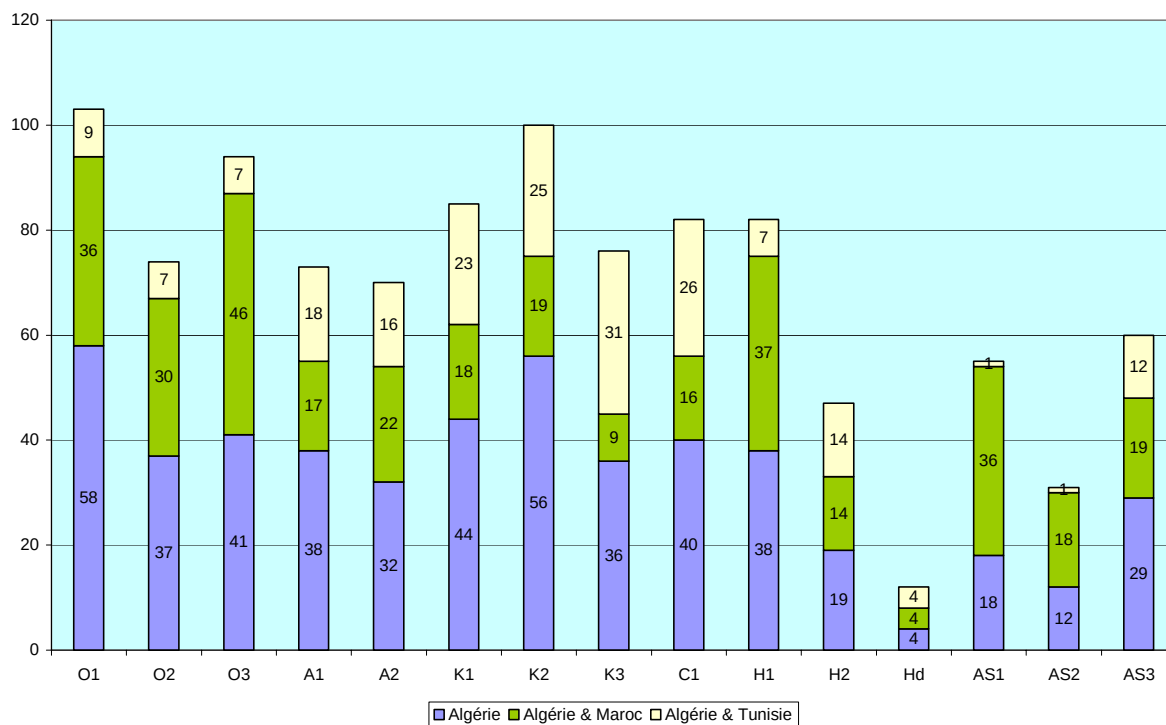


Figure 52. Répartition du nombre d'endémiques *sensu lato* au niveau des 15 districts phytogéographiques de l'Algérie du Nord

Le district de la Kabylie baboréenne (K2) apparaît donc aussi riche en endémiques que les districts O1 ou O3 (monts de Tlemcen), qui appartiennent au point chaud de biodiversité (hotspot) du *complexe bético-rifain* (Médail & Quézel, 1997, 1999). Il est suivi de près par le district limitrophe de la Kabylie djurdjuréenne (K1).

Cette richesse en endémiques et grande biodiversité du secteur kabylo-annabi ne sont point surprenantes, car ce territoire à haute valeur patrimoniale représente le onzième point chaud (hotspot) régional du bassin méditerranéen (Médail & Quézel, 1997, 1999), proposé récemment par Véla & Benhouhou (2007) ([figure 53](#)).

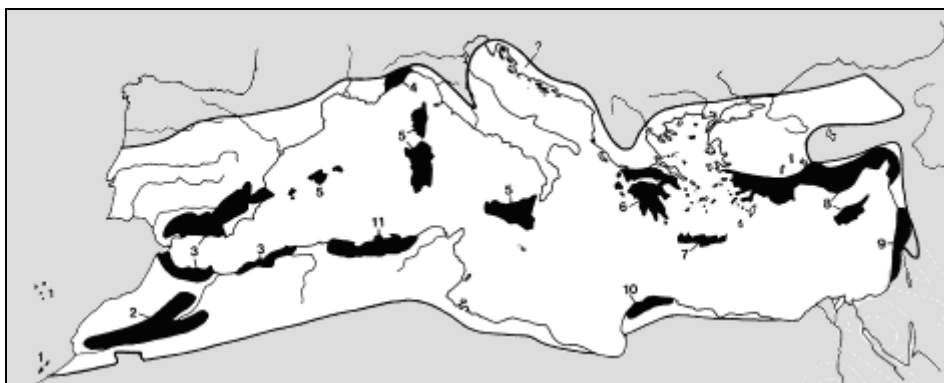


Figure 53. Carte de localisation géographique des 11 points chauds du bassin méditerranéen (d'après Médail & Quézel, 1997, modifiée Vêla & Benhouhou, 2007)

1. Madère et Canaries, 2. Haut et Moyen Atlas, 3. Complexe bético-rifain, ... 11. Kabylies-Numidie-Kroumirie.

La biodiversité remarquable de ce secteur peut s'expliquer par la présence de chaînes de montagnes parmi les plus élevées du pays (Djurdjura, 2 308 m ; Babors, 2 004 m), en liaison directe avec la Méditerranée. En outre, il est intéressant de rappeler que ce secteur, qui s'étend à l'Est jusqu'au djebel Edough, correspond à la dorsale kabyle de la chaîne des Maghrébides, caractérisée par une grande diversité géologique et géomorphologique.

Voilà qui prouve, la pertinence du choix de cette zone pour l'étude de sa flore et de sa végétation naturelle.

5.3. Utilisation des méthodes d'analyse multivariée des données : exemple de la flore ligneuse et de sa distribution phytochorologique en Algérie

Nous avons soumis le tableau de données croisant 14 districts (le district H3 du bassin du Hodna n'est pas retenu) et 137 taxa ligneux (de plus de 2 m de haut) à une analyse factorielle des correspondances, puis à une classification ascendante hiérarchique, sur la base du critère absence-présence. Pour plus de détails voir Meddour *et al.* (2010).

5.3.1. Résultats de l'analyse factorielle des correspondances

Le plan factoriel principal formé par les axes 1 et 2 donne le maximum d'informations, avec un taux cumulé de 39 % (figure 54). Ce plan factoriel sépare fortement le domaine maghrébo-tellien, avec ses 9 districts, du domaine maghrébo-steppien, avec ses 5 districts. Selon l'axe factoriel 1, nous avons donc un gradient phytogéographique nord-sud bien connu (tellien/steppien).

Concernant les espèces ligneuses, les plus fortes contributions (0.93 à 6.21) à l'axe 1 sont dues à un lot d'espèces discriminantes et exclusives du domaine maghrébo-tellien (plus spécialement du secteur kabylo-annabi), comme *Alnus glutinosa*, *Quercus afares*, *Acer obtusatum*, *Prunus avium*, *Hedera canariensis*, *Myrtus communis*, *Laurus nobilis*, *Clematis cirrhosa*, etc. (côté négatif de l'axe 1), et à un autre ensemble plus important d'espèces propres au domaine maghrébo-steppien, à l'image de *Fraxinus dimorpha*, *Retama raetam*, *Tamarix boveana*, *Tamarix speciosa*, *Tamarix canariensis* (= *T. brachystylis*), *Warionia saharae*, *Buxus balearica*, *Rhus tripartitus*, *Periploca laevigata*, *Pyrus gharbiana*, *Pistacia atlantica*, *Populus euphratica*, *Zizyphus spina-chrisi* (côté positif de l'axe 1).

Cette analyse factorielle des correspondances met ainsi en évidence la très forte particularité floristique et phytogéographique du domaine maghrébo-steppien, car il possède un nombre élevé d'espèces ligneuses exclusives ou nettement préférentielles par rapport au domaine maghrébo-tellien.

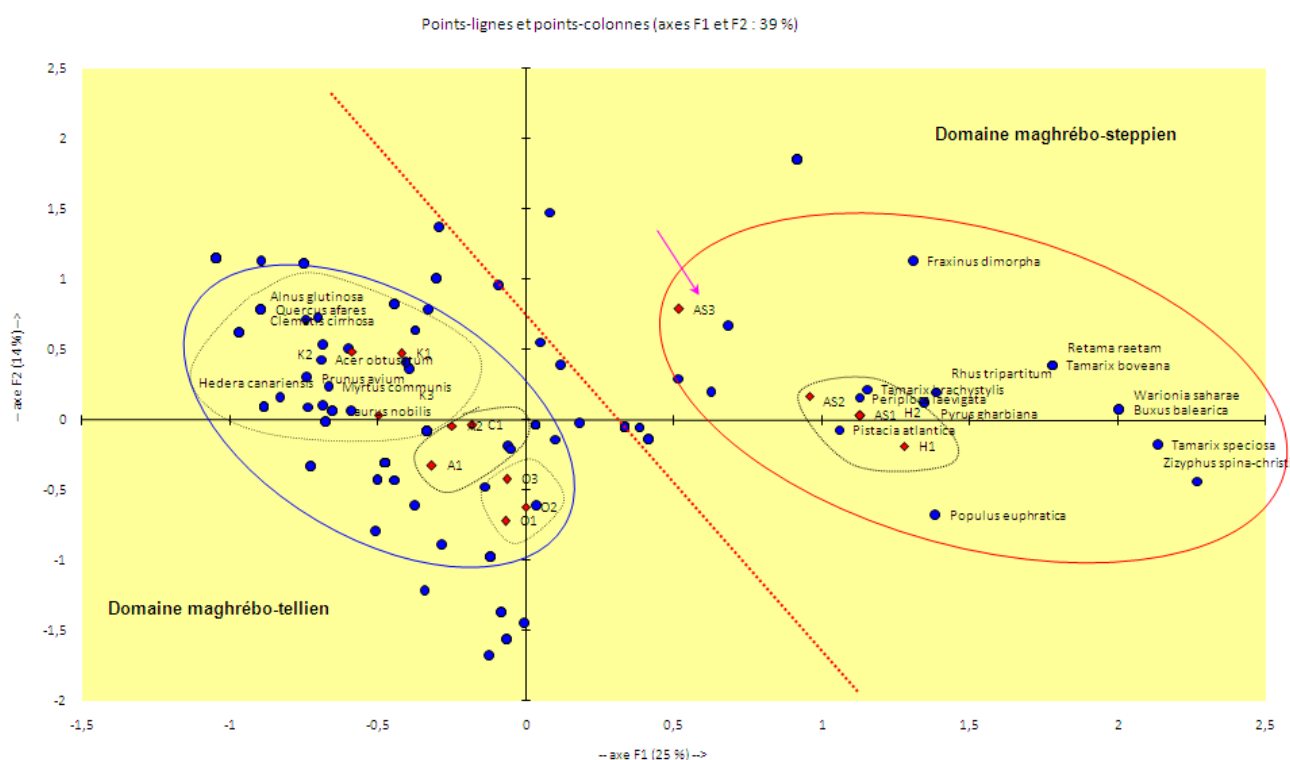


Figure 54. Projection des points-districts et des points-espèces sur le plan factoriel F1 et F2 de l'AFC (39 % d'inertie)

5.3.2. Résultats de la classification ascendante hiérarchique

Le premier niveau de lecture du dendrogramme (figure 55) révèle un découpage indéniable en deux groupes d'importance inégale : le premier correspondant au domaine maghrébo-tellien, avec ses 4 secteurs et 9 districts phytocorologiques, le second au domaine maghrébo-steppien, avec ses 2 secteurs et 5 districts.

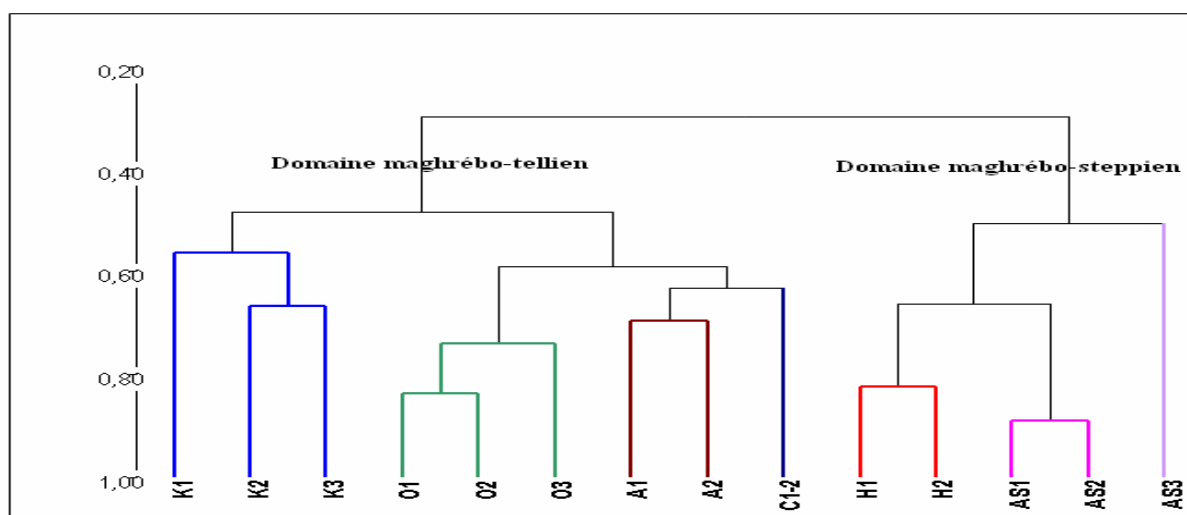


Figure 55. Dendrogramme de la CAH des unités phytochorologiques de l'Algérie du Nord
Indice de similarité (coefficient de corrélation de Pearson) et critère d'agrégation (lien moyen, UPGMA).

Une lecture plus poussée nous montre, en fonction de leur proximité, les districts les plus proches floristiquement. Mais, surtout des affinités phytogéographiques sous-estimées ou méconnues jusqu'à maintenant, comme par exemple entre le C1-2 et le A2, ou encore la singularité de l'AS3, qu'on retrouve également sur la carte factorielle de l'AFC (figure 54). Cette CAH met en évidence la réalité floristique et phytogéographique de l'Algérie, pourtant seuls les ligneux hauts sont pris en considération dans ce travail, alors qu'habituellement on a recours à la flore tant ligneuse qu'herbacée, rare et surtout endémique. Nous pouvons de ce fait constater que ces ligneux hauts sont des constituants de la flore algérienne, à forte valeur et signification phytogéographique, puisqu'ils permettent à eux seuls la discrimination, et partant le bien fondé, des diverses unités (domaines, secteurs et districts) phytogéographiques de notre pays.

VI. DESCRIPTION DES SUBDIVISIONS PHYTOCHOROLOGIQUES DE LA KABYLIE DJURDJUREENNE

On sait à la suite de Lapie (1907, 1908a et b, 1909c) que la Kabylie du Djurdjura, grâce à son climat variable, à son relief diversifié et souvent très accentué, grâce aussi à la diversité des formations géologiques qui la constituent, se prête bien aux études phytochorologiques détaillées ou à petite échelle ; pour les mêmes raisons, les subdivisions qu'elle comporte sont d'assez faible étendue. Le district de la Kabylie djurdjuréenne est ainsi nettement divisé en trois sous-districts (auxquels il convient d'adjoindre le district oro-djurdjuréen) :

6.1. Le sous-district occidental du Sébaou

Ce sous-district comprend la vallée du Sébaou, une partie de celle de l'Isser et la dépression de Boghni-Draâ el Mizan ; c'est une région où les plaines ont une grande importance, les montagnes y sont peu élevées (généralement moins de 1 000 m).

Vers l'Ouest le district de la Kabylie du Djurdjura est limité chorologiquement par le bassin de l'oued Isser, qui constitue la frontière des secteurs algéro-ouarsenien et kabylo-annabi. Des arguments floristiques, ont conduit divers auteurs et en particulier Lapie, à

adopter comme ligne de démarcation le cours même de l'oued Isser : à l'Est de celui-ci, en effet, les dunes et les sables sont occupés par le Chêne liège (*Quercus suber*) ou par l'Olivier (*Olea europaea*), avec les végétaux qui accompagnent habituellement ces essences ; à l'Ouest au contraire apparaît *Pinus halepensis*, avec *Juniperus phoenicea*, *Quercus coccifera*, et parfois *Tetraclinis articulata*, combinaison dendrologique particulière qu'on ne trouve pas, dans les régions voisines, en Kabylie, et qui est la résultante d'un climat plus chaud dû lui-même à l'éloignement des grands massifs montagneux, condensateurs d'humidité. Plus au Sud, à l'Est des gorges de l'Isser (ou gorges de Lakhdaria), les affleurements calcaires font apparaître le Chêne vert disséminé dans les forêts de Chêne liège ; à l'ouest de ces gorges, c'est généralement le Pin d'Alep qui se présente dans les mêmes conditions au lieu de *Quercus rotundifolia*. Le district de la Kabylie djurdjuréenne présente encore, dans sa partie occidentale (région de l'Isser), *Chamaerops humilis*, plante typique des régions algéro-oranaises thermoméditerranéennes, plus arides.

La végétation montre encore des affinités avec le secteur algéro-ouarsenien : on rencontre dans une grande partie de cette subdivision le Palmier nain (*Chamaerops humilis*), avec *Astragalus lusitanicus* (= *Erophaca baetica*). *Genista ferox* s'y étend assez loin du littoral, tandis qu'il est confiné au bord de la mer dans le sous-district suivant.

6.2. Le sous-district oriental kabyle

Ce sous-district oriental est limité à l'Ouest par le méridien du Cap Tedlès, au Sud et à l'Est par le Djurdjura et les chaînes de montagnes qui le prolongent jusqu'au djebel Gouraya près de Bejaia. Les 3 massifs montagneux sensiblement parallèles au littoral dans la portion occidentale et d'altitude croissante (chaîne côtière, massif ancien kabyle et chaîne du Djurdjura) prennent des directions convergentes dans cette portion orientale ; le massif ancien vient s'adosser au versant Nord du Djurdjura, puis la chaîne littorale s'incline vers le Sud pour se confondre à son tour aux deux chaînes précédentes et former avec elles la vaste région montagneuse de l'Akfadou, dont les prolongements (Taourirt Ighil, Aghbalou et Gouraya) vont en s'abaissant vers l'Est jusqu'à Bejaia.

Ce district est beaucoup plus accidenté ; l'hiver y est plus froid, la saison sèche plus courte ; il est surtout constitué par les grès de Numidie, sauf dans la partie occidentale. Le massif littoral est constitué par les argiles et quartzites, en partie recouverts, vers l'Est surtout, par les argiles schisteuses et les grès du Medjanien et du Numidien). Le deuxième et troisième massifs sont formés, l'un par les terrains cristallophylliens, l'autre par les calcaires du Lias qui viennent border, soit les grès nummulitiques, soit plus fréquemment des affleurements de schistes et de grès. Les calcaires font place aux grès de Numidie dans l'Akfadou et au Taourirt Ighil pour réapparaître au-delà de ces massifs dans l'Aghbalou et le Gouraya.

Les chênes à feuilles caduques (*Quercus canariensis* et *Q. afares*), les thyms (*Thymus numidicus*, *Thymus lanceolatus* = *Th. kabylicus*) y sont répandus. *Erica scoparia* est spécial à ce district, mais *Phillyrea media*, *Phillyrea latifolia* et *Pistacia lentiscus*, abondants dans le sous-district du Sébaou, font ici presque défaut.

Les espèces ligneuses (phanérophytes) qui constituent des écosystèmes forestiers dans ce sous-district sont :

- Le Cèdre (*Cedrus atlantica*) sur les sommets du Djurdjura, au supraméditerranéen et oroméditerranéen (*Paeonio-Cedrien*).
- Les Chênes à feuilles caduques (*Quercus canariensis*, *Q. afares*) sur les sommets gréseux de l'Akfadou et l'extrémité orientale de la chaîne littorale (Tamgout), au

supraméditerranéen (*Paeonio-Cedron*).

- Le Chêne liège (*Quercus suber*) sur les régions moins élevées formées par les grès numidiens et sur une partie du Crétacé et du Medjanien, au mésoméditerranéen inférieur surtout (*Quercion suberis*).
- Le Chêne vert (*Quercus rotundifolia*) sur le massif ancien et l'Aghbalou, plus rarement sur le Djurdjura, au mésoméditerranéen supérieur principalement (*Balansaeo-Quercion*).
- L'Oléo-lentisque (*Oleo-Ceratonion*) sur les sols les plus argileux des deux derniers terrains et sur le Numidien au thermoméditerranéen.

i) La cédraie se présente sur les flancs de la profonde vallée d'Ait Ouabane, qui sépare le chaînon de Lalla Khedidja de celui de l'Azerou Tidjeur, les « reliques » d'une végétation forestière éminemment mésophile. Les espèces dominantes de la formation sont : *Cedrus atlantica*, *Acer obtusatum*, *Quercus canariensis*, *Sorbus torminalis*, *Sorbus aria*, dans la synusie arborescente ; *Taxus baccata*, *Daphne laureola* subsp. *latifolia*, *Lonicera kabylica*, *Crataegus laciniata*, dans la synusie arbustive ; *Physospermum actaeifolium*, *Artemisia absinthium*, *Knautia arvensis*, *Paeonia mascula* subsp. *atlantica*, etc., dans la synusie herbacée.

ii) La forêt de chênes à feuilles caduques est caractérisée par *Quercus canariensis* et *Q. afares* (figure 56); ce dernier occupe de préférence les crêtes et les versants chauds et secs, tandis que le premier recouvre les parties les plus humides. Le Chêne afarès permet le développement d'un sous-bois mésoxérophile, souvent abondant, constitué par *Erica arborea*. Le Chêne zéen au contraire se présente en futaie et abrite un sol couvert d'abondants débris organiques, sur lesquels apparaissent çà et là, des mousses et des phanérogames ombrophiles et sciaphiles. Dans les clairières intraforestières, la végétation est formée de *Cytisus villosus*, abondant, avec *Genista tricuspidata*, *Daphne gnidium*, *Cistus salviifolius*, *Lavandula stoechas*, *Pteridium aquilinum*, etc. Dans les stations les plus humides (ravins forestiers), la présence de ripisylves linéaires ou ponctuelles (*Querco-Fagetea*, *Populetales albae*, *Osmundo-Alnion*) à *Alnus glutinosa*, *Campanula alata*, et plusieurs fougères (*Osmunda regalis*, *Polystichum aculeatum* (s.l.), *Athyrium filix-femina*, etc.), rompt la monotonie du paysage.

L'analyse pollinique a confirmé l'uniformité de la végétation durant 9000 ans (Holocène), excluant une origine anthropique de cette uniformité, en dépit de la forte pression humaine inscrite durablement dans les paysages (cf. Salamani, 1990).

iii) La suberaie qui recouvre principalement les terrains gréseux s'enrichit dans cette région, souvent jusqu'au bord de la mer, de *Thymus numidicus*, espèce caractéristique des altitudes plus élevées dans le sous-district du Sébaou. De la pointe Ksila à Gouraya, *Erica scoparia* se mêle à *Erica arborea* dans le sous-bois. La végétation de cette zone présente un aspect plus xérophile sur les argiles et quartzites que sur les grès numidiens ; les chênes liège deviennent disséminés et peu élancés ; *Cistus monspeliensis* domine dans le sous-bois qui reste très bas ; les buissons de *Myrtus communis* qui, dans les grès forment souvent une strate continue dominée par celle de la bruyère, affectent la forme de dômes isolés ou même très espacés ; *Arbutus unedo* fait défaut ou demeure très rare. La forêt de Chêne liège est ici dans des conditions écologiques limites (marginalité écologique). Elle présente un aspect plus vigoureux sur les terrains argilo-gréseux du Medjanien, lorsque les grès dominent, mais les conditions optimales sont toujours réalisées dans les grès de Numidie.

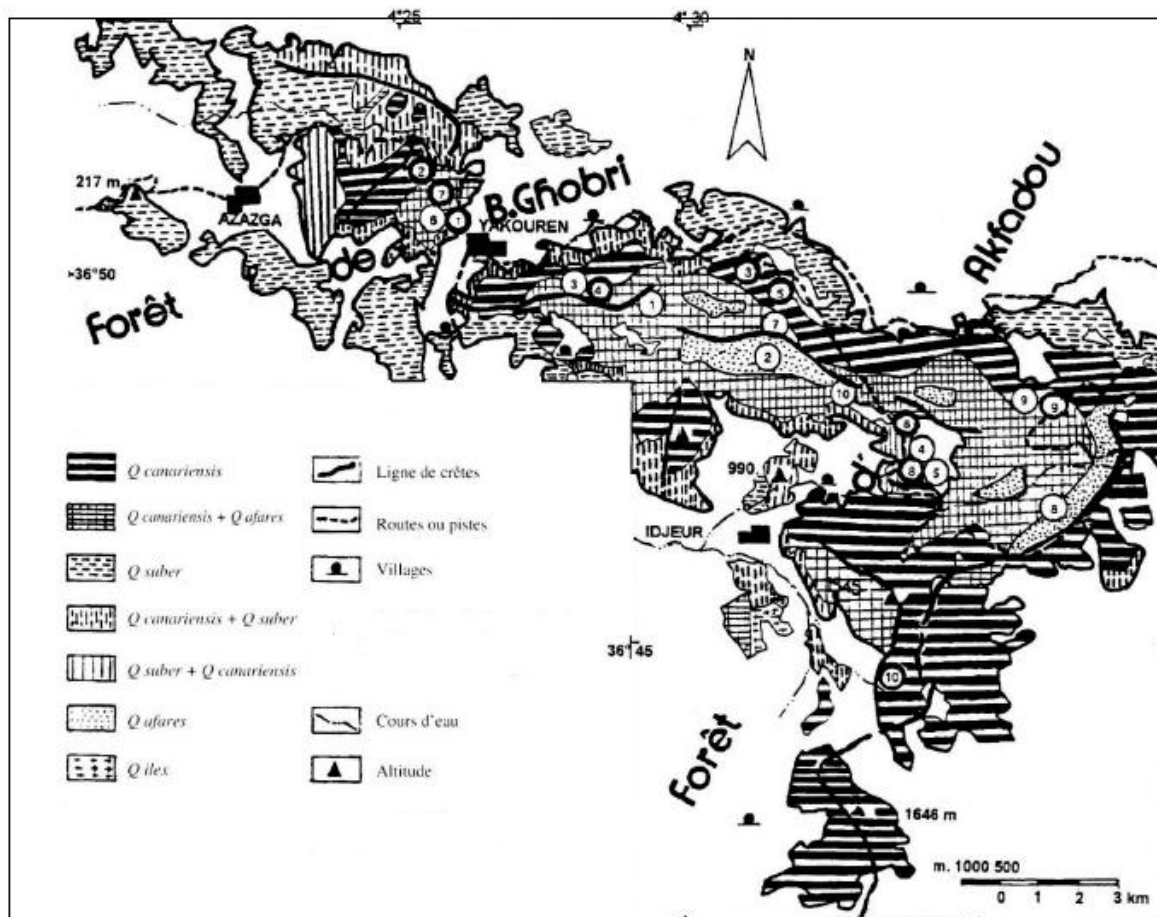


Figure 56. Carte des formations végétales du massif de Beni Ghobri et de l'Akfadou (D'après Messaoudène, 1989)

iv) La chênaie verte s'étend sur la partie orientale du massif ancien. Le Chêne vert occupe également les affleurements calcaires de la basse et moyenne montagne, surtout développés dans l'Aghbalou.

v) La fruticée à Oléo-lentisque remplace *Quercus suber* dans le Medjanien, dès que la proportion d'argile augmente au détriment de celle des quartzites ou des grès. L'Oléastre, qui a été souvent greffé, est accompagné surtout par *Pistacia lentiscus* et *Erica arborea*.

vi) La végétation azonale (*Populetales* et *Populion albae*) est représentée principalement par des forêts riveraines à peuplier blanc (*Populus alba*), peuplier noir (*Populus nigra*) et Aulne glutineux (*Alnus glutinosa*), sur les sommets les plus élevés.

6.3. Le sous-district méridional bouirien

La Kabylie djurdjuréenne, comme on l'a vu précédemment, est coupée en deux parties inégales par une grande barrière montagneuse, s'étendant de l'Est à l'Ouest, le massif calcaire du Djurdjura (plus de 2 000 m d'altitude sur près de 25 km dans sa partie centrale). Cette barrière sépare les deux sous-districts précédents, du sous-district bouirien dont dépend le sud de la Kabylie. Celui-ci, situé au Sud de la chaîne montagneuse du Djurdjura, est limité à l'Ouest et au Sud-Ouest, par l'oued Isser et son affluent l'oued Djemaâ ; au Sud et à l'Est par l'oued Sahel, qui prend le nom de l'oued Soummam à partir d'Akbou.

Ce versant sud du Djurdjura, région nettement plus xérique et relativement peu étendue, offre d'évidentes affinités écologiques avec le secteur limitrophe Tello-constantinois (district bibano-guelmois). C'est un grand versant à exposition générale Sud, s'étendant sur une longueur de plus de 150 km et dont la constitution géologique est assez variée. Dans sa partie occidentale, i.e. dans le massif de Beni Khalfoun, les sommets sont occupés, en particulier par les grès. Vers l'Est, on rencontre encore, au dessous des calcaires liasiques qui occupent les crêtes du Djurdjura, des argiles et grès du Medjanien. La basse montagne au-dessous de 800-900 m est occupée par les atterrissements de Bouira, comprenant des accumulations caillouteuses et des grès grossiers. Dans la partie orientale, après Tizi n'Cheria, le versant tout entier est constitué par le Medjanien et par les grès numidiens qui dominant. Le fond de la vallée de l'oued Sahel est occupé par des alluvions.

On retrouve dans ce district la forêt de cèdre, les forêts de chênes liège et vert, la formation de l'Oléo-lentisque ; en outre, les forêts de Pin d'Alep prennent ici une place importante (forêt d'Azerou, forêt de l'oued Sahel, forêt de Haïzer).

- Le Chêne liège (*Quercus suber*) forme des forêts sur les grès des Beni Khalfoun ; il est moins abondant sur les grès de Draâ el Mizan (forêt de Moulay Yahia) souvent plus riches en calcaire et intercalé de marnes. Il fait défaut sur tout le versant méridional du Djurdjura et de l'Akfadou pour réapparaître au sud des crêtes moins élevées du Taourirt Ighil et de l'Aghbalou (*Quercion suberis*). La communauté végétale de la suberaie (*Querco-Oleion sylvestris*) présente les caractères physiologiques et floristiques habituels ; mais, dans cette région plus continentale, *Myrtus communis* manque et le sous-bois, moins dense et moins élevé, permet au Diss (*Ampelodesma mauritanica*) d'acquiescer une place prépondérante. *Cistus villosus* apparaît et *Hedysarum capitatum* est abondant dans les stations peu ombragées.
- Le Chêne vert (*Quercus rotundifolia*) occupe les terrains crétacés et éocènes qui constituent le versant méridional du Djurdjura (forêt de Haïzer) ; il s'arrête vers l'altitude de 800 m, paraissant peu sensible à la nature chimique du sol. La chênaie verte, ou les vestiges qui en subsistent, se poursuit encore vers l'Est, sur les grès de Numidie du versant sud de l'Akfadou, jusqu'au point où l'abaissement des sommets au dessous de 1 500 m permet à nouveau l'installation de la forêt de Chêne liège. Le cortège floristique de la chênaie verte (*Pistacio-Rhamnetalia*) est caractérisé ici par l'abondance de *Juniperus oxycedrus*, *Spartium junceum*, *Lavandula stoechas* ; *Pistacia terebinthus* apparaît çà et là, par contre *Fraxinus angustifolia* est moins répandu que dans la portion septentrionale de la Kabylie.
- Le Cèdre (*Cedrus atlantica*) constitue sur le versant sud des forêts entrecoupées d'affleurements rocheux et descend en général jusqu'à 1 400 m d'altitude (forêt de Taouialt et Tigounatine) (*Quercetalia ilicis*, *Balansaeo-Quercion*). On y trouve des espèces qui, sur le versant nord, ne dépassaient pas la moyenne montagne, telles que *Ampelodesma mauritanica* et *Daphne gnidium*.
- Le Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) occupe la basse montagne dans toute la région dominée par les hautes crêtes du Djurdjura, i.e. une grande partie des atterrissements miocènes. Il constitue des futaies parfois denses ; on trouve en sous-bois *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea media*, et çà et là *Quercus rotundifolia*, *Juniperus oxycedrus* et même *Arbutus unedo* (*Pistacio-Rhamnetalia*). Ces ligneux forment des bouquets isolés qui surmontent une

strate serrée de plantes suffrutescentes (*Rosmarineta officinalis*) ; ce sont *Rosmarinus officinalis*, *Cistus villosus*, *Chamaerops humilis*, *Calicotome spinosa*, *Fumana calycina*, *Fumana glutinosa*, *Globularia alypum*, *Cistus monspeliensis*. *Retama sphaerocarpa*, *Cistus clusii* (= *C. libanotis*), *Genista tricuspidata* sont moins abondants. Dans le tapis herbacé (clairières) dominant *Psoralea bituminosa*, *Ebenus pinnata*, *Centaureum erythraea*, *Anthemis tuberculata*, *Helichrysum stoechas* (*fontanesii*) ; on trouve sporadiquement *Ruta chalepensis*.

- La formation de l'Oléo-lentisque (*Oleo-Ceratonion*) occupe les vallées (oued Sahel) ainsi que les bas versants à l'Est du Djurdjura.

La flore de ce district présente des différences importantes avec la Kabylie septentrionale, notons l'abondance de *Pinus halepensis* comme caractéristique de ce district méridional. Les conifères sont plus communs, et aux basses altitudes *Juniperus phoenicea* devient prépondérant. Il forme même sur certains points un peuplement dominé par quelques sujets de Pin d'Alep, tel est le cas des escarpements de l'oued Edhous ; le Thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata*) existe également. *Cistus villosus* est abondant dans la partie Ouest, tandis que *Cistus albidus* domine dans la partie Est à partir de Mchedallah. Dans ce district bouirien, *Retama sphaerocarpa* est abondant ; en outre, on rencontre çà et là *Rosmarinus officinalis*, *Spartium junceum*, *Crataegus azarolus*. Parmi les plantes herbacées, *Plantago albicans* est très répandu ; *Onopordon macracanthum*, *Phlomis herba-venti*, *Catananche lutea*, sont plus abondants que dans les deux districts précédents ; *Cynara cardunculus* existe çà et là en compagnie de quelques plantes des régions arides, telles que : *Limonium thouini*, *Matthiola fruticulosa*, *Eryngium ilicifolium*, *Celsia betonicifolia*.

Ces modifications dans la flore découlent sans doute de particularités climatiques ; en effet, la température s'élève en même temps que la saison sèche devient plus longue à mesure que l'on s'éloigne du plateau du Hamza (Bouira) pour descendre dans la vallée du Sahel. Partout les plantes frutescentes sont abondantes et les espèces herbacées rares ; la physionomie de la végétation est des plus xérothermiques.

Ainsi, la grande barrière montagneuse du Djurdjura modifie l'aspect et la composition floristique de la végétation, en excluant le Chêne liège des régions qu'elle soustrait à l'influence modératrice de la mer (dès que ses sommets atteignent 1 500 m environ). Lorsqu'elles s'élèvent au-dessus de 1 800 m, le caractère xéromorphe de la végétation s'accroît davantage encore par l'apparition de la pineraie de Pin d'Alep au piémont du versant. Les vents chargés d'humidité, qui entre 800 m et 1 400 m, favorisent les forêts caducifoliées sur les versants septentrionaux, au supraméditerranéen, et la suberaie humide au mésoméditerranéen, cessent d'exercer leur influence sur le versant méridional en situation d'ombre pluviale, d'autant que l'altitude des sommets est élevée.

6.4. La vallée de l'oued Sahel : une localité xérothermoméditerranéenne singulière

La vaste plaine de l'Oued Sahel (district méridional bouirien dans sa rive Nord) est relativement plus chaude et plus sèche, parce qu'elle se trouve très abritée des vents chargés d'humidité venant du Nord par la haute muraille rocheuse du Djurdjura ; le souffle chaud et sec des vents du sud (sirocco) qui y arrive sans obstacle, et qu'arrête le massif du Djurdjura, lui confère un climat xérothermique. Aussi, se distingue-t-elle par une végétation plus thermoxérophile que celles des vallées précédentes (Isser et Sébaou), et on y trouve plusieurs espèces qui font défaut dans les vallées du littoral, telles que : *Astragalus glauus*, *Cleonia lusitanica*, *Limonium echinoides*, *Limonium thouini*, *Linaria elatinoïdes*, *Matthiola tristis*, *Phlomis herba-venti*, *Plantago albicans*, *Rhus pentaphylla*, *Vaccaria pyramidata*,

Vella annua et *Polycnemon fontanesii*, qui apparaît dans les stations les plus sèches ; quelques unes sont plus spécialement fréquentes au niveau de la flore des Hautes Plaines steppiques. Certains affleurements gypseux sont couverts d'*Atriplex halimus*. *Imperata cylindrica*, plante d'origine tropicale, apparaissant sur les sables du littoral, se rencontre également sur les bords de l'oued Sahel.

On peut même constater la présence, sur la rive droite de l'oued Sahel, principalement à Beni Mansour (mais là on est déjà dans le secteur tello-constantinois), d'un petit lot d'espèces répandues dans les Hautes Plaines steppiques ou même sahariennes, telles que : *Althaea ludwigii*, *Calendula aegyptiaca*, *Hypocoum geslini*, *Phagnalon purpurascens*.

Chapitre IV

LA METHODE PHYTOSOCIOLOGIQUE SIGMATISTE OU BRAUN-BLANQUETO- TÜXENIENNE

Chapitre IV. LA METHODE PHYTOSOCIOLOGIQUE SIGMATISTE OU BRAUN-BLANQUETO-TÜXENIENNE

I. INTRODUCTION

A la suite de l'héritage phytogéographique du XIX^e siècle (Ch. Flahault, C. Schröter, J. Pavillard...), la *phytosociologie sigmatiste*¹ ou de l'école « züricho-montpelliéraine » a été élaborée par Josias Braun-Blanquet, qui en a jeté les bases dans les années 30, puis développée et affinée dans les années 50 par Reinhold Tüxen, qui a su rénover la phytosociologie historique, à peine émergée de la phytogéographie, en étudiant systématiquement les coïncidences floristico-écologiques (Géhu, 1993).

La phytosociologie² sigmatiste a connu un indiscutable succès mondial depuis son origine au début du XX^e siècle, et les potentialités de cette science sont loin d'être épuisées (Gillet *et al.*, 1991). Elle propose en effet une méthode rigoureuse et théoriquement universelle pour décrire et comprendre les faits de végétation, dans une perspective à la fois phytoécologique et phytogéographique (Gillet *et al.*, 1991). La phytosociologie apparaît bien comme une discipline à part entière, dont l'objectif n'est pas uniquement la diagnose floristique et la classification des associations végétales : il comporte également l'étude de leur dynamique, de leurs relations avec les variables de l'environnement, de leur histoire, c'est-à-dire de leur évolution et de leur genèse (Bouxin, 2008).

La méthode de la phytosociologie sigmatiste ou encore Braun-Blanqueto-tüxenienne, ses étapes historiques, ses principes et ses techniques ont été amplement précisés dans plusieurs ouvrages ou publications, on peut se référer utilement à Braun-Blanquet (1964, 1979), Gounot (1969), Guinochet (1973), Whittaker (1973), Géhu (1974, 1980, 1987, 1992, 1996), Mueller Dombois & Ellenberg (1974), Werger (1974), van der Maarel (1975), Westhoff & van der Maarel (1978), Pignatti (1980, 2000), Géhu & Rivas-Martinez (1981), van den Berghen (1982), De Foucault (1986 a & b, 2005), Rivas-Martinez (1987, 2001), Rameau (1987, 1988), Dierschke (1994), Delpech (1996, 2006), Lahondère (1997), Lacoste & Salanon (2001), Julve (2002).

Nous avons eu l'occasion d'exposer à plusieurs reprises (Meddour, 1994, 1996, 2008), les principes essentiels de la méthode phytosociologique, que nous utilisons dans nos travaux personnels depuis 1983 et dans le présent travail, dans le cas de nombreux encadrements de mémoire et dans l'enseignement du module de biocénétique depuis 1988. Ce 1/4 de siècle consacré à cette méthodologie, tant sur le plan conceptuel que sur le plan pratique, a été couronné récemment (juillet 2008) par la publication en ligne d'un article sur le site officiel Tela-botanica du réseau des botanistes francophones.

Aussi, nous ne rappellerons ici que les concepts fondamentaux, tout en insistant sur l'infléchissement de certains concepts de base, rendant la méthode plus souple, et sur les perfectionnements qui ont été introduits, surtout depuis les années 1970, tant au niveau de l'étape analytique de réalisation de relevés au terrain, qu'au niveau de l'étape synthétique

¹ Adjectif forgé par Egler (1954 *in* Meddour, 1996), sigle de la Station Internationale de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine, qui était dirigée par Braun-Blanquet à Montpellier, mais aussi de la lettre grecque sigma (Σ), utilisée pour signifier « somme », ce qui est porteur à la fois d'une indication méthodologique et d'une appartenance d'école (Géhu, 1979).

² Sont plus ou moins synonymes les termes de sociologie végétale, de phytocoenologie (proposé par Gams en 1918) et de synécologie (Géhu, 1991).

comparative d'élaboration des tableaux ou d'ordination des données. Enfin, nous soulignerons quelques difficultés méthodologiques spécifiques au milieu forestier, difficultés largement exposées par Rameau (1985).

II. PRINCIPES ET CONCEPTS FONDAMENTAUX

La phytosociologie sigmatiste est la science des groupements végétaux, c'est-à-dire des *syntaxons*³ (Géhu, 1991). Cette science est ordonnée en un système hiérarchisé, le *syndystème* ou système phytosociologique (i.e. ensemble des structures formelles plus ou moins emboîtées des unités phytosociologiques de divers niveaux hiérarchiques), où l'association végétale⁴ est l'unité élémentaire fondamentale (Géhu & Rivas-Martinez, 1981 ; Delpech & Géhu, 1988).

La phytosociologie sigmatiste, rappelons-le, repose sur le postulat suivant : l'espèce végétale, et mieux encore l'association végétale, sont considérées comme les meilleurs *intégrateurs* de tous les facteurs écologiques (climatiques, édaphiques, biotiques et anthropiques) responsables de la répartition de la végétation (Béguin *et al.*, 1979). Chaque taxon considéré isolément, apporte déjà par sa seule présence toute une série d'informations (physiologique, écologique, chorologique, sociologique, dynamique) qui lui confèrent une valeur prédictive (Ellenberg, 1979 *in* Delpech & Géhu, 1988). Il faut ici insister sur le haut pouvoir de résolution des espèces herbacées vis-à-vis des conditions écologiques du milieu, bien plus élevé que celui des espèces arbustives et arborescentes (Decocoq, 1997). La somme d'informations intégrée par toutes les espèces représentées dans une communauté végétale est considérable (Delpech & Géhu, 1988). A ce sujet, Pignatti (2000) affirme que la fonction de bio-indication devient de plus en plus précise, lorsqu'augmente le nombre d'espèces présentes dans un espace écologique. Il en résulte qu'une communauté végétale spontanée floristiquement homogène traduit une combinaison précise de valeurs des facteurs écologiques (pouvoir informatif élevé). La végétation spontanée est donc utilisée comme le reflet fidèle des conditions stationnelles, elle en est l'expression synthétique (Béguin *et al.*, 1979 ; Rameau, 1985, 1987). De plus, c'est elle qui structure l'ensemble de la biocénose et par conséquent du système écologique (Delpech & Géhu, 1988).

Enfin, ne l'oublions pas, l'objectif de la phytosociologie est la description et la compréhension de la végétation, l'organisation bidimensionnelle spatiale et temporelle, sur les plans qualitatif et quantitatif des espèces végétales qui la constituent (Rameau, 1987).

De Foucault (1984, 1986 a & b) a proposé une théorie novatrice de la phytosociologie sigmatiste qui présente deux aspects fondamentaux et complémentaires :

- C'est une *morphologie*, i.e. une description des *formes* élémentaires que sont les individus d'association ; ceux-ci sont comparés entre eux à l'aide de relevés floristiques qui permettent une typologie et une classification hiérarchique des syntaxons.
- C'est une *physique*, qui vise à mettre en évidence des lois phytosociologiques unissant les syntaxons avec les agents de leur *déterminisme*. La végétation est un effet, la causalité tient essentiellement à l'ensemble des facteurs écologiques, dynamiques et historiques. La répétition absolue de la relation entre une cause et un effet, à l'intérieur de l'aire

³ Syntaxon = unité (phyto)coenologique de classification d'un niveau hiérarchique quelconque (Delpech & Géhu, 1988) et aussi unité systématique de classement des individus d'association (Rameau, 1985).

⁴ Alexander von Humboldt, qui publia en 1805 un essai sur « la géographie des plantes », est probablement le premier auteur à utiliser la notion d'*association végétale* (Francour, s.d.), c'est-à-dire un siècle avant sa définition officielle par Flahault & Schröter en 1910, lors du Congrès international de Botanique de Bruxelles.

géographique où le syntaxon s'inscrit (aire limitée par les facteurs écologiques et historiques), donne naissance à une loi phytosociologique.

C'est aussi l'étude d'un « caché », du milieu, par l'intermédiaire de ce détecteur privilégié que constituent les végétaux. La phytosociologie sigmatiste est donc une morpho-physique, dont les étapes intellectuelles peuvent s'ordonner comme sur la figure 57.

L'*approche systémique* qualitative des phénomènes phytosociologiques est une démarche originale qui a été introduite en phytosociologie par De Foucault en 1984, pour comprendre les multiples interactions existant entre les différents groupements végétaux des prairies hygrophiles (Decocq, 1997). Elle a depuis été étendue à d'autres types de végétations, notamment arbustives (De Foucault, 1991) et forestières (Decocq, 1997).

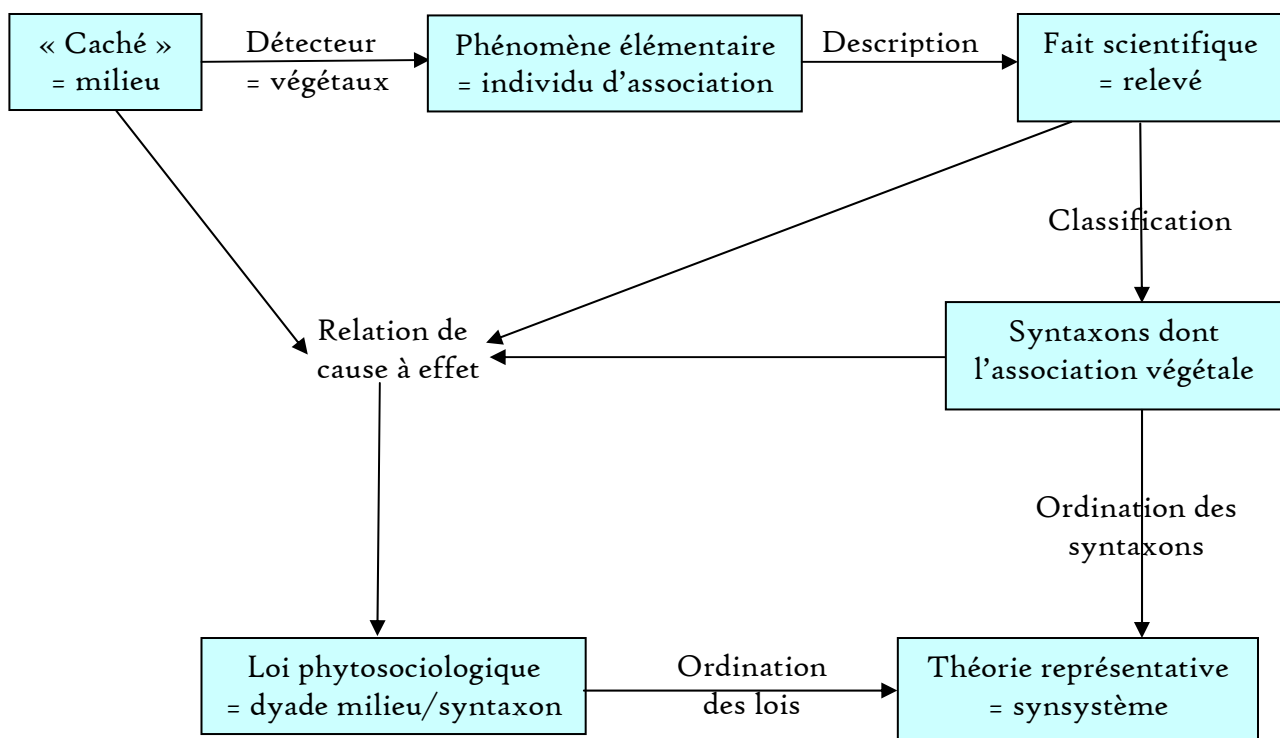


Figure 57. Ordinogramme de la démarche systémique de la phytosociologie sigmatiste (d'après De Foucault, 1985).

Cette systématisation traduit une évolution importante dans la définition des unités par la recherche de leur *déterminisme*, évolution qui permettra, lorsque ce concept sera intégré systématiquement dans les études, d'écarter certaines unités artificielles non valables, dont aucun déterminisme spécifique ne pourrait être mis en évidence (Rameau, 1985).

III. L'ASSOCIATION VÉGÉTALE : DEFINITION, PROPRIETES ET VARIATIONS

3.1. DEFINITION

Dans l'introduction de son ouvrage magistral « *Phytosociologie* », Guinochet (1973) définit la notion intuitive d'association végétale comme résultant de l'observation suivante : « pour quelqu'un qui connaît suffisamment les plantes dans la nature, le simple rappel du nom de

l'une d'elles évoque instantanément dans son esprit, non seulement son image, mais encore celle d'un certain nombre d'autres que l'on trouve ordinairement dans les mêmes conditions qu'elle ».

Le concept d'association végétale est en fait la véritable clé de voûte de la phytosociologie sigmatiste. Nous en retiendrons deux définitions.

- La première fait intervenir essentiellement le critère floristico-statistique : l'association végétale est définie par « une combinaison répétitive originale d'espèces⁵, dont certaines dites *caractéristiques* lui sont particulièrement liées, les autres étant qualifiées de *compagnes* », i.e. un ensemble spécifique normal (*sensu* Guinochet, 1973) ou une combinaison spécifique originale (*sensu* De Foucault, 1981). Cette combinaison floristique des espèces végétales est le fondement même du système phytosociologique (Géhu, 1992).
- La seconde préconise en plus des données floristiques la prise en compte de certaines propriétés de l'association végétale, celle-ci étant un « concept abstrait qui se dégage d'un ensemble d'individus d'association (seul objet concret) possédant en commun à peu près les mêmes *caractères floristiques* (i.e. aux fluctuations aléatoires près), *structuraux, statistiques, écologiques, dynamiques, chorologiques et historiques* » (Géhu, 1980, 1991, 1992 ; Géhu & Rivas-Martinez, 1981).

Indiquons, par ailleurs, que l'expression *groupement végétal* désigne une catégorie phytosociologique de rang indéterminé et que *communauté végétale* (plant community) est considérée, en général, comme équivalente (Guinochet, 1973).

3.2. PROPRIETES DE L'ASSOCIATION VEGETALE

A la suite de Guinochet (1973), on s'accorde à reconnaître en l'association végétale une catégorie polythétique, i.e. une catégorie définie par un certain nombre de critères conjoints (Géhu & Rivas-Martinez, 1981 ; Rameau, 1987 ; Géhu, 1992), dont « la possession de la totalité n'est pas nécessaire ni celle d'un seul suffisante pour décider si un objet en fait ou non partie » (Dupouey, 1988) :

- Critère floristique

Le critère floristique est le critère de base, primordial pour la phytosociologie et il doit le rester. Comme le souligne Géhu (1996), l'association végétale se dégage d'un ensemble d'individus d'association possédant en commun à peu près les mêmes caractères floristiques (combinaison d'espèces identiques). La qualité essentielle des associations végétales réside dans leurs espèces constitutives parce qu'elles sont porteuses d'informations précises, notamment celles d'ordre écologique et chorologique, qui peuvent être avantageusement utilisées. Les espèces végétales d'une association expriment, d'une façon ou d'une autre, la diversité du patrimoine phytogénétique. Mais, toutes les espèces de la combinaison floristique n'ont pas, de façon formelle ou relative, la même valeur informative.

- Critère statistique

L'association doit posséder une combinaison statistiquement répétitive des espèces caractéristiques, différentielles et compagnes, i.e. de leur ensemble spécifique. La répétitivité de la combinaison d'espèces apporte une aide précieuse à l'appréciation de l'homogénéité structurale et écologique de la communauté végétale, donc à sa délimitation

⁵ Le terme *espèce* ici et en général dans la suite du texte inclut les taxons infraspécifiques, comme l'ont fait remarquer Dengler *et al.* (2005). D'ailleurs, Westhoff & van der Maarel (1978) le précisent bien en notant que les syntaxons sont en général caractérisés par les espèces, mais les sous-espèces, variétés et écotypes contribuent également à la définition d'unités syntaxonomiques inférieures ou d'associations géovicariantes.

(Delpech & Géhu, 1988). « *La répétitivité est à la phytosociologie, ce qu'est la reproductibilité aux sciences expérimentales* » (Géhu, 1987).

- Critère structural

La répétitivité de la combinaison floristique doit se situer dans une seule et même catégorie structurale (même physionomie, même stratification, même niveau de biomasse), peu importe qu'elle soit selon le type de communauté très simple (synusiale) ou fort complexe (phytocénotique). En outre, pour étudier concrètement une communauté, il faut avoir caractérisé sa structure, car la connaissance des formes est un préalable nécessaire à l'étude des fonctions (Delpech & Géhu, 1988). A ce propos, Géhu (1998, 2000) attire l'attention sur le fait que le code de nomenclature phytosociologique recommande de baser le nom d'un syntaxon sur une espèce structurellement dominante (en abondance et en strate) dans le groupement étudié.

- Critère écologique

L'association doit correspondre à un milieu écologique très homogène, singulier et précis et doit se situer dans un contexte écologique finement défini. Elle possède et contribue à caractériser un biotope particulier. De la qualité de ce critère synécologique dépendra la fiabilité du synsystème phytosociologique en tant que *système typologique des milieux ou habitats* (Géhu, 2000).

- Critère dynamique

L'association possède une signification dynamique⁶ déterminée à l'intérieur d'une série de végétation, soit climacique, soit spécialisée. Chaque communauté possède une signification évolutive précise à l'intérieur d'une série de végétation climatophile ou édaphophile, i.e. allant vers un groupement climacique ou vers un groupement spécialisé (Géhu, 1991). Elle est un stade initial, intermédiaire, final ou déviant (par ex. nitrophile) de la dynamique progressive ou régressive de la végétation. Il peut s'agir, enfin, d'une communauté végétale au sein d'une série dynamique de végétation ou de variations à l'intérieur même d'une communauté (Géhu, 1991, 1998).

- Critère chorologique

Chaque association possède une aire⁷ géographique particulière, plus ou moins étendue, qui lui est propre, autrement dit un caractère de *territorialité* précis (Géhu, 2000). Une association ne peut être considérée comme bien connue et bien délimitée que si l'on connaît exactement ses limites géographiques. Il existe des associations répandues à travers d'immenses territoires et d'autres réduites à une aire confinée. Par exemple, les communautés végétales des parois rocheuses, des pelouses, des arrières-dunes... occupent des territoires bien plus localisés et restreints en général que celles des milieux aquatiques ou fortement anthropisés (Géhu, 1996). Plus une aire est petite (*synendémisme*) plus, en général, est originale et précieuse l'association sur le plan patrimonial.

- Critère historique

Les groupements sont plus ou moins jeunes ou anciens ; ils appartiennent à des séries actuelles ou correspondent à des vestiges de séries anciennes informant sur l'histoire climacique du peuplement végétal de la région. Les associations relictuelles souvent réfugiées dans des habitats contraignants, parce qu'elles correspondent à des séries climaciques anciennes, présentent souvent un grand intérêt patrimonial et de bio-

⁶ Le dynamisme de la végétation était bien présent dès la première phase de la phytosociologie, sous la rubrique *syndynamique* dans Braun-Blanquet (1928 in Pignatti, 1997).

⁷ La notion d'aire pour les unités phytosociologiques apparaît dès les débuts de la phytosociologie, dans Braun-Blanquet (1928 in Géhu, 1996), sous la rubrique *synchorologie*, qui incluait non seulement les données de la répartition géographique des syntaxons, mais encore les faits issus de leur positionnement dans l'espace (toposéquence, zonation, étagement...) et leur cartographie.

évaluation des milieux (Géhu, 2000). Il est extrêmement important pour la compréhension et la sauvegarde du patrimoine biologique de reconnaître ce type de communautés relictuelles, témoins de conditions climatiques passées (Géhu, 2000).

L'association végétale (territoriale) est donc caractérisée maintenant, à l'inverse des *grandes associations régionales*⁸ d'antan, par une amplitude assez étroite, contrairement au début de la phytosociologie. En plus des critères floristico-statistiques, elle s'inscrit dans un contexte géographique précis, car sa signification est territoriale (Géhu, 1996, 2000), et dans un cadre écologique et dynamique défini et homogène (Rameau, 1987, 1988 ; Géhu, 2000). Cette acception actuelle plus restreinte de l'association lui confère une valeur informative (biocoenotest) plus grande vis-à-vis des milieux de vie ou biotopes, fondements des écosystèmes et des *territoires phytogéographiques* (Géhu, 1980, 1991).

3.3. LES VARIATIONS DE L'ASSOCIATION

L'association végétale, unité fondamentale du synsystème, admet plusieurs unités inférieures : sous-associations, variantes et sous-variantes, races, phases, faciès. Une traduction fidèle et claire de la complexité de la végétation exige, pour les milieux forestiers, la prise en compte effective de ces différentes unités (Rameau, 1985, 1987). Celles-ci ont été définies précisément par Géhu (1980, 1996) et Rameau (1987).

3.3.1. *Syntaxons de rang inférieur*

L'association végétale (territoriale) est susceptible de variations internes, qui sont de triple nature (Géhu, 1996, 2000) : floristico-écologiques, floristico-dynamiques et géographiques.

- La sous-association

Elle s'écarte du type de l'association par des variations écologiques assez accusées mises en relief par une composition floristique particulière et notamment par l'existence d'un groupe d'espèces différentielles. Ce sont souvent les contacts avec d'autres associations (i.e. d'autres microhabitats) d'un même site qui déterminent ces variations.

- Les variantes et sous-variantes

Elles correspondent à des variations floristico-écologiques plus légères à l'intérieur des sous-associations.

- Les phases

Ce sont des variations floristiques (présence ou dominance de quelques espèces), liées à la dynamique interne de l'association⁹. Elles traduisent la jeunesse, la maturité ou le vieillissement d'un groupement (phases juvéniles, matures ou vieilles) (Géhu, 1991). Même lorsque l'on est en présence d'une forêt climacique, il existe une dynamique interne de la végétation forestière, qui assure l'autonomie et l'équilibre de l'écosystème et qui à la base du cycle *sylvigénétique* (Decocq, 1997).

- Les races d'association

Elles ont une signification purement géographique. A l'intérieur d'une unité chorologique particulière, elles se différencient par l'apparition de quelques espèces significatives liées à ce contexte géographique (ou subterritoriales).

⁸ L'ancienne *association régionale*, ou association collective, correspond selon les cas plus ou moins au groupe d'associations, à la sous-alliance ou même à l'alliance (Géhu, 1996).

⁹ Par exemple, lorsque le stade climacique forestier est atteint, se perpétue une *évolution cyclique* caractérisée par la succession dans le temps de différentes *phases sylvigénétiques* reproduisant l'invariance de la forêt climacique, tant que les conditions macroclimatiques restent constantes (Rameau, 1985).

- Les faciès

Ils sont déterminés par le rôle quantitatif élevé d'une ou de plusieurs espèces ; leur identification repose, en analyse numérique, sur le seul critère d'abondance-dominance de quelques taxons (Carrière, 1984). Ils sont de moins en moins utilisés, ne mettant en relief que des variations souvent peu précises.

On se doit de préciser ici que le « *sylvofaciès* », terme proposé par Houzard (1983 *in* Rameau, 1985), est une subdivision à part entière de l'association et correspond à une sous-unité structurale et dendrologique à déterminisme anthropogène. Il n'est donc pas assimilable à un simple faciès et ne se limite pas à de simples variations quantitatives des essences (Rameau, 1985). D'ailleurs, Pignatti (2000) pense qu'un grand nombre d'associations forestières, décrites par exemple en Italie centrale et dans les Balkans, pourrait être considéré comme des *sylvofaciès* dans les successions cycliques forestières.

En considérant les faits structuraux, synécologiques, syndynamiques et synchorologiques de l'association végétale territoriale, Géhu (1998, 2000) propose un schéma permettant d'organiser logiquement ses subdivisions (ou variations internes) (tableau 47).

Tableau 47. Variations internes de l'association végétale territoriale, syntaxonomie et synnomenclature (d'après Géhu, 1998, 2000)

Syntaxonomie	Déterminisme ou type de variation interne	Synnomenclature
Sous-variante	floristico-synécologique (de contact par ex.)	Sous-variante à ...
Variante		Variante à ...
Sous-association		- <i>etosum</i>
Phase	floristico-dynamique	Phase à ... ou - <i>osum</i>
Race géographique	floristico-géographique	Race à ... ou 3 ^e nom géographique
Faciès	floristico-physionomique	Faciès à ...

3.3.2. Groupement fragmentaire et groupement basal

Compte tenu de la loi phytosociologique citée plus haut, qui conduit à s'intéresser au déterminisme de chaque syntaxon, il est également possible de fournir une interprétation aux groupements qualifiés d'atypiques, appauvris, transitoires ou fragmentaires, grâce aux concepts de *groupement basal* et *groupement fragmentaire* (Géhu & Rivas-Martinez, 1981 ; Rameau, 1985, 1987 ; Julve, 1986 ; Gillet *et al.*, 1991) :

- Groupement fragmentaire

C'est un groupement mal individualisé, dont le cortège floristique est réduit à une partie limitée de l'ensemble spécifique normal et dont le développement spatial est insuffisant et se fait souvent sur une surface inférieure à l'aire minimale.

- Groupement basal

Il s'agit d'un groupement végétal, dont le cortège floristique est appauvri, sans caractéristiques ni différentielles, mais possédant des espèces des unités supérieures. C'est habituellement une perturbation anthropique intensive qui entraîne le développement de tels groupements qui n'arrivent plus à se structurer de façon normale (Géhu, 1980). C'est également une communauté végétale réduite à un petit nombre de taxons à large

amplitude socio-écologique, pour des raisons de jeunesse (Gillet *et al.*, 1991). Il existe aussi des associations dans lesquelles, à partir d'une sous-association typique (*typicum*), par appauvrissement floristique progressif, selon un gradient de dégradation (e.g. intensité du pâturage et du piétinement), on aboutit à une sous-association très appauvrie présentant alors les caractères d'une *communauté basale* (Kopecky & Hejny, 1974 in Gillet, 2000).

Finalement, comme l'indique De Foucault (1984), « c'est au scientifique d'interpréter les *syntaxons élémentaires*¹⁰ qu'il estime bien définis en terme d'association ou de variations d'association ». De plus, avant de créer des unités nouvelles (sous-associations, races...), on s'assurera que la combinaison caractéristique est bien répétitive dans plusieurs stations distinctes et non qu'elle est liée à une station unique ; le déterminisme écologique de cette variation n'en apparaîtra que plus clairement (De Foucault, 1979). Il existe donc une certaine part d'interprétation personnelle¹¹, qui peut conduire malheureusement à une multiplication anarchique des associations (ou *jordanisation phytosociologique*), si elle n'est pas canalisée par certaines exigences de cohérence imposée par un cadre écologique, chorologique et dynamique (Rameau, 1985).

IV. LES ESPECES CARACTERISTIQUES

4.1. RELATIVITE DE LA NOTION DE CARACTERISTIQUE

La notion de *caractéristique* est d'un maniement délicat et d'une valeur assez relative (Ozenda, 1982). Certaines espèces sont, d'une manière plus ou moins étroite, liées à certains groupements ou même à un seul d'entre eux. Quant une espèce ne se trouve seulement que dans un groupement, qu'elle y soit ou non fréquente, elle en est *caractéristique (exclusive)* ; mais ce cas est rare (Guinochet, 1954, 1955). En fait, la plupart des espèces participent dans leur aire de distribution géographique à plusieurs associations et peuvent se rencontrer indifféremment dans divers groupements (Chytry & Tichy, 2003). Pratiquement, en dehors des milieux écologiques très particuliers, marqués par des conditions stationnelles assez saillantes, et à flore spécialisée, comme les rochers, les sols salés..., il n'est pas possible de trouver des espèces liées à peu près exclusivement à un groupement déterminé (Peltier, 1988 ; Rameau, 1985). En effet, lorsqu'il s'est agi d'étudier des types *moyens* de végétation, tels que les forêts, où les effets de tamponnement climatique sont marqués (Géhu, 1996), on s'est aperçu qu'il y a vraiment dans ce cas peu d'espèces (exclusives) pouvant servir de véritables caractéristiques (Ozenda, 1982 ; Rameau, 1985). Ellenberg (1954 in Chytry & Tichy, 2003) a qualifié cette situation de « crise de caractéristiques ». Par exemple, en Europe, Ellenberg (*in* Ozenda, 1982) admet qu'il n'est plus possible d'indiquer une seule espèce vraiment exclusive des hêtraies. L'expérience a montré qu'en fait, on a le plus souvent affaire à des espèces à *caractère différentiel relatif*, s'exprimant seulement par des différences de fréquences d'occurrence plus ou moins prononcées entre associations voisines (Béguinot, 1989). Dans ces conditions, la recherche d'espèces propres à une seule association est vaine (Peltier, 1988). Même au niveau des espèces rares, la notion de fidélité est plus que relative.

¹⁰ Un *syntaxon élémentaire* est utilisé ici généralement dans le sens d'unités synsystématiques inférieures : association, sous-association, variante ou même groupement provisoire (Gillet, 2000).

¹¹ Ce que pensent également Feoli & Lausi (1981), en écrivant « ... the establishment of a taxonomical system is a matter of personal decisions which could be based on the sociological views and strategy of the phytosociologist ».

Sur cette notion de caractéristique absolument fidèle à une association et une seule, l'école sigmatiste a donc introduit des assouplissements dans deux directions (Gounot, 1969) :

- Tout d'abord, la relativisation du critère de *fidélité* qui n'est plus absolue et qui dépend du degré de présence et de l'abondance-dominance moyenne de l'espèce (Gounot, 1969). Braun-Blanquet (1928 in Reichling, 1949), à la suite de Szafer & Pawlowski (1927 in Westhoff & van der Maarel, 1978), a ainsi distingué les espèces par ordre de fidélité décroissante : exclusive, élective, préférente, indifférente et étrangère ; les indifférentes sont des *compagnes*, les étrangères correspondent aux *accidentelles* et seules les trois premières sont des espèces caractéristiques (Reichling, 1949 ; Werger, 1974). Encore que ce sont des caractéristiques (ou *pseudo-caractéristiques*) des grandes associations régionales, bâties sur des listes puis des relevés concernant plus des « localités » que des stations écologiquement précises (Géhu, 1993, 1996). D'ailleurs, Dengler *et al.* (2005) affirment que ce classique degré de fidélité est à la fois contradictoire et peu pratique. Cette approche intuitive de la fidélité est donc bien loin d'être satisfaisante. Ce n'est que récemment, que ce critère de fidélité est évalué statistiquement par divers auteurs, notamment Chytry & Tichy (2003).
- Ensuite, l'introduction des notions de *caractéristiques locales ou régionales*, impliquant que la classification est placée dans un cadre géographique préalable (Gounot, 1969). En réalité, dès le début Braun-Blanquet (1921 in Westhoff & van der Maarel, 1978) a reconnu que la valeur de caractéristique d'une espèce est géographiquement limitée. L'observation montre, en effet, que la plupart des caractéristiques n'ont qu'une valeur très relative et qu'elles ne sont étroitement liées à une association qu'à l'intérieur d'un territoire limité (Ozenda, 1982). D'où le concept de caractéristiques locale ou régionale, fonction de l'étendue du territoire considéré (Braun-Blanquet *et al.*, 1952).

Cependant, une fâcheuse conséquence de ces développements est l'énorme augmentation de groupements végétaux nouvellement décrits, mais qui sont pauvrement définis en terme de composition spécifique (Pignatti, 1968 in Chytry & Tichy, 2003).

Enfin, il faut s'arrêter ici sur le concept tüxenien d'*association végétale territoriale* et de la *territorialité* sur laquelle Géhu (1996, 2000) a développé tout un discours épistémologique. Ce concept qui s'est développé au cours des dernières décennies, apparaît comme rénové et affiné, et par conséquent nouveau par rapport à celui d'*association végétale régionale* de jadis¹², conception très large et plus générale (Géhu, 1996), beaucoup plus floue quant à sa valeur synécologique (Géhu, 2000). Il marque, selon le même auteur (1996), une étape décisive dans l'amélioration des méthodes en phytosociologie, ainsi que pour les possibilités offertes par cette science en matière de *typologie des habitats écologiques* (Géhu, 2000). En outre, les *associations territoriales* (*sensu* Tüxen) présentent de remarquables phénomènes de *géosynvicariance*¹³ (Géhu, 1996). Les associations géosynvicariantes diffèrent entre elles par la présence de différentielles d'ordre géographique, mais elles possèdent les mêmes caractéristiques générales de milieu (Géhu, 2000). Cette notion de géosynvicariance conduit à celle de *synendémisme*, si importante en bio-évaluation des milieux (Géhu, 1996, 2000). Certaines associations n'occupent qu'une aire réduite, elles

¹² Ainsi, de nombreuses associations décrites autrefois ont été découpées en plusieurs associations plus cohérentes, à l'image du *Quercetum ilicis galloprovinciale*, chênaie verte calcicole méditerranéenne, scindée par Barbero (1983) en *Viburno-Quercetum ilicis*, pour les peuplements ouverts très riches en espèces méditerranéennes, et en *Epipactido-Quercetum ilicis*, pour les rares peuplements équilibrés à flore mésophile.

¹³ Des exemples très intéressants de *géosynvicariance* (cédraies) entre la chaîne rifaine au Maroc et d'autres montagnes méditerranéennes (Kabylie, Taurus en Turquie, Afghanistan) ont été fournis par Deil (1990).

sont considérées comme *synendémiques*, mais elles ne possèdent pas nécessairement un ou plusieurs taxons endémiques (Géhu, 1998).

4.2. LA TENDANCE ACTUELLE : LA COMBINAISON CARACTERISTIQUE

Actuellement, on tend à abandonner la définition de l'association par des espèces caractéristiques strictes pour adopter une conception plus générale et plus souple (Ozenda, 1982). La majorité des phytosociologues admettent que l'association végétale est avant tout caractérisée par une *combinaison floristique originale*, résultant de la réunion des relevés qui servent à la définir (Peltier, 1988). Cette combinaison, et elle seule, représente l'individualité floristique de l'association, la recherche de caractéristiques ne sert en fin de compte qu'à essayer d'accentuer cette singularité (Guinochet, 1973). Assurément, Guinochet (1973) a beaucoup insisté sur le fait qu'un groupement ne peut être caractérisé que par « un ensemble d'espèces, i.e. les *caractéristiques*, les *différentielles* éventuellement et les *compagnes* de haute présence, constituant l'*ensemble spécifique normal* », conférant son individualité au groupement. A son tour, et à la suite de Westhoff & Held (1969 in Westhoff & van der Maarel, 1978), De Foucault (1980, 1981) remplace la notion d'espèce caractéristique par la notion de *combinaison caractéristique* (ou encore de *combinaison spécifique originale*). Cette notion est donc loin d'être nouvelle.

A ce propos Géhu (1987) écrit : « l'un des apports les plus intéressants de l'école de phytosociologie hollandaise (Westhoff, van der Maarel), fut de substituer à l'ancien concept braun-blanquetien d'*espèces caractéristiques* trop rarement réalisé pour être opérationnel, les concepts de *combinaison caractéristique* et de *combinaison différentielle d'espèces*, concepts repris et développés par les écoles de phytosociologie informatique, de Paris-Orsay par ex. (Guinochet, Lacoste), et largement appliqués dans de nombreux travaux ultérieurs, ceux de De Foucault (1980, 1981), par ex. ». Il est, en effet, plus juste de considérer des ensembles d'espèces caractéristiques, optimaux ou différentiels, de valeur et signification territoriales (Géhu, 1992).

C'est pourquoi, on distingue classiquement des *espèces caractéristiques*, des *espèces différentielles* et des *espèces compagnes* (Géhu, 1992).

- Comme le reconnaît le Code International de Nomenclature Phytosociologique (Weber *et al.*, 2000), on utilise de plus en plus de simples différentielles pour définir les associations (Barkman *et al.*, 1986 ; Rameau, 1988). Géhu (1980) souligne que beaucoup de caractéristiques locales, ou mêmes territoriales, ne sont souvent que des différentielles. Les *différentielles* sont des taxons liés préférentiellement et souvent localement à une unité de rang inférieur (variante, sous-association, association) et permettent de séparer deux syntaxons (Géhu & Rivas-Martinez, 1981). Sur le plan statistique, la fréquence relative d'une espèce différentielle doit être supérieure à 50 % dans un groupement végétal et inférieure à 10 % dans tous les autres groupements (Spatz 1972 in Westhoff & van der Maarel, 1978). Selon Dengler *et al.* (2005), le degré de présence de l'espèce différentielle dans le syntaxon différencié doit être d'au moins 10 % supérieur à celui des autres syntaxons, où cette espèce ne doit pas y être présente avec plus de 20 %.
- Dans la pratique, on a également affaire à des *caractéristiques transgressives*. Ce sont des espèces qui peuvent être caractéristiques de deux ou plusieurs catégories phytosociologiques s'excluant géographiquement (allopatriques)¹⁴ (Guinochet, 1973). Il

¹⁴ Briane *et al.* (2000) citent l'exemple de 2 taxons, liés à une même gamme d'habitat, *Teucrium montanum* et *Coronilla minima*, qui transgressent de la région méditerranéenne, où ils sont liés aux alliances de

convient, selon cet auteur, de préciser que l'exclusion géographique peut s'appliquer non seulement horizontalement, mais aussi altitudinalement.

- Notons, enfin, que les *compagnes* sont des taxons présents dans de nombreux groupements, mais peuvent montrer parfois une signification précise (écologique, géographique, dynamique) (Géhu & Rivas-Martinez, 1981). En tout cas, elles possèdent une signification utile, exprimable par exemple à travers la notion de *groupe écologique* (Géhu, 1992).

D'autre part, le perfectionnement de l'analyse phytosociologique jointe à l'élargissement géographique des connaissances syntaxonomiques, grâce à l'apport des méthodes d'ordination (telle que l'analyse factorielle des correspondances), prenant en compte la totalité des espèces, ont amenuisé la signification des caractéristiques, alors que le rôle et la signification des *compagnes* ont augmenté dans la définition et la délimitation des groupements végétaux (Géhu, 1980 ; Géhu & Rivas-Martinez, 1981). C'est donc cette tendance actuelle de la phytosociologie, qui prévaut et qu'il faut développer. Autrement dit, les associations sont définies par l'originalité de leur combinaison floristique et leurs espèces différentielles (Rameau, 1985).

V. ETAPE ANALYTIQUE : REALISATION DES RELEVES

Cette première étape décisive consiste en la prise de relevés de végétation sur le terrain. C'est un travail assez délicat, exigeant quelque pratique et, en tout cas, certaines précautions élémentaires (Guinochet, 1955). Un relevé bien fait doit donner une image aussi fidèle que possible de la communauté telle qu'elle se présente sur le terrain (Delpech, 2006). Cette exigence de qualité des relevés est à la fois d'ordre floristique (exactitude et finesse des déterminations) et d'ordre synécologique (stricte homogénéité de milieu) (Géhu, 2000). Ce *relevé phytosociologique* représente un élément fondamental du travail phytosociologique (De Foucault, 1987).

5.1. PHASE DE TERRAIN

Selon Guinochet (1954), lorsqu'on réalise des relevés, on se livre obligatoirement à un *échantillonnage dirigé*. Gillet (2000) et Bouxin (2008) le qualifient d'*échantillonnage préférentiel*. Effectivement, le choix intuitif des surfaces de végétation à étudier (individu d'association) est réalisé en fonction de ses connaissances phytosociologiques et de l'écologie régionale (Guinochet, 1973).

S'agissant de la *stratégie de stratification*, des *prospections préliminaires* sur le terrain seront utiles pour acquérir une vue d'ensemble de la diversité des situations et pour préparer des *itinéraires*. Cette étape débouche sur la mise au point d'un réseau de *transects linéaires* recoupant ces différentes situations, avec *stratification* des futurs relevés, i.e. un nombre statistiquement suffisant pour chaque situation et ils ne sauraient être réalisés *au hasard* (Rameau, 1985). Gillet (2000) préconise de même d'organiser une stratification, de manière à obtenir un nombre de relevés à peu près équivalent pour chaque situation supposée déterminante, et rejette les techniques de *quadrillage systématique* ou *aléatoire*, afin d'éviter l'inconvénient de favoriser les situations les plus fréquentes par rapport aux plus rares.

l'*Aphyllantion* et de l'*Onionidion striatae*, à la région eurosibérienne, où ils trouvent leur optimum dans le *Xerobromion*. Géhu (1998, 2000) indique le cas de *Ruscus aculeatus* et *Rubia peregrina*, espèces classiques des chênaies vertes (*Quercetea ilicis*), qui existent dans la moitié des forêts caducifoliées tempérées françaises (*Querceto-Fagetea*). Ces exemples illustrent bien la notion de caractéristique transgressive.

Tout en insistant sur sa supériorité relativement à l'échantillonnage aléatoire, Westhoff & van der Maarel (1978) parlent de *stratification subjective*. Ce qui revient à une *stratification mentale implicite* (Rameau, 1988) ou plus simplement à une *stratification floristique* (Guinochet, 1973). In fine, un « échantillonnage préférentiel » suivi d'une « stratification floristique », nous semble un bon compromis pour l'objectif visé.

5.2. LE CHOIX DE L'EMPLACEMENT DU RELEVÉ

Au terrain, le phytosociologue choisit l'emplacement de ses relevés selon deux niveaux de perception successifs (Géhu, 1980) :

- une première vision à l'échelle paysagère l'amène à choisir les éléments majeurs, significatifs, représentatifs et répétitifs du paysage végétal (*formations végétales*) qu'il veut étudier ;
- une deuxième vision à l'intérieur de l'élément paysager choisi guidera le choix de l'emplacement du relevé et de ses limites.

Les critères fondamentaux de ce choix d'emplacement et de limites du relevé sont : l'homogénéité floristique et l'homogénéité écologique de la station.

- L'homogénéité floristique doit être répétitive et il faut avoir constaté la répétitivité de la combinaison floristique. Le critère d'homogénéité floristique, ou *invariant*, étant une combinaison statistiquement répétitive d'espèces (Rameau, 1985).
- L'homogénéité écologique nécessite d'abord, et en règle générale, une homogénéité dans la physionomie et la structure de la végétation. La station doit être homogène vis-à-vis des contrastes de milieu, tels que l'exposition, la lumière, la microtopographie, l'humidité du sol..., et les observations très fines à ce niveau. A l'intérieur de la surface choisie du relevé, il ne doit pas y avoir de variations significatives de composition floristique ni de milieu.

Géhu (1980) insiste sur le fait que ce choix est non seulement un droit, mais encore une nécessité dans le travail phytosociologique. Il ajoute que l'affinement de la prise du relevé est plus décisif pour les progrès de la phytosociologie (perfectionnement du synsystème) que les améliorations techniques de traitement synthétique des données.

Cette première étape du choix de l'emplacement du relevé permet d'avoir une première idée des conditions écologiques stationnelles, en utilisant les connaissances acquises antérieurement et d'élaborer ainsi un diagnostic synécologique (Delpech & Géhu, 1988).

En pratique, même si théoriquement on est en présence d'individus bien distincts, même si, pour des raisons statistiques, on doit rassembler le plus grand nombre possible de relevés, De Foucault (1979) conseille de ne pas réaliser un trop grand nombre de relevés dans une aire trop réduite (redondance) ; il vaut mieux en retenir un petit nombre dans différentes localités suffisamment éloignées, l'interprétation ultérieure en sera facilitée.

5.3. LA NOTION D'INDIVIDU D'ASSOCIATION

L'individu d'association, surface de végétation représentative sur le terrain d'associations végétales, est le seul objet concret de la phytosociologie (Guinochet, 1973). Celui-ci repose sur le principe implicite de l'existence de césures décelables dans le tapis végétal, dont la recherche est délibérée (Rameau, 1988). En fait, toute surface de végétation peut être considérée comme la juxtaposition de différents individus d'association, *unités discrètes* séparées par des discontinuités plus ou moins floues (parfois nettes, souvent progressives) (Gillet, 1986 in Rameau, 1987 ; Gillet *et al.*, 1991).

C'est De Foucault (1980), qui a introduit la notion d'*ensembles flous*, en notant que le grand intérêt de cette notion réside dans le fait que de nombreux ensembles naturels ont des limites floues ; en phytosociologie, l'individu d'association en est un. Dans tout ensemble flou, même s'il passe de façon presque continue à un ensemble contigu, on peut délimiter un sous-ensemble homogène optimal et c'est dans ce sous-ensemble qu'on doit effectuer le relevé (De Foucault, 1980). En revenant sur les détails de cette théorie, Dupouey (1988) a souligné, quant à lui, tout l'intérêt que présente cette notion en phytosociologie forestière. Il est à remarquer, enfin, que la notion d'ensemble flou apporte un élément de solution au problème du *continuum* (cf. par ex. Guinochet, 1973 ; Austin, 1985), en permettant, selon Dupouey (1988), de distinguer des types de végétation, tout en intégrant les variations continues de cette végétation (en séparant les relevés typiques des relevés intermédiaires ou hybrides).

5.4. L'HOMOGENEITE FLORISTIQUE

« Le problème de l'homogénéité est le problème central de la phytosociologie » (Nordhagen, 1927 in De Foucault, 1979).

Dans la phase analytique, effectivement, au moment de réaliser le relevé, outre le problème de rechercher des discontinuités dans le tapis végétal, se pose le problème de l'homogénéité floristique d'une surface de végétation (De Foucault, 1979). Une communauté végétale est dite floristiquement homogène quand les individus de toutes les espèces y sont réparties au hasard, i.e. d'une manière purement aléatoire, ou encore lorsque la probabilité de rencontrer un individu et constante, pour chacune des espèces, dans l'ensemble de la communauté étudiée (Daget, 1976). Cependant, Dagnelie (1965) note que l'utilisation de méthodes statistiques précises semble indiquer que, même dans les communautés végétales apparemment les plus homogènes, la répartition des différentes espèces n'est jamais purement aléatoire. D'ailleurs, Bouxin (2008) a bien montré que les dispersions aléatoires (ou considérées comme telles) sont exceptionnelles. Dans ces conditions, selon Dagnelie (1965), le problème du phytosociologue n'est pas de trouver, des communautés végétales tout à fait homogènes, mais bien d'identifier des communautés « suffisamment » homogènes. En effet, Guinochet (1973) admet que dans une surface de végétation présentant une homogénéité floristique correspondant à un individu d'association, on y décèle toujours une certaine *microhétérogénéité*, liée à la sociabilité des diverses espèces. C'est ainsi que Rameau (1988) reconnaît la nécessité d'un compromis entre une *microhétérogénéité* négligeable (qui n'enlève rien à l'unité du groupement) et une *macrohétérogénéité* (*sensu* Godron, 1971) déterminante. Cette macrohétérogénéité se manifeste toujours entre deux phytocénoses adjacentes, tandis que la microhétérogénéité, qui apparaît à l'intérieur d'une phytocénose, est assez souvent le fait d'une structure en mosaïque (Guinochet, 1973). Ceci est particulièrement visible dans le cas des groupements forestiers (Gounot, 1969 ; Rameau, 1985).

Il faut bien admettre que « l'homogénéité est un concept idéal, qui n'a pas de réalité concrète, qui n'est qu'une approximation à une échelle donnée » (De Foucault, 1985).

In fine, c'est sur la base d'un échantillonnage des relevés de terrain selon des critères stricts d'homogénéité globale, prenant en compte différents aspects (floristiques, synécologiques et dynamiques), un échantillonnage répétitif et rigoureux, que les tableaux analogiques de définition statistique des unités phytosociologiques de végétation doivent dorénavant s'appuyer (Géhu, 1996).

5.5. L'AIRE MINIMALE

Il est usuel en phytosociologie de préciser la *surface* des relevés. Toutefois, l'indication de la surface totale du relevé ne suffit pas pour établir *a priori* ou *a posteriori* si l'aire minimale est atteinte ou si l'aire maximale est dépassée (Gillet, 2000). Un relevé ne sera considéré comme représentatif de l'individu d'association étudié que s'il est effectué sur une surface au moins égale à l'*aire minimale*, ou autrement dit une surface « suffisamment » grande pour contenir la quasi-totalité¹⁵ des espèces présentes sur l'individu d'association (Guinochet, 1973). En effet, une surface trop petite rendrait le relevé fragmentaire et non représentatif, puisqu'il ne contiendrait qu'une partie limitée du cortège floristique habituel de la communauté considérée. A contrario, une surface trop grande rendrait le relevé hétérogène, avec le risque de contenir une proportion trop importante d'espèces des individus d'association adjacents (Gillet, 2000). Plus formellement, Gillet *et al.* (1991) précisent qu'il s'agit d'une surface minimale à partir de laquelle une aire-échantillon peut être considérée comme statistiquement représentative, i.e. renfermer une proportion suffisante (au moins 80 %) des espèces de son *ensemble spécifique maximal*. On peut noter, à titre indicatif, que sur un total de 35 000 relevés et 4 500 taxons, la banque de données phytosociologiques « Sophy » (de Ruffray *et al.*, 1989), fait ressortir qu'un relevé comporte en moyenne 25 taxons.

Classiquement, cette aire minimale est définie à l'aide de la *courbe aire-espèces*, i.e. courbe d'accroissement du nombre d'espèces en fonction de la surface (cf. Gounot, 1969 ; Godron, 1971 ; Werger, 1972 ; Moravec, 1973 ; Guinochet, 1973), bien que cette technique soit en fait très rarement utilisée (Gillet, 2000). Elle s'évalue empiriquement comme la surface de l'aire-échantillon au-delà de laquelle le nombre de taxons inventoriés n'augmente plus que d'une manière négligeable (Gillet *et al.*, 1991). Déjà critiquée par Gounot (1969), cette approche empirique traditionnelle de l'aire minimale est considérée par Gillet (2000), comme un artefact lié au choix arbitraire de l'échelle d'investigation, sur la base de cas concrets démontrant que l'accroissement du nombre d'espèces, loin de montrer une stabilisation (palier), est proportionnel au logarithme de la surface. En définitive, comme le souligne Bouxin (2008), il semble bien que l'utilisation de la courbe aire-espèces ne soit pas une méthode valable de définition de l'aire minimale et, d'autre part, il n'est même pas certain que la courbe aire-espèces présente une asymptote horizontale. Cette courbe aire-espèce ne nous donne en fait qu'une estimation de la *richesse floristique* (ou de la diversité si l'on préfère) (Bouxin, 2008).

Dans la pratique, la valeur de l'aire minimale empirique est sensiblement constante pour les divers relevés d'un groupement déterminé, mais varie beaucoup d'un groupement à l'autre (Westhoff & van der Maarel, 1978 ; Ozenda, 1982). L'ordre de grandeur de l'aire minimale est fonction du type de formation ou communauté végétale et augmente corrélativement avec l'espace vital des végétaux constitutifs (Gillet, 2000).

Pour les formations ± étendues spatialement, elle est de (Gorenflot & De Foucault, 2005 ; Delpech, 2006) :

- quelques cm² pour les végétations annuelles de dalles rocheuses, des fissures de rochers ;
- 10 cm² pour les végétations flottantes de lentilles d'eau ;

¹⁵ Néanmoins, il convient de remarquer avec Guinochet (1955) que beaucoup s'imaginent que plus un relevé comporte d'espèces, i.e. est « riche », meilleur il est ; c'est au contraire souvent un indice qu'il porte sur plusieurs individus d'association et qu'il est, par conséquent, mauvais (hétérogène).

- 10 à 25 m² les prairies, les pelouses maigres ou de montagne, les végétations aquatiques, roselières, mégaphorbiaies ;
- 25 à 100 m² pour les communautés de mauvaises herbes, les végétations rudérales, celles des éboulis, des coupes forestières ;
- 100 à 200 m² pour les landes ;
- 300 à 800 m² pour les forêts.

Pour les formations à caractère plus ou moins linéaire (Delpech, 2006) :

- 10 à 20 m pour les ourlets et lisières herbacées ;
- 10 à 50 m pour les végétations herbacées ripuaires ;
- 30 à 50 m pour les haies ;
- 30 à 100 m pour les végétations des eaux courantes.

En région méditerranéenne, cette aire minimale est de l'ordre de 100 à 400 m² pour les groupements forestiers, de 50 à 100 m² pour les formations de matorral (Benabid, 1984).

Il est vrai que pour l'individu d'association forestière, l'aire minimale varie pour les différentes strates (plus réduite pour la strate herbacée que pour la strate arborescente¹⁶), mais il suffit de vérifier au cours de l'échantillonnage statistique de l'individu d'association que la surface retenue est située entre l'aire minimale et l'aire maximale pour le tapis herbacé (Rameau, 1985).

5.6. LES CRITERES ANALYTIQUES

Les espèces présentes dans chacun des relevés sont affectées de deux coefficients semi-quantitatifs :

- le premier exprimant leur *abondance-dominance* (estimation globale du nombre d'individus ou densité et surface de recouvrement). L'abondance-dominance, grandeur repérable et non mesurable, est surtout exprimée par un pourcentage, entre la surface occupée par le taxon, comparée à la surface totale de la station (Grandjouan, 1996).
- le second leur *sociabilité* ou *agrégation*, qui est une estimation globale du mode de répartition spatiale et du degré de dispersion des individus représentant un taxon dans l'aire-échantillon (Gillet, 2000).

Il convient en effet d'établir une distinction entre les espèces dominantes ou abondantes et celles dont les individus sont dispersés ou rares dans la station, de même qu'il y a lieu de distinguer les espèces dont les individus ont tendance à se grouper de celles qui ne présentent pas ce caractère (Delpech, 2006).

Divers auteurs ont proposé des échelles chiffrées pour traduire ces deux caractères analytiques : abondance-dominance et sociabilité.

Echelle mixte d'abondance-dominance de Braun-Blanquet

(van der Maarel, 1979 ; Rivas-Martinez, 1987 ; Gillet *et al.*, 1991 ; Gillet, 2000 ; Dufrêne, 2003 ; Delpech, 2006)

r : individus très rares et leur recouvrement est négligeable

± : individus rares et recouvrement très faible

1 : individus peu ou assez abondants, mais de recouvrement faible < 1/20 de la surface

2 : individus abondants ou très abondants, recouvrant 1/20 à 1/4 de la surface

3 : nombre d'individus quelconque, recouvrant de 1/4 à 1/2 de la surface

¹⁶ Parce que deux arbres, pour une question d'espace vital, ne peuvent être plus proches qu'à une certaine distance (3-5 m) pour vivre normalement (De Foucault, 1985).

4 : nombre d'individus quelconque, recouvrant de $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$ de la surface

5 : nombre d'individus quelconque, recouvrant plus de $\frac{3}{4}$ de la surface

Soulignons, que l'étude de la composition floristique reste purement qualitative tant qu'on utilise que le critère présence/absence¹⁷, elle devient semi-quantitative dès qu'on travaille en abondance-dominance ou en % de recouvrement (De Foucault, 1980 ; Gillet *et al.*, 1991). A partir de cette échelle de Braun-Blanquet, plusieurs auteurs ont établi une transformation des coefficients d'abondance-dominance (AD) à des valeurs quantitatives, correspondant aux recouvrements (R%) moyens, à la médiane des classes en général (tableau 48).

Tableau 48. Comparaison et correspondances entre les coefficients d'abondance-dominance (AD) et les valeurs de recouvrements moyens (R%) selon divers auteurs

Braun-Blanquet (1964)		Gounot (1969)	Baudière & Serve (1975)	De Foucault (1980)	Dufrène (1998, 2003)	Gillet (2000)
AD	Classe de R %	R % moyen (= médiane des classes en général)				
5	75-100	87.5	87.5	87.5	87.5	90
4	50-75	62.5	62.5	62.5	62.5	57
3	25-50	37.5	37.5	37.5	37.5	32
2	5-25	17.5	15	15	15	14
1	1-5	5	2.5	3	2.5	3
+	< 1	0.1	0.5	0.5	0.2	0.3
r					0.1	0.03

On constate que les valeurs de Gillet (2000) s'écartent nettement de celles des autres auteurs qui retiennent en général la médiane des classes de recouvrement. En effet, Gillet (2000) préconise d'estimer ce recouvrement moyen à l'aide d'une formule dérivant de l'AD ($R = 0.034 AD^2$), qui privilégie la dominance par rapport à l'abondance dans la codification ! Plus globalement, les correspondances proposées sur ce tableau permettent de disposer de données quantitatives, avec certaines divergences entre auteurs pour les faibles coefficients (1, +, r). Il apparaît surtout une différence notable dans les valeurs du R% moyen correspondant à l'abondance-dominance désignée par le signe « + ». Or, ce coefficient est très amplement utilisé dans les relevés et tableaux phytosociologiques, comme le prouve le fait que sur les 800 000 observations de la banque de données Sophy (de Ruffray *et al.*, 1989), il constitue la moitié des observations !

Toutefois, il faut souligner qu'il est difficile d'estimer précisément les pourcentages de recouvrement des espèces et que la codification proposée par Braun-Blanquet a le mérite d'être opérationnelle sur le terrain (Dufrène, 1998).

En outre, pour calculer la *valeur moyenne du coefficient de recouvrement* (CR%) d'une espèce donnée dans un tableau d'association, on transforme chaque abondance-dominance en pourcent de recouvrement moyen à l'aide de l'échelle ci-dessus, puis on additionne, pour cette espèce, les valeurs correspondantes ; on divise le total obtenu par le nombre de relevés du tableau et on multiplie par 100 (Gounot, 1969 ; Baudière & Serve, 1975 ; De Foucault, 1980) :

¹⁷ La présence d'un taxon est une variable binaire, exprimant la capacité du milieu à faire vivre le taxon. La présence d'un même taxon dans 2 stations exprime une similitude entre elles ; sa présence dans une station et son absence dans l'autre exprime une différence entre elles (Grandjouan, 1996).

$$CR\% = (\Sigma \text{ des } R \text{ moyens} \times 100) / \text{nombre de relevés du tableau}$$

Echelle de sociabilité (ou d'agrégation) de Braun-Blanquet

(Rivas-Martinez, 1987 ; Gillet *et al.*, 1991 ; Gillet, 2000 ; Delpech, 2006)

- 1 : individus de l'espèce isolés (répartis de façon ponctuelle ou très diluée)
- 2 : en petits groupes (formant des peuplements ouverts, ± étendus, à contours diffus)
- 3 : en groupes (formant des peuplements fermés mais fragmentés en îlots peu étendus)
- 4 : en colonies (formant des peuplements fermés assez étendus, à contours nets)
- 5 : en peuplements denses (formant des peuplements denses et très étendus)

Ce caractère analytique est plus subjectif que celui de l'abondance-dominance, car il n'a pas la même signification pour chaque espèce (Rameau, 1988). En pratique, la sociabilité est souvent en relation avec le *type biologique* des espèces, elle varie aussi pour une même espèce selon les conditions du milieu et les processus écologiques (Gillet, 2000). Elle possède, toutefois, une valeur informative moindre que le coefficient de recouvrement, c'est pourquoi on l'utilise de moins en moins (Géhu & Rivas-Martinez, 1981 ; Ozenda, 1982). Gillet (2000) regrette, quant à lui, l'abandon récent de cet indice par la plupart des phytosociologues, qu'il explique par le fait d'une redondance avec l'abondance-dominance. En fait, comme l'ont bien montré les études de modélisation¹⁸ de Chessel *et al.* (1984) et Bouxin (2008), la dispersion horizontale des espèces répond à de très nombreux types de motifs horizontaux, soit simples comme *les agrégats, les plaques, les absences en agrégats ou en plaques, les variations de densité, les gradients*, soit complexes comme *les agrégats en plaques*, etc. Il est donc évident que cette échelle est loin de correspondre à toute la complexité des motifs de dispersion (« *patterns* ») horizontale des plantes.

VI. ETAPE SYNTHETIQUE DE TRAITEMENT DES DONNEES

Cette deuxième étape ne peut être abordée qu'à partir du moment où l'on dispose, pour chaque formation végétale étudiée dans une région donnée, d'un nombre suffisant (au moins une dizaine) de relevés phytosociologiques (Delpech, 2006). D'après Pignatti (2000), l'association végétale est en général décrite avec 10 à 20 relevés ou plus. Quant à de Ruffray *et al.* (1989), sur un total de 35 000 relevés de la banque de données Sophy, ils calculent statistiquement qu'un tableau comprend en moyenne une douzaine de relevés. Cette étape conduit après le tri et le classement des relevés, par une méthode de traitement des données (manuelle ou automatique), à la mise en évidence de tableaux homogènes décrivant des groupements végétaux, avec définition de leur statut (syntaxons).

6.1. LA METHODE DES TABLEAUX

Le tri manuel et la comparaison analogique des relevés se faisaient au moyen de *la méthode des tableaux*, décrite de façon très détaillée par Ellenberg (1956 in Gounot, 1969). Le perfectionnement de cette méthode matricielle a été poussé à l'extrême dans l'école de Tüxen, où la rigueur des techniques tabellaires qui y sont pratiquées est bien connue (Géhu, 1980).

¹⁸ Un modèle est défini comme la représentation simplifiée mais quantitative d'un phénomène (Grandjouan, 1996).

Rappelons les différentes étapes de cette méthode traditionnelle de tri manuel des tableaux de relevés, en empruntant à Gillet (2000) et Delpech (2006), les lignes qui suivent :

i) Les relevés sont d'abord regroupés par formation et rassemblés en tableau (*tableau brut*), comportant une colonne par relevé et une ligne par espèce avec, en regard dans chaque colonne, l'indication du coefficient d'abondance-dominance ou à défaut de présence (+). On peut aussi partir d'un *tableau brut ordonné*, où les relevés sont classés par ordre décroissant du nombre d'espèces qu'ils contiennent et les espèces par ordre décroissant du nombre de relevés où elles apparaissent.

ii) Une succession de déplacements itératifs des colonnes et des lignes du tableau brut, de manière à rapprocher les relevés qui se ressemblent le plus et à regrouper les espèces selon leurs affinités sociologiques, en concentrant notre attention sur les espèces de fréquence moyenne. Les espèces les plus fréquentes (fréquence relative supérieure à 90 %) ou les plus rares (fréquence relative inférieure à 10 %), qui ne jouent qu'un rôle accessoire dans ce processus, sont ici provisoirement ignorées (Gillet, 2000). Cette manipulation permet d'aboutir à un *tableau différentiel* dans lequel apparaissent, le cas échéant, des sous-ensembles de relevés affins (les relevés de chaque sous-ensemble se ressemblent plus entre eux qu'ils ne ressemblent aux autres), i.e. qui partagent des sous-ensembles d'espèces différentielles. Un seul critère universel de ressemblance doit servir à la classification des relevés (Gillet, 2000) : la *présence ou l'absence*¹⁹ de taxons différentiels (espèces, sous-espèces, variétés).

iii) Un sous-ensemble suffisamment homogène de relevés de combinaison floristique sensiblement analogue constitue alors un tableau homogène (Delpech, 2006). Précisons qu'un tableau homogène (ou plus exactement *homotone*²⁰) est un tableau qui ne peut plus être scindé significativement en tableaux encore plus petits possédant des groupes d'espèces différentielles (Gillet, 2000) ; les relevés d'un tel tableau sont considérés comme équivalents, les différences existant entre eux étant de nature aléatoire (Gorenflot & De Foucault, 2005). Plus simplement, on peut dire qu'un tableau homotone ne possède pas de relevés déviants (« *outliers* ») ou aberrants (Mucina & van der Maarel, 1989).

iv) Un tableau homotone correspondant et devant servir à la définition d'un syntaxon élémentaire (*tableau d'association*, en général) est finalement ordonné en un *tableau élaboré*, dans lequel les espèces caractéristiques ou différentielles d'association figurent en tête, puis les autres espèces sont regroupées selon leur appartenance phytosociologique (caractéristiques ou différentielles d'alliance, d'ordre et de classe, compagnes) et suivant un rang de fréquence décroissante dans le tableau. On suppose à ce niveau que le syntaxon a été rattaché à une association (déjà décrite ou nouvelle), elle-même située dans un référentiel systématique (Gillet, 2000).

Il faut toutefois se garder, d'après Gillet (2000), de penser que la présence d'une seule espèce différentielle, *même si elle est constante et dominante*, peut être considérée comme suffisante pour différencier un syntaxon d'un autre. Et la présence de toutes les espèces différentielles n'est pas non plus nécessaire pour caractériser un syntaxon élémentaire (Delpech, 2006). Ces combinaisons d'espèces constituent, en effet, des catégories dites « polythétiques », c'est à dire basées sur des caractères dont *il n'est pas suffisant que l'objet considéré en possède un seul, ni nécessaire qu'il les possède tous pour pouvoir y être rattaché*

¹⁹ Pour Béguinot (1992), la présence d'une espèce est systématiquement porteuse d'information écologique, alors que son absence est en général dépourvue de valeur diagnostique en terme purement écologique.

²⁰ Les aspects théoriques de l'*homotonéité* (au sens de Nordhagen, 1943 in Westhoff & van der Maarel, 1978) ou *homotonité* d'un tableau ont été discutés amplement par Godron (1966), Guinochet (1973), Schmitt (1978), De Foucault (1979, 1986) et Gillet (2000). Par ailleurs, De Foucault (1979) a montré que l'homogénéité d'un syntaxon est fonction spécialement de l'*aire de distribution* des relevés composant le tableau qui le décrit.

(Delpech, 2006). En revanche, un syntaxon élémentaire doit posséder plusieurs espèces différentielles, dont au moins une constante, par rapport à chacun des autres ensembles homogènes de relevés (Gillet, 2000).

6.2. LES LISTES SYNTHETIQUES ET LES CLASSES DE PRESENCE

Un tableau élémentaire ordonné (tableau d'association) peut être résumé sous la forme d'une liste synthétique (à caractère abstrait) à une seule colonne dite romaine, comportant toutes les espèces du tableau dont il est issu, selon leur *présence* ou *constance*, s'il comporte au moins 5 relevés (Delpech, 2006). La présence est en fait, ici, « l'expression de la fréquence relative au sens statistique de chaque espèce dans le tableau d'association ». Les pourcentages de présence d'une espèce dans un tableau sont habituellement répartis en plusieurs catégories (5 à 7), dites *classes de présence*.

Echelle des classes de présence (Braun-Blanquet *et al.*, 1952 ; De Foucault, 1979 ; Géhu & Rivas-Martinez, 1981 ; Rivas-Martinez, 1987)

Fréquence relative (%)	< 6	6 à 10	11 à 20	21 à 40	41 à 60	61 à 80	> 81
Classes de présence	r	+	I	II	III	IV	V

i) Par comparaison de toutes les listes synthétiques d'un territoire donné, on peut juger de la « *fidélité* » de chaque espèce pour l'association envisagée (Braun-Blanquet *et al.*, 1952). Ce critère de fidélité a la même forme que le critère traditionnel ; c'est une *fréquence relative* (Brisse *et al.*, 1995). Par exemple, une *espèce constante* est définie par un haut niveau de fréquence relative²¹, elle est présente dans plus de 60 % de l'ensemble des relevés (Gillet, 2000). Néanmoins, lorsqu'à l'examen des listes synthétiques typifiant deux associations voisines, on constate une totale absence d'une espèce dans l'une des associations, il n'est pas pour autant permis de conclure à son caractère de *différentielle absolue* de l'autre association, en raison de l'aléa statistique d'échantillonnage lié à l'effectif fini de relevés dans la liste (Béguinot, 1989). Par ailleurs, toutes les espèces possédant *a priori* la même valeur dans la comparaison des relevés, aucune importance particulière ne doit être attachée subjectivement à telle espèce en fonction des connaissances préalables (de nature écologique ou autre) du phytosociologue (Gillet, 2000).

ii) Cette comparaison des listes synthétiques permet, en outre, de dégager des unités de rang hiérarchique de plus en plus élevé, caractérisées à chaque niveau par une combinaison spécifique (De Foucault, 1980). En effet, plusieurs listes synthétiques apparentées peuvent être réunies à leur tour en un *tableau synthétique* de deuxième ordre qui est traité statistiquement de la même manière que précédemment pour aboutir à une unité de niveau supérieur et ainsi de suite. On aboutit de cette façon à une série d'unités syntaxonomiques emboîtées selon un système hiérarchisé à 4 niveaux principaux d'amplitude socio-écologique croissante (associations, alliances, ordres et classes) (Delpech, 2006)²². Les

²¹ Cependant, selon Chytrý & Tichý (2003), les valeurs-seuils de fréquence pour les espèces constantes sont établies inégalement en fonction du niveau hiérarchique des syntaxons, soit pour les classes (25 %) et pour les alliances et sous-alliances (40 %).

²² Bien que l'intention initiale de la synsystème est d'utiliser une procédure de classification polythétique, en fait, elle opère plus souvent à travers une méthode de classification monothétique. Les syntaxons supérieurs ne sont pas définis en fonction des *niveaux de similarité de listes synthétiques*, comme on l'a expliqué plus haut, mais plutôt, sur la base de la *présence d'un certain nombre d'espèces considérées comme caractéristiques* de ces unités supérieures, dépendant de la préférence et du point de vue personnels des auteurs

unités phytosociologiques de divers niveaux ayant été mises en évidence, on constate que certaines espèces sont strictement ou, plus souvent, préférentiellement liées à des unités définies qu'elles permettent de ce fait de caractériser. De Foucault (1997) constate qu'on peut effectivement déduire des grands tableaux phytosociologiques synthétiques, des ensembles sociologiques d'espèces, à déterminisme écologique et historique, coïncidant le plus souvent avec des lots d'espèces caractéristiques d'unités synsystématiques supérieures (alliances, ordres et classes).

iii) On peut, d'autre part, représenter l'évolution synfloristique de différents syntaxons d'une série selon un gradient dynamique, au moyen par exemple d'un « *tableau en escalier* » (Decocq, 1997). Celui-ci consiste à porter en lignes les taxons végétaux et en colonnes les syntaxons ordonnés selon le gradient dynamique, à l'intersection entre lignes et colonnes se trouvent les classes de présence des taxons ; ces taxons doivent eux aussi être ordonnés de manière à faire apparaître les liens synfloristiques reliant les syntaxons d'une série dynamique entre eux, d'où la forme en escalier du tableau (Decocq, 1997).

Ces méthodes tabellaires, manuellement longues, fastidieuses et non sans risques d'erreurs sont aujourd'hui réalisées automatiquement à l'aide d'une pléiade de logiciels de traitement des données, spécialisés ou non (par ex. Statitcf, Statistica, StatBox, XLstat, R, Ade-4, etc.).

6.3. LES METHODES NUMERIQUES : ORDINATION ET CLASSIFICATION

Il existe une profusion de techniques numériques permettant de traiter des tableaux floristiques ; elles sont traditionnellement classées en deux catégories (Greig-Smith, 1980 ; Bouxin, 1987 ; Kent & Ballard, 1988), à savoir :

- les *méthodes d'ordination* (analyses factorielles), qui sont des techniques d'analyse directe ou indirecte de gradient (*sensu* Whittaker, 1973), utilisant les propriétés des espaces vectoriels euclidiens pour décrire les individus et les variables (Bouxin, 2008),
- les *méthodes de classification* (*sensu* Goodall, 1954), qui peuvent être monothétiques, polythétiques, agglomératives ou divisives, et qui consistent à classer les unités et les variables statistiques à l'aide d'algorithmes préalablement établis (Bouxin, 2008).

Le choix d'une méthode particulière peut se poser (Gauch *et al.*, 1977 ; Kent & Ballard, 1988). En réalité, selon Podani *et al.* (2000) et Bouxin (2008), une dizaine de méthodes est utilisée dans la grande majorité des publications.

6.3.1. Introduction

Depuis Goodall (1954), à qui revient le mérite de la première application de l'*Analyse Factorielle* proprement dite en phytosociologie, et Dagnelie (1960 a & b, 1962, 1977), qui l'a développée dans l'étude des communautés végétales, les techniques d'analyse multivariées employées dans le traitement des données de végétation sont fort nombreuses, citons :

- l'*Analyse Factorielle des Correspondances* (AFC), avec les travaux pionniers de Roux & Roux (1967) et Lacoste & Roux (1971) [ou Reciprocal averaging (RA)/ Correspondence analysis (CA) et sa variante l'*analyse des correspondances 'detrended'* (DCA) (Hill, 1973)],
- l'*Analyse en Composantes Principales* (ACP) (un exemple est donné par Timbal, 1973) [ou Principal Components Analysis (PCA) (Gauch *et al.*, 1977)],

(Feoli, 1977). En outre, l'affiliation phytosociologique d'un syntaxon élémentaire est plus souvent établie mentalement, selon la procédure classique du *diagnostic à vue*, non exempte de subjectivité (Béguinot, 1992).

- l'Analyse Canonique des Correspondances (ACC) [ou Canonical correspondence analysis (CCA)] (voir e.g. ter Braak, 1986),
 - l'Analyse Factorielle des Correspondances Multiple (ACM) (Bouxin, 2008),
- ... ou encore les multiples méthodes de classification automatique (Bouxin, 1986).

L'une des meilleures techniques d'ordination appliquée au traitement des données phytosociologiques est certainement celle de l'Analyse Factorielle des Correspondances, introduite et développée très tôt par l'équipe du Professeur Guinochet (Géhu, 1980).

En effet, dès 1967 Roux & Roux, dans leur premier essai, notent tout l'intérêt de l'AFC dans le traitement des données pour les phytosociologues sigmatistes. L'efficacité de cette méthode pour l'individualisation et la caractérisation des associations végétales a été démontrée par la suite, dans les innombrables applications dont elle a fait l'objet, citons notamment Guinochet (1973), Lacoste (1975), Allier & Lacoste (1980), Carrière (1984), Bonin & Taton (1990), et plus récemment De Foucault *et al.* (1999), Senterre (2005), Bouxin (2008), Volkert (2008) et bien d'autres. C'est sûrement la méthode la plus appropriée pour la discrimination des groupements végétaux et la plus fréquemment utilisée en phytosociologie (Bouxin, 1986, 2008 ; Dupouey, 1988 ; Dufrêne, 1998 ; Chessel *et al.*, 2003).

Cependant, comme l'écrivent Leps & Smilauer (1999), "*It should be noted that the results of numerical classifications are objective in the sense that the same method gives (usually) the same results; however, it should be kept in mind that the results of numerical classifications are dependent on the methodological choices*". Dans le cas d'un mélange statistique de relevés de diverse nature (relevés trop étendus, complexes, fragmentaires...), l'ordination ne peut aboutir qu'à l'élaboration d'unités virtuelles de végétation sans réalité synécologique (Géhu, 1996).

6.3.2. Principes et interprétation de l'AFC

Indépendamment des moyens mathématiques impliqués (calcul matriciel), qui sont par ailleurs exposés en détail dans de nombreux ouvrages et publications (Bouroche & Saporta, 1980 ; Benzecri & Benzecri, 1984 ; Tomassone, 1988 ; Dervin, 1988 ; Palm, 1993 ; Legendre & Legendre, 1998 ; Leps & Smilauer, 1999 ; Chessel *et al.*, 2003), l'Analyse Factorielle des Correspondances est un outil privilégié pour le traitement des données floristiques.

Cette technique a pour objet de décrire (en particulier sous forme graphique) le maximum d'information contenue dans un tableau de données²³, croisant des variables et des individus (relevés et espèces), i.e. à visualiser la structure générale des données. Bien que voisine de l'ACP, elle en diffère par le fait qu'elle part non pas d'une matrice de corrélation usuelle, mais d'une matrice de distance du χ^2 (Binet *et al.*, 1972 ; Tomassone, 1976 ; Gauch *et al.*, 1977). Autrement dit, la raison principale pour laquelle l'AFC est préférée à l'ACP comme méthode d'ordination des relevés, c'est que dans la première la mesure de la ressemblance (similarité ou distance) est basée sur un indice *asymétrique*, qui ne tient pas compte des doubles absences, inversement à la seconde utilisant la distance euclidienne, un indice *symétrique* (Legendre & Legendre, 1998). L'originalité de l'AFC réside de ce fait dans l'utilisation d'une forme quadratique pour le calcul des corrélations, la métrique du χ^2 ou khi^2 , qui conduit à comparer non des valeurs mais des *profils*, i.e. des données divisées par

²³ Ce tableau peut être soit un *tableau de contingence*, contenant des effectifs ou des fréquences, soit un *tableau logique* ou *disjonctif complet*, composé de données logiques (codées 0 ou 1) (Dervin, 1988). En phytosociologie, seules les données d'abondance-dominance (ou de recouvrement) sont utilisées, on ne tient pas compte du degré de sociabilité et des autres informations stationnelles (Dufrêne, 1998).

leur effectif total ou poids (pondération marginale) (Dervin, 1988 ; Chessel *et al.*, 2003). Ce profil pondéré sous-entend que les valeurs relatives des variables vont être mises en évidence plus que les valeurs absolues (Tomassone, 1976). L'intérêt des profils pondérés est de mettre en évidence les relations - les correspondances - entre variables et individus, i.e. relevés et espèces en phytosociologie (Dufrêne, 1998). De plus, les relevés et les espèces sont plongés dans le même espace à l'aide d'une fonction canonique et y jouent des rôles symétriques (Lacoste & Roux, 1971). L'AFC consiste ensuite en une extraction des *valeurs propres* les plus grandes, en valeur absolue, et des *vecteurs propres* correspondants de la matrice de corrélations, opération mathématique permettant de dégager les directions d'allongements privilégiés du nuage de points étudié (axes abstraits d'inertie) (Lacoste & Roux, 1971).

Les représentations graphiques sont les projections du nuage de points sur les axes principaux, en se souvenant que ce sont les premiers axes qui représentent le mieux le nuage (Dervin, 1988). En pratique, le nombre d'axes retenus est fixé *a posteriori* par les contributions à l'inertie totale des valeurs propres et la signification écologique des axes (Bouxin, 1987). Les pourcentages d'inertie associés aux axes permettent d'évaluer le nombre d'axes à prendre en considération ; quand les pourcentages cumulés des 2 ou 3 premiers axes sont importants (sans qu'il soit possible de fixer une norme), l'analyse multivariée est généralement considérée comme utile (Bouxin, 2008).

Pour visualiser chaque nuage, on le projette donc sur un nombre restreint d'axes (ou de plans) principaux d'inertie, tel que soit reconstituer au mieux les traits dominants de sa structure et de telle sorte qu'apparaissent les affinités naturelles des deux ensembles pris en considération. Dans l'analyse floristique, les données sont représentées par un nuage de points-relevés et par un nuage de points-espèces qui sont parfaitement symétriques (superposables) (Binet *et al.*, 1972 ; Gauch *et al.*, 1977), c'est pourquoi on utilise leur représentation simultanée sur un même graphique (Dervin, 1988).

« Le gros avantage que nous voyons dans la méthode d'analyse factorielle [AFC] est qu'elle donne directement la figure représentative de l'ensemble à classer et ce avec une totale objectivité évidente » (Roux & Roux, 1967).

L'interprétation des graphiques (plans factoriels) issus de l'ordinateur est faite en plusieurs temps :

- *Interprétation des proximités des espèces et des relevés* : ce qui est intéressant à étudier sur les graphiques, ce sont les proximités des points (Dervin, 1988). Si deux points-relevés sont proches dans l'espace factoriel, cela signifie que les profils des espèces représentés par ces relevés sont voisins (Bachacou *et al.*, 1979). Les espèces qui sont proches sur le graphique sont des espèces qui présentent un profil similaire dans les relevés (stations) où elles sont présentes (Dufrêne, 1998).
- *Réunion des groupes de relevés sous une même enveloppe*, puis d'espèces selon leurs proximités, sur le plan des axes 1 et 2 surtout, qui contient le maximum d'information. Il faut vérifier que ces groupes existent également dans le plan des axes suivants (1-3, 2-3, etc.).
- *Interprétation des axes factoriels* : l'interprétation de chaque axe n'est évidemment pas simple ; en ce sens qu'un axe ne représente pas, en général, un seul facteur (gradient) environnemental, mais plusieurs en proportions variables (Binet *et al.*, 1972 ; Greig-Smith, 1980). Ceci se traduit par des nuages de points obliques par rapport aux axes (Béguin *et al.*, 1974). C'est surtout par un retour aux données observées qu'on pourra éventuellement analyser leur signification. On doit donc tenir compte de certains paramètres (topographiques, édaphiques, climatiques) non introduits dans l'ordinateur.

Ceci démontre bien la valeur discriminante de la composition floristique, celle-ci intégrant en définitive l'ensemble des caractères stationnels (Lacoste, 1975).

Néanmoins, le simple examen des graphiques ne suffit pas pour les interpréter correctement, il faut tenir compte (Bouroche & Saporta, 1980 ; Tomassone, 1988 ; Bouxin, 2008) :

- d'une part, de la proximité entre points et axes principaux, i.e. de la *qualité* de leur représentation sur l'axe considéré (elle est fournie par la valeur du *cosinus carré* ou *contribution relative* (CR)) et,
- d'autre part, du rôle joué par chaque point dans la détermination d'un axe (part d'inertie du point à la définition de l'axe ou *contribution absolue* (CA)).

Les éléments qui ont les plus fortes contributions sont les explicatifs pour l'axe considéré (Dervin, 1988). Ces paramètres fournis par l'AFC sont donc des éléments prépondérants de l'interprétation (Bouxin, 1986). Mais, beaucoup d'auteurs, comme le fait remarquer Bouxin (1987), traitant des données floristiques ne semblent pas utiliser ces aides à l'interprétation et se contentent des coordonnées des relevés et espèces sur les axes factoriels, ce qui est une sous-exploitation des résultats. Or, il apparaît clairement que le fait de considérer les contributions relatives, au lieu des coordonnées factorielles sur les axes, se révèle une technique plus robuste pour interpréter les résultats (Bouxin, 2008).

6.3.3. Intérêts et avantages de l'AFC en phytosociologie

« L'AFC est une bonne méthode pour représenter les relevés à classer et une bonne méthode pour trouver des gradients » (Chessel *et al.*, 2004). Dans leur mise au point sur l'apport de l'AFC dans l'étude des communautés végétales, Bonin & Tatoni (1990) précisent les trois aspects majeurs constructifs de cette méthode :

- *Description ou typologie des communautés végétales* : A partir du tableau phytosociologique brut, mise en évidence de sous-ensembles, plus ou moins bien distincts, d'espèces et de relevés se rapportant à des unités phytosociologiques (de rang différent) ou description de nouveaux groupements végétaux. Le nuage des points-relevés montre dans ce type d'analyse une structuration indépendante de la valeur des espèces, ce qui atteste bien de l'objectivité de l'AFC. En travaillant sur des numéros (espèces codées), on exclut tout risque de se laisser influencer par des opinions préconçues sur la signification de telle ou telle espèce (Guinochet, 1973).
- *Les étages de végétation* : Le traitement de grands ensembles de relevés appartenant à différents étages de végétation peut apporter une répartition remarquable des points dans le nuage, tout à fait représentative de cet étagement. Ceci apparaît clairement, en général, sur le plan factoriel principal (Gamisans *et al.*, 1981 ; Bonin *et al.*, 1983 a & b).
- *Les successions dynamiques de la végétation* : A partir des données floristiques de différents faciès de végétation, il est possible de mettre en évidence dans l'espace factoriel des successions de groupements végétaux en relation avec les grands gradients écologiques (Bonin *et al.*, 1983 a & b), puisque l'ordre des différents groupements au sein de la succession est établi d'une manière indiscutable.

Dans certains cas, on peut avoir simultanément l'individualisation des groupements végétaux dans des successions dynamiques, elles même situées les unes par rapport aux autres suivant l'étagement de la végétation (Bonin *et al.*, 1983 a & b). En fait, si l'échantillonnage floristique est suffisamment représentatif, un même plan factoriel peut présenter les trois principaux pôles d'intérêt des études sur les communautés végétales (Bonin & Tatoni, 1990). L'efficacité de l'AFC est généralement maximale pour l'analyse

des gradients (dynamique, altitudinal, thermique, de dégradation, etc.) (Bouxin, 1986 ; Dufrêne, 1998). En effet, depuis les travaux initiaux de Roux & Roux (1967), il s'est avéré que les groupements végétaux étudiés s'ordonnent selon des gradients de facteurs écologiques qui n'ont pas, bien entendu, été introduits dans les données (Béguin *et al.*, 1974 ; Chessel & Debouzie, 1982, 1983 ; Bonin & Taton, 1990). L'AFC est riche de possibilités aptes à restituer la multiplicité des structures observées dans la nature (Chessel *et al.*, 2003).

Par ailleurs, des essais de synthèse développés à partir de l'AFC ont permis de comparer plusieurs centaines de relevés concernant, soit les divers groupements végétaux d'une même région (cf. e.g. Schmitt, 1978), soit le même type de groupement sur une grande aire, comme par ex. la Hêtraie en France et en Espagne (Comps *et al.*, 1986), ou bien la Zénaie au Maroc (Zine El Abidine, 1988). Une telle synthèse par les méthodes d'ordination aboutit au recadrage d'unités phytosociologiques antérieurement décrites (Dupouey, 1986). Plus encore, il a été montré dans le cas des marais salants d'Europe, pour lesquels plus de 7 000 relevés ont été réunis, que de nouveaux syntaxons peuvent « émerger » de cet imposant matériel, à la suite de leur traitement par l'analyse numérique (van der Maarel *et al.*, 1987 ; Mucina & van der Maarel, 1989). Toutefois, Géhu (1998, 2000) met en garde contre de telles synthèses informatiques, lorsqu'elles sont pratiquées sur du matériel hétérogène (relevés trop grands ou trop petits, complexes ou fragmentaires), tant d'époques que d'auteurs ou de lieux différents, qui donneront un système de syntaxons virtuels non reconnaissables sur le terrain, qu'il qualifie de « syntaxons de laboratoire ».

6.3.4. Critères de présence/absence vs. abondance-dominance en AFC

Un problème souvent discuté en phytosociologie est celui de savoir si l'on peut utiliser de simples données de présence (rapidement collectées) ou s'il est indispensable de traiter des données d'abondance-dominance (dont la collecte est plus longue) (Bouxin, 1987).

A ce propos, Guinochet (1954, 1955, 1973) insistait sur la nécessité de fonder l'analyse phytosociologique sur le critère de présence/absence uniquement et non sur celui de l'abondance-dominance, qui logiquement ne devait pas intervenir, du moins au stade initial, pour la discrimination des associations végétales. De nombreux phytosociologues sigmatistes donnent, pour cette raison, la préférence au critère de présence/absence (codage 0 ou 1, données dites *binaires* ou *booléennes*), sans pondération des espèces en fonction de l'abondance-dominance (Gillet, 2000), pour une première reconnaissance des groupements végétaux. Toutefois, il a été montré (Vedrenne, 1982 *in* Bonin & Taton, 1990 ; Bonin *et al.*, 1983a) que la prise en compte de la seule présence des espèces végétales ou de leur abondance-dominance, ne constitue pas un élément déterminant pour la typologie des communautés végétales, puisqu'on retrouve, à quelques nuances près, la même organisation du nuage des points-relevés. L'abondance-dominance, selon Bonin & Taton (1990), ne fait que « polir » la représentation des résultats, en accentuant ou en atténuant parfois certaines tendances.

D'après Carrière (1984), il n'est pas inconcevable d'envisager une analyse en abondance-dominance, dès lors que l'on cherche à identifier des unités de végétation subordonnées à des ensembles de relevés, déjà prétraitées en présence/absence, ainsi qu'en témoigne Orloci (1968 *in* Carrière, 1984) : "*It may be appropriate to implement cluster analysis in two successive stages : First, the sites may be analysed into floristic types utilizing presence/absence scores and, second, further hierarchies may be produced within each floristic type on the basis of quantitative data, potentially more informative than the presence/absence species scores*".

D'ailleurs, l'intérêt d'utiliser l'abondance numérique des espèces afin de définir un aspect particulier de leur écologie, à l'intérieur d'une affinité générale, a été reconnu par plusieurs auteurs (Timbal, 1973 ; Becker, 1979 ; de Ruffray *et al.*, 1989), spécialement pour les groupements forestiers. Gillet (2000) note que la considération de l'abondance-dominance est particulièrement déterminante dans le cas des communautés arborescentes paucispécifiques. Volkert (2008) estime également que l'abondance-dominance reflète mieux la réalité écologique des phytocénoses forestières.

En fin de compte, lorsque la végétation est organisée par des facteurs écologiques généraux (bioclimat, lithologie), l'analyse des données en présence/absence est généralement suffisante ; mais pour mettre en évidence des groupements stationnels dans le cas de forêts homogènes notamment (M'Hirit, 1982 ; Bouxin, 1987), de discriminer des *faciès de végétation* (Carrière, 1984 ; Gillet, 2000) et afin de mieux révéler les successions dynamiques (Gamisans *et al.*, 1981), la considération des coefficients d'abondance-dominance donnerait des résultats plus nuancés. Or, à ce niveau d'organisation, il paraît plus avantageux d'analyser la matrice d'abondance-dominance, ou plus exactement des coefficients de transformation de ce critère.

Justement, aux notes d'abondance-dominance de Braun-Blanquet (échelle à 6 ou 7 degrés), on associe habituellement pour les besoins du traitement dans les analyses numériques (AFC ou autre), une note d'intensité après *transformation ordinale* ou par *codage logique* (Dagnelie, 1960 ; van der Maarel, 1979 ; Chessel & Debouzie, 1983 ; Dufrêne, 1998 ; Gillet, 2000). On peut rendre ainsi quantitatif le coefficient semi-quantitatif d'abondance-dominance (Tableau 49).

Tableau 49. Transformation des notes d'abondance-dominance (AD) en valeurs ordinales

AD	R% moyen (Dufrêne, 1998)	Dagnelie (1960)	Van der Maarel (1979)	Chessel & Debouzie (1983)	Gillet (2000)
5	87.5	5	9	7	5
4	62.5	4	8	6	4
3	37.5	3	7	5	3
2	15	2	5	4	2
1	2.5	1	3	3	1
+	0.2	0.2	2	2	0.5
r	0.1	-	1	1	0.1

D'après Dufrêne (1998), la médiane des classes de recouvrement peut sembler la plus logique, mais elle donne une très forte importance aux recouvrements élevés : la classe 5 est six fois plus élevée que la classe 2 et près de 40 fois plus élevée que la classe 1. C'est pour cela que van der Maarel (1979) propose une échelle qui donne plus de poids à la présence de l'espèce dans la station, puisqu'elle pondère légèrement sa présence par une échelle de 1 à 9, correspondant à sa dominance. Il est aussi, selon Dagnelie (1965b) possible de retenir directement l'échelle de Braun-Blanquet, en substituant simplement la valeur 0.2 au signe + (après une transformation en arc sin). Chessel & Debouzie (1983), lui associent une note d'intensité allant de 1 à 7 (codage logique). Pour Gillet (2000), il suffit de remplacer le code 1 par la valeur 0.1 et le code + par la valeur 0.5.

6.3.5. Le cas des espèces rares ou accidentelles et l'effet Guttman

i) Dans les grands tableaux de relevés, on est souvent confronté à quelques *relevés pauvres* ou présentant des *espèces rares ou accidentelles* et dans les analyses multivariées (cas de l'AFC), on les retrouve fort éloignées (excentrées) le long des axes factoriels, ce qui entraîne corrélativement une agglutination des autres relevés autour de l'origine des axes (Gauch et al., 1977 ; Bouxin, 1987). On peut atténuer ou supprimer les effets de ces données localisées, en éliminant les espèces rares ou accidentelles, ce qui n'est pas arbitraire, *pour autant que l'information qu'elles apportent, soit préalablement exploitée* (Bouxin, 1987). En effet, la cooccurrence d'espèces rares a souvent une signification phytosociologique aisément utilisable (cas des espèces *sténo-écologiques*) et leur suppression du tableau de relevés n'entraîne alors aucune perte d'information (Bouxin, 1986). On peut éliminer les espèces qui apparaissent en dessous d'une certaine valeur minimale de relevés, par ex. 5 % du nombre total de relevés (Hill & Gauch, 1980). Pour Gillet (2000), les espèces accidentelles ont une fréquence relative dans le tableau strictement inférieure à 10 %. Ceci permet de réduire un grand nombre de « 0 » de la matrice de similarité (van der Maarel, 1982) et, corrélativement, de supprimer d'éventuelles sources de *bruit de fond* (« noise reduction ») (Mucina & van der Maarel, 1989 ; Bouxin, 2008). D'autant, qu'il a été montré que le nombre d'espèces accidentelles croît à peu près linéairement avec le nombre de relevés, tandis que le nombre des autres espèces tend à se stabiliser à partir d'un nombre fini de relevés (Westhoff & van der Maarel, 1978). Enfin, l'analyse des correspondances est, comme cela est bien connu, très sensible aux espèces peu fréquentes en conséquence, le traitement du tableau simplifié sans les espèces rares ou accidentelles donne parfois de meilleurs résultats (Bouxin, 2008). Une autre solution consiste, selon Roux (1976), à les mettre en éléments supplémentaires.

ii) Lors du traitement de tableaux importants par l'AFC (tableaux avec notamment beaucoup plus de lignes que de colonnes), on observe souvent des nuages de points ayant un aspect habituel en V ou en fer à cheval²⁴, dans le plan factoriel 1-2 (voir e.g. les études de Bonin & Roux, 1978, et de Bouxin, 2008), c'est l'effet Guttman (Dervin, 1988). Cela arrive en particulier quand il y a dépendance totale entre l'ensemble des lignes et celui des colonnes (Dervin, 1988). Cet effet arche est dû au fait que le second axe montre une forte relation avec le premier axe (Hill & Gauch, 1980) et apparaît comme une fonction polynomiale de ce dernier (axe 1), rendant l'interprétation des gradients peu commode (Peet et al., 1988). Ce qui se traduit, selon Bouxin (1986), par l'augmentation de l'importance relative de la seconde valeur propre par rapport à la première et qui donne à certaines espèces des valeurs très élevées sur les axes factoriels. Lorsque cet effet est marqué, il est parfois utile de ne considérer que les axes 1 et 3 (Bouxin, 2008). Cette distorsion est considérée par certains auteurs comme un inconvénient majeur de cette méthode d'ordination (Bouxin, 2008). Pourtant, van der Maarel (1980) insiste sur le fait que cet arc ne pose pas toujours de problème dans l'interprétabilité des axes factoriels.

Ces deux « défauts » ont ainsi conduit Hill & Gauch (1980) à proposer une version améliorée de l'AFC, appelée *Detrended Correspondence Analysis* (DCA) ou analyse des correspondances détendancée, qui est censée corriger et aplatir le nuage en fer à cheval et étaler les extrémités des axes (Bouxin, 1987 ; Peet et al., 1988). Mais, dans cette technique, les valeurs propres ne peuvent plus être considérées comme des proportions expliquées de

²⁴ « arch effect » ou « horseshoe effect » (Hill & Gauch, 1980).

la variance (Bouxin, 2008). Des applications à l'aide de cette méthode, très utilisée surtout dans les pays anglophones, ont été fournies en Algérie par Benhouhou (1991), notamment.

6.3.6. Intérêt et complémentarité de la classification numérique (CAH notamment)

Le lien entre *classification numérique* et carte factorielle (ordination) est apparue très tôt et de manière intéressante (Chessel *et al.*, 2004). En effet, les techniques d'analyse de données complémentaires que sont l'AFC et la *classification ascendante hiérarchique* (CAH) ou *classification agglomérative hiérarchique*, notamment, sont employées dès 1967 par Roux & Roux au laboratoire d'Orsay, dans le domaine de la phytosociologie (Briane *et al.*, 2000).

Indiquons que la classification porte le plus souvent sur les relevés, en vue de définir des groupements végétaux ou des associations végétales (Westhoff & van derMaarel, 1978). En plus de l'AFC, il devient utile, à cause du volume des données, de procéder à une classification numérique des relevés (Bouxin, 1987). De leur côté Brisse & Grandjouan (1971 in Whittaker, 1973) conseillent une ordination initiale comme guide pour une classification. Selon Kent & Ballard (1988), l'utilisation conjointe des méthodes d'ordination et de classification est une stratégie bénéfique, quand l'objectif est non seulement la description et l'analyse des types de végétation et des communautés végétales, mais aussi une appréciation des gradients environnementaux qui les déterminent. Enfin, Dupouey (1988) indique la parfaite complémentarité de l'AFC et de la classification numérique, souvent proclamée mais très rarement mise en application.

i) L'objectif principal des méthodes de *classification automatique* est de répartir les éléments (relevés ou espèces) d'un ensemble en groupes (*clusters*) ou classes, c'est-à-dire d'établir une *partition* de cet ensemble. Chaque groupe devant être le plus homogène possible et les groupes devant être les plus différents possibles entre eux (Chessel *et al.*, 2004). De plus, on ne se contente pas d'une partition, mais on cherche une *hiérarchie* de partitions, qui constituent un arbre binaire de classification appelé le *dendrogramme* (Podani *et al.*, 2000). Une partition étant obtenue par troncature du dendrogramme à un certain niveau de similitude (Chessel *et al.*, 2004). La recherche d'une hiérarchie évaluée s'appelle une classification hiérarchique (*hierarchical clustering*), elle peut être ascendante (*agglomérative, agrégative*), quand elle associe les objets et les groupent les uns avec les autres pour terminer par un seul groupe ou descendante (*divisive*), quand elle subdivise les groupes jusqu'à obtenir autant de groupes qu'il y a d'objets (Dufrêne, 1998 ; Podani *et al.*, 2000).

La *classification ascendante hiérarchique* (CAH) consiste à agréger progressivement les individus selon leur ressemblance, mesurée à l'aide d'un *indice de similarité* ou de *dissimilarité*. L'algorithme commence par rassembler les paires d'individus les plus ressemblants, puis à agréger progressivement les autres individus ou classes d'individus en fonction de leur ressemblance, jusqu'à ce que la totalité des individus ne forme plus qu'une seule classe. Les classes à un niveau de similarité donné sont des sous-classes de classes d'un niveau supérieur. Autrement dit, le niveau d'agrégation pour 2 paires d'individus n'est jamais inférieur à celui de la troisième paire (Podani *et al.*, 2000). Au total, la racine du dendrogramme obtenu correspond à la classe regroupant l'ensemble des individus.

ii) Cette classification nécessite le calcul d'un *indice de similarité* ou de *distance* (ou *dissimilarité*, estimation inverse de la similarité) entre les paires d'entités à classer, qui sont soit des groupes de relevés ou de simples relevés (Bouxin, 2008). Dans toutes les méthodes de *classification agglomératives*, le choix de l'indice de similarité ou de dissimilarité est décisif car les résultats obtenus sont très différents selon l'indice utilisé (Mucina & van der Maarel, 1989). Il existe en effet de nombreux indices de similarité ou de distance. Ces

indices dépendent de la nature des données qui sont de types *binaires*, *ordinales* ou *quantitatives* (Dufrêne, 1998) : les données binaires, comme on l'a déjà vu, correspondent à des données de présence/absence codées en 0 et 1 ; les données ordinales correspondent généralement à des classes ou à des intervalles, dont le rang est codé par des chiffres allant de 0 ou 1 au nombre de classes (ex. échelle ordinale de van der Maarel) et les données quantitatives correspondent, par ex., à des données de fréquences relatives des espèces dans des stations.

La mesure de similarité pour les données binaires peut se calculer par plusieurs indices, dont les plus utilisés sont *l'indice de simple concordance*, *l'indice de Jaccard* (ou coefficient de communauté) et *l'indice de Sørensen* ; le premier tient compte des doubles absences pour le calcul de la similarité, alors que les 2 autres les excluent²⁵ (Dufrêne, 1998). La valeur 1 représente la similarité maximale, le 0 étant la valeur minimale. La mesure de similarité pour les données quantitatives est calculée par plusieurs indices, dont les plus utilisés sont *l'indice de Steinhaus*, *l'indice de Kulczynski* et *l'indice de Gower* (Dufrêne, 1998). Tous ces indices produisent des valeurs bornées entre 0 (les 2 relevés sont complètement différents) et 1 (les 2 relevés sont identiques). D'autres indices sont parfois utilisés, comme les *coefficients de corrélation*, de point de Pearson, ou de rang de Spearman et Kendall, qui oscillent entre - 1 (complètement différents) et 1 (totalement identiques) (Dufrêne, 1998). Par ailleurs, quand on utilise un tableau dans lequel les espèces ont été remplacées par des variables transformées par une technique d'ordination, la *distance euclidienne* s'impose (Bouxin, 2008). Pour plus de détails sur ces indices on peut se référer à Meddour (1996).

iii) La réunion entre deux groupes d'objets peut être calculée selon différents *critères d'agrégation*, chaque critère déterminant la structure de la hiérarchie binaire produite par l'algorithme de CAH. Parmi les nombreux critères d'agrégation existants, citons (Chessel *et al.*, 2004 ; Bouxin, 2008) :

- Le *lien simple* (ou lien du voisin le plus proche ou saut minimum ; *single linkage*, *nearest neighbour*, *neighbor joining*) : la CAH du lien simple tient compte de la distance du *saut minimum* et montre les effets de chaîne (voir e.g. l'étude de Podani *et al.*, 2000). Elle tend à agréger un point à un groupe existant plutôt qu'à donner naissance à un nouveau groupe. La procédure ne donne pas satisfaction si on trouve des points intermédiaires, présents entre deux *clusters*, qui sont considérés comme du bruit aléatoire.
- Le *lien complet* (ou lien d'agrégation par le diamètre ; *complete linkage*, *furthest neighbour*) : dans la CAH à lien complet, la distance d'un relevé à un groupe est définie comme la distance à l'échantillon le plus éloigné de ce groupe ; quand deux groupes de relevés fusionnent, la distance est égale à la plus grande distance parmi toutes les paires de relevés prises dans les deux groupes en fusion.
- Le *lien moyen* (ou lien d'agrégation UPGMA = *Unweighted Pair Group Method of Agregation* ; *average linkage*, *group average method*) : la CAH à lien moyen définit la distance moyenne entre deux parties au lieu de la distance maximum.
- La *méthode de Ward*, ou du moment d'ordre 2, est fondée sur l'augmentation de l'inertie, comme fonction de valeur d'une partition. Dans ce dernier cas, on agrège deux groupes de sorte que l'augmentation de *l'inertie (variance) intraclasse* soit la plus petite possible, afin que les classes restent homogènes (deux parties dont le regroupement augmente peu l'inertie intraclasse sont proches). On peut alors retenir la partition finale rendant

²⁵ Ce qui évite de considérer comme indicatrice de similitude une double absence et donc d'attribuer une haute valeur de similarité aux différentes paires de relevés paucispécifiques (Meddour, 1996). En effet, si la présence commune d'une espèce dans 2 relevés doit toujours être considérée comme une ressemblance entre les 2 relevés, l'absence commune d'une espèce dans 2 relevés est loin d'être aussi significative (Gillet, 2000).

minimal le moment intraclasse ou encore rendant optimal le moment interclasse (Roux, 1985 in Bouxin, 2008). Ce critère ne peut s'utiliser que dans le cas des distances quadratiques (*distance euclidienne* et *distance du khi²*), en particulier à partir d'un tableau d'ACP (normée ou de coordonnées factorielles) ou d'AFC.

Contrairement aux *méthodes d'ordination*, avec les *méthodes de classification*, on n'a en général pas unicité des solutions obtenues : le plan factoriel F₁ x F₂ de l'AFC d'un tableau est unique, et indépendant des algorithmes de calcul des éléments propres, ce qui n'est pas le cas d'un dendrogramme. La première difficulté vient du fait que les trois méthodes de CAH basées sur des distances induites entre parties donnent des arbres qui peuvent avoir des formes très différentes : la *méthode du saut minimum* conduit en général à des arbres très aplatis, avec accrochages successifs des objets un à un, ce qui conduit à la formation de chaînes. La *méthode du diamètre* a au contraire tendance à former des arbres très éclatés, avec formation de groupes isolés. Dans le cas général, d'après Bouxin (2008), il vaut donc mieux utiliser la *méthode de la distance moyenne* (UPGMA). Mais, l'arborescence de la méthode de Ward est d'une lecture relativement plus aisée ; c'est d'ailleurs la plus utilisée.

iv) Maintenant, si on veut faire une classification compatible avec une ordination, il faut que les distances soient compatibles. En AFC, on utilise la distance du khi². On aura donc à calculer les distances entre relevés, en faisant une CAH sur distances du khi², i.e. en réalisant une classification sur le tableau de l'ensemble des coordonnées factorielles de l'AFC (à partir du fichier résultat). En gardant tous les facteurs, on récupère la distance du khi² globale et donc on complète la représentation en dimensions réduites par un résumé (les classes), qui utilise toute la variabilité (Chessel *et al.*, 2004). Cette méthode est préconisée par Roux & Roux (1967), comme complément à l'AFC.

v) Le choix du nombre de groupes (classes) est laissé à l'appréciation du classificateur. Toutefois, les dendrogrammes de classification présentent habituellement une bonne ségrégation (partition) des groupes et laissent peu de liberté à l'interprétation, contrairement aux plans factoriels issus de l'AFC, par ex. Les groupes de relevés issus de cette procédure peuvent être assimilés à des *syntaxons élémentaires* et les espèces discriminantes de chaque groupe à des *espèces différentielles*, voire à des *caractéristiques régionales* (Gillet, 2000).

VII. CONCLUSION

En guise de conclusion, on peut paraphraser Géhu (1993), en soulignant « qu'un groupement végétal bien décrit est aujourd'hui porteur de nombreuses et précieuses informations (bio-indications), non seulement d'ordre floristique et structural (il exprime l'état du patrimoine végétal et phytogénétique), mais encore coenotique et écosystémique (il est le fondement des biocénoses et de leur fonctionnement écosystémique), mésologique (il correspond à des conditions précises du milieu physique, telles que topographie, géomorphologie, édaphisme, climat et microclimat...), biotique (il est conditionné tout autant par les pressions anthropozoogènes et correspond aux modalités d'usage anciennes ou actuelles du sol), historique (il peut être le résultat d'un passé lointain (groupement relictuel) ou des conditions présentes), dynamique (il est le maillon d'une série évolutive), biogéographique (la grandeur de son aire peut varier beaucoup) ». Par la qualité intrinsèque (floristique, synécologique, dynamique, chorologique...) de ses groupements végétaux, la phytosociologie est un instrument pertinent de biodiagnostic,

apportant d'irremplaçables informations sur la valeur biologique des terrains, la bio- et biocoenodiversité des sites, la préciosité de leur végétation, etc. Elle permet d'orienter et d'objectiver les choix d'aménagement et de gestion appropriés (Géhu, 1993).

La phytosociologie actuelle, à condition d'être basée sur une approche analytique très fine du tapis végétal, est devenue un outil d'application extrêmement précieux dans de nombreux domaines de l'aménagement du territoire, y compris là où le tapis végétal est dégradé et appauvri, car elle permet l'interprétation des groupements fragmentaires et basaux, qui couvrent aujourd'hui de plus en plus d'espaces (Géhu, 1993).

Il faut encore préciser que parallèlement aux lois de structuration et d'évolution du tapis végétal qu'elle a su dégager par son analyse affinée, la phytosociologie a su prendre au cours des dernières décennies, une large dimension paysagère qui élargit singulièrement ses possibilités d'utilisation pratique (Géhu, 1993).

La phytosociologie est finalement parvenue à un stade suffisamment avancé dans ses résultats, ses réflexions et ses raisonnements pour entrevoir des lois régissant les relations entre les objets qu'elle étudie (De Foucault, 1986b). Or qui dit loi dit prévision des phénomènes, c'est à dire possibilité de gestion raisonnée (Delpech & Géhu, 1988). Le caractère prédictif de la phytosociologie actuelle et son intérêt pour la bio-évaluation et la gestion des systèmes écologiques sont de ce fait indéniables.

Chapitre V

SYNSYSTEMATIQUE ET SYNTAXONOMIE DES VEGETATIONS FORESTIERES EN ALGERIE

SYNOPSIS COMMENTE

Chapitre V. SYNSYSTEMATIQUE ET SYNTAXONOMIE DES VEGETATIONS FORESTIERES EN ALGERIE : SYNOPSIS COMMENTE

I. INTRODUCTION

« C'est la publication de résultats trop fragmentaires et les généralisations hâtives, qui rendent combien délicate l'oeuvre des phytosociologues en Afrique du Nord » (Quézel, 1956).

Dans ce chapitre, nous présentons une synthèse sur l'état actuel des connaissances phytosociologiques des communautés forestières, préforestières et présteppiques de l'Algérie, et des formations azonales de type ripisylves. L'élaboration de ce synopsis synsystématique permettra une déclinaison compréhensible de tous les syntaxons décrits à ce jour en Algérie par la méthode Braun-Blanqueto-Tüxenienne, que nous énumérons à partir de la classe jusqu'à l'unité inférieure considérée, qui est ici l'association et parfois le groupement végétal (soit 5 classes, 7 ordres, 24 alliances, 8 sous-alliances et 100 syntaxons). Délibérément, nous avons délaissé dans ce travail les très nombreuses sous-associations décrites, dont la valeur exacte demande souvent d'être précisée. Pour chaque association citée, des indications succinctes d'ordre physionomico-structural, synécologique, synchronologique sont fournies, ainsi que les espèces caractéristiques et différentielles.

Néanmoins, comme le soulignent Bensettiti & Lacoste (1999), il apparaît difficile de dégager de la bibliographie une « combinaison d'espèces caractéristiques » relatives aux unités supérieures, tant les points de vue sont nombreux et parfois divergents. Un compromis est donc réalisé entre les divers auteurs et notre propre expérience. Par contre, au niveau de l'association végétale, les caractéristiques et différentielles citées sont celles de leurs auteurs respectifs, sans jugement de valeur de notre part.

Certaines unités syntaxonomiques décrites, mais non insérées formellement dans le synsystème phytosociologique par leurs auteurs, y ont trouvé place, compte tenu de leurs affinités synfloristiques et synécologiques. D'autres ont posé des problèmes de synonymie plus ou moins résolus. Le tableau général proposé, certainement perfectible, a soulevé de nombreuses difficultés qui ont fait l'objet d'annotations et remarques.

Indiquons qu'un premier schéma synsystématique des communautés forestières et préforestières reconnues en Algérie, y compris la végétation azonale (6 classes, 8 ordres, 22 alliances et 70 associations ou parfois groupements végétaux), a été réalisé par Meddour & Géhu (1998) et Géhu & al. (1998). En réalité, une brève synthèse sur les groupements exclusivement forestiers, énumérant une vingtaine d'associations s'inscrivant dans 2 classes, 2 ordres et 5 alliances, a été élaborée par Djebaili (1994).

Un tel synopsis sera utile pour toutes recherches sur les végétations forestières et préforestières zonales et azonales (riveraines) ; il permettra de rattacher des syntaxons nouvellement décrits à des unités déjà connues ou a contrario de mettre en évidence leur caractère original.

II. DECLINAISON DES UNITES SYNTAXONOMIQUES FORESTIERES DE LA CLASSE A L'ASSOCIATION VEGETALE EN ALGERIE

La végétation forestière et préforestière au Maghreb appartient à deux classes qui réunissent la quasi-totalité des forêts zonales : les *Quercetea ilicis* et les *Quercetea*

pubescentis. Les formations azonales, de type ripisylves¹, sont intégrées, quant à elles, aux *Quercus-Fagetea sylvaticae* et *Nerio-Tamaricetea africanae*. On citera, bien que marginale, la végétation de fourrés et manteaux arbustifs de la classe des *Rhamno-Prunetea*.

En outre, la diversité bioclimatique, et en conséquence physionomique et structurale des forêts méditerranéennes, s'accompagne paradoxalement d'une uniformité du synsystème phytosociologique dans les unités supérieures (classes, ordres), alors qu'au niveau des alliances et associations, on assiste à un foisonnement des unités décrites (Barbero *et al.*, 1974). Ceci est vrai dans le cadre du travail présenté ici.

Il faut rappeler que sur le pourtour méditerranéen, mais essentiellement sur le revers méridional, que trois ensembles correspondant aux structures arborées sont discriminés : les groupements forestiers, préforestiers et forestiers présteppiques², correspondant à des entités fondamentalement différentes du point de vue écologique, dynamique et *a fortiori* paysager (Quézel & Barbero, 1981, 1985, 1986). Ces différences justifient du point de vue phytosociologique, le rattachement de chacune de ces structures arborées à des unités syntaxonomiques supérieures différentes (Quézel & Barbero, 1986).

2.1. Classe des *Quercetea ilicis* Br.-Bl. ex A. Bolos et O. Bolos 1950

Cette classe, définie pour l'ensemble de la Région Méditerranéenne, réunit la quasi-totalité des groupements forestiers, préforestiers et forestiers présteppiques, constitués par des espèces sclérophylles sempervirentes et divers conifères, sur des substrats variés, liés surtout aux étages thermoméditerranéen, mésoméditerranéen et supraméditerranéen, des bioclimats humide à semi-aride, dans les variantes chaude à froide (Barbero *et al.*, 1974, 1981 ; Rivas-Martinez, 1975 ; Loisel, 1976 ; Benabid, 1982, 2000 ; Quézel & Barbero, 1986 ; Rivas-Martinez *et al.*, 1986, 2002). Au Maghreb, elle regroupe, en effet, toutes les formations sclérophylles, ainsi que certaines chênaies caducifoliées et des cédraies (Barbero *et al.*, 1981 ; Benabid & Fennane, 1994 ; Bonin, 1994). En Algérie, l'un des principaux centre de dispersion de cette classe, cette végétation est essentiellement représentée par des forêts et préforêts sclérophylles (chênaies à feuilles persistantes), des formations thermophiles à conifères (pin d'Alep, thuya de Berbérie), plutôt de type préforestier, et plus rarement par des forêts de chênes semi-caducifoliées³ (Meddour & Géhu, 1998 ; Géhu *et al.*, 1998).

Les espèces caractéristiques de la classe sont : *Arbutus unedo*, *Arisarum vulgare*, *Asparagus acutifolius**, *Bupleurum rigidum*, *Carex hallerana*, *Clematis cirrhosa*, *Clematis flammula**, *Daphne gnidium**, *Eryngium tricuspidatum*, *Geranium purpureum*, *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus**, *Lathyrus latifolius*, *Lonicera implexa**, *Lonicera etrusca*, *Olea europaea* subsp. *sylvestris**, *Phillyrea angustifolia*, *Phillyrea media**, *Pulicaria odora*, *Quercus coccifera*, *Rhamnus alaternus* subsp. *alaternus**, *Rosa sempervirens*, *Rubia peregrina* s.l., *Selaginella denticulata*, *Smilax aspera* s.l., *Teucrium chamaedrys*, *Teucrium fruticans* (Rivas-Martinez, 1975 ; Rivas-

¹ Sous le terme de *ripisylve*, ou de *forêt riveraine*, il convient d'envisager les formations arborées et arbustives, liées tant du point de vue écologique que physionomique, à la présence d'un cours d'eau permanent ou temporaire, cette distinction étant fondamentale en région méditerranéenne (Quézel & Médail, 2003a & b).

² Ce type de végétation arborée a été défini pour la première fois au Proche-Orient (Abi-Saleh *et al.*, 1976 in Quézel & Barbero, 1981).

³ Bien que de nombreux auteurs aient coutume de considérer les chênes du groupe *faginea* comme de type semi-caducifolié, en fait, même si chez ces chênes un certain nombre de feuilles restent physiologiquement actives jusqu'au printemps suivant, ce n'est toutefois pas une généralité et la majorité des feuilles encore en place sont *marcescentes* (Quézel & Médail, 2003a).

Martinez & Rivas Goday, 1975 ; Barbero *et al.*, 1981 ; Barbero & Loisel, 1983 ; Benabid, 1984 ; Quézel *et al.*, 1987 ; Benabid & Fennane, 1994 ; Rivas-Martinez *et al.*, 1986, 2002 ; Brullo *et al.*, 2004).

Dans sa conception actuelle, cette classe se subdivise en 4 ordres, dont 3 sont présents en Algérie (figure 58), regroupant des groupements forestiers (*Quercetalia ilicis*), préforestiers (*Pistacio-Rhamnetalia alaterni*), communs à tout le Bassin Méditerranéen (Quézel, 1981), et forestiers présteppeux (*Ephedro-Juniperetalia*), qui représentent sur l'Atlas saharien la limite méridionale absolue de l'aire de distribution de la classe (les espèces présentes jusque sur l'Atlas saharien sont signalées par un astérisque*, in Kaabèche, 1995). Notons que l'ordre des *Acacio gummiferae-Arganietalia spinosae* Barbero, Benabid, Quézel, Rivas-Martinez et Santos 1982 est spécial au Maroc atlantique sud-occidental, réunissant les groupements présteppeux à l'étage inframéditerranéen (Barbero *et al.*, 1982 ; Rivas-Martinez *et al.*, 1986).

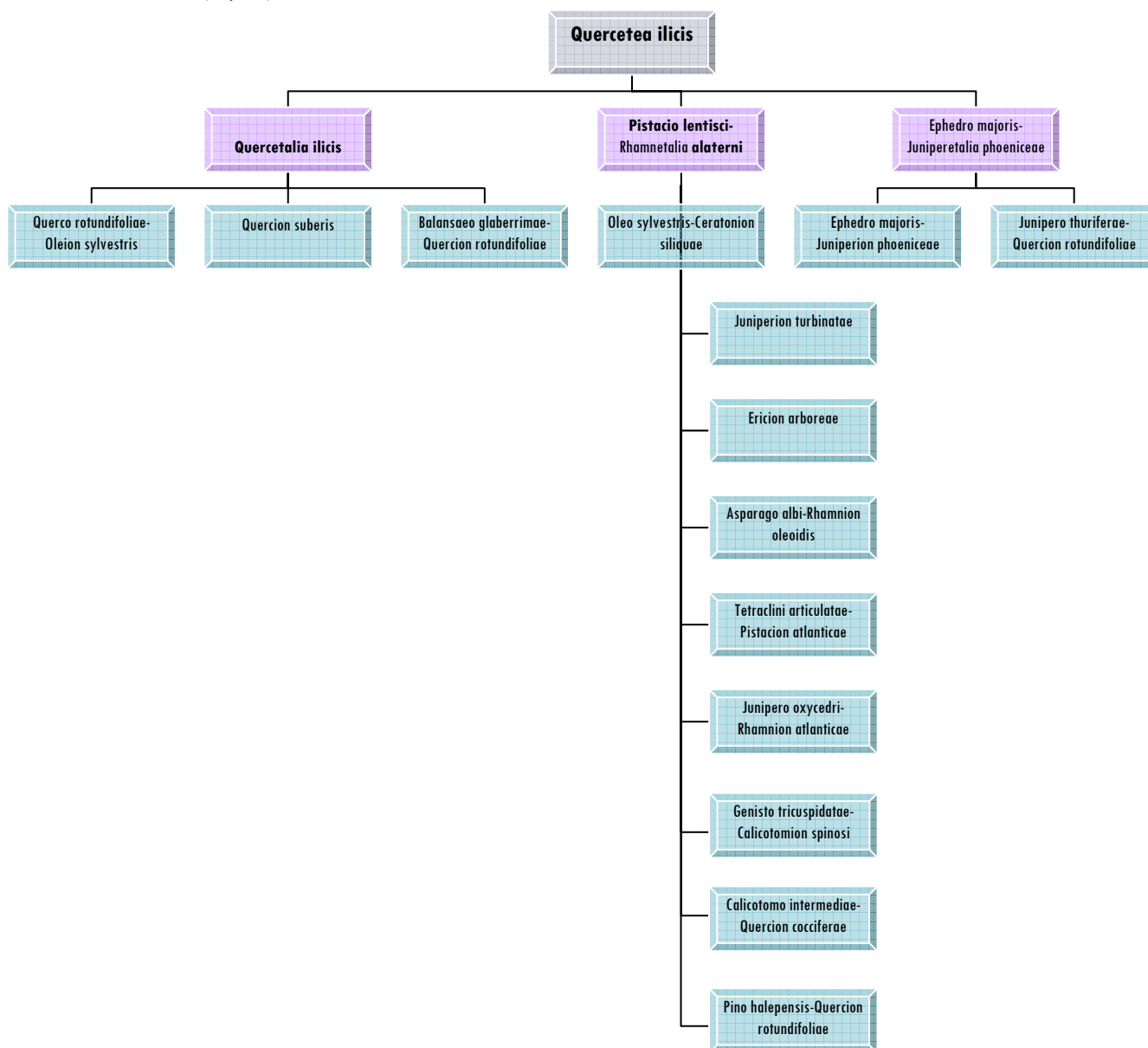


Figure 58. Ordinogramme hiérarchique de la classe des *Quercetea ilicis* Br.-Bl. ex A. Bolos & O. Bolos 1950

2.1.1. Ordre des *Quercetalia ilicis* Br.-Bl. ex Molinier 1934 em. Rivas-Martinez 1975

Cet ordre regroupe des communautés franchement sylvatiques se développant dans une ambiance forestière naturelle proche du climax, dominées par des essences arborescentes à feuillage coriace ; les essences caducifoliées et les cédraies sont rares (Barbero *et al.*, 1981 ; Benabid, 1984 ; Benabid & Fennane, 1994). La végétation potentielle⁴ appartenant à cet ordre est très luxuriante et humide (espèces sciaphiles et mésophiles en sous-bois), elle s'étend du thermo- au supraméditerranéen, subhumide à humide (Rivas-Martinez, 1975 ; Rivas-Martinez & Rivas Goday, 1975 ; Rivas-Martinez *et al.*, 1986, 2002 ; Benabid, 2000).

Les espèces caractéristiques sont : *Aristolochia longa*, *Asplenium onopteris*, *Carex distachya*, *Cyclamen africanum*, *Cytisus arboreus*, *Cytisus villosus*, *Galium scabrum*, *Laurus nobilis*, *Luzula forsteri*, *Melica pyramidalis*, *Moehringia pentandra*, *Phillyrea latifolia*, *Piptatherum paradoxum*, *Pulicaria odora*, *Quercus rotundifolia*, *Quercus suber*, *Quercus canariensis*, *Ruscus aculeatus*, *Rosa sempervirens*, *Smilax aspera* subsp. *mauritanica*, *Teucrium pseudoscorodonia*, *Viburnum tinus*, *Viola alba* subsp. *denhardtii* (Rivas-Martinez, 1975 ; Barbero *et al.*, 1981 ; Barbero & Loisel, 1983 ; Benabid, 1984 ; Aimé *et al.*, 1986 ; Benabid & Fennane, 1994 ; Rivas-Martinez *et al.*, 1986, 2002 ; Brullo *et al.*, 2004). Nombre d'entre elles sont des mésohéliophiles ou des mésosciadophytes (Barbero & Loisel, 1983).

Cet ordre se subdivise au Maghreb en 4 alliances, correspondant à des critères géographiques et/ou écologiques, dont 3 sont présentes en Algérie. En effet, l'alliance *Medicagino tunetanae-Crataegion azaroli* El Hamrouni 1992, qui réunit les formations forestières et préforestières (!) en Tunisie (Chaabane, 1993), n'est pas reconnue en Algérie.

2.1.1.1. Alliance du *Quercus rotundifoliae-Oleion sylvestris* Barbero, Quézel & Rivas-Martinez in Rivas-Martinez, Costa & Izco 1986

[Syn. *Oleo sylvestris-Quercion rotundifolio-suberis* Barbero, Quézel & Rivas-Martinez 1981]

Communautés forestières essentiellement sclérophylles, riches en arbustes et lianes, dominées principalement par *Quercus suber*, *Quercus rotundifolia*, *Q. canariensis* et de façon plus résiduelle par *Q. coccifera* et *Olea europaea*, se développant à l'étage thermoméditerranéen, subhumide et humide, chauds et tempérés, s'étendant dans la sous-région ouest-méditerranéenne (Barbero *et al.*, 1981 ; Quézel & Barbero, 1986 ; Rivas-Martinez *et al.*, 1986, 2002 ; Benabid & Fennane, 1994). Cette alliance n'est observable sur le pourtour ouest-méditerranéen, selon Benabid (1984), qu'à l'état relictuel, en raison de la très forte pression exercée à basse altitude, durant des millénaires par l'homme.

Elle est caractérisée par les taxons suivants : *Arisarum vulgare* var. *exsertum*, *Aristolochia baetica*, *Ceratonis siliqua*, *Clematis cirrhosa*, *Gennaria diphylla*, *Myrtus communis*, *Olea europaea* subsp. *sylvestris*, *Quercus coccifera*, *Rubia peregrina* var. *longifolia*, *Ruscus hypophyllum*, *Smilax aspera* subsp. *mauritanica*, *Teucrium pseudoscorodonia* (var. *baeticum*), *Vinca media* (Barbero *et al.*, 1981 ; Zeraia, 1981 ; Benabid, 1984 ; Aimé *et al.*, 1986 ; Benabid & Fennane, 1994 ; Rivas-Martinez *et al.*, 1986, 2002).

2.1.1.1.a. Sous-alliance *Quercus rotundifoliae-Oleion sylvestris* suball. nova hoc loco

A définir !

⁴ La végétation potentielle est celle correspondant, dans les conditions écologiques actuelles, y compris l'impact humain, aux groupements les plus complexes de par leurs structures ; cette notion est, en effet, en région méditerranéenne plus réaliste que celle des groupements climax (Quézel & Barbero, 1986).

2.1.1.1.1. *Myrto communis-Quercetum suberis* Barbero, Benabid, Quézel et Rivas-Martinez 1981
[Syn. *Simetho bicoloris-Ericetum arboreae quercetosum suberis* Nègre 1964]

- Association forestière climacique, liée aux substrats siliceux, au thermoméditerranéen (400-700 m), subhumide et humide, doux et tempérés ; elle se localise sur les versants nord du Chenoua, du Zaccar, de l'Atlas tellien algérois (Atlas blidéen, des gorges de la Chiffa jusqu'à celles de Keddara, région de Bou Zegza), de l'Edough et sur le littoral entre Annaba et El Kala (Zeraia, 1981 ; Toubal, 1986 ; Wojterski, 1988 ; Toubal & Toubal, 1996b ; Meddour, 2002). [A1, A2, K2, K3]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Quercus suber*, *Gennaria diphylla*, *Arisarum vulgare* var. *exsertum*, *Olea europaea* subsp. *sylvestris*, *Rubia peregrina* var. *longifolia*, *Ruscus hypophyllum*, *Smilax aspera* subsp. *mauritanica* (Zeraia, 1981) ; *Myrtus communis*, *Simethis bicolor*, *Aira tenorii*, *Cytinus hypocistis*, *Serapias occultata*, *Festuca coerulescens*, *Selaginella denticulata*, *Rosa sempervirens* (Nègre, 1964) et *Pulicaria odora*, *Cyclamen africanum*, *Galium scabrum*, *Viburnum tinus* (Wojterski, 1988).

2.1.1.1.2. *Smilaci mauritanicae-Quercetum rotundifoliae* Barbero, Quézel et Rivas-Martinez 1981
[Syn. *Rusco hypophylli-Quercetum ilicis galietosum elliptici* Nègre 1964]

- Association sylvatique de chêne vert, peu répandue, thermoméditerranéenne, présente en bioclimat subhumide tempéré et chaud, à basse altitude (450-750 m), en versant nord, sur l'Atlas blidéen, sur substrat siliceux (Zeraia, 1981) ; elle se développe également sur sols calcaires, au-delà de 500 m d'altitude, sur les pentes du Chenoua dans le littoral algérois (cf. Nègre, 1964). [A1, A2]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Quercus rotundifolia*, *Arisarum vulgare* var. *exsertum*, *Ceratonia siliqua*, *Clematis cirrhosa*, *Olea europaea* subsp. *sylvestris*, *Rubia peregrina* var. *longifolia*, *Smilax aspera* subsp. *mauritanica*, *Prasium majus* (Zeraia, 1981) ; *Tamus communis*, *Ruscus hypophyllum*, *Asplenium onopteris*, *Cyclamen africanum*, *Galium scabrum*, *Asperula laevigata*, *Viburnum tinus*, *Brachypodium sylvaticum*, *Rubus ulmifolius* (Nègre, 1964).

2.1.1.1.3. *Phillyreo mediae-Quercetum fagineae* Aimé, Bonin, Chaabane, Loisel et Saoudi 1986

- Association thermophile de chêne zéen, d'une grande signification phytogéographique, très proche du littoral, se développant surtout en bordure des cours d'eau, en bioclimats humide et subhumide, voire semi-aride, doux à tempérés, à l'étage thermoméditerranéen, en Oranie littorale (djebel Murdjadjo, 250-500 m) et dans certaines gorges humides de l'Atlas tellien algérois (300-450 m), à l'état vestigial, et en petite Kabylie et Numidie (Quézel, 1956 ; Aimé et al., 1986 ; Hadjadj-Aoual, 1988 ; Hadjadj-Aoul et Loisel, 1999 ; Meddour, 2002). [O1, A2, K2, K3]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Quercus canariensis*, *Phillyrea media*, *Viburnum tinus*, *Ruscus hypophyllum*, *Acanthus mollis* et *Laurus nobilis* (Aimé et al., 1986 ; Meddour, 2002).

2.1.1.1.4. *Pistacio terebinthi-Quercetum rotundifoliae* Dahmani 1997

- Taillis dense et élevé, à l'étage thermo-mésoméditerranéen, en bioclimats subhumide et semi-aride inférieur frais, à 900-1100 m, dans l'ouest Algérien (monts du Tessala, de Saida et de Tiaret) et sur le djebel Bou Taleb (Dahmani, 1997). [O2, O3, C1]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Quercus rotundifolia*, *Pistacia terebinthus*, *Crataegus monogyna*, *Geranium purpureum*, *Anthriscus caucalis*, *Stellaria media*, *Geranium lucidum*, *Urtica membranacea* (Dahmani, 1997).

2.1.1.1.5. *Pistacio lentisci-Quercetum rotundifoliae* Dahmani 1997

- Chênaie verte forestière, avec ou sans pin d'Alep, thermomésophile, riche en lianes, occupant des substrats siliceux, à l'étage thermoméditerranéen et au mésoméditerranéen, entre 300(450)-800(1 000 m), en bioclimats subhumide voire humide, présent sur l'Atlas Blidéen, les massifs du Zaccar, du Chenoua et à Guenzet (Dahmani, 1997 ; Brakchi, 1998). [A1, A2, C1]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Quercus rotundifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea latifolia*, *Teucrium pseudo-scorodonia* (Dahmani, 1997 ; Brakchi, 1998).

2.1.1.1.6. *Arisaro vulgare-Pinetum halepensis* Brakchi 1998

- Groupement forestier de pin d'Alep, localisé dans l'Atlas tellien algérois (El Hamiz, Arbatache) et région de Cherrhell, entre 100-500 m, au thermoméditerranéen, subhumide tempéré. [A1]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Pinus halepensis*, *Arisarum vulgare* subsp. *exsertum*, *Olea europaea* subsp. *sylvestris*, *Rubia peregrina* subsp. *longifolia*, *Smilax aspera* var. *mauritanica* (Brakchi, 1998).

2.1.1.1.b. Sous-alliance du *Tetraclino articulatae-Quercenion cocciferae* Hadjadj-Aoul et Loisel 1999

Cette sous-alliance réunit les tétraclinaies et cocciferaies de l'Algérois (Dahra oriental, Ouarsenis oriental) et se développe en ambiance bioclimatique subhumide, à variantes chaude et tempérée, principalement à l'étage thermoméditerranéen et localement au mésoméditerranéen inférieur, sur tous types de substrats (Hadjadj-Aoul et Loisel, 1999).

Elle est caractérisée par : *Tetraclinis articulata*, *Quercus coccifera*, *Calicotome spinosa*, *Phillyrea latifolia*, *Osyris quadripartita* (Hadjadj-Aoul et Loisel, 1999).

2.1.1.1.7. *Lonicero implexae-Quercetum cocciferae* Nègre 1964

- Cocciferaie forestière, fraîche et humide, sur substrats calcaire et gréseux, liée à un climat doux de type maritime (Nègre, 1964 ; Baumgartner, 1966), au thermoméditerranéen inférieur, subhumide chaud ; elle occupe les versants nord du Mont Chenoua, le littoral ouest-algérois depuis El Marsa jusqu'aux environs de Tipaza (Hadjadj-Aoul et Loisel, 1999) et également le littoral est-algérois (Wojterski, 1988, 1990). [A1]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Quercus coccifera*, *Lonicera implexa*, *Phillyrea media*, *Rubia peregrina* var. *longifolia*, *Asparagus acutifolius*, *Carex hallerana* (Nègre, 1964 ; Baumgartner, 1966 ; Wojterski, 1988) et *Olea europaea* subsp. *sylvestris*, *Arisarum vulgare* subsp. *simorrhinum*, *Smilax aspera* subsp. *mauritanica* (Hadjadj-Aoul et Loisel, 1999).

2.1.1.1.8. *Rusco hypophylli-Tetraclinetum articulatae* Hadjadj-Aoul et Loisel 1999

- Tétraclinaie « la plus forestière et la mieux préservée », localisée dans des ravins étroits et vallons encaissés, orientés au nord, sur des grès ou des schistes, au thermoméditerranéen inférieur (100-300 m), subhumide à variante chaude, dans les environs de Ténès et gorges de la Chiffa. [A1]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Tetraclinis articulata*, *Clematis cirrhosa*, *Ruscus hypophyllum*, *Arisarum vulgare* subsp. *exsertum*, *Olea europaea* subsp. *sylvestris*, *Rubia peregrina* var. *longifolia*, *Smilax aspera* subsp. *mauritanica*, *Ceratonia siliqua* (Hadjadj-Aoul et Loisel, 1999).

2.1.1.1.9. *Osyrido quadripartitae-Quercetum cocciferae* Hadjadj-Aoul et Loisel 1999

- Cocciféraie se développant sur des substrats calcaires et les dunes fixées, à sol argilo-humifère, au thermoméditerranéen inférieur (100-300 m), subhumide voire localement humide, à variante chaude, des régions littorales de l'ouest algérois (Cherchell). [A1]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Quercus coccifera*, *Osyris quadripartita*, *Cytisus arboreus* subsp. *baeticus*, *Olea europaea* subsp. *sylvestris*, *Rubia peregrina* var. *longifolia*, *Smilax aspera* subsp. *mauritanica* (Hadjadj-Aoul et Loisel, 1999).

2.1.1.1.10. *Olea sylvestris-Tetraclinetum articulatae* Hadjadj-Aoul et Loisel 1999

- Association à oléastre et thuya, à physionomie forestière (dominance du pin d'Alep), relativement dense, se développant sur divers substrats, à basse altitude (100-500 m), au thermoméditerranéen inférieur, subhumide chaud, sur le littoral du Dahra oriental (depuis Ténès jusqu'à Baïnem) et le sublittoral algérois, et localement dans les stations humides des environs d'Oran. [O1, A1]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Olea europaea* subsp. *sylvestris*, *Tetraclinis articulata*, *Ceratonia siliqua*, *Arisarum vulgare* subsp. *exsertum*, *Rubia peregrina* var. *longifolia*, *Smilax aspera* subsp. *mauritanica* (Hadjadj-Aoul et Loisel, 1999).

2.1.1.1.11. *Junipero oxycedri-Quercetum cocciferae* Hadjadj-Aoul et Loisel 1999

- Formation mixte à pin d'Alep, chêne kermès, chêne vert et thuya, se développant sur silice et substrat décarbonaté, à l'étage thermoméditerranéen supérieur (500 à 1 000 m), en bioclimat semi-aride supérieur à subhumide, tempérés et frais ; elle s'étend sur toute la région de l'Ouarsenis (du sud d'Oued Rhiau, jusqu'à Médéa et Ksar el Boukhari). [A2]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Juniperus oxycedrus*, *Quercus coccifera*, *Tetraclinis articulata* (Hadjadj-Aoul et Loisel, 1999).

2.1.1.2. Alliance du *Quercion suberis* Loisel 1971

Alliance réunissant essentiellement les subéraies forestières du pourtour méditerranéen occidental, en zones bioclimatiques humide et subhumide, dans les variantes chaude et tempérée, à l'étage mésoméditerranéen et strictement sur des substrats siliceux ou gréseux (Barbero *et al.*, 1974 ; Loisel, 1976 ; Rameau *et al.*, 1989). Selon Quézel & Médail (2003a), les subéraies françaises, italiennes, tyrrhéniennes, catalanes, algéro-tunisiennes peuvent s'intégrer à cette alliance. En Algérie, celle-ci regroupe les associations de subéraies et de chênaies mixtes, du thermoméditerranéen supérieur et du mésoméditerranéen, au subhumide et à l'humide, tempérés et frais (Djebaili, 1994). En effet, on lui a rattaché la grande majorité des subéraies s'étendant depuis la région d'El Kala jusqu'aux monts de Tlemcen (cf. infra) et même certaines chênaies caducifoliées (Aimé *et al.*, 1986 ; Khelifi, 1987 ; Laribi, 1999), et pareillement les forêts de chêne liège de la Tunisie (El Afsa, 1978 ; Saoudi, 1983 ; El Hamrouni, 1992 in Chaabane, 1993).

Les espèces caractéristiques et différentielles, dont plusieurs Fabacées arbustives, sont : *Quercus suber*, *Cytisus villosus*, *Pulicaria odora*, *Melica minuta* subsp. *major*, *Genista linifolia*, *Genista monspessulana* (Loisel, 1976 ; Saoudi, 1983 ; Aimé *et al.*, 1986 ; Chaabane, 1993 ; Blasi *et al.*, 1997).

2.1.1.2.1. *Cytiso villosi-Quercetum suberis* Br.-BI. 1953 em. El Afsa 1978

- Association-cadre (on lui reconnaît plusieurs sous-associations) réunissant la grande majorité des subéraies algériennes, au thermo- et mésoméditerranéen (250-1 300 m), en bioclimats humide et subhumide, tempérés et frais, sur substrats siliceux,

essentiellement sur grès numidiens (Zeraia, 1981). Elle est largement répandue dans le nord-est algérien (Bejaia, Guerrouch, Collo, Edough, El Kala) et localisée sur le littoral algérois (forêt de Réghaia), l'Atlas tellien central (Ouarsenis, Zaccar, Atlas blidéen, Mouzaïa, Benchicao), et dans quelques fragments préservés en Oranie (monts de Tlemcen, forêt de Msila) (Quézel, 1956 ; Zeraia, 1981 ; Dahmani, 1984 ; Toubal, 1986 ; Khelifi, 1987 ; Sadki, 1988 ; Wojterski, 1988, 1990 ; Salamani, 1990 ; Khelifi & Sadki, 1995 ; Toubal & Toubal, 1996b ; Meddour, 2002). [O₁, O₃, A₁, A₂, K₁, K₂, K₃]

- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Quercus suber*, *Cytisus villosus*, *Teline monspessulana*, *Melica pyramidalis*, *Pulicaria odora* (Zeraia, 1981 ; Wojterski, 1988 ; Meddour, 2002) ; *Galium scabrum*, *Cyclamen africanum*, *Cynosurus elegans*, *Chrysanthemum fontanesii*, *Asperula laevigata*, *Teucrium atratum* (Khelifi, 1987 ; Sadki, 1988 ; Khelifi & Sadki, 1995) ; *Centaurea africana* subsp. *tagana*, *Festuca coerulescens* (Dahmani, 1984).

2.1.1.2.2. *Pistacio lentisci-Quercetum suberis* (Debazac 1959) Khelifi 1987

- Association de chêne liège à lentisque, se développant du niveau de la mer à 400-500 m, à l'étage thermoméditerranéen, au subhumide voire humide, tempérés à chauds, constituant la limite inférieure de la forêt de *Quercus suber*, au contact de la série de l'Oléo-lentisque, dans la région de Collo-Edough (Toubal, 1986 ; Khelifi, 1987 ; Khelifi & Sadki, 1995) et dans l'Atlas blidéen en îlots résiduels, plus alticoles (700-900 m) (Meddour, 1994a, 2002). [A₂, K₂, K₃]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Quercus suber*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *Chamaerops humilis*, *Olea europaea* subsp. *sylvestris* (Khelifi, 1987) et *Pulicaria odora*, *Aristolochia altissima* Serapias *lingua* (Meddour, 1994a).

2.1.1.2.3. *Telino linifoliae-Quercetum suberis* Zeraia 1981

- Association des îlots de subéraie localisés sur substrat siliceux sablonneux, au thermoméditerranéen, en bioclimat subhumide tempéré à chaud, sur le littoral, à l'ouest d'Alger (Baïnem) et à Oran (forêt de Msila) (Zeraia, 1981). A Oran, elle occuperait le versant maritime du djebel Khar, sur sol fersiallitique lessivé (Aimé *et al.*, 1983). [O₁, A₁]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Quercus suber*, *Teline linifolia*, *Teline monspessulana*, *Melica pyramidalis*, *Pulicaria odora* (Zeraia, 1981).

2.1.1.2.4. *Erico scopariae-Quercetum suberis* Khelifi 1987

- Subéraie "sèche", basse et claire, se développant sur substrat sableux, à l'étage thermoméditerranéen (50 à 550 m), en bioclimat humide tempéré, aux piémonts littoraux du djebel Edough et dans la région de Azzaba (Khelifi, 1987 ; Khelifi & Sadki, 1995). [K₂, K₃]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Quercus suber*, *Erica scoparia*, *Halimium halimifolium*, *Tuberaria vulgaris*, *Coronilla juncea* subsp. *juncea* (Khelifi, 1987 ; Khelifi & Sadki, 1995).

2.1.1.2.5. *Lysimachio cousinianae-Quercetum fagineae* Quézel 1956

- Zénaie développée entre le bord de mer et 100 m d'altitude, aux thermoméditerranéen et mésoméditerranéen, en humide et perhumide (plus rarement subhumide), chauds, tempérés et frais, sur grès numidiens surtout (Quézel, 1956 ; Khelifi, 1987). Ce syntaxon synendémique se rencontre sur tous les chaînons maritimes en Petite Kabylie et Numidie (Cap Aokas, Guerrouch, gorges de Taza, Jijel, El Aouana, djebel Goufi, Collo, Bougarouni, Seraïdi, Edough) (Quézel 1956 ; Zeraia, 1981 ; Aimé *et al.*,

1986 ; Khelifi, 1987 ; Khelifi & Sadki, 1995), et atteindrait à l'ouest la forêt de Bou Hattène, près du Cap Sigli (Quézel, 1956). [K2, K3]

- Les caractéristiques et différentielles sont : *Lysimachia cousiniana* et *Vinca media* (Quézel, 1956 ; Zeraia, 1981 ; Aimé *et al.*, 1986), et pour Khelifi (1987) et Khelifi & Sadki (1995), ce sont : *Quercus canariensis*, *Lysimachia cousiniana*, *Prunus avium*, *Laurus nobilis*, *Hedera helix*, *Ruscus hypophyllum*, *Prunella vulgaris*, *Legousia falcata* et *Quercus afares*.

2.1.1.2.6. *Chrysanthemo fontanesii-Quercetum canariensis* Laribi 1999

- Zénaie mésoméditerranéenne, qui s'étend sur substrat gréseux, entre 800 et 1 300 m, en bioclimat humide tempéré, dans le massif de Beni Ghobri. [K1]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Quercus canariensis*, *Chrysanthemum fontanesii* (= *Plagius maghrebinus*), *Quercus suber*, *Cytisus villosus*, *Melica minuta* subsp. *major*, *Pulicaria odora* et *Teucrium kabylicum* (Laribi, 1999).

2.1.1.2.7. *Cynosuro peltierii-Quercetum afaredis* Laribi 1999

- Chênaie pure à afarès (afarésaie) se développant dans l'Akfadou, sur sol peu profond où affleurent les argiles sous-numidiennes, surtout entre 1 000 et 1 300 m, en bioclimat humide frais, au mésoméditerranéen supérieur, sur les versants les plus secs. [K1]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Quercus afares*, *Cynosurus peltieri*, *Galium tunetanum*, *Lens lenticula* var. *macrocalycina*, *Phlomis bovei*, *Centaurea amara* subsp. *angustifolia* (Laribi, 1999).

2.1.1.3. Alliance du *Balansaeo glaberrimae-Quercion rotundifoliae* Barbero, Quézel et Rivas-Martinez 1981

Alliance synendémique maghrébine (algéro-marocaine), elle rassemble les groupements forestiers d'altitude, essentiellement sclérophylles, des étages mésoméditerranéen et supraméditerranéen, humide et subhumide, correspondant à des formations généralement dominées par *Quercus rotundifolia* et localement *Quercus canariensis* (*faginea*), voire *Cedrus atlantica* (Barbero *et al.*, 1981 ; Rivas-Martinez *et al.*, 1986 ; Quézel & Barbero, 1986 ; Quézel, 1998 ; Benabid, 2000).

Les espèces caractéristiques et différentielles, présentes en Algérie, sont : *Anarrhinum pedatum*, *Balansaea glaberrima**, *Bupleurum montanum*, *Festuca triflora**, *Phlomis bovei**, *Rubia laevis**, *Milium vernale* subsp. *montianum** (Barbero & Loisel, 1980 ; Barbero *et al.*, 1981 ; Zeraia, 1981 ; Benabid, 1982, 1984 ; Rivas-Martinez *et al.*, 1986 ; Quézel *et al.*, 1992 ; Benabid & Fennane, 1994). Il convient de remarquer que la plupart de ces espèces est parfois considérée comme indicatrices* des *Querco-Cedretalia* ; en fait, on les rencontre dans les cédraies de basse altitude, à l'étage supraméditerranéen, « dans l'ambiance écologique de la chênaie verte d'altitude » (Quézel, 1998 ; Quézel & Médail, 2003a).

2.1.1.3.1. *Phlomido bovei-Quercetum rotundifoliae* Zeraia 1981 *pro parte*

[= *Phlomido bovei-Quercetum rotundifoliae phlomidetosum* Zeraia 1981]

- Association mésophile et thermophile, située à moyenne altitude (750-1 100 m), au mésoméditerranéen inférieur, en bioclimat subhumide tempéré à frais, en versant nord essentiellement, sur l'Atlas tellien algérois (Zeraia, 1981 ; Meddour, 1994a, 2002). [A2]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Quercus rotundifolia*, *Phlomis bovei*, *Campanula trachelium*, *Anarrhinum pedatum*, *Rubia laevis* (Zeraia, 1981 ; Meddour, 1994a).

2.1.1.3.2. *Cytiso villosi-Quercetum rotundifoliae* (Meddour 1994) Dahmani 1997

[Syn. *Phlomido bovei-Quercetum rotundifoliae cedretosum* Zeraia 1981]

- Chênaie verte forestière mésophile, se développant en dessous des cédraies (1 000-1 400 m), sur substrat siliceux, au mésoméditerranéen supérieur, en bioclimat humide frais, localisée sur l'Atlas blidéen et le Djurdjura, et également présente au Zaccar, sur l'Ouarsenis et les monts de Tlemcen (Wojterski, 1988 ; Meddour, 1994a, 2002 ; Dahmani, 1997). [A2, K1, O3]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Quercus rotundifolia*, *Cytisus villosus*, *Balansaea glaberrima*, *Festuca triflora*, *Prunus avium* (Meddour, 1994a ; Dahmani, 1997).

2.1.1.3.3. *Balansaeo glaberrimae-Quercetum rotundifoliae* Barbero, Quézel et Rivas-Martinez 1981

- Chênaie verte dense, sylvatique et mésophile, alticole (1 300 à 1 700 m), se développant au contact des cédraies, sur terrains pentus et généralement calcaires, localisée en bioclimats humide à subhumide frais et froids, au mésoméditerranéen supérieur et au supraméditerranéen, des versants nord de l'Atlas tellien central (Atlas blidéen, Ouarsenis, Djurdjura, Babors, Guenzet) (Dahmani, 1997). [A2, K1, K2, C1]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Quercus rotundifolia*, *Balansaea glaberrima*, *Festuca triflora*, *Bupleurum montanum*, *Geum sylvaticum* (Dahmani, 1997).

2.1.1.3.4. Association à *Linum numidicum* et *Teucrium kabylicum* Gharzouli 1989

- Chênaie verte du mésoméditerranéen se présentant en « matorral arboré », localisée entre 900 et 1 200 m d'altitude, aux piémonts sud et nord du massif des Babors. [K2]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Linum numidicum*, *Teucrium kabylicum*, *Ononis hispida*, *Andryala integrifolia* (Gharzouli, 1989).

2.1.1.3.5. *Festuco triflorae-Quercetum rotundifoliae* Dahmani (1984) 1997

- Chênaie verte sylvatique, plus continentale, développée sur substrat calcaire surtout, au méso-supraméditerranéen, en bioclimat subhumide, voire semi-aride, frais à froid, à 1 100-1 650 m d'altitude, des monts de Tlemcen (Ras Asfour), Daya, Saida, Frenda, Ouarsenis, djebels Maadid et Boutaleb (monts du Hodna), Belezma, Aurès, Senalba (Dahmani, 1984, 1994, 1997). [O3, A2, C1, AS2, AS3]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Quercus rotundifolia*, *Festuca triflora*, *Silene italica* subsp. *patula*, *Bunium alpinum*, *Balansaea glaberrima* (Dahmani, 1997), *Lamium flexuosum*, *Epipactis helleborine* subsp. *platyphylla*, *Centaurea nana*, *Nepeta multibracteata* (Dahmani, 1984).

2.1.1.3.6. *Balansaeo glaberrimae-Cedretum atlanticae* Barbero, Quézel et Rivas-Martinez 1981

- Chênaie-cédraie, développée à 1 200-1 350 m, au méso- et supraméditerranéen, en bioclimat humide et subhumide, frais et froid, sur l'Atlas Blidéen, l'Ouarsenis et le Belezma (Dahmani, 1997). [A2, C1]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Cedrus atlantica*, *Balansaea glaberrima*, *Lonicera arborea*, *Crataegus laciniata* (Dahmani, 1997).

2.1.1.3.7. *Cerastio atlanticae-Cedretum atlanticae* Yahy 1995

- Forêt claire de cèdre et taillis de chêne vert se développant sur grès numidiens, entre 1 350 et 1 600 m, en bioclimats subhumide à humide froids, sur le djebel El Meddad dans le massif de Theniet el Had (Yahy et Mediouni, 1997 ; Yahy et al., 1999). [A2]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Cedrus atlantica*, *Cerastium atlanticum*, *Anthemis montana*, *Asplenium ceterach*, *Satureja pomelii* (Yahy et Mediouni, 1997 ; Yahy, 2007).

2.1.1.3.8. Groupement à *Quercus rotundifolia* et *Quercus faginea* subsp. *tlemcenensis* (in Dahmani, 1984)

- Ce groupement forestier mixte, du mésoméditerranéen (1 000-1 500 m), au subhumide frais (Dahmani, 1984, 1994), décrit par Dahmani (1984), Hadjadj-Aoul (1988) et Alcaraz (1989), des monts de Tlemcen, a une position intermédiaire entre une chênaie du *Balansaeo-Quercion* (présence de *Festuca triflora*, *Bupleurum montanum*) et une chênaie acidophile du *Quercion suberis* (avec *Cytisus villosus*, *Pulicaria odora* et *Quercus suber*, rare, comme indicatrices). Il représente sans doute une forme de transition entre ces deux alliances dans ce massif de l'Algérie tellienne occidentale, où le *Quercion suberis* est manifestement en marginalité chorologique, et Dahmani (1994) opte pour son affiliation au *Balansaeo-Quercion rotundifoliae*. [O₃]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Quercus rotundifolia*, *Quercus faginea* subsp. *tlemcenensis*, *Viburnum tinus*, *Cephalaria leucantha*, *Ruscus aculeatus* (Alcaraz, 1989).

2.1.2. Ordre des *Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni* Rivas-Martinez 1975

Cet ordre réunit les groupements préforestiers arborescents, très ouverts, ou arbustifs, héliophiles, au thermoméditerranéen et mésoméditerranéen, semi-aride, subhumide et humide, qui représentent soit des stades de dégradation ou des manteaux (maquis élevés) bordant les communautés forestières des *Quercetalia ilicis*, soit des climax potentiels lorsque les conditions écologiques (semi-aride, exceptionnellement subhumide ou humide sur les dunes maritimes) ne permettent pas à la forêt dense de se développer (Rivas-Martinez, 1975 ; Rivas-Martinez & Rivas Goday, 1975 ; Barbero *et al.*, 1981 ; Benabid, 1982, 1984 ; Rivas-Martinez *et al.*, 1986 ; Benabid & Fennane, 1994).

Les caractéristiques retenues pour l'ordre sont : *Ampelodesmos mauritanica**, *Anagyris foetida*, *Asparagus albus**, *Asparagus stipularis**, *Bupleurum fruticosum*, *Calicotome spinosa**, *Ceratonion siliqua*, *Chamaerops humilis*, *Clematis cirrhosa*, *Clematis flammula**, *Coronilla valentina* subsp. *glauca*, *Coronilla juncea*, *Daphne gnidium**, *Ephedra fragilis**, *Jasminum fruticans**, *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus**, *Juniperus turbinata**, *Myrtus communis*, *Osyris alba*, *Osyris quadripartita*, *Phillyrea angustifolia* subsp. *angustifolia**, *Pinus halepensis**, *Pistacia lentiscus**, *Pistacia terebinthus**, *Prasium majus*, *Quercus coccifera**, *Rhamnus alaternus* subsp. *alaternus**, *Rhamnus lycioides**, *Rhamnus oleoides* subsp. *angustifolia*, *Rubia peregrina* var. *longifolia*, *Tetraclinis articulata*, *Teucrium fruticans*, *Ziziphus lotus** (Rivas-Martinez, 1975 ; Rivas-Martinez & Rivas Goday, 1975 ; Barbero *et al.*, 1981 ; Barbero & Loisel, 1983 ; Rivas-Martinez *et al.*, 1986, 2002 ; Chaabane, 1993 ; Benabid & Fennane, 1994). Les espèces marquées par un astérisque* existent jusqu'aux confins de l'Atlas saharien (cf. Kaabèche, 1995).

Pour le Bassin Méditerranéen occidental, de nombreuses alliances ont été distinguées (Rivas-Martinez, 1975 ; Rivas-Martinez & Rivas Goday, 1975 ; Rivas-Martinez *et al.*, 1986, 2002), dont 7 sont jusqu'à présent admises en Algérie. Auxquelles, il faut adjoindre 3 alliances individualisées par des auteurs algériens (Djebaili, 1978 ; Dahmani, 1997).

2.1.2.1. Alliance de l'*Oleo sylvestris-Ceratonion siliquae* Br.-Bl. ex Guinochet & Drouineau 1944 *em.* Rivas-Martinez 1975

[Syn. *Myrtion communis* Allier & Lacoste 1980]

Cette alliance correspond à des maquis permanents, des manteaux préforestiers, du thermoméditerranéen subhumide, représentée dans la partie septentrionale du Bassin Méditerranéen occidental (e.g. en Espagne, France, Italie) (Rivas-Martinez, 1975 ; Benabid,

1984 ; Quézel & Barbero, 1985 ; Rivas-Martinez *et al.*, 1986 ; Molina Abril, 1994 ; Roux, 1996). Bien qu'elle soit définie à l'origine au Maghreb, la répartition de cette alliance est actuellement restreinte, à la suite de Rivas-Martinez & Rivas Goday (1975), à une aire européenne s'étendant de la zone méditerranéenne tyrrhénienne aux Baléares.

Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Ampelodesma mauritanicum*, *Calicotome spinosa*, *Euphorbia dendroides*, *Pinus halepensis*, *Teucrium flavum* (Rivas-Martinez, 1975 ; Rivas-Martinez & Rivas Goday, 1975 ; Rivas-Martinez *et al.*, 1986, 2002).

2.1.2.1.1. *Oleo sylvestris-Pistacietum lentisci* Nègre 1964 non Br.-Bl. & Molinier 1951

[Syn. groupement à *Olea europaea* et *Pistacia lentiscus* (in Toubal 1986) ;

Association à *Olea europaea* var. *oleaster* et *Pistacia lentiscus* Sadki 1988 ;

Oleo-Lentiscetum sensu Maire 1926]

- Association climacique thermophile, réunissant les premiers peuplements arborescents préforestiers, vivant en bord de mer dans le Sahel de Tipaza et du littoral est-algérois et qui est très étendue dans le nord-est algérien (région d'Annaba), notamment au niveau de la plaine de la Mafragh et dans l'Edough, mais aussi en situation moins maritime (Atlas tellien algérois), sur divers types de substrats, aussi bien calcaire que siliceux, et sur dunes littorales, au thermoméditerranéen (0-700 m), en bioclimats semi-aride supérieur et subhumide, tempérés et chauds (Nègre, 1964 ; De Bélair *et al.*, 1984 ; Toubal, 1986 ; De Bélair et Bencheikh-Lehocine, 1987 ; Wojterski, 1988, 1990 ; Sadki, 1988, 1995 ; Khelifi & Sadki, 1995 ; Toubal & Toubal, 1996b ; Meddour, 2002). [A1, A2, K3]
- Sadki (1988, 1995) rattache cette association à un *Oleo-Ceratonion* s.l., qui manifestement est utilisé dans son acception originelle (*sensu* Braun-Blanquet 1936), équivalent *grosso modo* à l'ordre des *Pistacio-Rhamnetalia alaterni*. Elle retient les mêmes caractéristiques pour son « complexe » *Oleo-Lentiscetum* s.l. et l'*Oleo-Ceratonion* s.l., soit : *Clematis cirrhosa*, *Prasium majus*, *Piptatherum miliaceum*, *Arisarum vulgare*, *Rhamnus alaternus* subsp. *alaternus*, *Chamaerops humilis*, *Osyris alba*, *Jasminum fruticans*, *Ceratonia siliqua* ! Nègre (1964) proposait, pour sa part, une liste aussi longue de caractéristiques et différentielles : *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea*, *Phillyrea media*, *Smilax mauritanica*, *Melica ciliata*, *Prasium majus*, *Chamaerops humilis*, *Clematis cirrhosa*, *Jasminum fruticans*, et Wojterski (1988) admettait : *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea* subsp. *oleaster*, *Phillyrea media*, *Arisarum vulgare* et *Rubia peregrina*.

2.1.2.1.2. *Ephedro fragilis-Pistacietum lentisci* (Géhu, Kaabèche et Gharzouli 1992 *nom. nud.*)

Géhu et Sadki 1995

- Maquis taillés par les embruns marins, des petites falaises détritiques du littoral algérois (Wojterski, 1988 ; Géhu et Sadki, 1995). [A1]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Pistacia lentiscus*, *Ephedra fragilis* et *Clematis cirrhosa* (Géhu et Sadki, 1995).

2.1.2.1.3. *Bupleuro fruticosi-Euphorbietum dendroidis* Géhu, Kaabèche et Gharzouli 1992

[Syn. *Chamaeropo humilis-Euphorbietum dendroidis* Toubal et Toubal 1996]

- Maquis à *Euphorbia dendroides* des grandes falaises calcaires du Cap de Garde (Annaba), du Cap Carbon (Bejaia) et du Cap Ténès, à l'étage thermoméditerranéen, en bioclimats semi-aride, subhumide et humide chauds (Géhu *et al.*, 1992, 1994 ; Toubal et Toubal, 1996a ; Kaabèche *et al.*, 1998). [A1, K2, K3]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Euphorbia dendroides*, *Bupleurum fruticosum*, *Olea europaea*, *Teucrium atratum*, *Ruscus hypophyllum*, *Rhamnus myrtifolia*, *Asparagus altissimus* (Géhu *et al.*, 1992).

2.1.2.1.4. *Chamaeropo humilis-Artemisietum arborescentis* Géhu et Sadki 1995

- Pré-maquis subnitrophile à *Artemisia arborescens* colonisant les zones abandonnées au niveau des ruines romaines de Tipaza (Géhu et Sadki, 1995). [A1]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Artemisia arborescens*, *Chamaerops humilis*, *Asteriscus maritimus*, *Lobularia maritima* (Géhu et Sadki, 1995).

2.1.2.1.5. Groupement à *Myrtus communis* (in Nègre, 1964)

- Ripisylve qui se présente en fourré très dense, dans les ravins encaissés du Chenoua (littoral ouest-algérois), à caractère à la fois thermophile et mésohygrophile. La myrtaie a été étudiée par Chevassut (1956) sur le littoral est-algérois, qui précise sa composition floristique, puis observé par Toubal (1986) sur l'Edough dans le Nord-Est algérien. Celui-ci représente sans doute le manteau préforestier des associations sclérophylles thermo-méditerranéennes (subéraie à myrte, oléo-lentisque, voire chânaie verte à *Smilax* du *Quercus-Oleion*). [A1, K3]
- Son intégration à l'*Ericion arborea* est possible (présence d'*Erica arborea*, *Arbutus unedo*, notés par Nègre) ou plus probablement au *Pruno-Rubion ulmifolii*, comme le suggère la forte représentativité de *Rubus ulmifolius*, *Crataegus monogyna*, *Rosa sempervirens*, *Tamus communis*, *Coriaria myrtifolia* (cf. Chevassut, 1956 ; Nègre, 1964). Enfin, il peut être autant affilié à l'alliance du *Myrtion communis*, ce qui revient, en fait, à l'intégrer dans l'*Oleo-Ceratonion siliquae*, au moins provisoirement.

2.1.2.2. Alliance du *Juniperion turbinatae* Rivas-Martinez 1975 corr. 1987

Elle réunit l'ensemble des groupements préforestiers (junipéraies) permanents, installés en général sur les cordons dunaires littoraux fixés et les paléodunes, à l'étage thermoméditerranéen, semi-aride à subhumide, sous influence maritime directe, du Bassin Méditerranéen occidental (Rivas-Martinez & Rivas Goday, 1975 ; Barbero *et al.*, 1981 ; Rivas-Martinez *et al.*, 1986, 2002).

Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Juniperus turbinata*, *Juniperus macrocarpa*, *Quercus coccifera*, *Pinus pinaster* subsp. *hamiltonii* (= *P. pinaster* subsp. *maghrebiana*) (Rivas-Martinez, 1975 ; Rivas-Martinez & Rivas Goday, 1975).

2.1.2.2.1. *Ephedro fragilis-Juniperetum macrocarpae* Bartolo, Brullo et Marceno 1982

- Junipéraie climatique des cordons littoraux, et parfois sur dalles, de la côte orientale humide, de Jijel à El Kala, constituée par un maquis à *Juniperus oxycedrus* var. *macrocarpa* (Géhu *et al.*, 1992, 1994) et de la côte oranaise semi-aride (Alcaraz, 1979 ; Aimé *et al.*, 1983). [K2, K3, O1]
- Les espèces caractéristiques sont : *Juniperus macrocarpa* et *Ephedra fragilis* (Géhu *et al.*, 1992, 1994).

2.1.2.2.2. *Ephedro fragilis-Juniperetum turbinatae* (Zaffran 1960) Géhu et Sadki 1995

- Maquis sur sable à *Juniperus turbinata* et *Ephedra fragilis* constituant un climax spécialisé des arrières-dunes littorales de l'algérois (Zaffran, 1960 ; Géhu et Sadki, 1995). [A1]
- Les espèces caractéristiques sont : *Juniperus turbinata* et *Ephedra fragilis* (Géhu et Sadki, 1995).

2.1.2.2.3. *Clematidi cirrhosae-Juniperetum lyciae* Barbero, Quézel et Rivas-Martinez 1981

- Junipéraie occupant les dunes littorales fixées, mais restant encore sous l'influence des embruns marins, en bioclimat semi-aride chaud, de la côte oranaise (Meziani, 1984). Ce syntaxon présente une large répartition au Maghreb, depuis Casablanca à l'ouest

jusqu'à Bouficha en Tunisie à l'est, sur une frange côtière très étroite (Chaabane, 1993). [O₁]

- Les espèces caractéristiques sont : *Juniperus turbinata*, *Juniperus macrocarpa*, *Clematis cirrhosa*, *Ephedra fragilis* (Chaabane, 1993).

2.1.2.3. Alliance de l'*Ericion arboreae* Rivas-Martinez (1975) 1987

Correspond aux manteaux forestiers (maquis élevés), sur sols siliceux, dominées par *Erica arborea*, bordant les chênaies sylvatiques acidiphiles, du thermoméditerranéen au supraméditerranéen, en zones humide et subhumide, du Bassin Méditerranéen occidental (Rivas-Martinez *et al.*, 2002 ; Quézel & Médail, 2003a). Ce sont des formations préforestières proclimaciques ou issues de la dégradation des communautés forestières du chêne liège, du chêne vert, voire des chênes caducifoliés (Quézel *et al.*, 1988 ; Benabid & Fennane, 1994 ; Benabid, 2000).

Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Bupleurum fruticosum*, *Phillyrea angustifolia* (Quézel *et al.*, 1988 ; Rivas-Martinez *et al.*, 2002).

2.1.2.3.a. Sous-alliance du *Quercenion cocciferae* Quézel, Barbero, Benabid, Loisel et Rivas-Martinez 1988

Cette sous-alliance, liée strictement aux substrats siliceux, s'étend depuis le semi-aride jusqu'à l'humide, chauds et tempérés, à l'étage thermoméditerranéen et localement au mésoméditerranéen inférieur (Quézel *et al.*, 1988 ; Hadjadj-Aoul et Loisel, 1999).

Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Quercus coccifera*, *Teucrium fruticans*, *Sarothamnus arboreus* (Quézel *et al.*, 1988) et *Myrtus communis* (Hadjadj-Aoul et Loisel, 1999).

2.1.2.3.1. *Erico arboreae*-*Myrtetum communis* Quézel, Barbero, Benabid, Loisel et Rivas-Martinez 1988

[Syn. groupement à *Pistacia lentiscus* et *Erica arborea* (in Sadki 1988) ;

Erico arboreae-*Tetraclinetum articulatae* Hadjadj-Aoul 1988 *pro parte* ;

Simetho bicoloris-*Ericetum arboreae callitretosum* Nègre 1964]

- Matorral arboré, dérivant des subéraies à myrte, venant en bord de mer (0-500 m), en semi-aride supérieur à subhumide chaud, sur sols décarbonatés (gréseux, schisteux, sableux), du massif des Traras sur le littoral oranais et jusqu'à Mostaganem (Hadjadj-Aoul, 1988, 1991 ; Hadjadj-Aoul et Loisel, 1999) et dans le sahel de Tipaza (cf. Nègre, 1964). Dans la région de Annaba, cette association se présente en maquis moyen à haut, localisé à basse altitude sur substrat siliceux, au thermoméditerranéen, subhumide à hiver tempéré (Sadki, 1988 ; Khelifi & Sadki, 1995). [O₁, A₁, K₃]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Erica arborea*, *Myrtus communis*, *Tetraclinis articulata*, *Phillyrea angustifolia*, *Simethis bicolor*, *Aira tenorii* (Nègre, 1964) ; Hadjadj-Aoul (1991) puis Hadjadj-Aoul et Loisel (1999) retiennent les 3 premières espèces et adjoignent *Arbutus unedo*, *Teucrium fruticans*.

2.1.2.3.2. *Phillyreo latifoliae*-*Quercetum cocciferae* Quézel, Barbero, Benabid, Loisel et Rivas-Martinez 1988 *tetraclinetosum* Hadjadj-Aoul 1991

[Syn. *Erico arboreae*-*Tetraclinetum articulatae* Hadjadj-Aoul 1988 *pro parte* ;

Prasio majoris-*Oleetum sylvestris* O. Bolos in O. Bolos & Molinier 1969 *tetraclinetosum* Guinochet 1980]

- Groupement arbustif préforestier, où dominant le lentisque et le coccifère, coiffé par le thuya, acidiphile, installé sur substrats décarbonatés oligotrophes, lié à un climat maritime, semi-aride à subhumide chauds et doux ; il s'étend sur les sahels littoraux oranais depuis Ghazaouet jusqu'à Mostaganem (Hadjadj-Aoul, 1988, 1991) et sur le secteur littoral algérois (Tipaza, gorges de la Chiffa, Mouzaïa, Baïnem), où il atteint 700 m (Guinochet, 1980 ; Hadjadj-Aoul, 1993 ; Meddour, 2002). [O₁, A₁]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Quercus coccifera*, *Phillyrea latifolia*, *Erica arborea*, *Arbutus unedo*, *Bupleurum fruticosum*, *Brachypodium retusum* (Hadjadj-Aoul, 1991, 1993 ; Meddour, 2002), et selon Guinochet (1980), ce sont : *Olea europaea*, *Tetraclinis articulata*, *Prasium majus*.

2.1.2.3.3. *Tamo communis-Quercetum cocciferae* Hadjadj-Aoul et Loisel 1999

- Association où la physionomie est marquée par le pin d'Alep et le thuya, de l'étage thermoméditerranéen inférieur, en bioclimat subhumide à hiver chaud, sous influence maritime directe, s'étendant sur le littoral algérois (depuis Cherchell jusqu'aux environs d'Alger), sur des sols décarbonatés. [A₁]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Quercus coccifera*, *Tamus communis*, *Erica arborea*, *Arbutus unedo*, *Rosa sempervirens*, *Genista tricuspidata* subsp. *tricuspidata* (Hadjadj-Aoul et Loisel, 1999).

2.1.2.3.4. *Tetraclino articulatae-Phillyreetum latifoliae* Hadjadj-Aoul et Loisel 1999

- Association préforestière, du thermoméditerranéen supérieur et mésoméditerranéen inférieur (700-1 100 m), en bioclimats semi-aride supérieur et subhumide inférieur, tempérés à frais, répandue sur l'Atlas tellien oranais (monts de Tlemcen, Daya, Saïda). [O₃]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Tetraclinis articulata*, *Phillyrea latifolia*, *Quercus coccifera*, *Jasminum fruticans*, *Erica arborea*, *Arbutus unedo*, *Cytisus arboreus* subsp. *baeticus*, *Teucrium fruticans* (Hadjadj-Aoul et Loisel, 1999).

2.1.2.3.5. *Genisto numidicae-Quercetum suberis* Toubal 1998

- Suberaie claire, sur dunes fixées, siliceuses, à l'étage thermoméditerranéen, en bioclimat humide chaud, au djebel Edough. [K₃]
- Les espèces caractéristiques sont : *Quercus suber*, *Genista numidica* (Toubal, 1998).

2.1.2.3.6. *Genisto ulicinae-Quercetum cocciferae* Djaboub 2008

- Cette cocciféraie, installée sur les dunes siliceuses, qui entourent le lac Bleu (El Kala), se présente en un maquis bas, plus ou moins dense. [K₃]
- Les espèces caractéristiques sont : *Quercus coccifera* et *Genista ulicina* (Djaboub, 2008).

2.1.2.3.7. *Erico arboreae-Pinetum halepensis* Brakchi 1998

- Groupement préforestier dominé par *Pinus halepensis*, mélangé au thuya, s'étendant sur la région littorale de Tipasa-Ténès (Cherchell, Gouraya, El Marsa, Chenoua), sur substrat gréseux ou schisteux, à l'étage thermoméditerranéen (0-800 m), au subhumide tempéré à chaud. [A₁]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Pinus halepensis*, *Erica arborea*, *Arbutus unedo*, *Quercus coccifera* (Brakchi, 1998).

2.1.2.4. Alliance de l'*Asparago albi-Rhamnion oleoidis* Rivas Goday ex Rivas-Martinez 1975

Communautés des maquis et manteaux préforestiers, au thermoméditerranéen, semi-aride supérieur au subhumide, chauds et tempérés, sur tous les types de substrats, de répartition ibéro-maghrébienne (Rivas-Martinez & Rivas Goday, 1975 ; Barbero *et al.*, 1981 ; Rivas-Martinez *et al.*, 1986 ; Quézel & Barbero, 1986 ; Quézel & Médail, 2003a).

Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Aristolochia baetica*, *Asparagus albus*, *Asparagus aphyllus*, *Bupleurum gibraltarium*, *Calicotome villosa*, *Rhamnus oleoides* subsp. *oleoides*, *Rhamnus oleoides* subsp. *angustifolia* (Rivas-Martinez, 1975 ; Rivas-Martinez & Rivas Goday, 1975 ; Barbero *et al.*, 1981 ; Quézel & Barbero, 1986 ; Rivas-Martinez *et al.*, 1986, 2002).

2.1.2.4.1. *Chamaeropo humilis*-*Asparagetum altissimi* Guinochet 1980

- Matorral dense dominé par *Pistacia lentiscus*, localisé dans la zone littorale oranaise sur substrat calcaire (Guinochet, 1980). [O₁]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Asparagus altissimus*, *Chamaerops humilis*, *Aristolochia baetica*, *Ballota hirsuta*, *Teucrium bracteatum*, *Withania frutescens* (Guinochet, 1980).

2.1.2.4.2. *Lavandulo dentatae*-*Tetraclinetum articulatae* Dahmani 1984 nom. inv Meddour & Géhu 1998 non Fennane 1987

[= *Tetraclino articulatae*-*Lavanduletum dentatae* Dahmani 1984]

- Matorral élevé ou moyen, clair, localisé sur des substrats variés, au thermoméditerranéen (600-900 m), en bioclimat semi-aride tempéré, sur les monts de Tlemcen (Ghar Rouban) (Dahmani, 1984 ; Hadjadj-Aoual, 1988). [O₃]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Tetraclinis articulata*, *Lavandula dentata*, *Olea europaea*, *Cistus munbyi* (Dahmani, 1984).

2.1.2.4.3. *Calicotomo intermediae*-*Tetraclinetum articulatae* Barbero, Quézel et Rivas-Martinez 1981

- Tétracлинаie se présentant en groupement arbustif dominé par le thuya, franchement maritime, localisé au thermoméditerranéen inférieur (0-500 m), en bioclimat semi-aride chaud, sur des substrats variés en majorité décarbonatés sableux, des sahels littoraux entre les massifs des Traras et du Murdjadjo (Oran), jusqu'au Dahra occidental (Hadjadj-Aoul, 1988, 1991 ; Hadjadj-Aoul et Loisel, 1999). [O₁]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Tetraclinis articulata*, *Calicotome intermedia*, *Quercus coccifera*, *Chamaerops humilis* (Hadjadj-Aoul, 1988, 1991 ; Hadjadj-Aoul et Loisel, 1999).

2.1.2.4.4. *Quercetum coccifero-rotundifoliae* Hadjadj-Aoul et Loisel 1999

- Chênaie mixte couvrant des substrats variés, de l'étage thermoméditerranéen supérieur (600-1100 m), en ambiance semi-aride supérieur ou subhumide, dans les variantes tempérée et fraîche, de l'Atlas tellien occidental (monts de Tlemcen, Daya et Saida, revers occidentaux de l'Ouarsenis) (Hadjadj-Aoul et Loisel, 1999). [O₃]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Quercus coccifera*, *Quercus rotundifolia*, *Calicotome intermedia*, *Asparagus albus*, *Bupleurum gibraltarium*, *Aristolochia sempervirens* (Hadjadj-Aoul et Loisel, 1999).

2.1.2.4.5. *Ampelodesmo mauritanicae*-*Tetraclinetum articulatae* Hadjadj-Aoul et Loisel 1999

- Association présente sur divers types de substrats, au thermoméditerranéen supérieur et mésoméditerranéen inférieur (500-1300 m), en bioclimats semi-aride supérieur voire subhumide inférieur, à variante tempérée, dans tout l'Atlas tellien oranaise, depuis les

monts de Tlemcen jusque dans les monts de Frenda (Hadjadj-Aoul et Loisel, 1999). [O₃]

- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Tetraclinis articulata*, *Ampelodesma mauritanica*, *Stipa tenacissima*, *Rosmarinus officinalis*, *Globularia alypum*, *Calicotome intermedia* (Hadjadj-Aoul et Loisel, 1999).

2.1.2.4.6. *Genisto quadriflorae-Tetraclinetum articulatae* Hadjadj-Aoul et Loisel 1999

- « Forêt de pin d'Alep et de thuya », qui se développe entre 700 et 1 300 m, sur substrats calcaires, à l'étage thermoméditerranéen supérieur et aussi mésoméditerranéen, au semi-aride tempéré ou localement subhumide, des monts de Daya, Telagh et environs de Saïda (Hadjadj-Aoul et Loisel, 1999). [O₂, O₃]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Tetraclinis articulata*, *Genista quadriflora*, *Phillyrea angustifolia*, *Calicotome intermedia*, *Pinus halepensis*, *Quercus coccifera*, *Ephedra fragilis*, *Juniperus oxycedrus* (Hadjadj-Aoul et Loisel, 1999).

2.1.2.5. Alliance du *Tetraclini articulatae-Pistacion atlanticae* Rivas-Martinez, Costa & Izco 1986

Alliance maghrébienne, réunissant les associations arbustives et préforestières, du thermo- et mésoméditerranéens, dans les bioclimats aride supérieur et semi-aride inférieur, des régions continentales (Rivas-Martinez *et al.*, 1986), où elles constituent le manteau préforestier des groupements se rattachant aux *Quercetalia ilicis* (Quézel & Barbero, 1986). Les caractéristiques présentes en Algérie sont : *Crataegus maura*, *Pistacia atlantica*, *Rhus pentaphyllum* (Rivas-Martinez *et al.*, 1986) et *Juniperus turbinata*, *Tetraclinis articulata* (Hadjadj-Aoul et Loisel, 1999).

2.1.2.5.a. Sous-alliance du *Ceratonio siliquae-Quercenion cocciferae* Quézel & Barbero 1986

Elle est présente au Maroc septentrional, du Rif aux Beni-Snassène. Sa chorologie en Algérie est pour l'instant imprécise.

Elle admet pour caractéristiques : *Ceratonia siliqua*, *Quercus coccifera*, *Phlomis purpurea* subsp. *caballeroi*, *Calicotome intermedia* (Quézel & Barbero, 1986).

2.1.2.5.1. *Rosmarino tournefortii-Tetraclinetum articulatae* Fennane 1987

- Matorral arboré développé entre 500 et 800 m, sur substrats marneux ou calcaires, en semi-aride tempéré, dans l'arrière-pays semi-continentale des monts de Tlemcen (Hadjadj-Aoul, 1988). [O₃]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Tetraclinis articulata*, *Rosmarinus eriocalyx*, *Bupleurum balansae*, *Cistus clusii*, *Erica multiflora* (Hadjadj-Aoul, 1988).

2.1.2.5.2. *Coronillo (valentinae) pentaphyllae-Quercetum rotundifoliae* Guinochet 1980 *nom. inv.* Meddour 1994⁵

- Groupement préforestier à chêne vert et pin d'Alep, où abonde le coccifère et l'oxycèdre, répandu sur substrats marneux et marno-calcaires, au mésoméditerranéen, en subhumide tempéré et semi-aride supérieur frais, dans la zone méridionale de

⁵ Selon l'article 42-inversion of names de l'ICPN (Weber *et al.*, 2000), l'espèce de la strate dominante devrait occuper la 2^e place. En vertu de cette recommandation, nous avons inversé certains noms de syntaxons (*nom. inv.*).

l'Atlas tellien algérois (région de Boghar-Médéa) (Guinochet, 1980) et également sur les flancs sud de l'Atlas blidéen (Meddour, 1994a, 2002). [A2]

- Les caractéristiques et différentielles sont : *Quercus rotundifolia*, *Coronilla valentina* subsp. *pentaphylla*, *Pinus halepensis*, *Arabis hirsuta* subsp. *sagittata* (Guinochet, 1980 ; Meddour, 1994a, 2002).

2.1.2.5.b. Sous-alliance du *Pistacienion atlanticae* Barbero, Quézel et Rivas-Martinez 1981

Elle est présente en ambiance semi-aride et continentale au Maroc central (Barbero *et al.*, 1981 ; Quézel & Barbero, 1986). Malgré son nom, cette sous-alliance ne saurait être strictement rattachée à la présence de *Pistacia atlantica* (Barbero *et al.*, 1981).

Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Rhus pentaphyllum*, *Rhamnus lycioides* subsp. *atlantica*, *Pistacia atlantica*, *Asparagus altissimus*, *Tetraclinis articulata* (Barbero *et al.*, 1981 ; Rivas-Martinez *et al.*, 1986 ; Fenanne, 1988). *Rhamnus lycioides* subsp. *atlantica*, subendémique algéro-marocain, n'est pas signalé par Quézel & Santa (1962-63) en Algérie, il y existe pourtant, du moins sur les rochers calcaires du djebel Ghoufi aux Aurès (Maire, 1937).

2.1.2.5.3. *Rho pentaphyllae-Tetraclinetum articulatae* Hadjadj-Aoul (1988) 1991

- Groupement arbustif xérothermophile, dominé par le Thuya, installé sur substrats carbonatés, au thermoméditerranéen inférieur (100-300 m), en bioclimats semi-aride à aride supérieur, chauds à tempérés, occupant les versants sud des sahels littoraux oranais (depuis les Traras et la Tafna jusqu'à Mostaganem) ; il assure la transition vers les plaines sublittorales (Hadjadj-Aoul, 1988, 1991 ; Hadjadj-Aoul et Loisel 1999). [O1, O2]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Tetraclinis articulata*, *Rhus pentaphylla*, *Withania frutescens*, *Rhamnus oleoides*, *Pistacia atlantica* (Hadjadj-Aoul, 1991 ; Hadjadj-Aoul et Loisel 1999).

2.1.2.5.4. *Rhamno oleoidis-Tetraclinetum articulatae* Hadjadj-Aoul et Loisel 1999

- Tétracлинаie alticole (500 à 1 200 m), se développant à l'intérieur des terres, à continentalité plus accusée, sur des substrats calcaires ou siliceux, au thermoméditerranéen supérieur et au mésoméditerranéen, en bioclimat semi-aride supérieur, voire localement subhumide, tempéré, sur le Tell occidental. [O3]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Rhamnus oleoides*, *Tetraclinis articulata*, *Asparagus albus*, *Aristolochia baetica*, *Pistacia atlantica* (Hadjadj-Aoul et Loisel 1999).

2.1.2.5.c. Sous-alliance du *Tetraclini articulatae-Juniperenion phoeniceae* Barbero, Quézel, Rivas-Martinez 1981

Elle est présente sur le Haut Atlas septentrional (Quézel & Barbero, 1986), où *Tetraclinis articulata* et *Juniperus turbinata* exceptionnellement associés au Maghreb, jouent un rôle important (Barbero *et al.*, 1981). Sa chorologie en Algérie reste à préciser.

2.1.2.5.5. *Junipero turbinatae-Quercetum cocciferae* Hadjadj-Aoul et Loisel 1999

- Cette cocciféraie s'observe à la charnière des étages thermoméditerranéen et mésoméditerranéen (800-1 200 m), au semi-aride et/ou subhumide tempéré ou frais, aux expositions les plus froides, sur des substrats calcaires ou grésocalcaires. Elle

s'étend sur les monts de Daya, aux environs de Frenda et au sud de Médéa (entre Boghar et Berrouaghia), en situation plus continentale. [O₃, A₂]

- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Quercus coccifera*, *Juniperus turbinata*, *Tetraclinis articulata* (Hadjadj-Aoul et Loisel 1999).

2.1.2.6. Alliance du *Periplocion angustifoliae* Rivas-Martinez 1975

Communautés frutescentes, épineuses, caduques en été, du thermoméditerranéen inférieur semi-aride chaud sublittoral, de répartition ibéro-marocaine (Rivas-Martinez, 1975 ; Molina Abril, 1994 ; Rivas-Martinez *et al.*, 1986, 2002).

Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Calicotome intermedia*, *Maytenus senegalensis* subsp. *europaeus*, *Periploca angustifolia*, *Phlomis purpurea* subsp. *caballeroi*, *Rhus tripartita*, *Withania frutescens*, *Ziziphus lotus* (Rivas-Martinez, 1975 ; Rivas-Martinez & Rivas Goday, 1975 ; Barbero *et al.*, 1981 ; Rivas-Martinez *et al.*, 1986, 2002 ; Quézel & Médail, 2003a).

2.1.2.6.1. Brousse à *Periploca laevigata* et *Ziziphus lotus* (in Géhu, Kaabèche et Gharzouli 1994)

- Ziziphaie des terrasses supérieures bordant les oueds régulièrement alimentés en eau des zones arides sud-telliennes. [C₁]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Ziziphus lotus*, *Periploca laevigata*, *Rhus tripartita* (Géhu *et al.*, 1994).

2.1.2.7. Alliance du *Junipero oxycedri-Rhamnion atlanticae* Quézel & Barbéro 1986

Réunit les groupements préforestiers, aux étages méso- et supraméditerranéens, en bioclimat subhumide, au Maghreb (Quézel & Barbéro, 1986 ; Quézel & Médail, 2003a).

Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, *Rhamnus oleoides* subsp. *atlantica*, *Juniperus turbinata*, *Chamaerops humilis* var. *argentea* (Quézel & Barbéro, 1986 ; Quézel *et al.*, 1987).

2.1.2.7.1. *Junipero turbinatae-Quercetum rotundifoliae* Dahmani 1997

- Groupement préforestier (matorrals) à chêne vert et genévrier oxycèdre, avec parfois le genévrier rouge, développé entre 1 200 et 1 600 m, au supraméditerranéen, en bioclimat semi-aride froid, sur l'Atlas saharien méridional (El Bayadh, Aflou, Senalba, Bou Saada, Tebessa). [AS₁, AS₂, AS₃]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Quercus rotundifolia*, *Juniperus turbinata*, *Cynosurus effusus*, *Arabis auriculata*, *Ephedra altissima* (Dahmani, 1997).

2.1.2.8. Alliance du *Genisto tricuspidatae-Calicotomion spinosi* Dahmani 1997

Alliance réunissant les "groupements préforestiers de l'Algérie centrale, se présentant en matorrals et taillis de chêne vert, dont l'extension est alarmante suite à la fréquence des incendies", provenant de la dégradation de la chênaie verte ou de la suberaie, au thermoméditerranéen et mésoméditerranéen, en bioclimat subhumide voire humide, dominés physionomiquement par *Calicotome spinosa*, *Ampelodesmos mauritanica*, *Genista tricuspidata* subsp. *tricuspidata*, qui en sont les espèces caractéristiques, *Cistus creticus* subsp. *creticus* étant la différentielle de cette alliance (Dahmani, 1997).

2.1.2.8.1. *Calicotomo spinosae-Quercetum rotundifoliae* Dahmani 1997

- Taillis et matorrals à chêne vert, développés sur substrats calcaires, à 950-1 350 m, au mésoméditerranéen subhumide, dans la région de Bougaa et de Guenzet, les monts du Titteri, de Saida et de Tiaret, sur le djebel Babor, les monts de Tlemcen et de Daya. [A2, O3, C1, K2]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Quercus rotundifolia*, *Calicotome spinosa*, *Ampelodesmos mauritanica*, *Leuzea conifera* (Dahmani, 1997).

2.1.2.8.2. *Cisto salvifolii-Quercetum rotundifoliae* Dahmani 1997

- Formation préforestière dérivant de la dégradation des chênaies vertes, liée aux substrats siliceux, au thermoméditerranéen supérieur et au mésoméditerranéen (700-1 200 m), sur l'Atlas blidéen, l'Ouarsenis et au Djurdjura essentiellement (Dahmani, 1997 ; Brakchi, 1998). [A2, K1]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Quercus rotundifolia*, *Cistus salvifolius*, *Cistus monspeliensis*, *Lavandula stoechas* (Dahmani, 1997) et également *Galium scabrum*, *Teucrium pseudoscorodonia*, *Quercus suber* (Brakchi, 1998).

2.1.2.8.3. *Calicotomo spinosae-Pinetum halepensis* Brakchi 1998

- Groupement préforestier se présentant en matorrals, provenant de la dégradation de la chênaie verte, sur substrat schisteux, dans l'Atlas blidéen, région de Médéa et de Tablat, au thermo- et mésoméditerranéen (750-1 100 m). [A2]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Pinus halepensis*, *Calicotome spinosa*, *Genista tricuspidata*, *Ampelodesmos mauritanica*, *Juniperus oxycedrus* (Brakchi, 1998).

2.1.2.9. Alliance du *Calicotomo intermediae-Quercion cocciferae* Dahmani 1997

Réunirait des associations préforestières, qui s'installeraient à la suite de la dégradation de la tétraclinaie, de la cocciféraie ou encore de la chênaie verte du thermoméditerranéen et mésoméditerranéen, dominées physionomiquement par *Quercus rotundifolia*, *Calicotome intermedia* et *Chamaerops humilis*, qui en sont les caractéristiques (Dahmani, 1997).

2.1.2.9.1. *Calicotomo intermediae-Quercetum rotundifoliae* Dahmani 1997

- Chênaie préforestière à aspect très ouvert, où le chêne vert arbustif s'associe au chêne kermès et au thuya, thermoméditerranéenne, située entre 700 et 1 100 m, en bioclimat semi-aride et subhumide inférieur, tempérés et frais, en Oranie sur le massif des Traras et du Tessala surtout et aussi sur les monts de Tlemcen, Saida et Frenda (Dahmani, 1997). [O1, O2, O3]
- Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Quercus rotundifolia*, *Calicotome villosa* subsp. *intermedia*, *Quercus coccifera* (Dahmani, 1997).

2.1.2.10. Alliance *Pino halepensis-Quercion rotundifoliae* Djebaïli 1978 nom nov. hoc loco

[= Alliance à *Pinus halepensis* et *Quercus ilex* (in Djebaïli 1978)]

Groupements préforestiers des sommets de l'Atlas saharien, xériques, en ambiance bioclimatique semi-aride à hiver froid (Djebaïli, 1978, 1990).

Les caractéristiques et différentielles sont : *Pinus halepensis*, *Juniperus oxycedrus*, *Phillyrea angustifolia*, *Asparagus acutifolius*, *Cistus villosus*, *Teucrium pseudochamaepitys*, *Leuzea conifera* (Djebaïli, 1978, 1990).

2.1.2.10.1. *Dorycnio suffruticosi-Pinetum halepensis* Djebaïli 1978 nom. nov. hoc loco[= *Dorycnio suffruticosi-Phillyreum mediae* Djebaïli 1978]

- Pinèdes denses à *Pinus halepensis* et chêne vert des sommets et des hauts versants de l'Atlas saharien (Senalba, Aurès), localisées entre 1 000 et 1 800 m d'altitude, du semi-aride supérieur voire au subhumide frais et froids, sur des substrats essentiellement calcaires (Djebaïli, 1978, 1990). [AS₂, AS₃]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Dorycnium pentaphyllum* subsp. *suffruticosum*, *Phillyrea media*, *Calicotome spinosa*, *Jasminum fruticans*, *Lonicera implexa*, *Argyrolobium linnaeanum*, *Centaurea incana* (Djebaïli, 1978, 1990).

2.1.3. Ordre des *Ephedro majoris-Juniperetalia phoeniceae* Quézel et Barbero (1981) 1986

Cet ordre maghrébien regroupe les formations arborées claires préstepmiques d'altitude, du montagnard-méditerranéen et de l'oroméditerranéen inférieur, en bioclimats semi-aride et aride, dans leurs diverses variantes thermiques, où les *Juniperus* sont dominants, apparaissant constituées par un piqueté arboréen clairsemé, en limite des vastes formations stepmiques du Maghreb (Quézel et Barbero, 1981, 1986 ; Quézel, 1998).

Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Ephedra fragilis* subsp. *cossonii*, *Ephedra major* var. *villarsii*, *Juniperus turbinata*, *Juniperus oxycedrus* subsp. *rufescens* (Quézel et Barbero, 1981 ; Benabid & Fennane, 1994 ; Benabid, 2000).

Certains groupements forestiers préstepmiques, décrits par Abdessemed (1981) aux Aurès/Belezma, ont été explicitement rattachés à ces unités par Meddour & Géhu (1998), ce que pressentait Dahmani (1994). Quant à Quézel (1998), il notait également que certains groupements de cédraies des Aurès doivent être intégrés à cet ordre.

2.1.3.1. Alliance du *Junipero thuriferae-Quercion rotundifoliae* Quézel et Barbero (1981) 1986

Communautés préstepmiques, à déterminisme thermique prépondérant, se développant en altitude, en bioclimats semi-aride et localement subhumide, dans les variantes froide et très froide ; elles paraissent être très généralement potentielles au supraméditerranéen et au montagnard-méditerranéen semi-arides, mais elles représentent des formations de manteau au montagnard-méditerranéen (voire à l'oroméditerranéen) subhumide, dérivant des structures forestières se rattachant aux *Querco-Cedretalia atlanticae* (Quézel et Barbero, 1981, 1986).

Les caractéristiques et différentielles sont : *Berberis hispanica*, *Buxus balearica*, *Cotoneaster nummularia*, *Crataegus laciniata*, *Fraxinus dimorpha*, *Juniperus thurifera* subsp. *africana*, *Lonicera arborea*, *Quercus rotundifolia*, *Rosa sicula* (Quézel & Barbero, 1989 ; Benabid & Fennane, 1994 ; Quézel, 1998 ; Benabid, 2000).

2.1.3.1.1. *Berberido hispanicae-Cedretum atlanticae* Abdessemed 1981 nom. inv. Meddour & Géhu 1998 non Benabid 1982[= *Cedro atlanticae-Berberidetum hispanicae* Abdessemed 1981]

- Futaie claire de cèdre se développant en subhumide inférieur froid à très froid, au montagnard-méditerranéen, sur substrat calcaire, spécifique des flancs nord du Sgag aux Aurès. [AS₃]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Cedrus atlantica*, *Berberis hispanica*, *Festuca algeriensis*, *Cytisus balansae* (Abdessemed, 1981).

2.1.3.1.2. Groupement à *Juniperus thurifera* subsp. *africana* (in Abdessemed 1981)

- Groupement arborescent présteppique, constitué de chêne vert, cèdre, frêne dimorphe, ou le thurifère trouve son optimum, localisé dans le massif de Sgag et au djebel Azreg (Aurès), sur substrat calcaire, au semi-aride froid. [AS₃]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Juniperus thurifera* subsp. *africana*, *Cotoneaster racemiflora*, *Cytisus balansae* (Abdessemed, 1981).

2.1.3.1.3. Groupement à *Fraxinus dimorpha* et *Quercus rotundifolia* (in Abdessemed 1981)

- Matorral dense et élevé de frêne dimorphe et de chêne vert, avec ou sans thurifère, situé sur les bas versants nord du djebel Feraoun et dans la vallée de l'oued Abdi (Aurès), au semi-aride à subhumide frais à froid, sur grès et calcaires. [AS₃]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Fraxinus dimorpha*, *Quercus rotundifolia*, *Juniperus oxycedrus* (Abdessemed, 1981).

2.1.3.2. Alliance de l'*Ephedro majoris-Juniperion phoeniceae* Quézel et Barbero (1981) 1986

Communautés présteppiques, à déterminisme xérique prédominant, aux étages thermo- et mésoméditerranéen, en bioclimats aride ou semi-aride inférieur, froids, frais et tempérés ; ils représentent à l'aride des structures de végétation potentielles, alors qu'au semi-aride, ils constituent en général le manteau des communautés relevant du *Tetraclini-Pistacion* (Quézel et Barbero, 1981, 1986).

Les caractéristiques et différentielles sont : *Asparagus albus*, *Pistacia atlantica*, *Rhus pentaphylla*, *Rhus tripartitum*, *Warionia saharae* (Quézel et Barbero, 1989 ; Benabid & Fennane, 1994).

2.1.3.2.1. Groupement à *Fraxinus dimorpha* et *Juniperus phoenicea* (in Abdessemed 1981)

- Formation arborescente présteppique claire à très claire à genévrier rouge se développant en semi-aride frais à froid, sur calcaire et grès calcaire, dans les Aurès-Bélezma. [C₁, AS₃]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Fraxinus dimorpha*, *Juniperus phoenicea*, *Juniperus oxycedrus*, *Ephedra nebrodensis*, *Pistacia terebinthus* (Abdessemed, 1981).

2.2. Classe des *Quercetea pubescentis* Doing ex Scamoni & Passarge 1959

[Syn. *Quercetea pubescenti-petraeae* Jakucs 1960]

Cette classe s'étend sur l'ensemble du Bassin Méditerranéen, où elle réunit la plupart des groupements forestiers caducifoliés thermophiles, généralement calcicoles, du Sud-Est européen (Barbero *et al.*, 1974 ; Aimé *et al.*, 1986 ; Géhu, 1998) et au Maghreb, la majorité des groupements forestiers d'altitude (1 300-1 400 à 2 000-2 200 m), telles que les chênaies caducifoliées et les forêts de conifères montagnards (*Abies*, *Cedrus*), sur divers types de substrats, aux étages supraméditerranéen et montagnard-méditerranéen, essentiellement en bioclimats subhumide et humide (voire perhumide), à variantes fraîche et froide, localement très froide (Barbero *et al.*, 1974, 1981 ; Quézel, 1981 ; Benabid, 1982, 1984). Elle comprend aussi, dans son acception actuelle, les fruticées d'altitude à genévriers rampants représentant le manteau préforestier des cédraies humides (Quézel & Barbero, 1989).

Les espèces caractéristiques et différentielles de cette classe sont en grande majorité des taxons de distribution holarctique (eurasiatique, européenne, euro-méditerranéenne), qui caractérisent les formations forestières caducifoliées tempérées des *Querco-Fagetea sylvaticae* Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937 et de leurs syntaxons subordonnés, notamment

les *Fagetalia sylvaticae* Pawlowski in Pawlowski, Sokolowski & Wallisch 1928 et les *Quercetalia roboris* Tüxen 1931, ainsi que sur le revers nord du Bassin Méditerranéen, les *Quercetalia pubescentis* Klika 1933, comme l'a montré dès 1956 Quézel, puis précisé tour à tour par Barbero *et al.* (1974, 1981), Barbero et Quézel (1975), Abdessemed (1981), Benabid (1982, 1984), Aimé *et al.* (1986) et Quézel et Barbero (1989). Au total, ce sont au moins 130 taxons caractéristiques de ces unités qui se rencontrent dans les forêts d'altitude (étages supraméditerranéen et montagnard-méditerranéen) du Maghreb et sont donc considérées pour la plupart comme des indicatrices des *Quercetea pubescentis*. Cependant, une synthèse sur les groupements forestiers de ces deux classes, à travers une collaboration entre phytosociologues méditerranéens et non méditerranéens est indispensable afin que soient déterminées avec précision les caractéristiques et différentielles de ces classes et de leurs ordres et alliances respectifs (Bensettiti, 1995).

Les caractéristiques et différentielles présentes en Algérie sont : *Acer campestre*, *Acer monspessulanum*, *Acer obtusatum*, *Acer opalus*, *Achillea ligustica*, *Agrimonia eupatoria*, *Ajuga reptans*, *Alliaria petiolata*, *Amelanchier ovalis*, *Anthriscus sylvestris*, *Aquilegia vulgaris*, *Arabis turrita*, *Arum italicum*, *Asperula laevigata*, *Athyrium filix-femina*, *Brachypodium sylvaticum*, *Blechnum spicant*, *Bromopsis benekenii*, *Bunium macuca*, *Calamintha sylvatica*, *Campanula rapunculus*, *Campanula trachelium*, *Carex divulsa*, *Carex muricata*, *Carex olbiensis*, *Carex remota*, *Carex pendula*, *Carex sylvatica*, *Cardamine flexuosa*, *Castanea sativa*, *Cephalanthera damasonium*, *Cephalanthera longifolia*, *Cephalanthera rubra*, *Chaerophyllum temulum*, *Chelidonium majus*, *Circaea lutetiana*, *Clinopodium vulgare*, *Corydalis solida*, *Cotoneaster racemiflora*, *Crataegus monogyna*, *Crataegus laevigata*, *Cystopteris fragilis*, *Dactylorhiza maculata*, *Daphne laureola*, *Deschampsia flexuosa*, *Dryopteris filix-mas*, *Epipactis helleborine* var. *platyphylla*, *Eupatorium cannabinum*, *Euphorbia amygdaloides*, *Galium odoratum*, *Galium rotundifolium*, *Geranium lanuginosum*, *Geranium robertianum* subsp. *robertianum*, *Geum urbanum*, *Hedera helix*, *Heracleum sphondylium*, *Holcus mollis*, *Hordelymus europaeus*, *Hypericum androsaemum*, *Hypericum montanum*, *Ilex aquifolium*, *Inula conyza*, *Lamium flexuosum*, *Lapsana communis*, *Lathyrus montanus*, *Lathyrus niger*, *Limodorum abortivum* subsp. *abortivum*, *Luzula forsteri*, *Luzula multiflora*, *Melica uniflora*, *Melissa officinalis*, *Mercurialis perennis*, *Moehringia trinervia*, *Monotropa hypopitys*, *Mycelis muralis*, *Myosotis sylvatica*, *Neottia nidus-avis*, *Orchis mascula*, *Orchis purpurea*, *Peucedanum cervaria*, *Phyllitis scolopendrium*, *Physocaulos nodosus*, *Platanthera bifolia*, *Poa nemoralis* subsp. *nemoralis*, *Polystichum aculeatum*, *Polystichum setiferum*, *Populus tremula*, *Potentilla micrantha*, *Primula acaulis*, *Prunella laciniata*, *Prunella vulgaris*, *Prunus avium*, *Ranunculus ficaria*, *Rhamnus alpinus*, *Rhamnus catharticus*, *Ribes uva-crispa*, *Rosa canina*, *Rosa montana*, *Rosa pouzini*, *Rosa micrantha*, *Rubus ulmifolius*, *Rumex tuberosus*, *Sambucus ebulus*, *Sambucus nigra*, *Sanicula europaea*, *Scutellaria columnae*, *Sedum cepaea*, *Serratula tinctoria*, *Silene italica*, *Smyrniium rotundifolium*, *Solidago virgaurea*, *Sorbus aria*, *Sorbus latifolia*, *Sorbus domestica*, *Sorbus torminalis*, *Stachys officinalis*, *Stellaria holostea*, *Tamus communis*, *Tanacetum corymbosum*, *Taxus baccata*, *Thalictrum minus*, *Teucrium chamaedrys*, *Trifolium ochroleucum*, *Veronica montana*, *Veronica serpyllifolia*, *Viburnum lantana*, *Vicia onobrychioides*, *Vicia tenuifolia*, *Vincetoxicum hirundinaria*, *Viola odorata*, *Viola riviniana*, *Viola reichenbachiana* (Barbero *et al.*, 1974, 1981 ; Barbero & Quézel, 1975 ; Benabid, 1982, 1984 ; Aimé *et al.*, 1986 ; Quézel *et al.*, 1987 ; Quézel et Barbero, 1989 ; Rameau *et al.*, 1989 ; Rivas-Martinez *et al.*, 2001-2002).

Cette classe se subdivise en 4 ordres, au sein desquels apparaît un nombre élevé d'alliances dont les caractéristiques sont en général des plantes endémiques locales (Quézel, 1981). Un seul ordre existe sur les Atlas en Algérie et au Maroc (Barbero *et al.*, 1974, 1981), comme en Tunisie (Aimé *et al.*, 1986) : les *Quercu fagineae-Cedretalia atlanticae* (figure 59), unité pressentie par Quézel dès 1956, dans son étude des chênaies caducifoliées de Kabylies et la Sapinière des Babors.

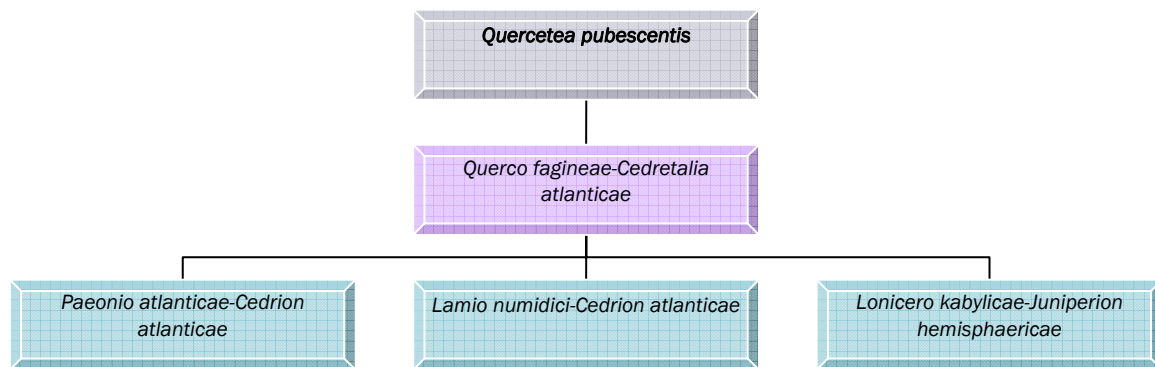


Figure 59. Ordinogramme hiérarchique de la classe des *Quercetea pubescentis* Doing ex Scamoni & Passarge 1959

A titre indicatif, les 3 autres ordres sont (Barbero *et al.*, 1974, 1981) :

- L'ordre des *Quercus pseudo-cerridis-Cedretalia libani* Barbero, Loisel & Quézel 1974 rend compte sur le plan phytosociologique, des étroites affinités existant entre les forêts caducifoliées et les forêts de conifères (cèdre du Liban, *Abies cilicica*, *Pinus pallasiana*) des étages supraméditerranéen et montagnard-méditerranéen, et il souligne également, du point de vue biogéographique, les importantes relations synfloristiques et synécologiques existant entre ce type de forêts au Maghreb et au Proche-Orient (Barbero & Quézel, 1975), où il s'étend sur l'Anatolie méridionale, la Syrie et le Liban littoraux et à Chypre (Barbero *et al.*, 1981 ; Quézel & Barbero, 1985).
- L'ordre des *Quercus cerridis-Carpinetalia orientalis* Quézel, Barbero & Akman 1980 englobe les chênaies caducifoliées supraméditerranéennes d'Italie centro-méridionale, des Balkans et d'Anatolie septentrionale (Barbero *et al.*, 1981 ; Quézel & Barbero, 1985).
- L'ordre des *Quercetalia pubescentis* Klika 1933 (syn. *Quercetalia pubescenti-sessiliflorae* Klika 1933 corr. Moravec in Béguin & Theurillat 1984), qui englobe des communautés thermophiles sous influence méditerranéenne à thermo-continentale (Bardat *et al.*, 2001), localisées en Péninsule ibérique, France méridionale, Italie septentrionale et les îles tyrrhéniennes (Barbero *et al.*, 1981).

2.2.1. Ordre des *Quercus fagineae-Cedretalia atlanticae* Barbero, Loisel & Quézel 1974

Cet ordre endémique maghrébien réunit la quasi-totalité des formations forestières de chênes caducifoliés (*Quercus faginea*, *Q. canariensis*, *Q. pyrenaica*, *Q. afares...*), de cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) et de sapins endémiques du Maghreb (*Abies maroccana*, *Abies numidica*), occupant des aires réduites, en ambiance bioclimatique humide et perhumide (voire localement subhumide), fraîche et froide, des étages supra- et montagnard-méditerranéen, et lorsque les structures pédologiques sont bien conservées (Barbero & Quézel, 1975 ; Barbero *et al.*, 1974, 1981 ; Benabid, 1982, 1984). Les sols, du moins au niveau des peuplements denses et bien conservés, sont épais ou assez épais et entrent dans la catégorie des sols bruns forestiers (Barbero & Quézel, 1975). En Algérie, l'un des principaux centres de répartition de cet ordre, il colonise les massifs telliens les plus élevés et les monts des Aurès-Bélezma, en bioclimat humide à perhumide, voire subhumide froid à très froid (Meddour & Géhu, 1998 ; Géhu *et al.*, 1998).

Les espèces caractéristiques et différentielles de cet ordre, parmi lesquelles figurent essentiellement des endémiques (ou subendémiques) maghrébiennes, sont : *Arctium minus* subsp. *atlanticum*, *Bunium alpinum* subsp. *atlanticum*, *Calamintha baborensis*, *Campanula trachelium* subsp. *mauritanicum*, *Campanula trichocalycina*, *Carum montanum*, *Cedrus atlantica*,

Cephalanthera xyphophyllum var. *latifolia*, *Crataegus laciniata*, *Cynoglossum montanum* var. *maroccanum*, *Cynosurus balansae*, *Daphne laureola* subsp. *latifolia*, *Delphinium sylvaticum*, *Doronicum atlanticum*, *Elymus marginatus* var. *kabylicus*, *Elymus panormitanus*, *Euonymus latifolius* var. *kabylicus*, *Festuca drimeja* var. *grandis*, *Galium tunetanum*, *Geranium atlanticum*, *Geranium malviflorum*, *Geum heterocarpum*, *Geum urbanum* var. *mauritanicum*, *Geum sylvaticum* subsp. *atlanticum*, *Heracleum sphondylium* subsp. *atlanticum*, *Hyacinthoides hispanica* var. *algeriensis*, *Lamium flexuosum*, *Lamium garganicum* subsp. *laevigatum*, *Lonicera arborea*, *Lonicera kabylica*, *Luzula nodulosa* var. *mauritanica*, *Nepeta algeriensis*, *Nepeta multibracteata*, *Physospermum verticillatum*, *Pinus nigra* subsp. *mauretanica*, *Primula acaulis* var. *atlantica*, *Quercus afares*, *Quercus canariensis*, *Ranunculus spicatus* subsp. *maroccanus*, *Rubia laevis*, *Saponaria glutinosa*, *Scilla aristidis*, *Senecio nebrodensis*, *Senecio perralderianus*, *Silene atlantica*, *Silene mellifera*, *Sorbus aria* subsp. *meridionalis*, *Viola munbyana* (Barbero et al., 1974, 1981 ; Barbero & Quézel, 1975 ; Quézel, 1981, 1998 ; Benabid, 1982, 1984 ; Aimé et al., 1986 ; Benabid & Fennane, 1994 ; Quézel & Barbero, 1989 ; Quézel & Médail, 2003a).

Au sein de cet ordre, 6 alliances ont été mises en évidence au Maghreb, essentiellement sur des critères biogéographiques, mais aussi en fonction des conditions écologiques (Quézel, 1998), dont 3 sont reconnues jusqu'à maintenant en Algérie (figure 60). Il faut surtout noter la dichotomie entre cédraies atlasiques telliennes/atlasiques sahariennes, inféodées à deux alliances différentes, comme c'est le cas au Maroc.

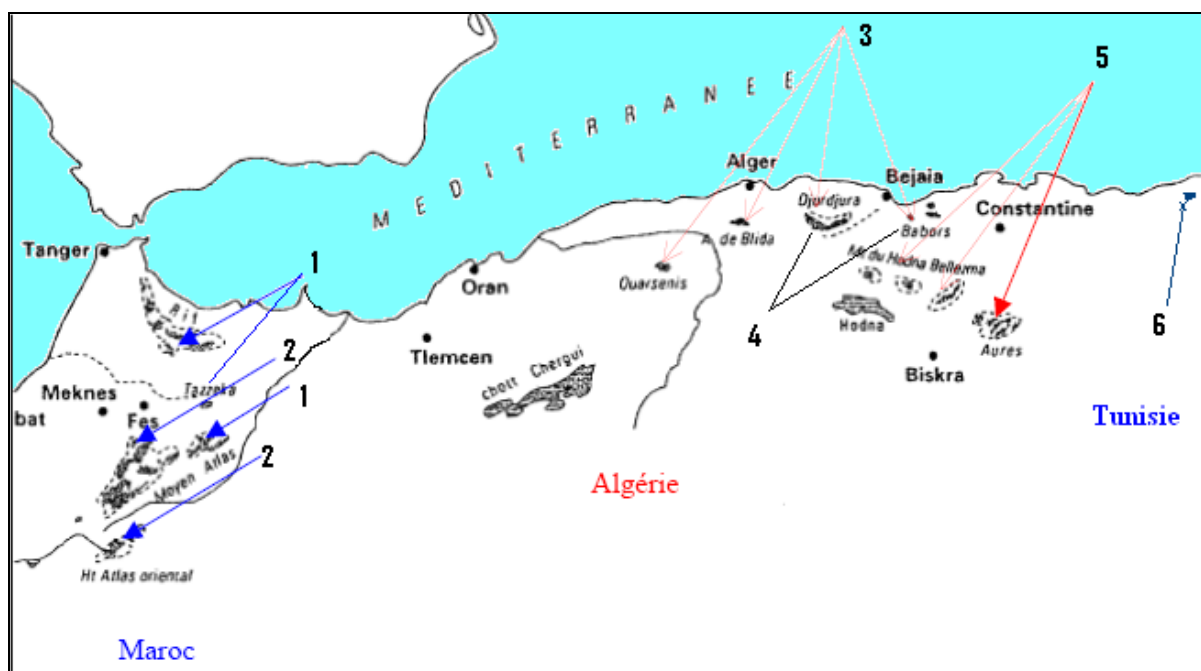


Figure 60. Carte de répartition de *Cedrus atlantica* (Quézel, 1998) et de localisation des alliances des *Quercus-Cedretalia atlanticae* sur les orosystèmes du Maghreb

1. *Viola munbyanae*-*Cedron atlanticae* Barbero et al. 1981 (Rif, Tazzeke, Moyen Atlas oriental)
2. *Paenion maroccanae*-*Cedron atlanticae* Barbero et al. 1981 (Moyen Atlas central et Haut Atlas oriental)
3. *Paenion atlanticae*-*Cedron atlanticae* Barbero et al. 1981 (Djurdjura, Akfadou, chaîne des Babors, Ouarsenis, Atlas blidéen)
4. *Lonicero kabylicae*-*Juniperion hemisphaericae* Quézel & Barbero 1989 (Djurdjura, Babors)
5. *Lamio numidici*-*Cedron atlanticae* Abdessemed 1981 (Aurès, Belezma et monts du Hodna)
6. *Scutellario columnae*-*Quercion canariensis* Aimé et al. 1986 comb. nov. hoc loco (zénaies de Kroumirie)

2.2.1.1. Alliance du *Paeonio atlanticae-Cedrion atlanticae* Barbero, Quézel et Rivas-Martinez 1981

Alliance qui regroupe, essentiellement en Algérie littorale centro-orientale, la majorité des groupements sylvatiques d'altitude (zénaies froides, cédraies et sapinière à *Abies numidica*), des massifs du secteur Kabyle (Djurdjura, Akfadou et Babors) (Barbero & Quézel, 1975 ; Barbero *et al.*, 1981 ; Aimé *et al.*, 1986 ; Quézel et Barbero, 1989), voire de l'Atlas tellien algérois (Quézel, 1998). Cette alliance mérite d'être mieux définie pour l'ensemble de l'Algérie (Barbero *et al.*, 1981).

Les caractéristiques et différentielles sont : *Myosotis latifolia*, *Paeonia mascula* subsp. *atlantica*, *Potentilla micrantha*, *Saxifraga carpetana* subsp. *atlantica*, *Senecio perralderianus* var. *typicus*, *Veronica montana*, *Vicia ochroleuca* subsp. *atlantica*, *Viola munbyana* var. *kabylica* (Barbero *et al.*, 1981 ; Aimé *et al.*, 1986).

2.2.1.1.1. *Galio odorati-Abietetum numidicae* (Quézel 1956) *nom. nov. hoc loco*

[= *Asperulo odoratae Abietetum numidicae* Quézel 1956 *em.* Barbero et Quézel 1975 ;

Association à *Asperula odorata* et *Adenocarpus complicatus* Gharzouli 1989 *pro parte*]

- Sapinière (à cèdre, chêne zéen, if, houx, tremble et érables) localisée sur le versant nord du djebel Babor en petite Kabylie, sur substrat calcaire, entre 1 800 et 2 000 m d'altitude, en perhumide frais à froid, à l'étage montagnard-méditerranéen (Quézel, 1956 ; Barbero et Quézel, 1975). Cette association synendémique représente au Maghreb une formation sylvatique d'une haute valeur biogéographique et phytocénotique (Meddour, 2001). [K2]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Abies numidica*, *Galium odoratum*, *Calamintha baborensis*, *Populus tremula*, *Taxus baccata*, *Neottia nidus-avis*, *Ribes petraeum* var. *atlanticum* (Quézel, 1956 ; Barbero et Quézel, 1975 ; Gharzouli, 1989, 2007 ; Kolai, 1991 ; Yahy, 1995, 2007 ; Yahy *et al.*, 1999) et *Adenocarpus complicatus* subsp. *commutatus* var. *barbarus* (Gharzouli, 2007), qui n'existe ailleurs qu'au djebel Zéen dans l'Akfadou (Laribi, 1999). Il faut souligner l'extrême rareté de *Ribes petraeum* var. *atlanticum* qui n'a pas été retrouvé par Gharzouli (1989), Kolai (1991) et Yahy (1995, 2007). Par contre, Gharzouli (2007) l'a rencontré une seule fois au djebel Tababort.

2.2.1.1.2. *Epimedio perralderiani-Quercetum fagineae* Quézel 1956

[= Association à *Dryopteris aculeata* et *Cephalanthera longifolia* Gharzouli 1989 p.p.]

- Groupement sylvatique à Chêne zéen, d'une richesse floristique exceptionnelle "unique en Afrique du Nord" (Quézel, 1956), admettant plusieurs sous-associations, localisé entre 1100 et 1600 (1800) m, sur substrat calcaire, en bioclimat perhumide, à l'étage supraméditerranéen, sur les djebels littoraux de la petite Kabylie entre Bejaïa et Collo (Adrar ou Mellal, Babor, Tababort, djebel Tamesguida, forêt de Goubia, forêt de Kefrida) (Quézel, 1956 ; Aimé *et al.*, 1986 ; Quézel & Médail, 2003a ; Gharzouli, 2007). [K2]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Quercus canariensis*, *Epimedium perralderianum*, *Acer campestre*, *Campanula trachelium*, *Physospermum verticillatum*, *Digitalis atlantica*, *Heracleum sphondylium* subsp. *atlanticum*, *Inula conyzia*, *Melica uniflora*, *Mercurialis perennis*, *Moehringia stellarioides*, *Quercus afares*, *Asplenium scolopendrium*, *Veronica serpyllifolia*, *Chelidonium majus*, *Cyclamen repandum* subsp. *repandum* var. *baborense*, *Hordelymus europaeus* (Quézel, 1956 ; Aimé *et al.*, 1986 ; Quézel & Médail, 2003a) ; les trois derniers taxons n'ont pas été retrouvés par Gharzouli (2007).

2.2.1.1.3. *Rubo incanescens-Quercetum fagineae* Quézel 1956 em. Aimé, Bonin, Chaabane, Loisel et Saoudi 1986

- Chênaie caducifoliée à chêne zéen de l'Akfadou et localement de Beni Ghobri (Yakouren), développée sur grès numidiens, entre 800 et 1 600 m d'altitude, aux expositions les plus fraîches, en bioclimats humide à subhumide, tempéré et frais, aux mésoméditerranéen et supraméditerranéen (Quézel, 1956 ; Aimé *et al.*, 1986 ; Meddour, 1993 ; Laribi, 1999). Cette association, admettant plusieurs sous-associations, qui constitue sur le littoral algérien, le groupement le plus « xérique » de l'alliance (Aimé *et al.*, 1986), est aussi reconnaissable sur le djebel Edough, avec toutefois *Castanea sativa* comme espèce exclusive de ce massif (Zeraia, 1981 ; Quézel & Médail, 2003a). Toubal (1986) la désigne sous le nom de groupement à *Quercus canariensis* et *Castanea sativa* ; plus tard cet auteur parle d'un faciès à *Castanea sativa* (Toubal & Toubal, 1998). Elle est présente de même en Kabylie des Babors (Gharzouli, 2007). [K1, K2, K3]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Quercus canariensis*, *Rubus incanescens*, *Acer obtusatum*, *Potentilla micrantha*, *Myosotis latifolia*, *Alliaria petiolata*, *Scilla aristidis*, *Prunus avium*, *Doronicum atlanticum*, *Lathyrus niger* (Quézel, 1956 ; Aimé *et al.*, 1986 ; Laribi, 1999 ; Gharzouli, 2007).

2.2.1.1.4. *Senecio perralderiani-Cedretum atlanticae* Quézel et Barbero 1989

- Association « unique », comprenant plusieurs sous-associations à valeur chorologique et floristique, regroupant toutes les Cédraies des massifs kabyles du Djurdjura (Tala Guilef, Tigounatine, Ait Ouabane) et des Babors (Babor, Tababort, Takoucht), localisées, sur substrat calcaire, essentiellement entre 1 500 et 1 800 m d'altitude, en bioclimat perhumide frais à froid (Quézel & Barbero, 1989 ; Yahi, 1995, 2007 ; Gharzouli, 2007). [K1, K2]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Cedrus atlantica*, *Senecio perralderianus*, *Viola munbyana* var. *kabylica*, *Vicia ochroleuca* subsp. *atlantica*, *Lamium longiflorum* subsp. *numidicum*, *Bunium alpinum* subsp. *atlanticum*, *Gagea foliosa*, *Silene atlantica* (Quézel et Barbero, 1989 ; Meddour, 1994b ; Yahi, 1995, 2007 ; Yahi *et al.*, 1999 ; Quézel & Médail, 2003a ; Gharzouli, 2007).

2.2.1.1.5. *Bunio atlantici-Cedretum atlanticae* Meddour 1994

- Cédraie acidiphile supraméditerranéenne, située entre 1 300 et 1 600 m, en bioclimat perhumide frais, sur substrat schisteux et sols profonds et frais, sur l'Atlas blidéen (Atlas tellien algérois) (Meddour, 1994 a & b, 2002). [A2]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Cedrus atlantica*, *Bunium alpinum* subsp. *atlanticum*, *Viola munbyana* var. *kabylica*, *Silene atlantica*, *Ammoides atlantica*, *Gagea foliosa* (Meddour, 1994a & b).

2.2.1.1.6. *Scrophulario laevigatae-Aceretum obtusati* Wojterski 1988

[Syn. *Phlomido bovei-Quercetum rotundifoliae aceretosum obtusati* Zeraia 1981]

- Erablière à *Acer obtusatum*, édaphophile et topogène, sur pentes abruptes, des ravins et vallons humides du versant nord du djebel Mouzaïa (Atlas tellien algérois), située entre 1 300 et 1 400 m, en bioclimat perhumide frais (Wojterski, 1988). La présence significative dans ce syntaxon d'une dizaine de plantes, dont *Potentilla micrantha* et *Viola munbyana*, nous a permis de le rattacher, au moins provisoirement, à ces unités (Meddour, 1994a, 2002 ; Meddour & Géhu, 1998). [A2]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Acer obtusatum*, *Scrophularia laevigata*, *Ranunculus spicatus*, *Moehringia trinervia* (Wojterski, 1988).

2.2.1.1.7. Association à *Biscutella raphanifolia* et *Stachys officinalis* subsp. *algeriensis* Gharzouli 1989

- Forêt claire de chêne zéen, en mélange avec le cèdre et le chêne vert des bas versants des flancs nord du Babor et du Tababort (1 100-1 400 m). [K2]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Biscutella raphanifolia*, *Stachys officinalis* subsp. *algeriensis*, *Cytisus villosus*, *Rubus ulmifolius*, *Rosa micrantha*, *Campanula rapunculus*, *Epilobium lanceolatum*, *Asplenium obovatum* (Gharzouli, 1989).

2.2.1.1.8. *Senecio gallerandiani-Cedretum atlanticae* Yahy 1995

- Forêt dense à cèdre et chêne zéen se développant sur grès numidiens, entre 1 350 et 1 650 m, au subhumide et humide froids, localisée sur le djebel El Meddad dans le massif de Theniet el Had (Yahi et Mediouni, 1997 ; Yahy et al., 1999). [A2]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Cedrus atlantica*, *Senecio gallerandianus*, *Ranunculus ficaria*, *Geranium lucidum*, *Umbilicus rupestris* (Yahi et Mediouni, 1997 ; Yahy, 2007).

2.2.1.1.9. Association à *Satureja baborensis* et *Cedrus atlantica* Gharzouli 2007

- Forêt claire à cèdre et chêne zéen, développée sur les versants pentus du djebel Babor, au-delà de 1400 m, en bioclimat humide froids à très froid, à l'étage supraméditerranéen (Gharzouli, 2007). [K2]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Cedrus atlantica*, *Satureja baborensis*, *Senecio perralderianus*, *Silene patula*, *Moehringia stellarioides* et *Vicia ochroleuca* subsp. *baborensis* (Gharzouli, 2007).

2.2.1.2. Alliance du *Lamio numidici-Cedron atlanticae* Abdessemed 1981

Alliance regroupant les cédraies, les plus xériques et les plus méridionales d'Algérie (Aurès, Belezma et monts du Hodna), en bioclimat subhumide voire localement semi-aride, à continentalité nettement plus accusée que celles de l'Atlas tellien (Abdessemed, 1981 ; Dahmani, 1997 ; Quézel, 1998).

Les caractéristiques et différentielles sont : *Carum montanum*, *Cephalanthera grandiflora*, *Geranium robertianum* subsp. *robertianum*, *Lamium garganicum* subsp. *laevigatum*, *Ranunculus montanus* subsp. *aurasiacus*, *Poa nemoralis* subsp. *nemoralis* (Abdessemed, 1981 ; Quézel & Barbero, 1989 ; Quézel, 1998).

2.2.1.2.1. *Violo munbyanae-Cedretum atlanticae* Abdessemed 1981 nom. nov. Meddour & Géhu 1998

[= *Violo munbyanae-Juniperetum (communis) hemisphaericae* Abdessemed 1981]

- Cédraie « la plus riche et la plus sylvatique », à *Acer opalus*, *Acer monspessulanum* et *Taxus baccata*, observée sur les revers nord des djebels Aïdel, Feraoun et Chelia aux Aurès, sur calcaires, marnes et dolomies, entre 1 700 et 2 100 m d'altitude, en bioclimats subhumide supérieur froid, à l'étage montagnard-méditerranéen (Abdessemed, 1984). [AS3]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Cedrus atlantica*, *Viola munbyana*, *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*, *Taxus baccata*, *Acer monspessulanum*, *Acer opalus*, *Sorbus aria*, *Rosa sicula*, *Atropa belladonna*, *Sambucus ebulus* (Abdessemed, 1981 ; Abdessemed in Wojterski, 1988).

2.2.1.2.2. *Ranunculo spicati-Cedretum atlanticae* Abdessemed 1981 nom. inv. Dahmani 1997

[= *Cedro atlanticae-Ranunculetum spicati* Abdessemed 1981]

- Association alticole (1 800-2 200 m) des vieilles futaies de cèdre, développée en bioclimats semi-aride et subhumide, frais et froid, sur les versants nord et parfois sud, des djebels Chelia et Feraoun aux Aurès et au Belezma (Abdessemed, 1981) et également sur les monts du Hodna (1 700 m), où il se présente en groupement mixte à cèdre et chêne vert, au montagnard-méditerranéen (Dahmani, 1997). [C1, AS3]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Cedrus atlantica*, *Ranunculus spicatus*, *Festuca deserti* subsp. *aurasiaca*, *Erysimum grandiflorum*, *Rumex tuberosus*, *Quercus rotundifolia*, *Juniperus oxycedrus* (Abdessemed, 1981 ; Dahmani, 1997).

2.2.1.2.3. *Aceri monspessulani-Cedretum atlanticae* Abdessemed 1981 nom. nov. Meddour & Géhu 1998

[= *Acero monspessulani-Smyrnetum olusatrum* Abdessemed 1981]

- Association des cédraies denses à *Acer monspessulanum*, développée sur le versant nord du djebel Feraoun et du Chelia, dans les vallées et ravins frais, entre 1 400 et 1 800 m d'altitude. [AS3]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Cedrus atlantica*, *Acer monspessulanum*, *Smyrnia olusatrum*, *Prunus avium*, *Hedera helix* subsp. *canariensis*, *Geranium robertianum* subsp. *robertianum*, *Alliaria petiolata*, *Tamus communis*, *Viola sylvestris* (Abdessemed, 1981).

2.2.1.2.4. *Ilici aquifolii-Cedretum atlanticae* Abdessemed 1981 nom. nov. Meddour & Géhu 1998

[= *Lonicero etruscae-Ilicetum aquifolii* Abdessemed 1981]

- Association des belles futaies de cèdre à *Ilex aquifolium*, des flancs nord du Belezma, située entre 1 600 et 2 000 m d'altitude, en subhumide froid. [C1]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Cedrus atlantica*, *Ilex aquifolium*, *Lonicera etrusca*, *Rubus ulmifolius* (Abdessemed, 1981).

2.2.1.2.5. *Cedro atlanticae-Quercetum rotundifoliae* Abdessemed 1981

- Forêt mixte de cèdre et de chêne vert localisée sur les revers nord du Belezma, au supraméditerranéen, en bioclimat subhumide froid, entre 1 600 et 2 000 m (Abdessemed, 1981) et au niveau des Aurès, à partir de 1 400 m, où il s'agit d'une « chênaie verte envahie par le cèdre » (Dahmani, 1994, 1997). [AS3, C1]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Cedrus atlantica*, *Quercus rotundifolia*, *Silene mellifera*, *Bunium alpinum* subsp. *atlanticum*, *Juniperus oxycedrus*, *Piptatherum paradoxum*, *Ampelodesmos mauritanica* (Abdessemed, 1981 ; Dahmani, 1997).

2.2.1.3. Alliance du *Lonicero kabylicae-Juniperion hemisphaericae* Quézel et Barbero 1989

Alliance des fruticées culminales ou groupements de manteaux préforestiers, à genévriers rampants du Djurdjura, se développant sur substrats calcaires et dolomies surtout, entre 1 500 et 2 200 m, en bioclimat humide à perhumide froid, plus à l'étage montagnard-méditerranéen qu'à l'oroméditerranéen (Quézel et Barbero, 1989).

Les caractéristiques et différentielles sont : *Amelanchier ovalis*, *Acer monspessulanum* subsp. *martinii*, *Berberis hispanica*, *Cotoneaster nummularia*, *Lonicera kabylica*, *Rosa sicula*, *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*, *Prunus prostrata*, *Rosa montana*, *Crataegus laciniata* (Quézel et Barbero, 1989).

2.2.1.3.1. *Cynosuro balansae-Juniperetum hemisphaericae* Quézel et Barbero 1989

- Junipéraie chaméphytique rampante, installée sur des sols superficiels (rankers ou éboulis fixés), largement répandue depuis le djebel Haïzer au pic de Lalla Khedidja, sur

les sommets du Djurdjura, entre 1 700 et 2 300 m d'altitude ; elle prélude souvent à l'installation de la cédraie (Quézel et Barbero, 1989 ; Meddour, 2001). [K1]

- Les caractéristiques et différentielles sont : *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*, *Cynosurus balansae*, *Agropyron panormitanum* var. *hispanicum*, *Luzula nodulosa* var. *mauritanica* (Quézel et Barbero, 1989).

2.2.1.3.2. *Daphno oleoidis-Juniperetum sabinae* Quézel et Barbero 1989

- Junipéraie rupicole, installée sur des dalles calcaréo-dolomitiques, extrêmement localisée au Djurdjura (près de l'Anou Bousouil), vers 1 700 et 2 000 m d'altitude, à valeur biogéographique remarquable au Maghreb (Quézel et Barbero, 1989). [K1]
- Les caractéristiques sont : *Juniperus sabina*, *Daphne oleoides* var. *atlantica*, *Stachys mialhesi* (Quézel et Barbero, 1989).

2.2.1.3.3. *Aceri monspessulani-Ulmetum procerae* Meddour 1999

- Ormaie préforestière à érable de Montpellier, édaphophile et secondarisée, située sur substrat calcaire dans une vallée humide et froide, vers 1200-1300 m d'altitude, au supraméditerranéen, en bioclimat perhumide frais, sur le Djurdjura nord-occidental. [K1]
- Les caractéristiques sont : *Ulmus procera* et *Acer monspessulanum* (Meddour, 1999).

2.2.1.3.4. *Buxo sempervirentis-Abietetum numidicae* Gharzouli 1989 nom. nov. propos. et stat. nov. Meddour & Géhu 1998

[= Association à *Buxus sempervirens* et *Cerastium gibraltarium* Gharzouli 1989]

- Sapinière du Tababort, qui se présente en formation clairsemée envahie par le buis, est située en versant nord, sur les crêtes calcaires dolomitiques (1 800-1 960 m), soumise à une dégradation d'origine anthropique favorisée par une pente très forte qui accélère les processus érosifs du sol (Gharzouli, 1989 ; Meddour, 2001). [K2]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Abies numidica*, *Buxus sempervirens*, *Rhamnus cathartica* (Meddour & Géhu, 1998).

2.2.1.3.5. Association à *Sorbus aria* et *Cedrus atlantica* Gharzouli 2007

- Forêt « trouée » de cèdre, à sapin au dessus de 1800 m, localisée sur les versants nord, très pentus du djebel Tababort, entre 1600 et 1900 m, en bioclimat humide à perhumide, froids à très froids, au montagnard-méditerranéen (Gharzouli, 2007). [K2]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Cedrus atlantica*, *Buxus sempervirens*, *Sorbus aria*, *Cerastium boissierianum* (Gharzouli, 2007).

2.3. Classe des *Quercus roboris-Fagetea sylvaticae* Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937

[*Salici purpureae-Populenea nigrae* Rivas-Martínez & Cantó ex Rivas-Martínez, Bascónes, T.E. Díaz, Fernández-González & Loidi 1991, *Salici-Populenea nigrae* Rivas-Martínez & Cantó ex Rivas-Martínez 1987, *Populetea albae* Br.-Bl. 1962]

D'une aire surtout eurosibérienne, cette classe pénètre peu dans la région méditerranéenne, où elle constitue des enclaves de végétation d'affinité nordique, surtout dans les montagnes et le long des cours d'eau (Braun-Blanquet *et al.*, 1952). Parfois considérées comme appartenant à une classe particulière par les auteurs espagnols (*Salici purpureae-Populetea nigrae* Rivas-Martínez *et al.* 2001), les ripisylves liées aux cours d'eaux permanents s'intègrent dans les *Quercus-Fagetea* (Bardat *et al.*, 2001), ce qui souligne leurs

affinités avec les formations forestières mésophiles à mésohygrophiles tempérées, de type eurasiatique à base d'essences caducifoliées (Bensettiti, 1995 ; Quézel & Médail, 2003b). En Algérie, ce type de végétation à caractère azonale, constitué de ripisylves, pénètre sous forme "d'exclaves nordiques", souvent à l'état fragmentaire, au sein des larges vallées, des plaines alluviales et des ravins humides de montagnes du nord-est du pays, qui est l'une des régions les plus arrosées du Maghreb (Bensettiti, 1995 ; Géhu *et al.*, 1998).

Les caractéristiques et différentielles (de la végétation hygrophile spécialement) sont : *Alnus glutinosa*, *Arum italicum*, *Brachypodium sylvaticum*, *Calystegia sepium*, *Carex pendula*, *Carex remota*, *Circaea lutetiana*, *Crataegus monogyna*, *Ficaria grandiflora*, *Geranium robertianum*, *Lycopus europaeus*, *Rubus caesius*, *Solanum dulcamara*, *Tamus communis*, *Viola sylvestris*, *Vitis vinifera* (Dierschke, 1975, 1980 ; Bensettiti, 1995 ; Bensettiti et Lacoste, 1999). En région méditerranéenne, l'ensemble des ripisylves (forêts galeries et forêts alluviales incluses), s'organise autour des structures de végétation des *Populetalia albae*, qui regroupent plusieurs alliances, dont 2 sont présentes au Maghreb (figure 61) : *Clematido cirrhosae-Populion albae* (populaies sud-méditerranéennes) et *Osmundo regalis-Alnion glutinosae* (aulnaies méditerranéo-atlantiques) (Bensettiti et Lacoste, 1999 ; Quézel & Médail, 2003b).

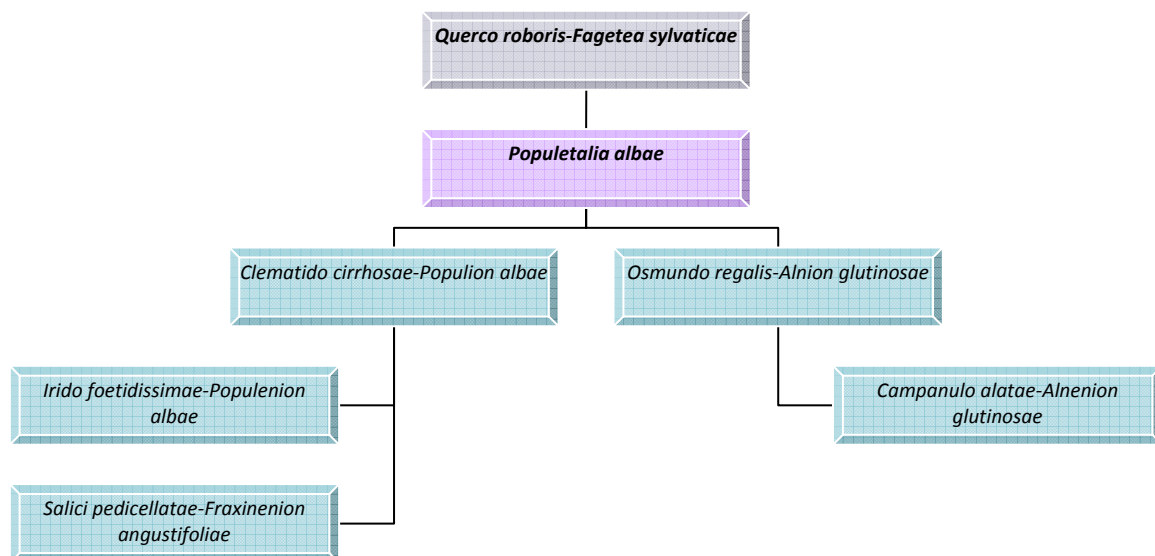


Figure 61. Ordinogramme hiérarchique de la classe des *Quercus robur-Fagetea sylvaticae* Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937

2.3.1. Ordre des *Populetalia albae* Br.-Bl. ex Tchou 1948

Réunit divers types de ripisylves des cours d'eau permanents (y compris les forêts galeries et forêts alluviales), répandues en Méditerranée centro-occidentale (Sud de l'Europe et Maghreb), où dominant pour l'essentiel *Populus alba* et *Alnus glutinosa* (Braun-Blanquet *et al.*, 1952 ; Barbero *et al.*, 1981 ; Bensettiti, 1995 ; Quézel & Médail, 2003b ; Brullo *et al.*, 2004). Les caractéristiques et différentielles sont : *Populus alba*, *P. nigra*, *Fraxinus angustifolia*, *Ulmus campestris*, *Arum italicum*, *Tamus communis*, auxquelles s'y ajoutent un lot de transgressives pour la plupart des *Quercetea ilicis** trouvant un développement optimal dans les forêts riveraines, telles que *Asparagus acutifolius**, *Bryonia dioica*, *Rubia peregrina**, *Smilax aspera**, *Rosa sempervirens**, *Rubus ulmifolius*, *Ruscus aculeatus**, *Laurus nobilis**, *Ficus carica*, *Torilis arvensis*, *Prunella vulgaris* (Dierschke, 1980 ; Bensettiti et Lacoste, 1999).

2.3.1.1. Alliance du *Clematido cirrhosae-Populion albae* Bensettiti 1995

Ripisylve arborescente vigoureuse, composée d'essences mésohygrophiles (peupleraies et frênaies surtout), localisée principalement le long des larges cours d'eau et dans les vallées alluviales planitiales, sur substrat eutrophe, réduit actuellement à des peuplements épars de faible étendue (Braun-Blanquet *et al.*, 1952 ; Bensettiti, 1995). Cette alliance méridionale, propre au Maghreb, se démarque nettement du *Populion albae* septentrional et originel par la disparition de la quasi totalité des représentants des *Fagetalia sylvaticae* au profit des espèces des *Quercetea ilicis* et des *Quercetea pubescentis*.

Elle est en particulier marquée par la fréquence et un développement optimal de *Clematis cirrhosa* (Bensettiti & Lacoste, 1999).

2.3.1.1.a. Sous-alliance de l'*Irido foetidissimae-Populion albae* Bensettiti 1995

Ce sont des ripisylves caducifoliées, développées le long des oueds sur les basses terrasses des larges vallées planitiales, sur sols alluvionnaires et en bioclimat subhumide à humide, avec une période sèche où le débit des oueds est faible à nul (Bensettiti & Lacoste, 1999).

2.3.1.1.1. *Irido foetidissimae-Populetum albae* (Tchou 1947) O. Bolos 1953

[= *Irideto-Populetum albae* Nègre 1964]

- Association type des forêts riveraines à *Populus alba*, en peuplement pur ou associé à l'orme, au frêne, au peuplier noir, présentant une physionomie spécifique avec une strate lianoïde bien développée, le long des oueds des basses plaines et vallées alluvionnaires, sur sols très riches, en bioclimat subhumide, sur le littoral algéro-constantinois (Tipaza, Mitidja, Isser, Sébaou, vallée de l'oued Agrioun, El Kala) (Bensettiti, 1985, 1992, 1995 ; Wojterski et Bensettiti, 1988). Une telle peupleraie blanche a été également observée dans la vallée de l'oued Bou Sellam (Tell constantinois), mais nettement appauvrie et paucispécifique, en raison de l'action anthropique et des conditions bioclimatiques beaucoup plus sèches de cette localité méridionale pour ce type de communauté (Kaabèche *et al.*, 1995). Le spectre biologique, de cette association est « surtout caractérisé par la présence, à côté de quelques éléments caducifoliés, d'un lot de phanérophytes sempervirents et de lianes soulignant le caractère méditerranéen » (Nègre, 1964). [A1, K1, K2, K3, C1]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Populus alba*, *Iris foetidissima*, *Rosa sempervirens*, *Rubus ulmifolius*, *Clematis cirrhosa*, *Clematis flammula*, *Equisetum ramosissimum* (Bensettiti, 1992 ; Wojterski, 1988) et selon Nègre (1964), ce sont : *Populus alba*, *Iris foetidissima*, *Fraxinus angustifolia*, *Salix pedicellata*, *Arum italicum*, *Cynanchum acutum*.

2.3.1.1.2. Groupement à *Ulmus campestris* et *Fraxinus angustifolia* (in Bensettiti 1985)

[= *Ulmo-Fraxinetum* sensu Maire 1926]

- Groupement de forêt riveraine à « bois durs », lié aux terrasses alluviales hautes, moins humides, qui remplace la populaie blanche au fur et à mesure que l'on s'éloigne du cours d'eau ou que l'on monte en altitude, du littoral algéro-constantinois (Mitidja, Oued Bou Sellam, El Kala) (Bensettiti, 1985, 1992, 1995 ; Wojterski et Bensettiti, 1988 ; Kaabèche *et al.*, 1995). [A1, K3, C1]
- Les caractéristiques sont : *Ulmus campestris* et *Fraxinus angustifolia* (Bensettiti, 1992).

2.3.1.1.3. Groupement à *Ulmus campestris* var. *suberosa* (in Wojterski 1988)

- Galeries forestières à Orme, à strate lianescente bien développée, sur sols colluviaux riches en humus, des terrasses étroites et dans les ravins débouchant dans la plaine de la Petite Kabylie (Dar el Oued, Ziama Mansouria). [K2]
- Les caractéristiques sont : *Ulmus campestris* var. *suberosa*, *Allium triquetrum* (Wojterski, 1988).

2.3.1.1.b. Sous-alliance du *Salici pedicellatae-Fraxinenion angustifoliae* Bensettiti 1995

Elle réunit des ripisylves d'altitude maghrébienne sur terrasses supérieures, au contact avec la végétation climacique des *Quercetalia ilicis* et *Querco-Cedretalia atlanticae* (Bensettiti & Lacoste, 1999). En Algérie, les formations correspondantes se cantonnent dans les zones humides et fraîches des fonds de vallons et talwegs, bords des cours d'eau de l'Atlas tellien en général sur des surfaces réduites (Bensettiti & Lacoste, 1999).

Les caractéristiques et différentielles sont essentiellement des plantes « montagnardes » : *Salix pedicellata*, *Prunus avium*, *Alliaria petiolata*, *Ilex aquifolium*, *Lamium flexuosum* (Bensettiti & Lacoste, 1999).

2.3.1.1.4. *Lamio flexuosi-Alnetum glutinosae* Bensettiti 1995 non O. Bolos 1954

- Aulnaie de montagne à frêne, se développant en îlots restreints, sur le versant nord de l'Atlas tellien algérois (Chrèa, Meurdja, Mouzaia), sur substrat siliceux, en bioclimat humide. [A2]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Alnus glutinosa*, *Lamium flexuosum* (Bensettiti, 1995).

2.3.1.1.5. *Salici pedicellatae-Populetum nigrae* Bensettiti 1995

- Populaie noire, marquée par la présence des saules, des terrasses supérieures largement inondables, à taux d'humidité élevée, localisée sur l'Atlas blidéen (Meurdja). [A2]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Populus nigra*, *Salix pedicellata*, *Salix purpurea*, *Salix alba* (Bensettiti, 1995).

2.3.1.1.6. *Equiseto maximi-Fraxinetum angustifoliae* Bensettiti 1995

- Frênaie de montagne, des terrasses alluviales supérieures étroites, non ou peu inondables, développée sur sol évolué et profond, limitée aux vallées des petits torrents, localisée sur l'Atlas blidéen (Meurdja) (Wojterski et Bensettiti, 1988 ; Bensettiti, 1995). [A2]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Fraxinus angustifolia*, *Equisetum telmateia*, *Ulmus campestris* (Bensettiti & Lacoste, 1999).

2.3.1.1.7. *Lauro nobilis-Celtidetum australis* Bensettiti 1995

[= Groupement à *Celtis australis* (in Monjauze 1958)]

- Ripisylve à micocoulier et laurier noble, thermophile et relictuelle, occupant les fonds de vallons de l'Atlas tellien algérois (Chrèa), vers 500-900m, qui actuellement ne subsiste plus en plaine qu'à l'état fragmentaire (région d'Alger). [A2]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Celtis australis*, *Laurus nobilis*, *Acanthus mollis* var. *platyphyllus*, *Ruscus hypophyllum*, *Aristolochia sempervirens*, *Iris foetidissima* (Monjauze, 1958 ; Bensettiti & Lacoste, 1999).

2.3.1.1.8. *Prunetum avii* Toubal 1998

[= Groupement à *Prunus avium* (in Bensettiti 1995)]

- Ripisylve d'altitude à merisier, à caractère original, se situant en bioclimat humide frais, au supraméditerranéen, dans le domaine de la chênaie caducifoliée à *Quercus canariensis*, sur substrat siliceux, sols profonds humides mésotrophes, et qui se développe dans l'Atlas blidéen, notamment au djebel Mouzaïa, à 1300-1400 m (Wojterski, 1988 ; Bensettiti, 1995) et sur le djebel Edough, vers 800-850 m (Toubal, 1998). [A2, K3]
- Elle se distingue par la présence des principales indicatrices de l'aulnaie, comme : *Alnus glutinosa*, *Athyrium filix-femina*, *Osmunda regalis*, *Solanum dulcamara* (Toubal, 1998).

2.3.1.2. Alliance de l'*Osmundo regalis-Alnion glutinosae* (Br.-Bl., P. Silva et Rozeira 1956) Dierschke et Rivas-Martinez in Dierschke 1975

Groupements de ripisylves (aulnaies ou grandes saulaies), liés aux franges ripuaires des rivières et vallées étroites adjacentes, sur substrat siliceux mésotrophe, des régions méditerranéennes et ibéro-atlantiques (Dierschke, 1975, 1980 ; Rivas-Martinez *et al.*, 1980 ; Barbero *et al.*, 1981 ; Géhu *et al.*, 1992, 1998 ; Bensettiti, 1992, 1995 ; Bensettiti & Lacoste, 1999).

Les caractéristiques et différentielles sont : *Osmunda regalis*, *Athyrium filix-femina*, *Circaea lutetiana*, *Iris pseudacorus* (Bensettiti, 1995 ; Bensettiti & Lacoste, 1999).

2.3.1.2.a. Sous-alliance du *Campanulo alatae-Alnetum glutinosae* Bensettiti 1995

Sous-alliance synendémique maghrébienne, elle réunit les aulnaies se développant dans les zones marécageuses inondées plusieurs mois dans l'année, en bioclimat humide chaud, de l'Est algérien (El Kala notamment) et de Kroumirie en Tunisie littorale (Bensettiti, 1995 ; Bensettiti & Lacoste, 1999), et également en bioclimat humide tempéré et frais, au méso-supraméditerranéen, dans le massif de l'Akfadou (Meddour & Laribi, 1999).

Les caractéristiques et différentielles sont : *Campanula alata*, *Salix pedicellata*, *Apium nodiflorum*, *Allium triquetrum*, *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* (Bensettiti, 1995 ; Bensettiti & Lacoste, 1999).

2.3.1.2.1. *Rubo caesii-Alnetum glutinosae* Bensettiti 1995

[Syn. *Rusco hypophylli-Alnetum glutinosae* Géhu, Kaabèche et Gharzouli 1994]

- Aulnaies glutineuses de la région planitiaire d'El Kala constituant des forêts galeries le long des cours d'eau (oued el Kebir...), sur sols alluvionnaires riches, ou des forêts denses marécageuses autour des lacs et marais (Tonga, Bourdim, Sebaa, Righia), voire tourbeuses inondables, développées sur substrat acide à tendance mésotrophe (Géhu *et al.*, 1994), en bioclimat humide chaud, en situation littorale (Bensettiti, 1992, 1995). Cette aulnaie est une remarquable formation relictuelle en limite chorologique méridionale de ce type de végétation (Quézel & Médail, 2003b). [K3]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Alnus glutinosa*, *Carex pendula*, *Solanum dulcamara*, *Osmunda regalis*, et une espèce exclusive *Rubus caesius* (Bensettiti, 1992, 1995) et *Ruscus hypophyllum*, meilleure différentielle géographique de cette association vis-à-vis des *Alneta* mésotrophes européens (Géhu *et al.*, 1994).

2.3.1.2.2. *Scrophulario tenuipedis-Alnetum glutinosae* Meddour & Laribi 1999

- Aulnaie alticole, se présentant sous forme de petits boisements denses, localisée au fond des ravins, au bord des sources ou de suintements pérennes, et parfois sur terrains marécageux, très riches en matières organiques (pseudo-tourbières), essentiellement sur les revers nord du massif de l'Akfadou, entre 800 et 1300 m, sur substrat siliceux, à

l'étage méso-supraméditerranéen, en bioclimat humide tempéré à frais (Meddour & Laribi, 1999). [K₁]

- Les caractéristiques et différentielles sont : *Alnus glutinosa*, *Scrophularia tenuipes*, *Campanula alata*, *Hypericum tetrapterum*, *Blechnum spicant* (Meddour & Laribi, 1999).
- 2.3.1.2.3. *Rusco hypophylli-Salicetum atrocineræe* Géhu, Kaabèche et Gharzouli 1994
- Saulaie rousse pionnière constituant le manteau forestier associé aux aulnaies d'El Kala. [K₃]
 - Les caractéristiques sont : *Salix atrocineræa*, *Ruscus hypophyllum* (Géhu et al., 1994).

2.4. Classe des *Nerio oleandri-Tamaricetea africanae* Br.-Bl. & O. Bolos 1958

Classe de végétation thermoméditerranéenne constituée par des formations arbustives riveraines, qui remplacent les *Populetalia albae* dans les zones semi-aride et aride ; elle est liée aux cours d'eau temporaires (oueds), où affleure la nappe phréatique (Izco et al., 1984 ; Bensettiti et Lacoste, 1999 ; Quézel & Médail, 2003b). Son aire de distribution sud-méditerranéenne et irano-touranienne traverse toute l'Afrique du Nord, s'étend en Méditerranée orientale et atteint à l'état fragmentaire l'Europe du Sud et existe aussi en région saharo-arabique (Rivas-Martinez et al., 1980 ; Izco et al., 1984 ; Molina Abril, 1994 ; Bensettiti & Lacoste, 1999 ; Brullo et al., 2004). En Algérie, elle est représentée par des groupements arbustifs pionniers des bords d'oueds, affluents et estuaires colonisant le fond des oueds et les thalwegs avec nappe phréatique persistante toute l'année et localisés aussi bien en zone méditerranéenne qu'en zone saharienne (Géhu et al., 1998). On la rencontre en particulier en bioclimats subhumide et humide dans la variante chaude sur le littoral algérien nord-oriental (Loisel, 1976 ; Sadki, 1988).

Les caractéristiques et différentielles sont : *Tamarix gallica*, *Tamarix africana*, *Nerium oleander*, *Arundo donax*, *Piptatherum miliaceum*, *Cynanchum acutum*, *Ampelodesma mauritanica*, *Dittrichia viscosa* (Bensettiti & Lacoste, 1999).

2.4.1. Ordre des *Tamaricetalia africanae* Br.-Bl. & O. Bolos 1958 em. Izco, Fernandez-Gonzalez & A. Molina 1984

Groupements arbustifs, à caractère pionnier, colonisant les berges des cours d'eau temporaires ou à faible débit (nériaies et tamaricaies dominés par diverses espèces du genre *Tamarix*), essentiellement à l'étage thermoméditerranéen (Quézel & Médail, 2003b). Par rapport aux nériaies, les formations à base de Tamaris sont plus complexes et sont intégrées dans des unités distinctes, selon qu'elles sont liées aux eaux douces ou aux eaux saumâtres (Quézel & Médail, 2003b).

2.4.1.1. Alliance du *Tamaricion africanae* Br.-Bl. & O. Bolos 1958

Tamaricaies des cours d'eaux douces transitoires et milieux saumâtres, dominées par les taxons non halophiles ou subhalophiles, *Tamarix gallica* et *Tamarix africana* (Izco et al., 1984 ; Molina Abril, 1994 ; Quézel & Médail, 2003b). Les communautés de cette alliance sont infiltrées d'éléments des *Populetalia albae* (Géhu et al., 1994), phénomène fréquent au Maghreb (Bensettiti, 1995 ; Bensettiti & Lacoste, 1999) et également en Péninsule Ibérique (Cano et al., 2004).

2.4.1.1.1. Groupement à *Tamarix africana* (Wojterski & Bensettiti in Wojterski 1988)

- Tamaricaie riveraine des lits d'oueds de la plaine de la Mitidja (oued Djer, littoral Algérois) (Wojterski & Bensettiti in Wojterski 1988 ; Bensettiti, 1995), observée également sur une haute terrasse de l'oued Rhumel à Constantine (Géhu *et al.*, 1994). [A1, C1]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Tamarix africana*, *Smilax aspera* (Bensettiti, 1995).

2.4.1.2. Alliance du *Tamaricion boveano-canariensis* Izco, Fernandez-Gonzalez & A. Molina 1984

Tamaricaies des cours d'eaux transitoires, sur sols salés ou très salés, dominées par des taxons halophiles ou hyperhalophiles, *Tamarix canariensis*, *T. boveana* ou *T. balansae*, présentes en Péninsule Ibérique et en Afrique du Nord (Izco *et al.*, 1984 ; Molina Abril, 1994 ; Quézel & Médail, 2003b). Les communautés de cette alliance sont infiltrées d'éléments des classes de végétations plus halophiles (*Salicornietea fruticosae*, *Juncetea maritimi*, notamment) (Cano *et al.*, 2004).

2.4.1.2.1. Groupement à *Tamarix boveana* (in Dubuis et Simonneau 1954)

- Groupement végétal halophile se présentant en brousse (1-2 m de haut), sur le rivage septentrional du Chott ech Chergui, près de la source d'Ain Skhouna, sur les sols argileux et salés de la zone d'épandage (Dubuis et Simonneau, 1954). [H1]

2.4.1.3. Alliance du *Rubio ulmifolii-Nerion oleandri* O. Bolos 1985

Fourrés denses des cours d'eau douce temporaires à Laurier rose, localisés dans le lit des oueds, dominées par *Nerium oleander*, avec souvent *Vitex agnus-castus*, existant sur la majeure partie de la région méditerranéenne (Bensettiti & Lacoste, 1999 ; Bardat *et al.*, 2001), surtout en Afrique du Nord où ils n'ont pas été encore clairement analysés (Quézel & Médail, 2003b).

2.4.1.3.1. *Rubio ulmifolii-Nerietum oleandri* O. Bolos 1956

- Nériaie de basse altitude, à l'étage thermoméditerranéen, qui se développe sur une étroite bande le long des cours d'eau, de la région d'Annaba (Sadki, 1988 ; Khelifi & Sadki, 1995). [K3]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Nerium oleander*, *Rubus ulmifolius* et *Tamarix africana* (Sadki, 1988).

2.4.1.3.2. *Nerio oleandri-Tamaricetum africanæ* Kaabèche, Gharzouli et Géhu 1995

[= Groupement à *Nerium oleander* et *Tamarix africana* (in Toubal 1986)]

- Communauté arbustive, dominée par le laurier rose et le tamaris d'Afrique (nériaie-tamaricaie), colonisant le lit des oueds à écoulement intermittent (oueds au piémont du djebel Edough, oued Rhumel à Constantine, oued Bou Sellam) (Toubal, 1986 ; Géhu *et al.*, 1994 ; Kaabèche *et al.*, 1995). [K3, C1]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Nerium oleander*, *Tamarix africana*, *Lavatera olbia*, *Arundo donax*, *Phragmites australis* (Toubal, 1986).

2.5. Classe des *Rhamno catharticae-Prunetea spinosae* Rivas Goday et Borja ex Tüxen 1962

[Syn. *Crataego monogynae-Prunetea spinosae* Tüxen 1962]

Végétation arbustive généralement caducifoliée, riches en arbustes épineux et lianes, de manteaux préforestiers, fruticées, fourrés et haies, sur sols eutrophes, dans l'aire des forêts caducifoliées potentielles des *Querco-Fagetea*, de distribution principalement européenne (Asensi & Rivas-Martinez, 1981 ; Géhu *et al.*, 1981 ; Molina Abril, 1994 ; Bardat *et al.*, 2001). Cette classe peut se retrouver en région méditerranéenne, à l'étage supraméditerranéen humide ou sur sols profonds et frais, aux méso- et thermoméditerranéen (Asensi & Rivas-Martinez, 1981 ; Géhu *et al.*, 1981). En Algérie, ce type de communauté, dominée par les ronciers, se développant le long de lisières forestières, constitue souvent des haies impénétrables (Géhu *et al.*, 1998).

Les caractéristiques et différentielles sont : *Amelanchier ovalis*, *Clematis vitalba*, *Crataegus monogyna*, *Prunus insititia*, *Prunus spinosa*, *Rosa canina*, *Rubus caesius*, *Sambucus nigra* (Asensi & Rivas-Martinez, 1981 ; Rivas-Martinez *et al.*, 2002).

Pour la région méditerranéenne du sud de l'Europe, Bardat *et al.* (2001) et Rivas-Martinez *et al.* (2001, 2002) indiquent un seul ordre regroupant plusieurs alliances, dont une seule nous concerne pour l'instant, celle du *Pruno-Rubion ulmifolii*. Par ailleurs, Géhu *et al.* (1981) notent que ce n'est pas en région méditerranéenne, en dehors donc de l'aire de distribution principale des forêts des *Querco-Fagetea*, que les *Prunetalia spinosae* trouvent leur optimum écologique, et « ce sont alors plus des critères structuraux que des critères floristiques qui sont à la base de la définition des manteaux préforestiers de cette classe ».

2.5.1. Ordre des *Prunetalia spinosae* R. Tüxen 1952

Communautés de manteaux arbustifs, des sols carbonatés ou plus ou moins désaturés (Rameau *et al.*, 1989 ; Bardat *et al.*, 2001).

Les caractéristiques et différentielles sont : *Crataegus laevigata*, *Ligustrum vulgare*, *Rhamnus cathartica*, *Rosa agrestis*, *Rosa pimpinellifolia*, *Rosa stylosa*, *Viburnum lantana* (Asensi & Rivas-Martinez, 1981 ; Rivas-Martinez *et al.*, 2002).

2.5.1.1. Alliance du *Pruno spinosae-Rubion ulmifolii* O. Bolos 1954

Groupements de haies, de répartition Ouest-Méditerranéenne et Atlantique, aux étages thermoméditerranéen à supraméditerranéen, sur sols profonds, frais et eutrophes (Asensi & Rivas-Martinez, 1981 ; Molina Abril, 1994). Ils représentent les ourlets épineux de certaines forêts climaciques (chênaie verte, chênaies caducifoliées, etc.) ou subclimaciques (frênaies, ormaies, etc.) appartenant aux *Quercetea ilicis* et surtout *Querco-Fagetea* (Asensi & Rivas-Martinez, 1981). Il est utile de signaler que les associations de cette alliance participent souvent à la dynamique de la végétation méditerranéenne, où elles s'enrichissent d'espèces transgressives des *Quercetea ilicis* (Loisel, 1976).

Les caractéristiques et différentielles sont : *Coriaria myrtifolia*, *Crataegus monogyna*, *Lonicera implexa*, *Prunus spinosa*, *Rosa sempervirens*, *Rosa micrantha*, *Rosa pouzinii*, *Rubus ulmifolius*, *Tamus communis* (Asensi & Rivas-Martinez, 1981 ; Rivas-Martinez *et al.*, 2002).

2.5.1.1.1. *Tamo communis-Crataegetum monogynae* Meddour 1994

- Fourrés épineux inextricable, présylvatique, où s'installe des essences caducifoliées pionnières (micocoulier, merisier), bordant les communautés forestières de chêne vert,

au mésoméditerranéen supérieur, sur le versant nord du djebel Ferroukha (Atlas blidéen), entre 1 000 et 1 400 m (Meddour, 1994a, 1998, 2002). [A2]

- Les caractéristiques et différentielles sont : *Crataegus monogyna*, *Tamus communis*, *Rhamnus alaternus* subsp. *alaternus*, *Lonicera etrusca* (Meddour, 1994a, 1998).

2.5.1.1.2. Haie à *Crataegus monogyna* (in Wojterski 1988)

- Haie haute et très dense, parfois impénétrable, localisée au niveau de certains ravins humides sur le versant nord du djebel Bou Zegza (Atlas tellien algérois), à 500-800 m d'altitude, au thermoméditerranéen ; elle se développe à la lisière de la forêt de chêne vert, de chêne liège et aux abords du maquis à Oléo-lentisque (Saidi, 1984 in Meddour, 2002 ; Wojterski, 1988, 1990). [A2]
- Les caractéristiques et différentielles sont : *Crataegus monogyna*, *Prunus insititia*, *Rubus ulmifolius* (Wojterski, 1988).

2.5.1.1.3. Groupement à *Rubus ulmifolius* (in Géhu, Kaabèche et Gharzouli 1994)

- Ronçaille constituant le manteau des Tamarisades et se développant le long des oueds à écoulement régulier (oued Rhumel, Constantine) (Géhu et al., 1994), observé également sur le djebel Bou Zegza dans l'Algérois, dans un contexte écologique différent (Wojterski, 1988, 1990) et dans le massif de l'Akfadou en Kabylie, où il relève de la dégradation des aulnaies (Meddour et Laribi, 1999). [A2, K1, C1]

III. COMMENTAIRES ET REFLEXIONS SUR LES PROBLEMES SYNSYSTEMATIQUES ET SYNTAXONOMIQUES RENCONTRES

Le tableau synoptique général que nous venons d'exposer est certainement perfectible, il demandera à être complété et amendé à l'avenir en fonction de l'accès à l'information, qui malheureusement se trouve en majorité au niveau de la littérature grise. De plus, il a soulevé de nombreuses difficultés qui ont fait l'objet de très nombreuses annotations et remarques d'ordre aussi bien synsystème que synoménclatural. Nous proposons de les passer en revue pour étayer les choix et les options que nous avons adoptés ci-dessus.

1. Classe des *Quercetea pubescentis* Doing ex Scamoni & Passarge 1959

Actuellement, les auteurs espagnols (Rivas-Martinez et al., 2001-2002) et français (Bardat et al., 2001) ont synonymisé les *Querceto-Fagetea sylvaticae* Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937, avec les *Quercetea pubescentis* Doing ex Scamoni & Passarge 1959. Nous ne les suivons pas dans cette conception synthétique du synsystème des forêts caducifoliées tempérées et préférons nous en tenir à une conception éclatée admettant les 2 classes séparément et également l'autonomie de celle des *Rhamno-Prunetea*. Ceci est semblable-t-il le point de vue défendu par Géhu (1998, 2000), qui note que la conception de type éclatée valorise au maximum les critères de structure, de synécologie et de synchorologie et de plus les habitats sont finement identifiés par les classes dans ce synsystème qui les suit de très près. Quézel et Médail (2003a) admettent de même l'individualité des *Quercetea pubescentis* vis-à-vis des *Querceto-Fagetea*, plus particulièrement sur le critère chorologique, i.e. pour le Maghreb et le Proche-Orient.

2. Classe des *Rhamno catharticae-Prunetea spinosae* Rivas Goday et Borja ex Tüxen 1962

A notre connaissance, c'est à Aymonin (1963) que revient le mérite d'avoir signalé le premier en Algérie des communautés s'apparentant à cette classe, même s'il n'en fait pas

directement allusion, dans le Cherchellois, où il avait remarqué une « formation armée, très fermée, d'origine secondaire, se présentant en taillis à Rosacées (*Crataegus*, *Prunus*), avec *Rhamnus alaternus*, *Viburnum tinus*, *Lonicera implexa* et Ronces ». Ce qui a été confirmé par la suite par Wojterski (1988), Meddour (1994) et Géhu *et al.* (1994). Pour Quézel & Médail (2003a), les structures de végétation appartenant à cette classe des *Rhamno-Prunetea* sont encore assez mal connues, notamment au Maghreb.

3. Ordre des *Populetales albae* Br.-Bl. ex Tchou 1948

Cet ordre a été érigé parfois en classe méditerranéenne des *Populetea albae* Br.-Bl. 1962, adoptée par plusieurs auteurs, notamment Guinochet (1970), Gamisans (1979), Dierschke (1980) et implicitement par Nègre (1964) en Algérie. Toutefois, « les affinités floristiques des *Populetales albae* avec les *Querceto-Fagetea* apparaissent indiscutables et leur statut au sein de cette classe sur l'ensemble de leur aire de répartition ne fait plus de doute » (Bensettiti et Lacoste, 1999).

4. Ordre des *Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni* Rivas-Martinez 1975

Comme le soulignent Benabid & Fennane (1994), Benabid (2000) et puis Fennane (2003), les limites entre les différentes alliances ne sont pas bien claires en particulier pour l'*Asparago-Rhamnion oleoidis* et le *Tetraclino-Pistacion atlanticae*. La valeur syntaxonomique et synchorologique de toutes ces alliances est actuellement bien définie en Péninsule Ibérique et en France, voire en Italie. Au Maghreb, par contre, et *a fortiori* en Algérie, leurs significations méritent d'être précisées. Déjà en 1980, Guinochet avouait ne pas s'y retrouver dans les alliances proposées par Rivas-Martinez eu égard surtout aux caractéristiques attribuées à chacune d'elles et il le disait à propos de 3 associations préforestières qu'il avait identifiées en Algérie et Tunisie. Il ajoute que « un examen attentif révèle que, dans leur ensemble, les associations décrites dans cet ordre ont des compositions floristiques extrêmement voisines ne différant souvent que par l'absence ou la présence, voire simplement la dominance, d'une ou de quelques-unes parmi une quarantaine d'espèces ». Guinochet (1980) précise encore qu'il est possible qu'un traitement de l'ensemble des données par les techniques d'analyse multivariée conduise à réduire considérablement le nombre de ces associations, voire des alliances auxquelles elles sont intégrées. Tout cela pour dire que le problème de la syntaxonomie des groupements préforestiers des *Pistacio-Rhamnetalia alaterni*, 30 ans plus tard, n'est pas encore résolu faute d'une synthèse globale à l'échelle de son aire de répartition naturelle et il serait opportun de l'entreprendre au plus vite pour une meilleure cohérence du synsystème.

5. Alliance de l'*Oleo sylvestris-Ceratonion siliquae* Br.-Bl. ex Guinochet & Drouineau 1944 *em.* Rivas-Martinez 1975 et « l'*Oleo-Lentiscetum* » : association et alliance controversées

i) Braun-Blanquet (1936) retenait comme caractéristiques de l'alliance : *Ceratonion siliqua*, *Chamaerops humilis*, *Olea europaea* var. *oleaster*, *Euphorbia dendroides*. Molinier & Bolos (1958 in Nègre, 1964) ont distingué pour la région nord-méditerranéenne, cette alliance avec comme caractéristiques et différentielles : *Chamaerops humilis*, *Olea europaea*, *Clematis cirrhosa*, *Myrtus communis*. Guinochet (1970) admettait pour caractéristiques de cette alliance : *Ceratonion siliqua*, *Olea europaea*, *Pistacia lentiscus*, *Euphorbia dendroides*, *Myrtus communis*. L'*Oleo-Ceratonion*, défini en Algérie *sensu* Nègre (1964), est caractérisée par : *Pistacia lentiscus*, *Chamaerops humilis*, *Olea europaea*, *Jasminum fruticans*, *Prasium majus*, *Clematis cirrhosa*. Enfin, Lapraz (1975), dans sa synthèse, proposait les mêmes

caractéristiques que Braun-Blanquet (1936) et Guinochet (1970), auxquelles il adjoint *Arisarum vulgare*, *Aristolochia altissima*, *Coronilla valentina*, *Teucrium fruticans*.

ii) En 1974, Barbero *et al.* écrivent que « la définition phytosociologique précise de cette unité dont la réalité est certaine, est par contre très imparfaite, car elle a surtout été analysée en Méditerranée septentrionale où l'Oleo-Ceratonion est fragmentaire et peu développé, alors qu'il devrait être défini à partir des groupements sud-méditerranéens malheureusement encore à peu près inconnus ». La situation n'a pas beaucoup changé, du moins en Algérie, malgré un important travail de Sadki (1988).

- Le redondant *Oleo-Lentiscetum* est décrit pour la première fois au Maroc par Braun-Blanquet & Maire (1924 *in* Maire, 1924), puis en Algérie par Maire (1926), qui lui reconnaît divers faciès ; il correspond plus à une unité physionomique qu'à une unité syntaxonomique. A ce propos, on peut citer la remarque de Monjauze (1957) : « les associations de R. Maire correspondent aux faciès des différentes formations physionomiques, malgré le soin apporté à y distinguer des plantes caractéristiques, il ne s'agit cependant pas d'associations au sens phytosociologique ». Effectivement, sous ce « vocable vague », il a fréquemment été utilisé dans son acception formationiste et non pas purement phytosociologique.
- En Algérie, Aubert & Monjauze (1946) citent aussi bien l'Oleo-Lentiscetum que l'Oleo-Ceratonion Br.-Bl. 1936 dans leur étude de l'Oranie nord-occidentale. Il faut signaler qu'une « série de l'olivier-lentisque » est bien reconnue et cartographiée par Gaussen & Vernet (1958), puis Barry *et al.* (1976) en Algérie. Rappelons, ce passage de Barry *et al.* (1976) à propos de la « brousse » à olivier et lentisque : « s'il est un groupement difficile à saisir, à cataloguer, c'est bien celui-là, car, dans l'étage subhumide, il résulte de la dégradation des forêts de chêne liège, de chêne vert et accessoirement de chênes caducifoliés ; dans l'étage semi-aride, il dérive soit de la pinède à pin d'Alep, soit de la tétraclinaie. C'est là aussi qu'il peut constituer un climax dans les variantes chaude et tempérée, distinction faite dès 1926 par Maire et confirmée par Molinier (1954) et Gaussen & Vernet (1958) ». Aymonin (1963) note que certains maquis du cherchellois s'apparentent à la série de l'Oléo-lentisque, avec une composition floristique et une physionomie très voisines de l'Oleo-Lentiscetum typique. Plus récemment, Toubal (1986) cartographie la série de l'Oléo-lentisque du djebel Edough.
- En Tunisie, l'Oleo-Lentiscetum rattaché à l'Oleo-Ceratonion Br.-Bl. 1936 (*in* Braun-Blanquet *et al.*, 1952), est confirmée pour la Kroumirie par Debazac *et al.* (1952), qui écrivent : « il y a là un ensemble floristique rappelant l'Oleo-Ceratonion connu de l'Espagne, des Baléares, du SE de la France et de Sicile, si l'on excepte *Teucrium fruticans* et *Chamaerops humilis* ». Il est également selon Molinier (1954), très développé en Tunisie. Timbal (1971) parle d'un *Oleo-Lentiscetum* typique à *Myrtus communis* et distingue plusieurs types en fonction de l'altitude. El Afsa (1978) évoque l'existence d'un *Oleo-Ceratonion* défini par les mêmes caractéristiques que celles admises par Nègre (1964). C'est également la position d'El Hamrouni & Loisel (1979), qui retiennent en plus *Tetraclinis articulata* et *Quercus coccifera*.
- Cette alliance de l'Oleo-Ceratonion, bien que mentionnait très tôt par Emberger (1939), n'est pas reconnue au Maroc (cf. Achhal *et al.*, 1980 ; Barbero *et al.*, 1981 ; Benabid, 1984, 2000 ; Benabid & Fennane, 1994 ; Fennane, 2003), du moins dans sa conception actuelle restrictive (*sensu* Rivas-Martinez, 1975). D'ailleurs, Benabid (1982) et Quézel et Barbero (1985) affirment que cette alliance n'est représentée que dans la partie septentrionale du bassin méditerranéen occidental.
- Ce groupement ne fut validé comme association à part entière qu'assez tard en France, notamment par Molinier (1954) qui cite un *Oleo-Lentiscetum provincialis* Br.-Bl. & Molinier 1951 *non* Br.-Bl. & Maire 1924, bien défini avec des espèces caractéristiques

(*Ceratonia siliqua*, *Chamaerops humilis*, *Euphorbia dendroides*, *Anthyllis barba-jovis*, *Pistacia saportae*), intégré dans l'Oleo-Ceratonion Br.-Bl. 1936 (avec comme caractéristiques : *Olea europaea* var. *oleaster*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*). Cette association à *Olea europaea* et *Pistacia lentiscus* est décrite en Italie littorale et sur la Côte d'Azur (Lapraz, 1975 ; Loisel, 1976 ; Roux, 1996 ; Quézel & Médail, 2003a), en Corse par Allier & Lacoste (1980). Elle est également admise en Sardaigne (Bacchetta *et al.*, 2004) et sur la côte adriatique en Italie péninsulaire (Biondi, 1985).

- Selon Géhu & Sadki (1995), le nom proposé par Nègre (1964), *Oleo-Pistacietum lentisci*, ne peut être retenu étant homonyme postérieur de celui d'*Oleo-Lentiscetum* Br.-Bl. & Molinier 1951, appliqué aux maquis du Midi français. A contrario, Guinochet (1980) accepte sans réserve cette association qu'il rapproche du *Prasio-Oleetum sylvestris* O. Bolos et Molinier 1969. Nous ne partageons pas l'avis de Géhu & Sadki (1995) et nous rangeons du côté de Guinochet (1980), en l'érigeant en une race géographique.

Pour clore cette discussion, notons qu'en vertu de l'article 34 de l'ICPN, Rivas-Martinez *et al.* (2001-2002) synonymisent pour la Péninsule Ibérique l'*Oleo-Lentiscetum provinciale* Molinier 1954 non Br.-Bl. & Maire 1924 avec le *Myrto communis-Pistacietum lentisci* (Molinier 1954) Rivas-Martínez 1975 (position adoptée par Rivas-Martinez depuis 1975).

6. Alliance du *Quercion suberis* Loisel 1971

Cette unité du *Quercion suberis* Loisel 1971 n'est retenue ni au Maroc (cf. Achhal *et al.*, 1980 ; Quézel & Barbero, 1986 ; Benabid & Fenanne, 1994 ; Benabid, 2000 ; Fennane, 2003), ni en Espagne et Portugal (cf. Molina Abril, 1994 ; Rivas-Martinez *et al.*, 1986, 2001, 2002). En France (Corse comprise), elle est certes admise pour les « Chênaies méditerranéennes à dominance de chêne liège » (Bissardon *et al.*, 1997 ; Bardat *et al.*, 2001), mais avec un nouveau statut et subordonné à l'alliance du *Quercion ilicis* Br.-Bl. ex Molinier 1934 *em.* Rivas-Martínez 1975 : *Quercenion suberis* (Loisel 1971) Rameau *suball. nov. et stat. nov.* Bardat *et al.* 2001. En Sardaigne, Serra *et al.* (2002) rattachent curieusement autant le *Myrto-Quercetum suberis* Barbero *et al.* 1981 que le *Cytiso villosi-Quercetum suberis* Br.-Bl. 1953 à cette même sous-alliance. En Italie centrale, un « autre » *Cytiso villosi-Quercetum suberis* Testi, Lucattini et Pignatti 1994 a été décrit (avec comme caractéristiques *Cytisus villosus* et *Stachys officinalis*) et affilié au *Quercion ilicis* (Blasi *et al.*, 1997). Enfin, en Andalousie, Perez LaTorre (2005) rapporte le *Myrto-Quercetum suberis* Barbero *et al.* 1981 au *Quercion ilicis* Loisel 1971.

En fait, comme le font remarquer Blasi *et al.* (1997), sur le plan syntaxonomique, les associations forestières de chêne liège sont intégrées selon les auteurs à diverses alliances des *Quercetalia ilicis*, en fonction des facteurs chorologiques, édaphiques et climatiques locaux. Ce sont les :

- *Quercion ilicis* Br.-Bl. ex Molinier 1934 *em.* Rivas-Martínez 1975
- *Quercion broteroi* Br.-Bl., P. Silva & Rozeira 1956 *em.* Rivas-Martínez 1975
- *Quercion suberis* Loisel 1971
- *Quercion suberis* de Foucault & Julve 1991 [synusies arborescentes]
- *Querco rotundifoliae-Oleion sylvestris* Barbero, Quézel & Rivas-Martinez in Rivas-Martinez, Costa & Izco 1986
- *Erico-Quercion ilicis* Brullo, Di Martino & Marceno 1977
- *Fraxino orni-Quercion ilicis* Biondi, Casavecchia & Gigante 2003

Au total, une synthèse à l'échelle du bassin méditerranéen serait sûrement intéressante à entreprendre pour un meilleur recadrage de ces unités.

On peut noter à cette occasion que c'est à tort que parfois certains auteurs font référence à l'alliance méditerranéo-atlantique du *Quercion broteroi* (Syn. *Quercion fagineo-suberis* (Br.-Bl., P. Silva & Rozeira 1956) Rivas-Martinez 1975) pour les chênaies mixtes à *Quercus canariensis* et *Quercus suber* du NE algérien (e.g. Toubal, 1986 ; Géhu *et al.*, 1992 ; Toubal & Toubal, 1996b).

7. Alliance de l'*Ericion arboreae* Rivas-Martinez (1975) 1987

Cette alliance comprend deux sous-alliances, *Ericenion arboreae* Rivas-Martínez, Costa & Izco 1986 et *Quercenion cocciferae* Quézel, Barbero, Benabid, Loisel et Rivas-Martinez 1988 ; seule la dernière est reconnue pour l'instant en Algérie. Nous pensons que l'*Ericenion arboreae* est très probablement présent dans l'aire du *Quercion suberis* du secteur kabylo-annabi (NE algérien), plus spécialement on doit pouvoir lui rapporter les maquis hauts et denses à *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Erica scoparia* et *Phillyrea media*, qui ne sont pas suffisamment étudiés. Toutefois, les relevés synthétiques de Wojterski (1990) du djebel Bou Zegza (Atlas tellien algérois), nous donnent une idée assez précise de ce type de communautés.

8. Alliance du *Tetraclini articulatae-Pistacion atlanticae* Rivas-Martinez, Costa & Izco 1986

Cette alliance, admise pour le Maroc par Quézel & Barbero (1986), puis Quézel *et al.* (1988), paraît pour Fennane (1988) « de valeur bien douteuse d'autant plus qu'à l'origine elle a été créée en se basant essentiellement sur des associations à thuya ». Pourtant, c'est en étudiant également des associations de tétraclinaies en Algérie que Hadjadj-Aoul et Loisel (1999) acceptent sans hésitation cette unité.

9. Alliance du *Periplocion angustifoliae* Rivas-Martinez 1975

i) Cette alliance, définie en Espagne sud-orientale (Rivas-Martinez, 1975 ; Rivas-Martinez & *al.*, 1986), pose problème et n'a pas été retenue au Maroc (voir Barbero *et al.*, 1981 ; Quézel & Barbero, 1986 ; Benabid & Fennane, 1994 ; Benabid, 2000), bien que toutes ses espèces caractéristiques soient présentes dans ce pays. D'ailleurs, même le *Periploca laevigatae-Tetraclinetum articulatae* Benabid 1982, association spéciale aux formations calcicoles thermoméditerranéennes du Rif littoral oriental (Barbero *et al.*, 1982), n'a pas été rattaché à cette unité (Quézel & Barbero, 1986). Or en Algérie, dans cette « brousse » ne figure parmi les indicatrices de l'alliance que *Periploca angustifolia*. Son affiliation au *Periplocion angustifoliae* par Géhu & *al.* (1994) est, pensons-nous, incertaine. Rappelons qu'en Oranie, cette espèce très rare n'existe que dans quelques sites entre Oran et Ghazaouet (Hadjadj-Aoul & Loisel, 1999), région potentielle pour l'existence en Algérie du *Periplocion*, jusqu'au Ghomara au Maroc, d'après Barbero *et al.* (1981), i.e. autour de la mer d'Alboron.

ii) Signalons ici qu'un *Zizipho loti-Rhuscetum tripartiti* a été défini par Quézel *et al.* (1994), sur le revers subsaharien du Haut Atlas oriental au Maroc. Cette association est caractérisée très justement par *Ziziphus lotus*, *Periploca laevigata*, *Rhus tripartitus*, et semble très affine de la ziziphaie à *Periploca laevigata* du Hodna. D'ailleurs, Le Houérou *et al.* (1975) ont décrit dans cette même région, un groupement à *Rhus tripartitus*, *Periploca laevigata* et *Cymbopogon schoenanthus*. Ce *Zizipho loti-Rhuscetum tripartiti* Quézel, Barbéro, Benabid & Rivas-Martinez 1994 est intégré à l'*Ephedro-Juniperion (etalia)*, et non pas au *Periplocion*, bien que les caractéristiques des unités supérieures dans cette association paucispécifique soient très mal représentées (Quézel & *al.*, 1994). En tout cas la signification synsystème du groupement algérien reste à discuter.

10. Alliance du *Genisto tricuspidatae-Calicotomion spinosi* Dahmani 1997

Il est clair qu'il ne s'agit pas de formations préforestières typiques, mais "de structures de végétation complexes et hétérogènes, intégrant surtout des stades de dégradation fortement anthropisés (processus de démantèlement), où les chaméphytes liés aux *Cisto-Lavanduletea* ou *Rosmarinetea* peuvent jouer un rôle physionomique important et dont l'interprétation n'est pas aisée", comme l'ont fait remarquer Quézel *et al.* (1988), à propos de certaines structures de végétation au Maroc.

11. Alliance à *Pinus halepensis* et *Quercus ilex* (in Djebaïli 1978) et *Dorycnio suffruticosi-Phillyreum mediae* Djebaïli 1978

i) Kaabèche (1995) a montré par les méthodes d'ordination et de classification automatique que le « groupement à *Pinus halepensis* » de l'Atlas saharien oranais de Kadik 1983, le « groupement à *Pinus halepensis* et *Quercus ilex* » et celui « à *Pinus halepensis* et *Juniperus phoenicea* » des monts des Ksour, tous les deux de Bouzenoune (1984), les « groupements forestiers » des monts des Ouled Naïl de Kaabèche 1990, présentent des affinités floristiques étroites avec l'association préforestière, définie par Djebaïli (1978), et appartiennent indubitablement aux *Pistacio-Rhamnetalia*, mais il ne se prononce pas clairement quant à la signification de cette similitude (même association avec 3 sous-associations ou même alliance avec 3 associations ?), ni à leur affiliation à une alliance déjà connue. En réalité, sur le plan synfloristique aucune de celles qu'on vient de voir plus haut ne semble convenir. Bien que Kaabèche (1995) accepte l'idée d'une « alliance à *Pinus halepensis* et *Quercus ilex* » ou mieux *Pino halepensis-Quercion ilicis* Djebaïli 1978, elle est néanmoins mal définie quant au choix des caractéristiques et différentielles (plusieurs sont plutôt des indicatrices des matorrals). Enfin, la création d'une nouvelle alliance pour les pinèdes à chêne vert préforestières de l'Atlas saharien est tout à fait justifiée, d'ailleurs un « faciès continental de l'Atlas saharien » pour la pineraie est décrit par Maire (1926), avec comme caractéristiques : *Dorycnium suffruticosum*, *Genista pseudopilosa*, *Pistacia lentiscus*, *Thymelaea nitida*, etc.

ii) Remarquons qu'une alliance portant le même nom a auparavant été proposée par Celles (1975 in Kaabèche, 1995) pour l'Atlas saharien constantinois et de nombreux groupements végétaux, dont le nom est bâti sur ces 2 espèces ont été définis, notamment le *Quercion ilicis-Pinetum halepensis* Loisel 1976 (Roux, 1996) ou *Pino halepensis-Quercetum ilicis* de Foucault & Julve 1991. Il existe même une classe des *Pino halepensis-Quercetum ilicis* de Foucault & Julve 1991 pour les associations (synusies) arborescentes méditerranéennes de la phytosociologie synusiale (cf. De Foucault & Julve, 1991). Sur le plan synonymique, les auteurs doivent se conformer aux règles maintenant bien établies de l'ICPN.

iii) Cette association semble présenter des affinités floristiques avec l'*Argyrolobio linneani-Pinetum halepensis* Achhal 1986 décrit du Haut Atlas central (*Tetraclini-Pistacion atlanticae*, *Tetraclino-Juniperenion phoeniceae*).

12. *Telino linifoliae-Quercetum suberis* Zeraïa 1981

Cette association reconnue au Maroc (forêt de la Maâmora) a été rattachée, par contre, au *Quercion Oleion sylvestris* (Barbero *et al.*, 1981 ; Benabid & Fennane, 1994 ; Benabid, 2000 ; Fennane, 2003 ; Aafi, 2007). Elle n'est pas sans évoquer la subéraie thermoxérophile de Provence siliceuse (*Quercion suberis-Genistetum linifoliae* Loisel 1971), affiliée comme en Algérie au *Quercion suberis* (Loisel, 1976), puis à l'*Ericion arborea* par Roux (1996) !

13. *Phillyrea mediae-Quercetum fagineae* Aimé, Bonin, Chaabane, Loisel et Saoudi 1986

Cette association est très affine et géosynvicariante du *Rusco hypophylli-Quercetum canariensis* Rivas-Martinez 1975 (*Quercus-Oleion*), définie d'Andalousie méridionale et du Tangérois au Maroc (Rivas-Martinez, 1975 ; Barbero *et al.*, 1981 ; Benabid, 1984). Selon Bonin (1994), en Algérie et en Tunisie, le chêne zéen au thermoméditerranéen présentent des faciès à *Phillyrea media* et *Viburnum tinus*. D'ailleurs, sur le plan synomenciatif, le nom de *Viburno tini-Quercetum canariensis* Aimé *et al.* 1986 *nom. nov. propos.* Meddour 2002 serait plus approprié et en accord avec l'ICPN (cf. Weber *et al.*, 2000) et traduirait mieux les particularités synécologiques de ce syntaxon algéro-tunisien, confiné au niveau de stations « abyssales », du moins en Oranie littorale et dans l'Algérois (Meddour, 2002).

14. *Pistacio lentisci-Quercetum rotundifoliae* Dahmani 1997

Une association à *Quercus ilex* et *Pistacia lentiscus* a déjà été décrite du Haut Atlas au Maroc par Braun-Blanquet (1936) et un *Pistacio lentisci-Quercetum ilicis* Brullo & Marceno 1984 en Sardaigne (Bacchetta *et al.*, 2004).

15. *Bupleuro fruticosi-Euphorbietum dendroidis* Géhu, Kaabèche et Gharzouli 1992

Malgré de fortes divergences synfloristiques entre les 3 communautés d'*Euphorbia dendroides* et surtout l'absence de *Bupleurum fruticosum*, ailleurs qu'au Cap Carbon, Kaabèche *et al.* (1998) optent curieusement pour le nom de *Bupleuro fruticosi-Euphorbietum dendroidis* pour désigner l'ensemble des communautés d'*Euphorbia dendroides* d'Algérie, alors qu'à l'évidence le binôme *Chamaeropo humilis-Euphorbietum dendroidis* Toubal & Toubal 1996, convient beaucoup mieux.

En outre, la présence significative d'*Anthyllis barba-jovis* (voir Toubal, 1986 ; Toubal & Toubal, 1996a), en dépit de sa rareté (mais n'est ce pas une qualité pour une caractéristique ?), dans le groupement du Cap de Garde et de oued Begraa milite en faveur d'une autonomie et singularité de ce dernier (*Anthyllido barbae-jovis-Euphorbietum dendroidis* *nom. nov. propos. hoc loco*). D'ailleurs, Toubal & Toubal (1996a) se demandent, à juste titre, s'il s'agit du même groupement ou d'un groupement voisin ? En Tunisie, Chaabane (1993) remarque également la singularité de la Barbe-à-Jupiter et définit un syntaxon l'*Helichryso stoechadis-Anthyllidetum barbae-jovis*, mais ne fait curieusement aucune mention d'*Euphorbia dendroides* (à Korbous, Cap Negro). In fine, signalons que Mariotti & Barberis (1985) ont décrit une communauté à *Euphorbia dendroides* et *Anthyllis barba-jovis* en Ligurie, qui serait vraisemblablement géosynvicariante du groupement du Cap de Garde traduisant ainsi l'affinité phytogéographique et phytohistorique entre les deux régions (numidienne et tyrrhénienne).

16. *Berberido hispanicae-Cedretum atlanticae* Abdessemed 1981 *nom. inv.* Meddour & Géhu 1998 non Benabid 1982 [= *Cedro atlanticae-Berberidetum hispanicae* Abdessemed 1981]

Cette association arborée présteppique des Aurès, qui joue le rôle de manteau au niveau des cédraies forestières des *Quercus-Cedretalia*, n'a pas reçu une interprétation synsystème satisfaisante à sa création. En effet, le *Cedro-Berberidetum* appartient ainsi incontestablement au *Junipero-Quercion rotundifoliae*, comme nous l'avons signalé précédemment (Meddour & Géhu, 1998), et il est géosynvicariant du *Lonicero arborea-Cedretum atlanticae* Barbero *et al.* 1981 des Moyen Atlas et Haut Atlas orientaux (voir notamment Quézel & Barbero, 1981). D'ailleurs, selon Benabid (1984), ce type de cédraie présteppique du Moyen Atlas oriental rappelle certains groupements définis par Abdessemed (1981). Ce syntaxon assure le passage vers les garrigues à xérophytes épineuses du *Cytiso balansae-Erinaceetum anthyllidis* (Quézel 1957) Wojterski & Abdessemed in Wojterski 1988. Indiquons encore que sur le Rif calcaire, écologiquement beaucoup plus

proche du Djurdjura et des Babors, Benabid (1982) a décrit un *Berberido hispanicae-Cedretum atlanticae*, qui correspond à une cédraie claire, mais qui s'encarte lui aisément dans les structures forestières des *Quercu-Cedretalia atlanticae*.

17. *Galio odorati-Abietetum numidicae* (Quézel 1956) *nom. nov. hoc loco* [= Association à *Asperula odorata* et *Adenocarpus complicatus* Gharzouli 1989 pro parte]

L'association à *Asperula odorata* et *Adenocarpus complicatus* de Gharzouli (1989), qui physionomiquement se présente en une forêt dense à *Abies numidica*, *Cedrus atlantica* et *Quercus faginea*, décrite à partir d'un tableau hétérogène, correspond en fait à la fois à l'*Abieto-Asperuletum odoratae* et au *Senecio perralderiani-Cedretum atlanticae*. De plus la sous-association à *Dryopteris aculeata* et *Cephalanthera longifolia* définie par Gharzouli (1989), est manifestement identique à la zénaie de l'*Epimedio-Quercetum fagineae*.

18. *Scrophulario laevigatae-Aceretum obtusati* Wojterski 1988

Dans l'Akfadou, sur les versants frais des sommets gréseux, au niveau de certains ravins humides, entre 1 300 et 1 600 m d'altitude, au supraméditerranéen humide, l'*Acer obtusatum*, qui supporte mieux l'instabilité du substrat, arrive à individualiser une véritable érablière édaphophile, avec comme indicatrices, *Campanula trachelium* subsp. *mauritanicum*, *Epilobium lanceolatum* et *Polystichum setiferum* (Meddour & Laribi, 1999). Ces érablières ne sont pas sans affinités avec celles de l'Apennin méridional (Bonin, 1994). Au Djurdjura, dans le massif forestier des Ait Ouabane, Mediouni et Azira (1992, 1999) décrivent une série à *Acer obtusatum* sur le plan dynamique, mais son interprétation phytosociologique reste à faire.

19. *Violo munbyanae-Cedretum atlanticae* Abdessemed 1981 *nom. nov.* Meddour & Géhu 1998 [= *Violo munbyanae-Juniperetum (communis) hemisphaericae* Abdessemed 1981]

Comparativement au Djurdjura, *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* forme de grands peuplements entre 1 900 et 2 150 m aux Aurès (Abdessemed, 1984), mais n'y joue qu'un rôle dynamique secondaire (Quézel & Barbero, 1989).

20. *Daphno oleoidis-Juniperetum sabinae* Quézel et Barbero 1989

D'après Yahi *et al.* (1999), cette association clairement chasmophile présente très peu de relations syndynamiques avec les associations à cèdre. Nous partageons pleinement ce point de vue.

21. *Buxo sempervirentis-Abietetum numidicae* Gharzouli 1989 *nom. nov. propos. et stat. nov.* Meddour & Géhu 1998 [= Association à *Buxus sempervirens* et *Cerastium gibraltaricum* Gharzouli 1989]

Cette sapinière du Tababort n'a pas été interprétée de façon adéquate du point de vue synsystème. En effet, rattachée initialement au *Paeonio-Cedron atlanticae*, elle doit être intégrée logiquement à l'alliance préforestière du *Lonicero kabylicae-Juniperion hemisphaericae* (bien que *Juniperus hemisphaerica* n'existe pas sur la chaîne des Babors), comme nous l'avons montré précédemment (Meddour & Géhu, 1998). Cette association préforestière unique au Maghreb, correspondrait à un stade régressif du *Galio odorati-Abietetum numidicae* (Meddour, 2001) et annoncerait sur les crêtes dolomitiques du Tababort la transition vers les pelouses culminales de l'*Anthyllido montanae-Helianthemetum cani* Quézel 1957 (*Erinaceetalia anthyllidis* Quézel 1952).

22. *Rubo caesii-Alnetum glutinosae* Bensettiti 1995 [Syn. *Rusco hypophylli-Alnetum glutinosae* Géhu, Kaabèche et Gharzouli 1994]

Pour Géhu *in* Géhu *et al.* (1994), ce type d'aulnaie relève plutôt de la classe des *Alnetea glutinosae* Br.-Bl. & R.Tüxen 1943 [*Alnetalia glutinosae* R.Tüxen 1937, *Alnion glutinosae*

(Malcuit 1929) Meyer Drees 1936], tant écologiquement que floristiquement. Il avance comme argumentaire que la grande différence entre les *Populetalia albae* méditerranéens et les *Alnetalia glutinosae* (aulnaies marécageuses) se situe au niveau du régime hydrique ; les *Populetalia* sont caractérisés par un mouvement axial ou latéral de l'eau et par des alternances d'inondation et de dessiccation (l'eau du sol y est donc bien oxygénée), alors que les *Alnetalia* se développent au contraire sur des substrats constamment imprégnés d'eau peu mobile, donc peu oxygénée, qui sont en général beaucoup plus organiques, tourbeux ou paratourbeux (type anmoor). C'est exactement le cas dans les dépressions d'El Kala, où il s'agit de sols organiques imbibés d'eau quasiment en permanence (Géhu *et al.*, 1994). En réalité, sur le plan synfloristique, comme il ressort de la synthèse sur les ripisylves de la Méditerranée occidentale, par les méthodes d'analyse numérique, de Bensettiti et Lacoste (1999), ce syntaxon prend bien place dans le groupe des aulnaies acidiphiles méridionales de Corse, de Tunisie et d'Algérie s'inscrivant indiscutablement dans l'*Osmundo-Alnion*.

23. *Rusco hypophylli-Salicetum atrocinereae* Géhu, Kaabèche et Gharzouli 1994

Des saulaies à *Salix atrocinerea* ont été décrites, par exemple, en Corse du Sud par Lorenzoni *et al.* (1993) et en Espagne (Doñana) par Rivas-Martinez *et al.* (1980), qui les ont intégrées aux *Populetalia albae* et plus exactement à l'*Osmundo-Alnion*. Il s'agit pour ces derniers du *Viti viniferae-Salicetum atrocinereae* Rivas-Martinez & Costa in Rivas-Martinez *et al.* (1980). Ce syntaxon ibérique présente d'évidentes affinités avec le *Rusco hypophylli-Salicetum atrocinereae* d'El Kala, dont il est géosynvicariant. De ce fait, le rattachement de ce dernier à l'*Osmundo-Alnion* est pleinement justifié (Meddour in Meddour & Géhu, 1998).

24. Association à *Linum numidicum* et *Teucrium kabylicum* Gharzouli 1989

Cette association, qui ne répond pas au code de nomenclature phytosociologique, n'est à l'évidence qu'un stade de dégradation appauvri du *Balansaeo glaberrimae-Quercetum rotundifoliae*, reconnu dans les mêmes conditions écologiques sur le massif voisin du Djurdjura. L'analyse d'individus d'association mieux préservés des bas versants nord des Babors par Dahmani (1997) a permis de le confirmer.

25. Association à *Biscutella raphanifolia* et *Stachys officinalis* subsp. *algeriensis* Gharzouli 1989

Ce groupement, qui correspond à une zénaie dégradée, occupe l'écotone *Quercetea ilicis/Quercetea pubescentis* et traduit ainsi la transition vers une forêt à chêne zéen du *Balansaeo-Quercion rotundifoliae* (en atteste la présence de *Cytisus villosus*, *Phlomis bovei*, *Balansaea glaberrima*). Des affinités synécologico-floristiques évidentes existent avec la zénaie à Cytise (*Cytisus villosi-Quercetum canariensis* Benabid 1982) décrite du Rif au Maroc rangée justement dans le *Balansaeo-Quercion rotundifoliae*. Sur le plan synomenclatural, il ne répond pas aux règles modernes de l'ICPN.

26. Groupement à *Quercus rotundifolia* et *Quercus faginea* subsp. *tlemcenensis* (in Dahmani, 1984)

Dahmani (1994) signale son affinité avec le *Viburno tini-Quercetum rotundifoliae pistacietosum terebinthi* Rivas-Martinez 1974.

Encore plus continental et en grande marginalité tant chorologique qu'écologique, le groupement à *Quercus faginea* subsp. *microphylla* des Aurès (versant nord du Chélia), d'une importance phytogéographique, synchorologique et phytohistoqrique capitale, analysé sur le plan synfloristique par Abdessemed (1981), se présente également en mélange avec le chêne vert, mais le cortège floristique suite aux multiples perturbations anthropiques permet actuellement de l'intégrer tout au plus aux *Pistacio-Rhamnetalia*.

27. Groupement à *Myrtus communis* (in Nègre, 1964)

Il a été observé par Braun-Blanquet (1953) en Kroumirie. De tels « maquis à *Myrtus communis* » ont été signalés par Paradis & Piazza (1993) dans le Sud-Ouest de la Corse. L'Oleo-Ceratonion *siliquae* Br.-Bl. ex Guinochet & Drouineau 1944 em. Rivas-Martínez 1975, est en Péninsule ibérique, selon Rivas-Martínez *et al.* (2001-2002), un synonyme syntaxonomique du *Myrtion communis* Allier & Lacoste 1980. Ce point de vue n'est apparemment pas partagé par Bardat *et al.* (2001) en France, puisqu'ils ne citent nulle part le *Myrtion communis*.

28. Groupement à *Juniperus thurifera* subsp. *africana* (in Abdessemed 1981)

Selon Dahmani (1994), ce groupement serait voisin du *Junipero thuriferae-Quercetum rotundifoliae* Quézel & Barbero 1981 décrit du Maroc (affilié à la même alliance).

IV. CHECK-LIST DES SYNTAXONS FORESTIERS SENSU LATO ET LEUR REPARTITION CHOROLOGIQUE EN ALGERIE

Dans le tableau 50, nous récapitulons par ordre alphabétique la centaine de syntaxons forestiers, préforestiers, forestiers présteppique, ripisylves et fourrés ripicoles décrits en Algérie en précisant leur localisation dans les divers districts phytochorologiques.

Nous pouvons ainsi, en supposant un même effort d'investigation à leurs niveaux et en toute relativité, donner une première idée de la *biodiversité phytocénotique* de ces territoires, dans l'état actuel de nos connaissances sur les classes de végétation forestière. Il apparaît d'ores et déjà des différences numériques très nettes. Mais, nous limiterons notre propos ici à ce simple constat. Remarquons tout de même que le district de la Kabylie djurdjuréenne compte 14 syntaxons (signalés en gras).

Tableau 50. Répartition des syntaxons dans les divers territoires phytochoriques d'Algérie

Syntaxons / District phytochorologiques	O 1	O 2	O 3	A 1	A 2	K 1	K 2	K 3	C 1	AS 1	AS 2	AS 3
<i>Aceri monspessulani-Cedretum atlanticae</i> Abdessemed 1981 nom. nov. Meddour & Géhu 1998												+
<i>Aceri monspessulani-Ulmetum procerae</i> Meddour 1999						+						
<i>Ampelodesmo mauritanicae-Tetraclinum articulatae</i> Hadjadj-Aoul et Loisel 1999			+									
<i>Arisaro vulgare-Pinetum halepensis</i> Brakchi 1998				+								
Association à <i>Biscutella raphanifolia</i> et <i>Stachys officinalis</i> subsp. <i>algeriensis</i> Gharzouli 1989						+						
Association à <i>Linum numidicum</i> et <i>Teucrium kabylicum</i> Gharzouli 1989						+						
Association à <i>Satureja baborensis</i> et <i>Cedrus atlantica</i> Gharzouli 2007						+						
Association à <i>Sorbus aria</i> et <i>Cedrus atlantica</i> Gharzouli 2007						+						
<i>Balansaeo glaberrimae-Cedretum atlanticae</i> Barbero, Quézel et Rivas-Martínez 1981					+				+			
<i>Balansaeo glaberrimae-Quercetum rotundifoliae</i> Barbero, Quézel et Rivas-Martínez 1981					+	+	+		+			
<i>Berberido hispanicae-Cedretum atlanticae</i> Abdessemed 1981 nom. inv. Meddour & Géhu 1998 non Benabid 1982												+
Brousse à <i>Periploca laevigata</i> et <i>Ziziphus lotus</i> (in Géhu, Kaabèche et Gharzouli 1994)									+			
<i>Bunio atlantici-Cedretum atlanticae</i> Meddour 1994					+							
<i>Bupleuro fruticosi-Euphorbietum dendroidis</i> Géhu, Kaabèche et Gharzouli 1992					+		+	+				
<i>Buxo sempervirentis-Abietetum numidicae</i> Gharzouli 1989 nom. nov. propos. et stat. nov. Meddour & Géhu 1998							+					

<i>Calicotomo intermediae-Quercetum rotundifoliae</i> Dahmani 1997	+	+	+				
<i>Calicotomo intermediae-Tetraclinetum articulatae</i> Barbero, Quézel et Rivas-Martinez 1981	+						
<i>Calicotomo spinosae-Pinetum halepensis</i> Brakchi 1998			+				
<i>Calicotomo spinosae-Quercetum rotundifoliae</i> Dahmani 1997		+	+	+	+		
<i>Cedro atlanticae-Quercetum rotundifoliae</i> Abdessemed 1981					+		+
<i>Cerastio atlanticae-Cedretum atlanticae</i> Yahy 1995			+				
<i>Chamaeropo humilis-Artemisietum arborescentis</i> Géhu et Sadki 1995			+				
<i>Chamaeropo humilis-Asparagetum altissimi</i> Guinochet 1980	+						
<i>Chrysanthemo fontanesii-Quercetum canariensis</i> Laribi 1999				+			
<i>Cisto salvifolii-Quercetum rotundifoliae</i> Dahmani 1997			+	+			
<i>Clematidi cirrhosae-Juniperetum lyciae</i> Barbero, Quézel et Rivas-Martinez 1981	+						
<i>Coronillo (valentinae) pentaphyllae-Quercetum rotundifoliae</i> Guinochet 1980 <i>nom. inv.</i> Meddour 1994			+				
<i>Cynosuro balansae-Juniperetum hemisphaericae</i> Quézel et Barbero 1989				+			
<i>Cynosuro peltierii-Quercetum afaredis</i> Laribi 1999				+			
<i>Cytiso villosi-Quercetum rotundifoliae</i> (Meddour 1994) Dahmani 1997		+	+	+			
<i>Cytiso villosi-Quercetum suberis</i> Br.-Bl. 1953 <i>em.</i> El Afsa 1978	+	+	+	+	+	+	+
<i>Daphno oleoidis-Juniperetum sabinae</i> Quézel et Barbero 1989				+			
<i>Dorycnio suffruticosi-Phillyreum mediae</i> Djebaili (1978) 1990							+
<i>Ephedro fragilis-Juniperetum macrocarpae</i> Bartolo, Brullo et Marceno 1982	+			+	+		
<i>Ephedro fragilis-Juniperetum turbinatae</i> (Zaffran 1960) Géhu et Sadki 1995			+				
<i>Epimedio perralderiani-Quercetum fagineae</i> Quézel 1956				+			
<i>Equiseto maximi-Fraxinetum angustifoliae</i> Bensettiti 1995			+				
<i>Erico arboreae-Myrtetum communis</i> Quézel, Barbero, Benabid, Loisel et Rivas-Martinez 1988	+		+		+		
<i>Erico arboreae-Pinetum halepensis</i> Brakchi 1998			+				
<i>Erico scopariae-Quercetum suberis</i> Khelifi 1987				+	+		
<i>Festuco triflorae-Quercetum rotundifoliae</i> Dahmani (1984) 1997		+	+			+	+
<i>Galio odorati-Abietetum numidicae</i> (Quézel 1956) <i>nom. nov.</i> hoc loco				+			
<i>Genisto numidicae-Quercetum suberis</i> Toubal 1998					+		
<i>Genisto quadriflorae-Tetraclinetum articulatae</i> Hadjadj-Aoul et Loisel 1999	+	+					
<i>Genisto ulicinae-Quercetum cocciferae</i> Djaboub 2008					+		
Groupement à <i>Fraxinus dimorpha</i> et <i>Juniperus phoenicea</i> (in Abdessemed 1981)					+		+
Groupement à <i>Fraxinus dimorpha</i> et <i>Quercus rotundifolia</i> (in Abdessemed 1981)							+
Groupement à <i>Juniperus thurifera</i> subsp. <i>africana</i> (in Abdessemed 1981)							+
Groupement à <i>Myrtus communis</i> (in Nègre 1964)			+		+		
Groupement à <i>Quercus rotundifolia</i> et <i>Quercus faginea</i> subsp. <i>tlemcenensis</i> (in Dahmani 1984)		+					
Groupement à <i>Rubus ulmifolius</i> (in Géhu, Kaabèche et Gharzouli 1994)			+	+		+	
Groupement à <i>Tamarix africana</i> (Wojterski & Bensettiti in Wojterski 1988)			+			+	
Groupement à <i>Ulmus campestris</i> et <i>Fraxinus angustifolia</i> (in Bensettiti 1985)			+		+	+	
Groupement à <i>Ulmus campestris</i> var. <i>suberosa</i> (in Wojterski 1988)					+		
Haie à <i>Crataegus monogyna</i> (in Wojterski 1988)			+				
<i>Ilici aquifolii-Cedretum atlanticae</i> Abdessemed 1981 <i>nom. nov.</i> Meddour & Géhu 1998						+	
<i>Irido foetidissimae-Populetum albae</i> (Tchou 1947) O. Bolos 1953			+	+	+	+	+

<i>Junipero oxycedri-Quercetum cocciferae</i> Hadjadj-Aoul et Loisel 1999			+										
<i>Junipero turbinatae-Quercetum cocciferae</i> Hadjadj-Aoul et Loisel 1999		+		+									
<i>Junipero turbinatae-Quercetum rotundifoliae</i> Dahmani 1997										+	+	+	
<i>Lamio flexuosi-Alnetum glutinosae</i> Bensettiti 1995 non O. Bolos 1954				+									
<i>Lauro nobilis-Celtidetum australis</i> Bensettiti 1995				+									
<i>Lavandulo dentatae-Tetraclinetum articulatae</i> Dahmani 1984 nom. inv. Meddour & Géhu 1998 non Fennane 1987		+											
<i>Lonicero implexae-Quercetum cocciferae</i> Nègre 1964				+									
<i>Lysimachio cousiniana-Quercetum fagineae</i> Quézel 1956							+	+					
<i>Myrto communis-Quercetum suberis</i> Barbero, Benabid, Quézel et Rivas-Martinez 1981				+	+		+	+					
<i>Nerio oleandri-Tamaricetum africanae</i> Kaabèche, Gharzouli et Géhu 1995								+	+				
<i>Oleo sylvestris-Pistacietum lentisci</i> Nègre 1964 non Br.-Bl. & Molinier 1951				+				+					
<i>Oleo sylvestris-Tetraclinetum articulatae</i> Hadjadj-Aoul et Loisel 1999	+			+									
<i>Osyrido quadripartitae-Quercetum cocciferae</i> Hadjadj-Aoul et Loisel 1999				+									
<i>Phillyreo latifoliae-Quercetum cocciferae</i> Quézel, Barbero, Benabid, Loisel et Rivas-Martinez 1988	+			+									
<i>Phillyreo mediae-Quercetum fagineae</i> Aimé, Bonin, Chaabane, Loisel et Saoudi 1986	+			+			+	+					
<i>Phlomido bovei-Quercetum rotundifoliae</i> Zeraia 1981 pro parte					+								
<i>Pistacio lentisci-Quercetum rotundifoliae</i> Dahmani 1997					+	+				+			
<i>Pistacio lentisci-Quercetum suberis</i> (Debazac 1959) Khelifi 1987					+			+	+				
<i>Prunetum avii</i> Toubal 1998					+				+				
<i>Quercetum coccifero-rotundifoliae</i> Hadjadj-Aoul et Loisel 1999			+										
<i>Ranunculo spicati-Cedretum atlanticae</i> Abdessemed 1981 nom. inv. Dahmani 1997										+		+	
<i>Rhamno oleoidis-Tetraclinetum articulatae</i> Hadjadj-Aoul et Loisel 1999			+										
<i>Rho pentaphyllae-Tetraclinetum articulatae</i> Hadjadj-Aoul (1988) 1991	+	+											
<i>Rosmarino tournefortii-Tetraclinetum articulatae</i> Fennane 1987			+										
<i>Rubo caesii-Alnetum glutinosae</i> Bensettiti 1995									+				
<i>Rubo incanescens-Quercetum fagineae</i> Quézel 1956 em. Aimé, Bonin, Chaabane, Loisel et Saoudi 1986								+	+	+			
<i>Rubo ulmifolii-Nerietum oleandri</i> O. Bolos 1956									+				
<i>Rusco hypophylli-Salicetum atrocinnereae</i> Géhu, Kaabèche et Gharzouli 1994									+				
<i>Rusco hypophylli-Tetraclinetum articulatae</i> Hadjadj-Aoul et Loisel 1999				+									
<i>Salici pedicellatae-Populetum nigrae</i> Bensettiti 1995					+								
<i>Scrophulario laevigatae-Aceretum obtusati</i> Wojterski 1988					+								
<i>Scrophulario tenuipedis-Alnetum glutinosae</i> Meddour & Laribi 1999								+					
<i>Senecio gallerandiani-Cedretum atlanticae</i> Yahi 1995					+								
<i>Senecio perralderiani-Cedretum atlanticae</i> Quézel et Barbero 1989								+	+				
<i>Smilaci mauritanicae-Quercetum rotundifoliae</i> Barbero, Quézel et Rivas-Martinez 1981				+	+								
<i>Tamo communis-Crataegetum monogynae</i> Meddour 1994					+								
<i>Tamo communis-Quercetum cocciferae</i> Hadjadj-Aoul et Loisel 1999	+												
<i>Telino linifoliae-Quercetum suberis</i> Zeraia 1981	+				+								
<i>Tetraclino articulatae-Phillyreum latifoliae</i> Hadjadj-Aoul et Loisel 1999			+										
<i>Violo munbyanae-Cedretum atlanticae</i> Abdessemed 1981 nom. nov. Meddour & Géhu 1998												+	
Nombre total de syntaxons par territoire phytocorologique	1 3	0 4	1 5	2 3	2 8	1 4	2 1	2 1	1 6	0 1	0 3	1 1	

V. CONCLUSION

Malgré quelques travaux récents, la connaissance des syntaxons forestiers et préforestiers de l'Algérie n'est encore que très fragmentaire. Certes, notre pays a déjà fait l'objet de plusieurs études phytogéographiques remarquables (listes floristiques) pour les écosystèmes forestiers, des précurseurs, tels que Lapie (1909) et Maire (1926), grâce auxquels les formations végétales et les grandes unités de végétation sont maintenant bien connues. Par contre, les publications contenant des tableaux phytosociologiques sont plutôt rares et se sont intéressées à des associations végétales bien délimitées géographiquement et écologiquement (surfaces occupées réduites, groupements spécialisés). En outre, les groupements préforestiers et forestiers présteppiques méritent largement d'être (ré)étudiés à la lumière des connaissances synsystématiques actuelles, comme le montre l'exemple récent du reclassement de la sous-association *juniperetosum hemisphaericae* en association préforestière originale par Quézel & Barbero (1989).

En fait, l'important problème des associations forestières, préforestières et de maquis n'a été abordé en Algérie initialement que par Quézel (1956), Nègre (1964) et Baumgartner (1966). Il faut attendre 30 à 40 ans, pour connaître une seconde phase plus féconde d'analyse syntaxonomique de ces groupements. Ce sont alors Wojterski (1988), Quézel & Barbero (1989), Meddour (1994, 2002), Hadjadj-Aoul (1995), Bensettiti (1995), Dahmani (1997), Yahi (2007), Gharzouli (2007)... qui apportent de nouveaux matériaux (tableaux phytosociologiques), généralement dans le cadre de la réalisation de thèses, à propos pratiquement de tous les types de groupements forestiers et préforestiers de l'Algérie.

Cependant, la surexploitation pluriséculaire de ces forêts, ayant conduit à la disparition et à la très grande raréfaction des espèces sylvatiques significatives des phases de maturité sylvigénétique (cf. e.g. Quézel & Barbero, 1989 ; Meddour, 2001), a favorisé un grand développement de phases pionnières et de nombreux stades complexes de dégradation de la végétation forestière et préforestière (déstructuration, nitrophisation, groupements fragmentaires, mosaïquage, thérophytisation, matorralisation, dématorralisation, steppisation), phénomènes souvent mal interprétés dans les études. D'autre part, sous l'influence des résultats acquis dans le Sud de l'Europe, sur des groupements similaires, les auteurs ont tendance à décrire des associations en accordant avec emphase une importance aux espèces de souche septentrionale (eurasiatiques, européennes), et à négliger ou du moins sous-estimer l'importance des éléments phytochoriques de souche locale (espèces endémiques algériennes, maghrébiennes, voire ibéro-maghrébiennes).

Chapitre VI

SYNTHESE DE NOS CONNAISSANCES PHYTOSOCIOLOGIQUES SUR LES GROUPEMENTS VEGETAUX DE LA KABYLIE DJURDJUREENNE

Chapitre VI. SYNTHÈSE DE NOS CONNAISSANCES PHYTOSOCIOLOGIQUES SUR LES GROUPEMENTS VÉGÉTAUX DE LA KABYLIE DJURDJUREENNE

I. INTRODUCTION

Dans ce chapitre, nous allons réaliser la synthèse des connaissances acquises sur les groupements végétaux de la Kabylie djurdjuréenne par la méthode sigmatiste depuis 1/2 siècle environ. Ce district phytchorologique a fait l'objet d'études phytogéographiques remarquables des précurseurs, tels que Lapie (1909a, 1910b), pour les écosystèmes forestiers, ou Gauthier-Lièvre (1931), pour la végétation des eaux continentales de l'Akfadou, grâce auxquels les formations végétales et les grandes unités de végétation sont bien connues. Cette dition n'a en fait connu un essor dans la connaissance syntaxonomique qu'à partir des années 50, en particulier avec les travaux fondamentaux de Quézel (1956, 1957).

Paradoxalement, ce sont les groupements végétaux des habitats spécialisés et confinés dans des aires bien délimitées (végétation aérohaline des falaises et rochers du littoral, végétation des mares temporaires ou permanentes sublittorales, végétation rupicole calcicole et pelouses écorchées à chaméphytes épineuses), qui ont fait au début l'objet des travaux les plus aboutis. Puisque, malgré leur importance paysagère et écosystémique, ce n'est qu'à partir des années 80, que les groupements forestiers et préforestiers ont été étudiés, alors que le synsystème se mettait en place progressivement (1971-2002).

Cette synthèse est ainsi le premier travail décrivant la totalité des syntaxons connus du district phytchorologique de la Kabylie djurdjuréenne (secteur phytchorologique kabylo-annabi, domaine maghrébo-tellien). Il recense toutes les unités syntaxonomiques, c'est-à-dire les classes, les ordres, les alliances, les associations et les sous-associations, présentes dans ce district.

Enfin, il peut être considéré comme une application régionale du Prodrôme des Végétations d'Algérie, intitulé « *Typologie hiérarchisée des principales unités phytosociologiques d'Algérie* » (Géhu & al., 1998), et également utilisé comme clé d'identification des habitats dans la plus grande partie de la dition Kabyle, du littoral, de la plaine et des basses montagnes jusqu'à la haute montagne du Djurdjura.

II. LES TYPES D'HABITATS ET LES SYNTAXONS CORRESPONDANTS : LES GROUPEMENTS NON FORESTIERS

De nombreux syntaxons non forestiers sont décrits dans cette synthèse, plus exactement 7 classes, 7 ordres, 9 alliances, 14 associations et 8 sous-associations, concernant une dizaine de types d'habitats (cf. Meddour & al., 2008). Les principaux caractères diagnostics écologiques, les espèces végétales caractéristiques et différentielles, la répartition géographique sont mentionnés pour chaque association végétale et parfois pour les sous-associations. La description des groupements végétaux est complétée par de nombreux commentaires. En effet, différents problèmes sont apparus, notamment pour ce qui concerne la synnomenclature, la signification d'un groupement non rattaché à des unités synsystématiques supérieures, la mise en synonymie de certains syntaxons, etc. Nous avons opté chaque fois pour la solution la plus adéquate.

Les référentiels utilisés dans ce synopsis pour une homogénéisation de la synnomenclature, synsystème et de la typologie des habitats sont :

- Nomenclature CORINE Biotopes. Types d'habitats français (Bissardon & *al.*, 1997).
- Typologie hiérarchisée des principales unités phytosociologiques d'Algérie ou diversité des habitats biologiques d'Algérie (Géhu & *al.*, 1998).
- Prodrome des végétations de France (Bardat & *al.*, 2004).
- Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001 (Rivas-Martinez & *al.*, 2002).

2.1. La végétation aérohaline et chasmophytique des rochers et falaises du littoral

Cette végétation des falaises maritimes s'inscrit du point de vue synsystématique dans les unités supérieures suivantes :

Crithmo maritimi-Limonietea minuti Br.-Bl. 1947

Crithmo maritimi-Limonietalia minuti Molinier 1934

Plantaginion macrorhizae Pons & Quézel 1955

2.1.1. *Limonietum gougetiani-psilocladon limonietosum psilocladon* Pons & Quézel 1955

Sur toute la côte de la Kabylie djurdjuréenne (à Dellys, entre Tigzirt et Azeffoun, au Cap Corbelin notamment), les affleurements gréseux sont recouverts par une végétation très pauvre. Seul *Limonium psilocladon*, qui est rare, permet de penser qu'il s'agit d'individus d'associations fragmentaires de l'association à *Limonium gougetianum* et *Limonium psilocladon*, largement répandue dans l'ensemble de la zone des embruns du littoral, mais dont le centre de dispersion optimal est la région algéroise (de Boumerdes jusqu'à Tipaza). Cette pauvreté floristique du *limonietosum psilocladon* kabyle peut s'expliquer par l'extrême fragmentation naturelle de son habitat. En effet, sur plus de 100 km de côte, on ne trouve que quelques rochers directement exposés aux embruns et plus souvent des éboulis terreux, où l'alliance endémique nord-africaine du *Plantaginion macrorhizae* ne peut trouver son optimum. Cette sous-association paucispécifique compte 11 espèces (*Daucus gongylifolius* subsp. *hispanicus*, *Arenaria cerastioides*, *Asteriscus maritimus*, *Lotus cytisoides*, etc.), dont la caractéristique est *Limonium psilocladon* (tableau 51), auxquelles il convient de rajouter *Crithmum maritimum* et *Plantago macrorhiza* (obs. inéd.).

C'est, toutefois, une végétation hautement spécialisée et de grande valeur phytogéographique, dont $\frac{3}{4}$ de la flore est exclusif de ce type d'habitat.

Tableau 51. Association à *Limonium gougetianum* et *L. psilocladon* Pons & Quézel 1955

Numéro des relevés	1	2	3
Altitude (m)	10	4	10
Pente (°)	10	15	15
Exposition	N	NE	NE
Recouvrement (%)	30	15	10
<i>Limonium psilocladon</i>	+	2	2
<i>Daucus gummifer</i>	+	1	+
<i>Crucianella maritima</i>	1	+	1
<i>Lotus cytisoides</i>	+		+
<i>Asteriscus maritimus</i>	2	1	1
<i>Dactylis maritima</i>	+	1	
<i>Catapodium loliaceum</i>	+	1	
<i>Beta maritima</i>	+		

<i>Arenaria spathulata</i>	+
<i>Picridium vulgare</i> var. <i>maritimum</i>	+
<i>Hyoseris radiata</i>	1

Localités des relevés : 1. Entre Tigzirt et Azzefoun ; 2. Dellys ; 3. Cap Corbelin.

Le *Limonium minutum*, qui était signalé à Dellys (Battandier & Trabut, 1890), n'a pas été retrouvé et celui-ci n'existerait pas sur la côte de la Kabylie djurdjuréenne (Pons & Quézel, 1955). En outre, le fait que l'endémique algérien *Limonium gougetianum* subsp. *gougetianum* y est totalement absent, laisse des doutes quant à l'affiliation du groupement kabyle à cette association, d'autant que Khelifi & alii (2008) viennent de décrire de l'ouest algérois une nouvelle association le *Crithmo maritimi-Limonietum psilocladon*, auquel on peut le rattacher probablement.

2.2. La végétation dulçaquicole des mares temporaires et des dépressions humides à *Isoetes* du littoral

Cette végétation s'inscrit du point de vue synsystématique dans les unités supérieures suivantes :

Isoeto durieui-Juncetea bufonii Br.-Bl. & Tüxen 1943 ex V. West, Dijk & Paschier 1946

[= *Isoeto-Nanojuncetea* Br.-Bl. & Tüxen 1943]

Isoetetalia durieui Br.-Bl. 1931 em. Rivas Goday 1970

2.2.1. *Myosotido siculae-Isoetetum velatae* Chevassut & Quézel 1956

Cette association des mares temporaires, caractérisée par le développement prépondérant d'*Isoetes velata*, se rencontre essentiellement dans les mares temporaires, où l'eau séjourne pendant 2 à 5 mois de l'année, au sein des maquis ou forêts de chêne liège. Elle y occupe des dépressions colmatées d'argiles, de petite taille, ne dépassant pas en général 8 à 10 m de diamètre, et dont la profondeur atteint rarement plus de 0,5 m. L'association typique trouve son optimum synécologique, dans les mares les moins perturbées par l'action anthropozoïque, souvent en pleine forêt de chêne liège. C'est le cas pour quelques mares situées entre Azzefoun et le Cap Sigli, dont l'accès est souvent difficile.

Sur le plan synfloristique, certaines espèces permettent de caractériser l'association : *Isoetes velata* subsp. *velata*, *Myosotis caespitosa*, *Illecebrum verticillatum* et *Exaculum pusillum* (tableau 52, relevés 1 à 4). Par contre, *Chrysanthemum clausonis*, endémique ibéro-algérien, n'a pas été retenu comme caractéristique de l'association par Chevassut & Quézel (1956), il convient de lui accorder ce statut.

Plusieurs taxons sont des caractéristiques et différentielles des unités supérieures, il s'agit de *Laurentia michelii*, *Pulicaria sicula*, *Peplis hispidula*, *Lythrum tribracteatum*, *Lythrum hyssopifolia*, *Juncus bufonius*, *J. capitatus*, *J. pygmaeus* et *Isolepis cernua*. Les autres caractéristiques presque toutes hygrophiles sont : *Ranunculus ophioglossifolius*, *Ranunculus sardous*, *Oenanthe fistulosa*, *Scirpus palustris*, *Carex divisa*, *Mentha pulegium*, *Polypogon monspeliensis*.

L'association à *Isoetes velata* et *Myosotis sicula* a ainsi été rattachée initialement, par Chevassut & Quézel (1956), à l'alliance *Isoetion durieui* Br.-Bl. 1935. En fait, Loisel (1976) montre qu'elle s'intègre plutôt à l'alliance du *Cicendion filiformis* (Rivas Goday in Rivas Goday & Borja 1961) Br.-Bl. 1967, puisque seul *Lythrum thymifolium* caractéristique de la première alliance y est présent, alors que les caractéristiques du *Cicendion* y sont plus nombreuses (*Isoetes velata*, *Laurentia michelii*, *Illecebrum verticillatum*, *Cicendia filiformis*).

Un faciès appauvri à *Eryngium barrelieri* se rencontre dans les mares de la région d'Azzefoun (relevés 3 et 4), dont la mise en eau n'excède pas 3 mois et qui sont facilement atteintes par le bétail. Le cortège floristique est alors nettement moins riche ; en particulier les caractéristiques rares *Myosotis sicula*, *Illecebrum verticillatum* sont absentes. Par contre, le Panicaut de Barrelière (*Eryngium barrelieri*) y est toujours très abondant. Ce groupement est considéré comme un faciès de dégradation de l'association typique ; il correspond sans doute à l'*Eryngio barrelieri-Isoetetum velatae* (Pott. Alap. 1952) De Foucault 1988.

2.2.2. *Radiolo linoidis-Isoetetum hystrix* Chevassut & Quézel 1956

Ce groupement des dépressions humides est extrêmement répandu dans le Tell algérien, où il paraît lié aux peuplements de chêne liège, comme dans la forêt de l'Akfadou (près d'Adekar, notamment). Il se rencontre soit à la périphérie des mares temporaires où prospère l'association précédente (Azeffoun, Cap Sigli, pointe Ksila, plage de Sidi Khelifa), soit en pleine forêt dans les petites dépressions où l'eau stagne quelques temps après les pluies en hiver et au printemps. Le substrat est presque toujours constitué par les grès siliceux de Numidie donnant en surface une zone d'altération sableuse.

Sur le plan phytosociologique, les caractéristiques de l'association sont : *Isoetes hystrix*, *Radiola linoides*, *Trifolium filiforme*, *Aiopsis tenella* (tableau 52, relevés 5 et 6). Par contre, *Juncus capitatus*, *Cicendia filiformis* et *Laurentia michelii*, largement répandus au Maghreb dans les groupements des *Isoetalia*, sont des caractéristiques des unités supérieures. L'association typique est caractérisée par la prédominance de *Isoetes hystrix* et par l'abondance de *Radiola linoides*, *Cicendia filiformis* et *Trifolium filiforme*. Le *Radiolo-Isoetetum* se rattache effectivement à l'*Isoetion durieui* Br.-Bl. 1935, comme l'atteste la présence des caractéristiques suivantes de l'alliance : *Isoetes hystrix*, *Centaurium maritimum* et *Lythrum thymifolium* (Loisel, 1976).

Parmi les compagnes, figurent en majeure partie des espèces transgressives des pelouses thérophytiques sèches, méditerranéennes siliceuses, du *Tuberarion guttatae*, qui présente d'étroits rapports de contact avec cette association.

Enfin, le surpâturage, le surpiétinement et les incendies fréquents menacent sérieusement cette végétation hautement spécialisée et de grande valeur phytocoenologique.

Tableau 52. Association à *Isoetes velata* et *Myosotis sicula* (relevés 1 à 4) & association à *Isoetes hystrix* et *Radiola linoides* (relevés 5 et 6) [Chevassut & Quézel 1956]

Numéro des relevés	1	2	3	4	5	6
<u>Caract. des associations</u>						
<i>Isoetes velata</i> subsp. <i>velata</i>	4	4	3	3		
<i>Exaculum pusillum</i>	1	1	1	1		
<i>Myosotis sicula</i>	2	2				
<i>Illecebrum verticillatum</i>	2	2				
<i>Eryngium barrelieri</i>			2	1		
<i>Isoetes hystrix</i>					5	4
<i>Radiola linoides</i>					1	1
<i>Trifolium micranthum</i>					1	+
<i>Aiopsis tenella</i>					1	
<u>Caractéristiques des unités supérieures</u>						
<i>Laurentia michelii</i>	2	+	1	+	1	1
<i>Lythrum hyssopifolium</i>	1	+	1	+	1	
<i>Pulicaria sicula</i>		+	2	+		
<i>Juncus pygmaeus</i>	1	1	+		1	1

<i>Peplis hispidula</i>	2	2	I	I	
<i>Lythrum tribracteatum</i>			+		
<i>Juncus capitatus</i>	+		+	+	+
<i>Cicendia filiformis</i>	I	2			+
<i>Lythrum hyssopifolium</i> subsp. <i>thymifolium</i>					+
<i>Kremeria paludosa</i>	2	2	I	I	
<i>Juncus bufonius</i>			+	I	I
<i>Ranunculus ophioglossifolius</i>			+	I	
<i>Ranunculus sardous</i>	+		+	+	
<i>Scirpus cernuus</i>	I				I
<i>Oenanthe fistulosa</i>		+	I		
<i>Mentha pulegium</i>			I	I	+
<i>Polypogon monspeliensis</i>			I	I	
<i>Panicum repens</i>				2	
<i>Ranunculus flabellatus</i>	+	+			+
<i>Scirpus palustris</i>			I	2	
<i>Carex divisa</i>				I	
<u>Compagnes</u>					
<i>Trifolium resupinatum</i>			I		
<i>Hypericum australe</i>					+
<i>Linaria commutata</i>					+
<i>Ornithopus compressus</i>					+
<i>Centaureum maritimum</i>					+
<i>Bellis annua</i>					I
<i>Aira cupaniana</i>					I
<i>Alchemilla arvensis</i>					+
<i>Tillaea muscosa</i>					+
<i>Filago gallica</i>					+
<i>Helianthemum guttatum</i>					+
<i>Kremeria myconis</i>					+
<i>Romulea bulbocodium</i>					I
<i>Vulpia</i> sp.					+
<i>Briza maxima</i>					+

Localités des relevés : 1. Piste d'Azeffoun au Cap Sigli, 5 km à l'W de la pointe Ksila. 2. Piste d'Azeffoun au Cap Sigli, 1 km à l'W de la pointe Ksila. 3. 6 km à l'E d'Azeffoun, près de la plage de Sidi Khelifa. 4. Piste d'Azeffoun au Cap Sigli, 7 km à l'W de la pointe Ksila. 5. Forêt de l'Akfadou. 6. Forêt de l'Akfadou, près d'Adekar.

2.3. La végétation des pelouses thérophytiques

Ce type de végétation appartient aux unités synsystématiques supérieures suivantes :

Tuberarietea guttatae (Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952) Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963 nom. mut. propos. [= *Helianthemetea guttati*]

Tuberarietalia guttatae Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940 nom. mut. propos.
[= *Helianthemetalia guttati*]

2.3.1. Pelouse à *Trifolium* sp. pl.

Assez souvent, une véritable pelouse à divers trèfles se substitue, à la périphérie des mares, à l'association à *Isoetes hystris* et *Radiola linoides*, comme par exemple près d'Azeffoun (23 espèces dont 9 espèces de *Trifolium* sur 10 m²) (Chevassut & Quézel 1956). C'est très probablement au *Loto hispidi-Trifolietum resupinati* que s'apparente ce relevé. Cette

association décrite du SE méditerranéen français par Loisel (1976) s'insère dans l'alliance du *Vulpion ligusticae* Aubert & Loisel 1971, communautés mésohygrophiles sur sables tassés s'asséchant l'été (Bardat & al., 2004). En effet, elle correspond tout comme ici à une pelouse à Papilionacées diverses, essentiellement des trèfles (*Trifolium resupinatum*, *T. ligusticum*, *T. glomeratum*, *T. lappaceum*, *T. nigrescens*, *T. campestre*, etc.) (tableau 53) et se développe au contact des associations des *Isoeto-Juncetea bufonii* et celles du *Tuberarion guttatae*.

Tableau 53. Pelouse à *Trifolium* sp. pl. (Chevassut & Quézel, 1956)

<i>Trifolium ligusticum</i>	1	<i>Mentha pulegium</i>	+
<i>Trifolium glomeratum</i>	2	<i>Polypogon monspeliensis</i>	1
<i>Trifolium lappaceum</i>	1	<i>Isoetes hystrix</i>	1
<i>Trifolium maritimum</i>	1	<i>Bellis annua</i>	+
<i>Trifolium nigrescens</i>	1	<i>Linaria commutata</i>	+
<i>Trifolium resupinatum</i>	1	<i>Anagallis parviflora</i>	1
<i>Trifolium filiforme</i>	+	<i>Gaudinia fragilis</i>	1
<i>Trifolium campestre</i>	+	<i>Lotus hispidus</i>	1
<i>Trifolium pallidum</i>	+	<i>Oenanthe virgata</i>	+
<i>Laurentia michelii</i>	+	<i>Briza minor</i>	1
<i>Juncus bufonius</i>	1	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	1
<i>Scirpus cernuus</i>	2		

2.3.2. *Biscutello didymae-Lonetum annuae* Guinochet 1977

En Kabylie djurdjuréenne, cette association de pelouse thérophytique, qui existe dans l'Atlas tellien algérois, est caractérisée par *Biscutella didyma* et *Lonas annua* (absente ici), et par une espèce endémique nord-africaine, *Anarrhinum pedatum*, et possède de nombreuses thérophytes. Elle a été observée aux Issers, dans un maquis dégradé et pâturé de chêne liège, sur sol rouge, compact, avec un recouvrement des arbres et arbustes de 20 % et celui des herbacées de 80 %. Dans un relevé, Guinochet (1977) a recensé une diversité floristique notable, soit 65 espèces sur 100 m² (tableau 54).

Cette association appartient au *Tuberarion guttatae* (Br.-Bl. 1931) Br.-Bl., Molinier & H. Wagner 1940 et aux syntaxons supérieurs cités plus haut, comme l'atteste la présence de *Tuberaria guttata*, *Aira cupaniana*, *Vulpia myuros*, *Logfia gallica*, *Briza maxima*, *Trifolium campestre*, *Valerianella microcarpa*, *Galium parisiense*, *Scorpiurus muricatus*, *Hypochoeris achyrophorus*, etc. Enfin, on remarquera l'infiltration des espèces transgressives des *Cisto-Lavanduletea stoechadis* (*Thymelaea hirsuta*, *Cytinus hypocistis*, *Cistus monspeliensis*, *Genista tricuspidata*, etc.) et surtout des *Quercetea ilicis* (*Quercus suber*, *Pistacia lentiscus*, *Erica arborea*, *Daphne gnidium*, *Calicotome spinosa*, *Chamaerops humilis*, *Pulicaria odora*, *Rubia peregrina*, *Ampelodesmos mauritanicus*, etc.). Ce qui traduit sa valeur syngénétique et syndynamique (série du chêne liège).

Tableau 54. *Biscutello didymae-Lonetum annuae* Guinochet 1977

Caractéristiques d'association		Caract. des <i>Quercetea ilicis</i>	
<i>Biscutella didyma</i>	+	<i>Pistacia lentiscus</i>	2
<i>Anarrhinum pedatum</i>	+	<i>Pulicaria odora</i>	+
Caract. des <i>Tuberarietea guttatae</i>		<i>Quercus suber</i>	1
<i>Tuberaria guttata</i>	+	<i>Erica arborea</i>	+

<i>Aira cupaniana</i>	1	<i>Tamus communis</i>	+
<i>Trifolium campestre</i>	+	<i>Crataegus oxyacantha</i>	+
<i>Vulpia myuros</i> subsp. <i>sciuroides</i>	1	<i>Daphne gnidium</i>	+
<i>Filago gallica</i>	+	<i>Rubia peregrina</i>	+
<i>Briza maxima</i>	+	<i>Satureja calamintha</i> subsp. <i>ascendens</i>	+
<i>Centaurium erythraea</i>	+	<i>Galium tunetanum</i>	+
<i>Valerianella morisonii</i> subsp. <i>microcarpa</i>	1	<u>Compagnes</u>	
<i>Ranunculus flabellatus</i>	1	<i>Asphodelus ramosus</i>	+
<i>Parentucellia viscosa</i>	+	<i>Plantago serraria</i>	+
<i>Centaurium maritimum</i>	1	<i>Anagallis arvensis</i>	+
<i>Galium parisiense</i> subsp. <i>divaricatum</i>	1	<i>Sherardia arvensis</i>	+
<u>Autres thérophytes</u>		<i>Brachypodium dystachyon</i>	1
<i>Scorpiurus muricatus</i>	+	<i>Ampelodesmos mauritanicus</i>	2
<i>Hordeum murinum</i>	+	<i>Linum bienne</i>	+
<i>Hedypnois cretica</i>	+	<i>Lagurus ovatus</i>	+
<i>Hypochoeris achyrophorus</i>	1	<i>Festuca coerulescens</i>	1
<i>Evax pygmaea</i>	+	<i>Scleropoa rigida</i>	+
<u>Caract. des Cisto-Lavanduletea</u>		<i>Euphorbia exigua</i>	+
<i>Thymelaea hirsuta</i>	+	<i>Hypochaeris radicata</i>	+
<i>Cytinus hypocystis</i>	1	<i>Eryngium tricuspidatum</i>	+
<i>Calicotome villosa</i>	1	<i>Asterolinum linum-stellatum</i>	+
<i>Cistus monspeliensis</i>	3	<i>Scorzonera undulata</i>	+
<i>Genista tricuspidata</i>	+		

Autres espèces présentes dans ce relevé avec + : *Bellis silvestris*, *Carex halleriana*, *Anemone palmata*, *Arisarum vulgare*, *Cardamine hirsuta*, *Carex flacca*, *Carthamus caeruleus*, *Crepis amplexifolia*, *Euphorbia pterococca*, *Fedia caput-bovis*, *Geranium robertianum*, *Plantago psyllium*, *Polycarpon tetraphyllum*, *Selaginella denticulata*, *Veronica arvensis*.

2.4. Les groupements rupicoles calcicoles du Djurdjura

Les rochers calcaires sur les sommets du Djurdjura hébergent différentes associations qui s'intègrent dans les unités supérieures des montagnes sud-européennes :

Asplenietea trichomanis (Br.-Bl. in Br.-Bl. & Meier 1934) Oberdorfer 1977

[= *A. rupestris* (Meier) Br.-Bl. 1934]

Potentilletalia caulescentis Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 1926

Potentillion caulescentis Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 1926

2.4.1. *Campanulo jurjurensis-Galietum perralderii* Quézel 1957

Ce syntaxon caractérise les parois rocheuses calcaires dans tout le massif du Djurdjura (djebel Haizer, Akouker, Tizi n'Cennad, Ras Timedouine, Azrou ou Gougane, Lalla Khedidja, Tabbourt Tamellalt, Anou Bousouil), entre 1 700-2 300 m. Il compte 37 espèces au total et les caractéristiques et différentielles en sont (tableau 55) : *Galium perralderii*, *Campanula macrorhiza* var. *jurjurensis*, *Potentilla caulescens* var. *kabylica*, *Anthemis montana* subsp. *kabylica*, tous endémiques ou subendémiques du massif ; *Rhamnus alpina* var. *kabylica* et *Amelanchier ovalis*, chaméphytes localisés sur les montagnes de Kabylie permettent également de caractériser l'association.

Le *Campanulo jurjurensis-Galietum perralderii* est endémique du Djurdjura, il présente les plus grandes affinités synécologiques avec l'association à *Galium murbecki* et *Campanula kahenae* des sommets des Aurès, dont il est géosynvicariant. Il se rapproche également des associations rupicoles de l'Apennin central, par la présence en commun de *Campanula*

macrorhiza, *Sedum magellense* et *Daphne oleoides*. Son affiliation aux unités synsystématiques supérieures précitées se justifie par la présence et la fréquence des taxons indicateurs suivants : *Potentilla caulescens* var. *kabylica*, *Erinus alpinus* var. *atlanticus*, *Silene mollissima*, *Asplenium trichomanes*, *Asplenium ruta-muraria*, *Cystopteris fragilis*, *Sedum dasyphyllum*, *Hypochaeris laevigata*, *Arabis caucasica*, etc.

Dans ce groupement calcicole et rupicole du Djurdjura, on distingue trois sous-associations bien individualisées :

- 0 La sous-association à *Tinguarra sicula* (relevés 1 à 4) sur les rochers exposés au sud, à des altitudes inférieures à 1 900 m, *Tinguarra sicula*, *Saxifraga globulifera*, *Stachys circinata* et *Calendula suffruticosa* confèrent au groupement un aspect particulier.
- 0 La sous-association alticole à *Sedum magellense* (relevés 5 à 10), qui présente son développement maximal à partir de 1 900 m, est bien individualisée sur le flanc nord du Haizer et de l'Akouker, ainsi que sur les parois de dolines de ces massifs ; elle est caractérisée surtout par *Sedum magellense* et *Pimpinella battandieri* et représente le faciès le plus alticole de l'association (atteint 2 200-2 300 m).
- 0 La sous-association à *Arabis doumetii* (relevés 11 à 14), présente sur les rochers de la portion orientale du massif (à Lalla Khedidja notamment), au-delà de 2 000 m, est individualisée par *Arabis doumetii* et *Erinus alpinus* var. *atlanticus*.

Tableau 55. *Campanulo jurjurensis*-*Galietum perralderii* Quézel 1957

Numéro des relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Altitude (x 10 m)	170	170	180	180	200	200	189	230	205	225	200	200	220	210
<u>Caractéristiques de l'association</u>														
<i>Galium perralderii</i>	1	1	1	+		+		+	1	1	+	+		
<i>Campanula rotundifolia</i> var. <i>jurjurensis</i>				+		1	+		1	1	+			+
<i>Anthemis montana</i> subsp. <i>kabylica</i>	+	+	+		+			+	+		+	+		
<i>Potentilla caulescens</i> var. <i>kabylica</i>							1	1	1		+			1
<i>Rhamnus alpina</i> var. <i>kabylica</i>					1	+	+		+	+	+			
<i>Amelanchier ovalis</i>			+	+		1			+				+	
<u>Différentielles des sous-associations</u>														
<i>Tinguarra sicula</i>	1	1	+	+										
<i>Stachys circinnata</i>		1	+	+										
<i>Saxifraga globulifera</i>	1	1	1	1										
<i>Calendula suffruticosa</i>	+	+	1	+										
<i>Sedum magellense</i>					+	1	1	+		1				
<i>Sorbus aria</i>						+		+	+					
<i>Pimpinella battandieri</i>					1		+		+	+				
<i>Arabis doumeti</i>											+		+	
<i>Erinus alpinus</i> var. <i>atlanticus</i>												+	+	+
<u>Caract. des unités supérieures</u>														
<i>Arabis alpina</i> subsp. <i>caucasica</i>		+	1	+			+		+	+		1		
<i>Sedum dasyphyllum</i>		+		+	1				1	+				1
<i>Asplenium ceterach</i>			+	+	+	+	+		+	1				
<i>Asplenium ruta-muraria</i>	+	+		+				1					+	
<i>Asplenium trichomanes</i>				+							+			
<i>Cystopteris fragilis</i>							1			+	+			
<i>Silene mollissima</i>	+	+	+		1		+		+	+	1			
<i>Hypochaeris laevigata</i>							1		+					
<i>Senecio nebrodensis</i>	+		+			1				+				

<i>Ranunculus spicatus</i> subsp. <i>rupestris</i>	+			+			+		
<i>Hyoseris radiata</i>	I								
<i>Daphne oleoides</i>								+	+
<u>Compagnes principales</u>									
<i>Prunus prostrata</i>	I	I		+		I	+	+	I
<i>Erysimum grandiflorum</i>				+				+	+
<i>Ranunculus millefoliatus</i>		+	+					+	+
<i>Linaria tristis</i>			+	+				+	
<i>Alyssum alpestre</i>				I					+
<i>Scrophularia laevigata</i>				I	+		+	+	
<i>Sinapis pubescens</i>				+	+				+
<i>Lamium garganicum</i>								+	
<i>Taxus baccata</i>				I					
<i>Cedrus atlantica</i>		I	+					+	

Localités des relevés : 1. Haizer, rochers à Tala Guilef ; 2. Haizer, près des cascades de Tinzert ; 3. Haizer, rochers au SW de Tala Guilef ; 4. Akouker, rocaillies, versant nord de Tizi Boussouil ; 5. Plateau des dolines de Haizer ; 6. Rochers au Tizi n'Cennad ; 7. Lac Goulmine ; 8. Ras Timedouine ; 9. Azerou ou Gougane ; 10. Lalla Khedidja ; 11. Rochers près de l'Anou Boussouil ; 12. Tabourt Tamellalt ; 13 et 14. Flanc NE de Lalla Khedidja.

2.4.2. *Poo alpinae-Saxifragetum numidicae* Romo 2008

Cette association rupicole est typique des escarpements calcaires ombragés, des revers nord, situés entre 1350-1450 m, du Djurdjura occidental (djebel Haizer près de Tala Guilef). Elle cède la place en altitude au *Campanulo-Galietum perralderii* Quézel 1957. Ce syntaxon bien que paucispécifique (14 espèces au total) comporte néanmoins plusieurs taxons endémiques du massif du Djurdjura, qui permettent de caractériser l'association : *Saxifraga numidica*, *Leontodon djurdjurae* et *Poa alpina* subsp. *numidica* (tableau 56). Romo (2008) rattache cette nouvelle association aux unités synsystématiques supérieures précitées, dont les caractéristiques et différentielles sont : *Arabis alpina* subsp. *doumetii*, *Anthemis punctata* var. *kabylica*, *Asplenium ceterach*, *Sedum album* et *Hornungia petraea*.

Tableau 56. *Poo alpinae-Saxifragetum numidicae* Romo 2008

Numéro des relevés	1	2	3	4	5	6	7
Exposition	N	N	N	N	N	N	N
Recouvrement (%)	90	90	90	90	85	90	80
Altitude (x 10 m)	133	135	135	140	140	143	140
Surface du relevé (m ²)	20	15	10	15	25	20	20
<u>Caractéristiques de l'association</u>							
<i>Saxifraga numidica</i>	I	+		+	I	I	+
<i>Leontodon djurdjurae</i>	+	+		I	+	I	I
<i>Poa alpina</i> subsp. <i>numidica</i>			I	+	I	I	+
<u>Caractéristiques des unités supérieures</u>							
<i>Arabis alpina</i> subsp. <i>doumetii</i>	I	+		2	+	I	I
<i>Anthemis punctata</i>	+	I	I	+	I	I	+
<i>Asplenium ceterach</i>	+	+			+		+
<i>Hornungia petraea</i>				+			
<i>Sedum album</i>				+			
<u>Compagnes</u>							
<i>Arenaria leptoclados</i>				+			+
<i>Bromus mollis</i>				+			
<i>Berberis hispanica</i>				+	+		

<i>Cotoneaster racemiflora</i>		+	+
<i>Erysimum grandiflorum</i>		+	
<i>Valeriana tuberosa</i>	+		

Localités des relevés : 1 à 7. Haizer, rochers près de Tala Guilef (36°39' N et 4°05' E).

2.5. Les associations de pozzines sèches du Djurdjura

Les « pozzines sèches », définies par Humbert (1924) sur le Haut Atlas au Maroc, sont des niches de nivation ou des combes à neige abritant des pelouses fermées. Leur végétation appartient aux unités synsystématiques suivantes :

Caricetea curvulae Br.-Bl. 1948

Udo-Nardetalia strictae Quézel 1957

Trifolion humilis Quézel 1957

Les formations graminéennes fermées ou presque, évoluant sur des sols épais, parfois tronqués, et plus ou moins humides, déterminent sur les Atlas, des groupements très particuliers, sans rapports dynamiques évidents avec les pelouses écorchées (climax édaphique, Quézel, 1957), où s'installe une flore très spéciale. Celle-ci permet la cohabitation des éléments de souche arctico-alpine, voire boréale, et des endémiques locaux, derniers vestiges de lignées souvent d'affinité septentrionale, diversifiées sur ces massifs lors de phases climatiques plus favorables et anciennes (Quézel, 1981).

Sur l'Atlas, ces structures ont été rapportées aux *Caricetea curvulae* Br.-Bl. 1946 et à l'ordre oroméditerranéen des *Udo-Nardetalia strictae* Quézel 1957, « position sur laquelle il conviendra sans doute de revenir » (Quézel, 1981) et à l'alliance algéro-marocaine *Trifolion humilis* Quézel 1957, caractérisée par une douzaine d'espèces (Quézel, 1957).

2.5.1. *Alopecuro gerardii*-*Romuleetum battandierii* Quézel 1957

Sur les sommets du Djurdjura, et tout spécialement sur le massif karstique du Haizer, les pozzines sèches ou « agounis » sont nombreuses, elles occupent des dépressions terreuses parfois assez vastes dans toute la zone à lapiaz et à dolines (sur le flanc nord de la chaîne au pied du pic Lung en particulier). Ces cuvettes sont occupées par la neige et gardent une humidité notable durant toute la période vernale, mais sont asséchées en été.

Dans les prairies méso-xérophiles des pozzines sèches du Djurdjura, il s'agit de l'association à *Alopecurus gerardi* et *Romulea battandieri*, qui se rencontre entre 1 850 et 2 200 m d'altitude. Toutefois, celle-ci offre un cortège floristique assez pauvre (17 espèces) où, à l'exception de quelques espèces spéciales dominant les compagnes ubiquistes (*Poa bulbosa*, *Plantago coronopus*, *Taraxacum obovatum*, *Trifolium repens*, etc.). Trois espèces caractérisent l'association (tableau 57) : *Romulea battandieri*, espèce endémique, liée au milieu si particulier des agounis du Djurdjura, *Corydalis solida* var. *bracteosa*, subendémique et orophyte de souche européenne, se rencontre surtout au pied des blocs rocheux enfouis et *Alopecurus gerardi*, espèce européenne (des pelouses alpines et combes à neige) présentant un intérêt biogéographique considérable, forme la combinaison caractéristique de ces pelouses. Dans les portions les plus humides *Poa alpina*, dominant, individualise un faciès spécial de l'association. Les caractéristiques de l'alliance *Trifolion humilis* sont *Ranunculus montanus* subsp. *aurasiacus* et *Lepidium hirtum* subsp. *dhayense* var. *afum.* Par contre, les caractéristiques des syntaxons supérieurs font totalement défaut. En outre, *Romulea penzigii*, espèce endémique fort rare, signalée dans les agounis du Haizer, n'a pas été retrouvée (Quézel, 1957).

Sur le plan syndynamique, ce groupement très particulier n'accuse pratiquement aucune tendance évolutive et est sans rapport dynamique évident avec les pelouses écorchées (climax édaphique, Quézel, 1957). Colonisant des habitats bien définis, il entre à peine en contact avec les associations voisines ; par assèchement progressif du sol, il peut cependant évoluer lentement vers l'association à *Bupleurum spinosum* et *Astragalus numidicus*.

Tableau 57. Association à *Alopecurus gerardi* et *Romulea battandieri* Quézel 1957

<u>Caractéristiques de l'association</u>	
<i>Alopecurus gerardi</i>	V
<i>Romulea battandieri</i>	IV
<i>Corydalis solida</i> var. <i>bracteosa</i>	I
<u>Caract. du <i>Trifolium humilis</i></u>	
<i>Ranunculus montanus</i> subsp. <i>aurasiacus</i>	V
<i>Lepidium hirtum</i> subsp. <i>atlanticum</i>	II
<u>Compagnes principales</u>	
<i>Poa bulbosa</i>	V
<i>Plantago coronopus</i>	V
<i>Taraxacum obovatum</i>	IV
<i>Cerastium atlanticum</i>	IV
<i>Trifolium repens</i>	III
<i>Lotus corniculatus</i>	III
<i>Herniaria glabra</i>	III
<i>Leontodon djurdjurae</i>	II
<i>Viola munbyana</i>	II
<i>Saxifraga carpetana</i>	II
<i>Medicago lupulina</i>	II
<i>Filago spathulata</i>	II

2.6. Les groupements à hautes herbes (mégaphorbiaies) du Djurdjura

Sous le terme de mégaphorbiaie, proposé par J. Briquet, on regroupe « la végétation vigoureuse, composée presque exclusivement d'hémicryptophytes, colonisant les stations humides riches en humus sur les systèmes montagneux européens » (Quézel, 1957).

Au Djurdjura, au fond de quelques dolines profondes du massif du Haizer, au-dessus de 2 000 m d'altitude, prospère une mégaphorbiaie paucispécifique (8 espèces), à recouvrement égal à 100 %, caractérisée du point de vue synfloristique par des herbacées hygrophiles vivaces de plus de 70 cm de haut (Quézel, 1957) : *Campanula trachelium*, *Heracleum sphondylium* subsp. *atlanticum*, *Sambucus ebulus*, *Solidago virgaurea*, *Athyrium filix-femina*, *Polystichum aculeatum* var. *djurdjurae*, *Lamium garganicum* subsp. *laevigatum* et *Poa alpina* subsp. *alpina* (tableau 58). Ce sont des taxons de souche eurasiatique et européenne parfois orophiles.

L'affiliation à des unités synsystématiques précises de cette communauté végétale, qui n'est pas sans analogie au moins physionomique avec celles d'Europe, n'a pas été résolue. Mais, elle peut trouver sa place éventuellement au sein des *Galio-Urticetea* Passarge ex Kopecky 1969 et *Galio aparines-Alliarietalia petiolatae* Görs & Müller 1969, comme semble le suggérer la dominance de *Sambucus ebulus* en particulier.

Tableau 58. Mégaphorbiaie à *Campanula trachelium* (Quézel 1957)

Numéro des relevés	1	2	3	4	5
<i>Campanula trachelium</i>	2	1	2	2	2
<i>Solidago virgaurea</i>	+	1	+	1	+
<i>Polystichum aculeatum</i> var. <i>djurdjurae</i>	+	+	+		+
<i>Athyrium filix-femina</i>	1	1		1	1
<i>Heracleum sphondylium</i> subsp. <i>atlanticum</i>	3	+			
<i>Sambucus ebulus</i>			+	3	1
<i>Lamium garganicum</i>	+			+	
<i>Poa alpina</i>		+	+		

2.7. Les pelouses écorchées à xérophytes épineuses du Djurdjura

Sur les hautes montagnes d'Algérie orientale, leurs groupements se rangent dans les unités supérieures suivantes :

Rosmarineta officinalis Br.-Bl. 1947 em. Rivas-Martínez, Díaz, Prieto, Loidi & Penas 1991

Erinaceetalia anthyllidis Quézel 1953

Festucion algeriensis Quézel 1957

Sur les sommets du Djurdjura, en particulier, du point de vue physiognomique, il s'agit plutôt de pelouse écorchée que de garrigues à xérophytes en coussinets (comme aux Aurès). En effet, quelques chaméphytes existent en abondance (*Bupleurum spinosum*, *Astragalus armatus*), mais les taxons caractéristiques de ces garrigues font figure de rareté : *Ptilotrichum spinosum* (= *Hormatophylla spinosa*), *Cytisus balansae* et *Erinacea anthyllis*. Les deux derniers ont quelques stations sur le revers méridional de la chaîne à l'étage de la cédraie (1 500-1 700 m). Par contre, diverses hémicryptophytes et plus spécialement des Poacées vivaces, *Festuca algeriensis*, *Festuca ovina* subsp. *frigida* (var. *djurdjurae* & var. *numidica*), *Festuca atlantica*, *Poa ligulata* var. *djurdjurae*, prennent une place prépondérante conférant à la végétation un aspect particulier ; notons aussi la présence en abondance de *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* et celle de *Juniperus sabina*, à l'état relictuel.

Une dernière particularité est l'abaissement altitudinal considérable de la limite inférieure de la zone à xérophytes épineuses sur les montagnes de l'Algérie orientale et tout spécialement sur le Djurdjura. Sur les premières, dès 1 500 m, peuvent se rencontrer déjà des groupements à xérophytes épineuses ; au Djurdjura, leur limite altitudinale se situe en moyenne vers 1 700 m, et ce à la faveur de la disparition de la couverture forestière. En effet, le *Festucion algeriensis* n'individualise aucunement un étage asylvatique proprement dit, s'il se développe sur les sommets dénudés du Djurdjura, c'est principalement à la suite de déforestations intensives. Cette alliance endémique en Algérie est caractérisée par : *Festuca atlantica* var. *atlantica*, *Festuca algeriensis*, *Festuca ovina* subsp. *frigida* var. *djurdjurae*, *Festuca deserti* subsp. *aurasiaca*, *Euphorbia luteola*, *Lomelosia crenata* et *Leontodon djurdjurae*.

Sur les sommets du Djurdjura, entre 1 600 et 2 300 m, s'individualisent 4 associations nettement différenciées de pelouses à xérophytes épineuses, dont la discrimination dépend exclusivement de facteurs édaphiques.

2.7.1. *Ranunculo millefoliati-Ptilotrichetum (Alyssetum) spinosi* Quézel 1957

Cette association endémique, spécialisée, se localise sur les calcaires compacts liasiques, faiblement dolomités, constituant sur plus de 300 m d'épaisseur la ligne de crêtes du

Haizer et de l'Akouker. Elle colonise les fentes étroites qui entaillent les calcaires compacts culminaux du Djurdjura, où s'accumulent des débris organiques, et se rencontre entre 1 600 et 2 300 m dans les fissures et les lapiazs. La déclivité du terrain est toujours faible, 15 à 30°. La composition floristique de ce syntaxon traduit une affinité orophile très nette et les hémicryptophytes y jouent un rôle important. Trois espèces permettent de le caractériser : *Ranunculus millefoliatus*, *Alyssum serpyllifolium* var. *djurdjurae* et *Linaria tristis* subsp. *marginata*, orophytes méditerranéennes (tableau 59).

Deux sous-associations ont été reconnues :

- la sous-association à *Astragalus depressus* (relevés 1 à 5), entre 1 900 et 2 300 m, avec comme différentielles *Ptilotrichum spinosum*, *Astragalus depressus* (tous deux localisés sur les crêtes du djebel Haizer) et l'endémique algérien *Cynoglossum gymnandrum*;
- la sous-association à *Linaria tristis* subsp. *marginata* (relevés 6 à 10), entre 1 600 et 1 900 m, avec comme différentielles *Linaria marginata* et *Juniperus sabina*.

Le *Ranunculo-Alysetum spinosi* constitue un climax édapho-climatique spécial aux hautes crêtes rocheuses dénudées du Djurdjura.

Tableau 59. *Ranunculo millefoliati-Ptilotrichetum (Alysetum) spinosi* Quézel 1957

Numéros des relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Exposition	N	NE	N	S	S	W	N	E	N	N
Recouvrement (%)	25	20	20	20	15	20	15	15	10	15
Pente (%)	7	15	20	15	20	15	5	10	35	40
Altitude (x 10 m)	208	202	195	200	205	225	218	205	173	171
Surface du relevé (x 10 m ²)	2	5	5	10	5	10	5	2	2	2
Caractéristiques d'association et différentielles des sous-associations										
<i>Ranunculus millefoliatus</i>	I	I	I	I	2	I	I	I	I	+
<i>Alyssum serpyllifolium</i> var. <i>djurdjurae</i>	I	I	+	I	I	I	I		I	I
<i>Astragalus depressus</i>		+	+			+				
<i>Cynoglossum gymnandrum</i>	+	I	I	+	I			+		
<i>Ptilotrichum spinosum</i>	I	I	I		I					
<i>Linaria tristis</i> subsp. <i>marginata</i>	+					+	+		+	
<i>Juniperus sabina</i>									I	I
Caractéristiques des unités supérieures										
<i>Festuca algeriensis</i>				I	+	+	I	I	I	
<i>Festuca ovina</i> var. <i>djurdjurae</i>	+						+	+		
<i>Festuca atlantica</i> var. <i>atlantica</i>		+	+	+	I	+			I	I
<i>Leontodon djurdjurae</i>		I	+	+			+			+
<i>Euphorbia luteola</i>				+	+	I				+
<i>Erysimum grandiflorum</i>		+	+	+		+	I	+		+
<i>Cerastium boissieranum</i>			+	+		I	+	+		I
<i>Berberis hispanica</i>					+			+		
<i>Prunus prostrata</i>	I	I				I	I	+	+	I
<i>Alyssum montanum</i>				I	I	I		+		+
<i>Inula montana</i>				I	I		I		+	
<i>Catananche caerulea</i>				I			+	I	I	I
<i>Valeriana tuberosa</i>	+		+	+					+	+
<i>Lomelosia crenata</i>										I
<i>Jurinea humilis</i> var. <i>bocconeii</i>									+	
<i>Euphorbia nicaeensis</i>							I			
<i>Avenula bromoides</i>							+			

<i>Helianthemum canum</i>									+
<i>Bunium chaberti</i>							+		
<u>Compagnes principales</u>									
<i>Poa bulbosa</i>		+	+			I	I		
<i>Tulipa sylvestris</i> subsp. <i>australis</i>					I	I		I	+
<i>Thymus kabylicus</i>					+	I			+
<i>Bupleurum spinosum</i>	I	+							+
<i>Astragalus numidicus</i>	I	+				+	+	I	I
<i>Juniperus hemisphaerica</i>				I		+	+	+	+
<i>Saxifraga tridactylites</i>				+		+	+	+	+
<i>Anthemis pedunculata</i>					I		+	+	+
<i>Festuca triflora</i>	+				I			+	
<i>Trisetaria flavescens</i>				I	I		I		
<i>Seseli nanum</i>						I			+
<i>Sedum album</i>				+			+	I	I
<i>Taxus baccata</i>		I	+						
<i>Minuartia verna</i> var. <i>kabylica</i>						+		+	
<i>Draba hispanica</i>									+
<i>Helianthemum helianthemoides</i>								+	
<i>Jasione humilis</i>								I	+

Localités des relevés : 1. Haizer, plateau des dolines, sous la Dent du Lion ; 2. Haizer, plateau des dolines, flanc N du djebel Tachgalt ; 3. Haizer, crêtes au N de Tizi Goulmine ; 4. Tizi n'Cennad, rocailles au N du col ; 5. Djebel Ictcifene, flanc S ; 6. Akouker, flanc W du Ras Timedouine ; 7. Akouker, 1 km à l'est du Ras Timedouine ; 8. Azerou ou Gougane, flanc E ; 9. Dépression de l'Anou Boussouil, sous le signal 1740 ; 10. Dépression de l'Anou Boussouil, sous le signal 1716.

2.7.2. *Anthyllido montanae-Helianthemetum cani* Quézel 1957

Cette association est très étroitement cantonnée sur les calcaires dolomitiques, entre 1 700 et 2 100 m, en expositions nord, nord-est et nord-ouest et sur des pentes de 5-20°. Bien développée à l'ouest de l'Anou Boussouil ainsi que sur la ligne de crêtes au sud-ouest de l'Azerou Gougane, et çà et là sur toute la chaîne, là où affleurent les marnes dolomitiques liasiques (par ex. près de Tizi n'Cennad et sur les crêtes du djebel Haizer), Cependant, sur les dolomies en plaquettes qui l'hébergent ne s'individualise aucun sol évolué humifère. Trois espèces caractérisent cette association dolomitique et lui sont exclusives sur le Djurdjura (tableau 60) : *Helianthemum canum*, *Anthyllis montana* et *Saponaria sicula*. On y note la fréquence des caractéristiques et différentielles du *Festucion algeriensis* et de *Cerastium boissierianum*, *Erysimum grandiflorum* et *Jurinea humilis* var. *bocconeii*. Une plante à souche ligneuse formant des coussinets denses *Lomelosia crenata*, caractéristique d'alliance, y est spécialement bien représentée et *Plantago mauritanica* var. *mauritanica*, plante vivace sous-frutescente à la base, endémique maghrébine, y est exclusive aussi.

Extrêmement localisée, cette communauté présente un intérêt phytogéographique considérable. Par la présence à son niveau d'*Anthyllis montana* et *Helianthemum canum*, espèces transgressives des *Ononidetalia striatae* Br.-Bl. 1950 (*Festuco hystricis-Ononidetalia striatae* Rivas-Martínez, Díaz, Prieto, Loidi & Penas 1991), elle établit ainsi un terme de transition entre cet ordre, plus spécifiquement nord-méditerranéen, et les *Erinaceetalia*. L'*Anthyllido-Helianthemetum* est l'association nord-africaine qui présente les affinités les plus étroites avec les groupements homologues du bassin nord de la Méditerranée occidentale. Le Djurdjura est d'ailleurs par son climat général, le moins « africain » des massifs montagneux du Maghreb (Quézel, 1957).

Tableau 60. *Anthyllido montanae-Helianthemetum cani* Quézel 1957

Numéros des relevés	1	2	3	4	5	6
Exposition	N	N	E	N	W	N
Recouvrement (%)	60	60	60	60	35	45
Pente (%)	20	20	5	10	15	15
Altitude (x 10 m)	170	171	190	208	200	196
Surface du relevé (x 10 m ²)	10	10	1	1	5	10
<u>Caractéristiques de l'association</u>						
<i>Helianthemum canum</i>	2	2	2	2	1	2
<i>Anthyllis montana</i>	2	3	+	+	1	1
<i>Saponaria sicula</i>	1	1	1			
<u>Caractéristiques des unités supérieures</u>						
<i>Festuca algeriensis</i>		1	1	1		+
<i>Festuca ovina</i> var. <i>djurdjurae</i>	1		1			+
<i>Festuca atlantica</i> var. <i>atlantica</i>		1		1	1	
<i>Leontodon djurdjurae</i>			1		1	
<i>Euphorbia luteola</i>		1	1			
<i>Lomelosia crenata</i>	2	2	2	1	1	
<i>Erysimum grandiflorum</i>			1			1
<i>Cerastium boissierianum</i>	1	2	1	1	1	
<i>Berberis hispanica</i>			+	+	+	1
<i>Jurinea humilis</i> var. <i>bocconii</i>	1	1		+	1	+
<i>Prunus prostrata</i>						1
<i>Alyssum montanum</i>			1	+	+	+
<i>Inula montana</i>	+		1		+	+
<i>Catananche caerulea</i>			+	+		
<i>Valeriana tuberosa</i>				+	+	
<i>Euphorbia nicaeensis</i>			1		+	
<i>Avenula bromoides</i>			+	1	1	
<u>Compagnes principales</u>						
<i>Poa bulbosa</i>			+		1	1
<i>Bellis silvestris</i>			1	1	1	
<i>Tulipa sylvestris</i> subsp. <i>australis</i>			1			
<i>Helianthemum helianthemoides</i>						1
<i>Plantago mauritanica</i> var. <i>mauritanica</i>	+	+	1		1	1
<i>Thymus kabylicus</i>	1	+	+			1
<i>Atractylis caespitosa</i>	1	1		1	+	
<i>Juniperus hemisphaerica</i>			1		1	
<i>Saxifraga tridactylites</i>					+	
<i>Anthemis pedunculata</i>				+		+
<i>Trisetaria flavescens</i>					1	
<i>Seseli nanum</i>			+			
<i>Sedum album</i>		+	1			+
<i>Minuartia verna</i> var. <i>kabylica</i>	1		+	+		
<i>Draba hispanica</i>		+			+	
<i>Asperula aristata</i>				+		
<i>Polygala nicaeensis</i>			1			+

Localités des relevés : 1 et 2. Dépression de l'Anou Boussouil, entre les signaux 1740 et 1716 ; 3. Tizi n'Cennad, au pied des rochers dominant le Tiet n'Serdount ; 4. Crête de Haizer, près de la Dent du Lion ; 5. Versant NW du Tamgout sous le signal 2018 ; 6. Gouffre de l'Akouker, sur la crête.

2.7.3. *Pimpinello djurdjurae-Senecietum gallerandiani* Quézel 1957

Cette association n'occupe qu'une aire très réduite, le piton culminant du Tamgout de Lalla Khedidja. Elle se développe sur les calcaires en dalles liasiques qui couronnent exclusivement le Tamgout. Cette association est synfloristiquement bien individualisée, puisque pas moins de sept espèces, à valeur phytogéographique diverse, la caractérisent (tableau 61) : *Pimpinella tragi* var. *djurdjurae*, *Senecio gallerandianus*, *Arenaria grandiflora*, *Bunium chaberti*, endémique exclusif de l'association, *Erodium cheilanthifolium* subsp. *cheilanthifolium*, *Aethionema thomasianum* et *Ononis aragonensis*. La présence sur les crêtes de Lalla Khedidja, des 3 derniers taxons qui sont transgressifs des *Erinaceetalia*, alors qu'ils font défaut ailleurs sur le Djurdjura, traduit un microclimat nettement plus sec en été, favorable à leur développement et à celui des caractéristiques de cet ordre.

Tableau 61. *Pimpinello djurdjurae-Senecietum gallerandiani* Quézel 1957

Numéros des relevés	1	2	3	4	5
<u>Caractéristiques de l'association</u>					
<i>Pimpinella tragi</i> var. <i>djurdjurae</i>	1	1	2	1	1
<i>Senecio gallerandianus</i>	+	1	1	+	1
<i>Arenaria grandiflora</i>	1	1	1	1	1
<i>Erodium cheilanthifolium</i>			+	1	1
<i>Bunium chaberti</i>			1	1	+
<i>Aethionema thomasianum</i>				1	+
<i>Ononis aragonensis</i>	1				
<u>Caractéristiques des unités supérieures</u>					
<i>Leontodon djurdjurae</i>			1	1	+
<i>Erysimum grandiflorum</i>		1	1		1
<i>Cerastium boissierianum</i>		1	1	1	+
<i>Catananche caerulea</i>			1	1	1
<i>Valeriana tuberosa</i>	+		+	+	+
<i>Festuca algeriensis</i>	1				1
<i>Festuca atlantica</i> var. <i>atlantica</i>				+	+
<i>Festuca ovina</i> var. <i>djurdjurae</i>				+	
<i>Lomelosia crenata</i>				+	
<i>Alyssum montanum</i>			+		
<i>Inula montana</i>					+
<i>Avenula bromoides</i>					+
<u>Compagnes principales</u>					
<i>Poa bulbosa</i>	1	1	1		1
<i>Tulipa sylvestris</i> subsp. <i>australis</i>	+	+	1		+
<i>Helianthemum helianthemoides</i>		+		+	+
<i>Jasione humilis</i>	+		+	+	+
<i>Thymus kabylicus</i>	+		1		1
<i>Bupleurum spinosum</i>			1	1	
<i>Seseli nanum</i>		+		1	1
<i>Asperula aristata</i>				+	+
<i>Minuartia verna</i> var. <i>kabylica</i>			+		+
<i>Draba hispanica</i>				+	
<i>Atractylis caespitosa</i>		+			
<i>Anthemis pedunculata</i>			+		
<i>Bellis silvestris</i>		+			
<i>Polygala nicaeensis</i>		+			

Localités des relevés : 1 à 5. Piton culminant du Tamgout de Lalla Khedidja.

2.7.4. *Bupleuro spinosi-Astragaletum numidici* Quézel 1957

C'est l'association la plus largement répandue sur les sommets du Djurdjura, puisqu'elle y occupe au moins 50 % de la surface totale et colonise les éboulis mal fixés aux piémonts des arêtes culminales, de part et d'autre de la ligne de crête. Elle est de plus la seule qui réponde à la définition de la garrigue montagnarde : les chaméphytes y prédominent du moins physionomiquement. En effet, dans le cortège floristique, sur un total de 58 espèces, presque toutes des hémicryptophytes, les chaméphytes sont seulement au nombre de 19. Cette richesse spécifique particulièrement élevée pour un groupement maghrébin des *Erinaceetalia*, traduit la clémence des facteurs climatiques sur le Djurdjura. Bien qu'elle occupe une surface considérable, cette association ne possède qu'un nombre réduit de caractéristiques. Ce sont : *Bupleurum spinosum*, *Astragalus armatus* subsp. *numidicus* et *Atractylis caespitosa*, toutes trois largement répandues sur les montagnes maghrébines (tableau 62). En fait, *Atractylis humilis* subsp. *caespitosa* n'existe sur le versant sud du Djurdjura, qu'à Mchedallah (Battandier & Trabut, 1890 ; Lapie, 1909a). Il s'agit plutôt de *Carduncellus atractyloides* Batt. non Coss. & Dur. [syn. *C. battandieri* Barr. & Cheval.], répandu sur les sommets du Djurdjura (cf. Wojterski, 1988).

D'autre part, entre 1 600 et 2 200 m environ, ce groupement montre une grande variabilité et individualise diverses sous-associations à composition floristique et écologie différentes.

2.7.4.1. Sous-association à *Astragalus numidicus* (*astragaletosum numidici* Quézel 1957)

Elle est la moins alticole, localisée entre 1 600 et 1 800 m, elle représente la limite altitudinale inférieure sur le Djurdjura des *Erinaceetalia* et *Festucion algeriensis*. En dessous de 1 700 m, elle s'insinue dans la cédraie sur les éboulis mal fixés en particulier, ou à la suite de déboisements. Elle colonise à toute exposition, mais surtout sud, les amas d'éboulis aux piémonts des arêtes culminales de part et d'autre de la ligne de crête, constituée de calcaires compacts dolomitisés. L'inclinaison du terrain est de 15 à 40°. Dans le cortège floristique existent plusieurs espèces caractéristiques et différentielles des unités supérieures (relevés 1 à 6). L'*Astragalus armatus* subsp. *numidicus*, principale différentielle, y présente son développement optimal. Elle correspond de nos jours à une zone de vocation forestière ; on y rencontre encore quelques cèdres et ifs en général morts. Elle est considérée comme un stade régressif de la cédraie.

2.7.4.2. Sous-association à *Vicia glauca* var. *montisferrati* (*vicietosum montisferrati* Quézel 1957)

Elle occupe les éboulis mal fixés, à toute exposition, entre 1 800 et 2 200 m. L'inclinaison du sol y est de 30° en moyenne, le recouvrement de la végétation ne dépasse guère 50 à 60 %. Du point de vue synfloristique, elle représente l'aspect le plus riche de l'association, toutes ses caractéristiques et celles du *Festucion algeriensis* sont largement représentées. Les différentielles sont *Vicia glauca* var. *montisferrati* et *Onosma fastigiatum* var. *mauritanicum*, deux subendémiques des montagnes kabyles (relevés 7 à 14). Sur les replats terreux, l'abondance de *Festuca atlantica* var. *atlantica* modifie l'aspect de l'association qui se présente alors en pelouse parfois fermée, mais sans modification notable de la composition floristique (les chaméphytes y sont alors plus rares).

Cependant, *Lomelosia crenata* est plus abondant sur les affleurements marneux délités fréquents sur le flanc nord du Haizer et individualise un faciès spécial. Wojterski (1988) parle d'un groupement à *Lomelosia crenata*, sur les pentes marneuses, dénudées par

l'érosion. Cet habitat se distingue par une physionomie spécifique, où le recouvrement de la végétation est très faible (20 à 40 %) et le cortège floristique très appauvri. Seul *Lomelosia crenata* domine, accompagné de *Plantago mauritanica* var. *mauritanica*, et les caractéristiques du *Bupleuro-Astragaletum vicietosum* sont absentes ou faiblement représentées. Ce qui fait naître des doutes concernant sa signification syntaxonomique et laisse à penser que ce groupement est autonome (Wojterski, 1988). Ce point de vue est également partagé par Yahia (1995), mais son analyse synfloristique précise reste à faire.

2.7.4.3. Sous-association à *Cytisus balansae* (*cytisetosum balansae* Quézel 1957)

Elle est très rare et localisée en quelques stations chaudes du versant sud, vers 1 600 m. Le sol est constitué d'éboulis calcaires mal fixés, l'inclinaison du terrain est de 20 à 35° et le recouvrement de la végétation ne dépasse pas 60 %. Les espèces différentielles sont *Cytisus balansae*, *Erinacea anthyllis* et *Asphodeline lutea* (relevés 15 à 17). Le cortège floristique y est très appauvri et les caractéristiques de l'association sont mal représentées. Cette sous-association du *Bupleuro-Astragaletum kabyle* est la plus affine avec les garrigues à xérophytes épineuses des Aurès (*Cytisus balansae*-*Erinaceetum anthyllidis* (Quézel 1957) Wojterski & Abdessemed in Wojterski, 1988).

Sur le plan syndynamique, l'évolution régressive de la cédraie répond donc à deux aspects différents. Le premier aspect mésophile conduit directement à l'*astragaletosum numidici* à partir de la cédraie pure, presque partout sur la chaîne. Le second méso-xérophile aboutit à l'*astragaletosum numidici* par l'intermédiaire du *cytisetosum balansae*, sur le flanc sud de la chaîne, où se développe à l'étage subhumide la cédraie mixte à chêne vert.

Tableau 62. *Bupleuro spinosi-Astragaletum numidici* Quézel 1957

Numéro des relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Exposition	N	E	N	E	S	W	N	E	S	E	S	S	W	NW	S	S	SW
Recouvrement (%)	20	30	30	40	30	25	35	45	30	40	35	25	25	20	80	85	70
Pente (%)	20	30	15	20	25	25	20	20	20	25	25	25	30	20	20	20	10
Altitude (x 10 m)	175	185	195	205	198	185	185	210	195	195	195	220	195	190	185	190	155
Surface du relevé (x 10 m ²)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<u>Caractéristiques de l'association</u>																	
<i>Bupleurum spinosum</i>			I	+	I	I	2	2	I	2	2	I	I		+	+	
<i>Astragalus armatus</i> subsp. <i>numidicus</i>	2	2	I	3	2	2	I	I	+	I	2	I	I	I	+		I
<i>Atractylis caespitosa</i>			I		2	+	I	2			I			+			
<u>Différentielles des sous-associations</u>																	
<i>Onosma fastigiatum</i> var. <i>mauritanicum</i>							I	I	+		+	+					
<i>Vicia glauca</i> var. <i>montisferrati</i>							+	I	+	+		I	I				
<i>Cytisus balansae</i>															4	4	
<i>Erinacea anthyllis</i>															I	3	
<i>Asphodeline lutea</i>															I	I	I
<u>Caract. des unités supérieures</u>																	
<i>Festuca algeriensis</i>			+	I			I		+	I		+	2		+		
<i>Festuca ovina</i> var. <i>djurdjurae</i>										+	I				I		
<i>Leontodon djurdjurae</i>			I	I			I	+		I	I	+					
<i>Euphorbia luteola</i>	I		I		I	I	I	2	2	2	I	I	+	+	I		I
<i>Festuca atlantica</i> var. <i>atlantica</i>			I	+	I	I	I	2	I	+		+					+
<i>Lomelosia crenata</i>					+			+	I	2	3	3	3				
<i>Erysimum grandiflorum</i>		+	+		I	I		I	I	+	I		I	I	I	I	
<i>Cerastium boissierianum</i>					+		I		I		+	+	I				+
<i>Berberis hispanica</i>				I			I		+	I				+			

<i>Jurinea humilis</i>		I		+	I	+	+		+		+
<i>Prunus prostrata</i>	I	I	I		I		+	+	I	I	I
<i>Cynoglossum dioscoridis</i>		+		+	I				I		+
<i>Veronica rosea</i>										I	
<i>Alyssum montanum</i>				+	+	+	+	+			+
<i>Inula montana</i>		I	+		I				+		
<i>Teucrium polium</i>		+	+	+				+	I	I	+
<i>Catananche coerulea</i>		I		+		I		+			+
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>maura</i>	I		I				+	+	I	+	+
<i>Valeriana tuberosa</i>				I					+		
<i>Euphorbia nicaeensis</i>	I	I	+		+		I				
<i>Avenula bromoides</i>				I	+	+			I	I	+
<u>Compagnes principales</u>											
<i>Poa bulbosa</i>		+	I		I	+			+	+	I
<i>Bellis silvestris</i>	+		+	+		I	+	+			+
<i>Sinapis pubescens</i>		+	I			I	+	+	+		+
<i>Tulipa sylvestris</i> subsp. <i>australis</i>	+		I	+	+	I	I	I		+	I
<i>Galium mollugo</i> var. <i>corrudaefolium</i>			I	I	I	+			+	I	I
<i>Helianthemum helianthemoides</i>		+	+	+	+	+	I		+		+
<i>Carduncellus pinnatus</i>	+		I			+	I	+		I	+
<i>Plantago mauritanica</i>			+	+					+	I	I
<i>Ranunculus chaerophyllos</i>			I	+	+				+	+	
<i>Eryngium tricuspdatum</i>	+			I	+	+		+	I	+	+
<i>Dactylis glomerata</i>				I			+	I	I		+
<i>Lotus corniculatus</i>			+						+		+
<i>Fedia cornucopiae</i>			I		+		+			+	+
<i>Linaria heterophylla</i>		+		+		+				I	
<i>Thlaspi perfoliatum</i>	+		+	+	+	+		+		+	I
<i>Geranium pyrenaicum</i>				+		+			+		
<i>Sedum amplexicaule</i>	I		+						+	+	
<i>Sedum caespitosum</i>			I	I		I	+		+		
<i>Thymus kabylicus</i>	I				I			+	+	I	I
<i>Artemisia absinthium</i>			I		I						I
<i>Arabidopsis thaliana</i>				I		+					
<i>Arabis caucasica</i>						I		I			
<i>Veronica hederifolia</i>		+				+					
<i>Cerastium atlanticum</i>						+					
<i>Cynosurus cristatus</i>					I		+	+			+
<i>Juniperus hemisphaerica</i>								+		+	
<i>Lonicera kabylica</i>								+			
<i>Lamium garganicum</i>						I			+		
<i>Daphne laureola</i>					I			+			

Localités des relevés : 1. Haizer, au dessus de Tala Guilef ; 2. Col Blanc ; 3. entre le lac et Tizi Goulmine ; 4. Tizi n'Cennad ; 5. Azerou Gougane, au dessus de la piste ; 6. Tizi Boussouil ; 7. Haizer, au dessus de Tala Guilef ; 8. djebel Tachgagalt ; 9. Tizi Taboualt ; 10. Tizi n'Cennad ; 11. Djebel Icetcfene ; 12. Ras Timedouine, au dessus de l'Azerou ou Bougui ; 13. Azerou Gougane ; 14. Azerou Thaltat ; 15. Tamgout, au-dessus de la forêt de Tala Rana ; 16. Tamgout, près de Tala Roumrouzène ; 17. Portion inférieure de la forêt de Tigounatine.

2.7.5. Groupement à *Artemisia absinthium* dans le djebel Haizer

Dans le djebel Haizer, les vallons supraforestiers (1 600 à 1 800 m), des pentes nord peu inclinées, sont remplis avec les débris de roches et de gravier. Sur cet habitat spécifique se

développe un groupement à *Artemisia absinthium* dominant (tableau 63). Ce groupement d'une physionomie particulière, se distingue encore par la présence de 6 espèces des *Erinaceetalia* et du *Festucion algeriensis* (sur 38 en tout) : *Festuca atlantica*, *Erysimum grandiflorum*, *Astragalus numidicus*, *Euphorbia luteola*, *Carduncellus atractyloides* et *Prunus prostrata* ; ce qui souligne son caractère montagnard et son affiliation à ces unités (Wojterska in Wojterski, 1988).

D'ailleurs, sur le plan synsystématique, à l'exception de la présence d'*Artemisia absinthium*, rien ne permet de rapprocher ce groupement de la végétation synanthropique des *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer, Preising & Tüxen ex von Rochow 1951.

Tableau 63. Groupement à *Artemisia absinthium* (Wojterska in Wojterski, 1988)

Numéro du relevé	1	2	3	4
<i>Artemisia absinthium</i>	3	3	4	4
<u>Espèces des <i>Erinaceetalia</i></u>				
<i>Festuca atlantica</i>	1	1	2	1
<i>Erysimum grandiflorum</i>	+	+	+	+
<i>Astragalus numidicus</i>	1	1	+	
<i>Euphorbia luteola</i>	+	1	2	
<i>Carduncellus atractyloides</i>	+			
<i>Prunus prostrata</i>		+		
<u>Autres espèces</u>				
<i>Dactylis glomerata</i>	+	+	1	1
<i>Bromus squarrosus</i>	+	+	+	+
<i>Poa bulbosa</i> subsp. <i>vivipara</i>	+	+	+	+
<i>Satureja calamintha</i>	+	+	+	+
<i>Eryngium triquetrum</i>	+	+		
<i>Plantago mauritanica</i>	1	+		
<i>Sinapis pubescens</i>	+	+		
<i>Plantago coronopus</i> subsp. <i>cupani</i>	+		+	
<i>Ptilostemon rhiphaeus</i>	+		+	
<i>Brachypodium distachyum</i>		1	+	
<i>Sedum tenuifolium</i>		+	+	
<i>Veronica arvensis</i>		+	+	1
<i>Polycarpon polycarpoides</i>		+	+	+
<i>Bromus tectorum</i>		+		1
<i>Draba verna</i>		+		1
<i>Xeranthemum inapertum</i>		+		1
<i>Galium corrudaefolium</i>			+	+
<i>Arenaria serpyllifolia</i>			+	+

Espèces sporadiques : rel. 2 : *Alyssum* sp. 1 ; *Carlina corymbosa* + ; *Crucianella angustifolia* + ; *Paronychia kapela* + ; *Romulea bulbocodium* + ; *Vulpia myuros* + ; *Phlomis bovei* + ; rel. 3 : *Bupleurum montanum* + ; *Cuscuta* sp. + ; *Helianthemum hirtum* + ; *Mantisalca salmantica* + ; rel. 4 : *Cynosurus elegans* 1 ; *Lamium garganicum* +.

2.8. La végétation azonale riveraine des oueds et des zones humides

2.8.1. La végétation des agoulmines de l'Akfadou

Les « agoulmines » désignent des zones humides, permanentes ou temporaires, disséminées çà et là dans les montagnes de Kabylie et plus spécialement dans le massif

gréseux de l'Akfadou et de Taourirt Ighil. Ce sont des dépressions de dimensions variables, remplies d'eau, soit par les eaux pluviales, soit plus rarement par des suintements et des sources. Dans l'Akfadou, on les trouve en pleine forêt ou dans des clairières, ou bien sur des sommets dénudés ; ils sont d'accès difficile et généralement peu connus (Agoulmine du col de Tagma à 925 m, Agoulmine Aberkane ou Lac Noir à 1 300 m, Agoulmine b'Ousguen à 1 300 m, Agoulmine Ikeur à 1 120 m, Agoulmine Boualsous à 580 m).

On observe plusieurs ceintures de végétation, plus ou moins régulièrement concentriques, entourant la surface d'eau libre et se succédant de la périphérie au centre de l'agoulmine (zone à végétation flottante) : phragmitaie, jonçaie, scirpaie, sparganiaie, etc. (Gauthier-Lièvre, 1931). Cette végétation présente plusieurs aspects en fonction du rythme saisonnier.

On y rencontre un riche cortège floristique (53 taxons) (Gauthier-Lièvre, 1931), où dominant les espèces indicatrices de plusieurs classes de végétation (tableau 64) :

- Végétation aquatique [*Lemnetea minoris*, *Potametea pectinati*, *Isoeto-Littoreletea*],
- Végétation de roselières et grandes cariçaies [*Phragmiti-Magnocaricetea*],
- Végétation pionnière thérophytique sur sol temporairement inondé [*Isoeto-Juncetea bufonii*],
- Végétation prairiale [*Molinio-Arrhenatheretea*].

Tableau 64. Végétation des agoulmines de l'Akfadou (Gauthier-Lièvre, 1931)

Agoulmines	1	2	3	4	5	6
<u>Car. <i>Potametea pectinati</i></u>						
<i>Callitriche obtusangula</i>	+	+		+	+	+
<i>Potamogeton natans</i>	+					
<i>Potamogeton trichoides</i>	+					
<i>Ranunculus aquatilis</i>	+	+			+	+
<i>Ranunculus trichophyllus</i>			+			
<i>Ceratophyllum submersum</i>			+			
<i>Polygonum amphibium</i>				+	+	+
<i>Polygonum salicifolium</i>	+					
<i>Utricularia vulgaris</i> subsp. <i>major</i>			+		+	+
<u>Car. <i>Phragmiti-Magnocaricetea</i></u>						
<i>Phragmites australis</i>	+					+
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	+	+				+
<i>Heleocharis palustris</i> f. <i>major</i>	+		+	+		
<i>Lycopus europaeus</i>	+					
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	+	+		+	+	
<i>Bolboschoenus maritimus</i>				+		
<i>Myosotis caespitosa</i>				+	+	+
<i>Oenanthe fistulosa</i>	+				+	
<i>Ranunculus ophioglossifolius</i>	+			+		
<i>Sparganium erectum</i> subsp. <i>neglectum</i>	+	+			+	
<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i>			+			
<i>Galium elongatum</i>	+				+	
<i>Cyperus longus</i>					+	
<i>Glyceria notata</i>	+					
<u>Car. <i>Isoeto-Juncetea bufonii</i></u>						
<i>Juncus pygmaeus</i>					+	
<i>Juncus tenageia</i>					+	
<i>Mentha pulegium</i>	+	+	+	+		

<i>Montia fontana</i>				+
<i>Isoetes velatum</i>				+
<i>Ranunculus lateriflorus</i>			+	
<i>Elatine alsinastrum</i>			+	+
<i>Ludwigia palustris</i>	+			+
<i>Lythrum junceum</i>	+	+		
<i>Solenopsis laurentia</i>	+			
<i>Lythrum portula</i> var. <i>longidentata</i>	+		+	+
<u>Car. Molinio-Arrhenatheretea</u>				
<i>Juncus conglomeratus</i>	+	+	+	+
<i>Juncus effusus</i>	+	+		
<i>Juncus fontanesii</i>	+		+	
<i>Juncus inflexus</i>	+			
<i>Mentha suaveolens</i>				+
<i>Potentilla reptans</i>			+	
<i>Rumex conglomeratus</i>				+
<i>Rumex crispus</i>	+			
<i>Scirpoides holoschoenus</i> subsp. <i>australis</i>			+	
<u>Car. Isoeto-Littoreletea</u>				
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	+	+	+	+
<i>Baldellia ranunculoides</i>			+	
<i>Potamogeton polygonifolius</i>		+		
<u>Car. Lemnetea minoris</u>				
<i>Lemna minor</i>	+			+
<i>Wolfia arrhiza</i>	+			
<u>Autres espèces</u>				
<i>Callitriche truncata</i>			+	
<i>Corrigiola littoralis</i>				+
<i>Juncus acutus</i>	+			
<i>Oenanthe</i> sp.		+		
<i>Isoetes</i> sp.			+	+
<i>Panicum repens</i>	+		+	
<i>Peplis nummulariaefolia</i> var. <i>biflora</i>		+		+

Localités : 1. A. du Col de Tagma ; 2. A. b'Ousguen ; 3. A. Aberkane ; 4. A. Ikeur ; 5. A. Boualsosus ; 6. A. Tamjout.

L'Agoulmine du col de Tagma, situé à 925 m d'altitude, est entouré d'une forêt mixte à chêne zéen et chêne liège. Salamani (1991), qui l'a étudié de nouveau, constate que la végétation n'a pas connu de grands changements depuis 60 ans, mais, c'est *Arundo donax*, qui ceinture actuellement une grande partie du lac, et non pas *Phragmites australis*. Cette mare est pour le Maghreb, un habitat particulièrement intéressant, car c'est un cas assez rare d'une zone humide permanente acide.

2.8.2. La végétation thérophytique éphémère des lits d'oueds : groupement à *Polygonum lapathifolium* subsp. *verum*

Dans le lit de l'oued Aissi, une végétation thérophytique pionnière atteint en automne, avant la période hivernale, son optimum de développement. Celle-ci occupe les graviers riverains et forme un groupement à *Polygonum lapathifolium* subsp. *verum*, à diversité floristique remarquable (environ 44 espèces dans un individu d'association et 80 au total) (Wojterska in Wojterski, 1988).

Cette végétation éphémère nitrophile et très perturbée se compose de plusieurs groupes synfloristico-écologiques mosaïqués (tableau 65) :

- des indicatrices des habitats humides transgressives des *Phragmiti-Magnocaricetea*, comme *Veronica anagallis-aquatica*, *Lycopus europaeus*, *Veronica beccabunga*, ou des *Isoeto-Juncetea*, comme *Mentha pulegium*, *Apium nodiflorum*, *Pseudognaphalium luteo-album*, *Crypsis aculeata*, *Cyperus fuscus*, *Agrostis semi-verticillata* ;
- des plantules d'arbres de forêts riveraines, telles que *Populus nigra*, *Alnus glutinosa*, *Salix purpurea* ;
- de très nombreuses nitrophiles (24 espèces) des *Stellarietea mediae* Tüxen, Lohmeyer & Preising ex von Rochow 1951, qui abondent dans cet habitat (*Cyperus rotundus*, *Sonchus oleraceus*, *Chenopodium vulvaria*, *C. album*, *C. ambrosioides*, *Amaranthus albus*, *A. hybridus* subsp. *chlorostachys*, *Solanum nigrum*, *Heliotropium europaeum*, *Ammi visnaga*, *Setaria verticillata*, *Conyza bonariensis*, *Atriplex patula*, *Kickxia spuria*, *Dittrichia graveolens*, etc. ; les Poacées *Digitaria sanguinalis* et *Echinochloa colona*, en particulier, indiquent le caractère pionnier du groupement ;
- parmi les compagnes, *Mentha rotundifolia*, *Scrophularia auriculata*, *Verbena officinalis*, *Dittrichia viscosa*, *Verbascum sinuatum* sont les plus fréquentes.

En automne, le groupement disparaît sous les eaux et les couches d'argile et de limon.

Sur le plan synsystématique, la présence simultanée de *Polygonum lapathifolium* subsp. *verum* et *Xanthium cavanillesii*, nous permet d'envisager au moins provisoirement, comme groupement fragmentaire, son rattachement aux *Bidentetea tripartitae* Tüxen, Lohmeyer & Preising ex von Rochow 1951 et *Bidentetalia tripartitae* Br.-Bl. & Tüxen ex Klika & Hadac 1944. En outre, *Pulicaria inuloides* nous paraît une très bonne caractéristique à retenir pour le *Xanthio cavanillesii-Polygonetum lapathifolii* (Wojterska in Wojterski 1988) *nom. nov. propos.*

Tableau 65. Groupement à *Polygonum lapathifolium* subsp. *verum* Wojterska in Wojterski 1988

Numéro des relevés	1	2	3	4	5
<u>Caractéristiques présumées</u>					
<i>Polygonum lapathifolium</i> subsp. <i>verum</i>	3	3	2	3	4
<i>Xanthium cavanillesii</i>	+	+	+	+	+
<i>Pulicaria arabica</i> subsp. <i>inuloides</i>		+	+		+
<u>Espèces hygrophiles et aquatiques</u>					
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	+	1		+	1
<i>Mentha rotundifolia</i>		2	+	+	2
<i>Pseudognaphalium luteo-album</i>		+	+	+	+
<i>Scrophularia aquatica</i>		+	+	+	+
<i>Helosciadium nodiflorum</i>		+		1	1
<i>Mentha pulegium</i>		+	+		1
<i>Agrostis semi-verticillata</i>			+	1	+
<i>Cyperus fuscus</i>		+		+	1
<i>Lycopus europaeus</i>				+	+
<i>Veronica beccabunga</i>			+		
<u>Espèces des ripisylves</u>					
<i>Populus alba</i>	+	1	+	+	2
<i>Salix purpurea</i>		+		+	+
<i>Alnus glutinosa</i>		+			+

<i>Tamarix africana</i>	+	+			
<i>Nerium oleander</i>		+			+
<u>Caract. Stellarietea mediae</u>					
<i>Cyperus rotundus</i>	+	+	+	+	+
<i>Echinochloa colona</i>	+	1	+	+	+
<i>Digitaria sanguinalis</i>	1	+	+	2	2
<i>Sonchus oleraceus</i>	+	+	+	+	+
<i>Chenopodium vulvaria</i>	1	+	+	+	+
<i>Amaranthus albus</i>	1	+	+	+	
<i>Solanum nigrum</i>		+	+	1	2
<i>Heliotropium europaeum</i>	1			+	
<i>Chenopodium album</i>		+	+		
<i>Ammi visnaga</i>			+		+
<i>Chenopodium ambrosioides</i>		1	2	+	
<i>Setaria verticillata</i>	+			+	+
<i>Conyza bonariensis</i>			+	+	2
<i>Atriplex patulus</i>		+	+		
<i>Kickxia spuria</i>			1	+	
<i>Dittrichia graveolens</i>				+	+
<i>Amaranthus chlorostachys</i>	+		+	1	
<i>Polycarpon tetraphyllum</i>			+		+
<i>Scolymus hispanicus</i>			+	+	
<i>Paronychia argentea</i>		+	+	+	+
<i>Polygonum aviculare</i>		2	+	+	
<i>Cynodon dactylon</i>	+		+	+	
<i>Euphorbia chamaesyce</i>			+	+	+
<u>Compagnes</u>					
<i>Verbena officinalis</i>	+	1	+	+	1
<i>Dittrichia viscosa</i>		2	1	+	+
<i>Verbascum sinuatum</i>		+	+	+	+
<i>Medicago lupulina</i>		+	+		+
<i>Plantago major</i>			+	+	+
<i>Solanum lycopersicum</i>			+	+	+
<i>Pulicaria graveolens</i>		+	+		
<i>Trifolium pallidum</i>		+	+		
<i>Agrostis alba</i>			+		+
<i>Silene nocturna</i>			+		+
<i>Artemisia absinthium</i>			+		+
<i>Hypochoeris achyrophorus</i>				+	+
<i>Hypericum pubescens</i>				+	+

Espèces sporadiques : relevé 1 : *Pallenis spinosa* + ; rel. 2 : *Centaurium spicatum* + ; *Crepis vesicaria* + ; *Juncus* sp. + ; *Plantago coronopus* + ; *Rumex conglomeratus* + ; rel. 3 : *Aster squamatus* + ; *Chrysanthemum myconis* + ; *Epilobium parviflorum* + ; *Glaucium corniculatum* + ; *Oryzopsis miliacea* + ; *Pulicaria odora* + ; *Sinapis pubescens* + ; rel. 4 : *Datura stramonium* + ; *Eucalyptus camaldulensis* + ; *Ficus carica* + ; *Oxalis corniculata* + ; *Potentilla reptans* + ; rel. 5 : *Beta vulgaris* subsp. *maritima* + ; *Crypsis aculeata* + ; *Daucus carota* subsp. *hispanicus* + ; *Eupatorium cannabinum* + ; *Portulaca oleracea* + ; *Raphanus raphanistrum* + ; *Reichardia picroides* + ; *Samolus valerandi* +.

III. LES GROUPEMENTS FORESTIERS ET PREFORESTIERS¹

L'étude phytosociologique des associations forestières, préforestières et de maquis n'a été amorcée qu'en 1956 par Quézel (1956) pour les zénaies de l'Akfadou. Il faut attendre près de 30 ans, pour connaître une phase plus féconde d'analyse syntaxonomique de ces groupements, qui a débuté avec Bensettiti (1985), dans son étude des forêts alluviales (populaies) des oueds de Kabylie (et de l'Algérois). Puis, ce sont Wojterski (1988), Quézel & Barbero (1989), Salamani (1990), Meddour (1993, 1998), Bensettiti (1995), Yahi (1995, 2007), Dahmani (1997), Meddour & Laribi (1999), Laribi (1999), Yahi & al. (1999), qui apportent de nouveaux matériaux, à propos de tous les types ou presque de groupements forestiers de la Kabylie, plus spécialement des massifs du Djurdjura et de l'Akfadou.

On dispose depuis de tableaux phytosociologiques permettant une meilleure connaissance des groupements de forêts feuillues caducifoliées, forêts sclérophylles sempervirentes, forêts de conifères montagnards, forêts riveraines alluviales (chênaie verte, subéraie, zénaie, afarésaie, cédraie, populaie blanche, aulnaie, ormaie), appartenant aux classes des *Quercetea ilicis*, *Quercetea pubescentis* et *Quercu-Fagetea sylvaticae*, à la suite de ces travaux, généralement des thèses et mémoires peu accessibles et difficiles à réunir.

Finalement, ce sont 3 classes, 4 ordres, 7 alliances (et 2 sous-alliances), 13 associations et 10 sous-associations qui sont individualisés, concernant divers types de formations forestières *sensu lato*. Pour chaque association végétale décrite et parfois pour les sous-associations, le nom du syntaxon, l'affiliation synsystématique, les espèces caractéristiques et différentielles, les principaux caractères diagnostics écologiques, la répartition géographique, la syndynamique, la valeur patrimoniale et les menaces sont brièvement rappelés, puisqu'on aura l'occasion d'y revenir dans le prochain chapitre.

3.1. Les syntaxons des *Quercu roboris-Fagetea sylvaticae* Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937

3.1.1. Les forêts riveraines (populaies blanches) planitiaires des oueds de la Kabylie

Iridi foetidissimae-Populetum albae Br.-Bl. ex Tchou 1948 em. O. Bolòs. 1962

Quercu roboris-Fagetea sylvaticae Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937

Populetalia albae Br.-Bl. ex Tchou 1948

Populion albae Br.-Bl. ex Tchou 1948

Populenion albae (Br.-Bl. 1931) Rivas-Martinez 1975

La végétation des forêts riveraines planitiales est riche en espèces arborescentes : on y trouve *Populus nigra* L., *Ulmus minor* Mill. et surtout *Fraxinus angustifolia* Vahl. Par contre, *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. y est moins fréquent. La strate lianescente, parfois très dense, qui donne un aspect remarquable à cette populaie, comporte une douzaine d'espèces : *Rubus ulmifolius* Schott, *Rosa sempervirens* L., *Rubia peregrina* L., *Aristolochia sempervirens* L., *Tamus communis* L., *Asparagus acutifolius* L., *Clematis flammula* L., *Clematis cirrhosa* L. et *Calystegia sepium* (L.) R. Br. ; *Bryonia cretica* L. subsp. *dioica* (Jacq.) Tutin, *Smilax aspera* L. var. *mauritanica* (Poir.) Gren. & Godr. et *Vitis vinifera* L. subsp. *sylvestris* (C.C. Gmel.) Hegi, sont par contre beaucoup plus rares. Divers faciès y sont reconnus (par ex. à *Arundo donax*

¹ Meddour R., Meddour-Sahar O., Derridj A. & Géhu J.M., 2010 (in press). Synopsis des groupements végétaux forestiers et préforestiers de la Kabylie djurdjurienne (Algérie). *Revue Forestière Française*, 12 p.

L., dominant). Elle occupe les larges plaines et vallées alluvionnaires des oueds Isser et Sébaou (Bensettiti, 1985, 1995 ; Bensettiti & Lacoste, 1999).

Cette végétation ripicole est menacée par diverses pollutions, le pompage excessif d'eau, le prélèvement abusif du sable et gravier, etc. De plus, les plantations d'*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., très fréquentes, ont été substituées aux peupleraies blanches et constituent un élément paysager allochtone, d'une moindre phytodiversité (Bensettiti, 1985, 1995).

3.1.2. Les forêts ripicoles des ravins (Aulnaies glutineuses) de l'Akfadou

Scrophulario tenuipidis-Alnetum glutinosae Meddour & Laribi 1999

Quercu roboris-Fagetea sylvaticae Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937

Populetales albae Br.-Bl. ex Tchou 1948

Osmundo regalis-Alnion glutinosae (Br.-Bl., P. Silva & Rozeira 1956) Dierschke & Rivas-Martínez in Rivas-Martínez 1975

Campanulo alatae-Alnenion glutinosae Bensettiti 1995

Les caractéristiques des syntaxons supérieurs sont : *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Osmunda regalis* L., *Campanula alata* Desf., *Circaea lutetiana* L., *Carex remota* L., *Carex pendula* Huds., *Aristolochia paucinervis* Pomel, *Polystichum setiferum* (Forssk.) Woynar, *Salix pedicellata* Desf. et une mousse remarquable *Mnium undulatum* (Hedw.) T. Kop.

Sylve ripicole des ravins humides et des sources des ubacs montagnards, soumis à un climat humide et nébuleux, essentiellement au supraméditerranéen, elle représente le groupement climacique de la série édaphique acidiphile à *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., dans l'Akfadou.

Son évolution régressive (coupes abusives) l'amène rapidement vers l'Osmondaie royale. Son intérêt biocénotique et paysager est remarquable et il constitue un refuge pour de nombreuses espèces de répartition eurasiatique et subatlantique, le plus souvent rares au Maghreb, appartenant aux *Quercu roboris-Fagetea sylvaticae* Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937, telles que *Taxus baccata* L., *Ilex aquifolium* L., *Hypericum androsaemum* L., *Sanicula europaea* L., *Veronica montana* L. (Meddour & Laribi, 1999).

Sur le plan des affinités synfloristiques, ce groupement ripicole est plus affine de l'aulnaie acidiphile de Kroumirie en Tunisie (Debazac, 1959), que de celle planitiaire d'El Kala.

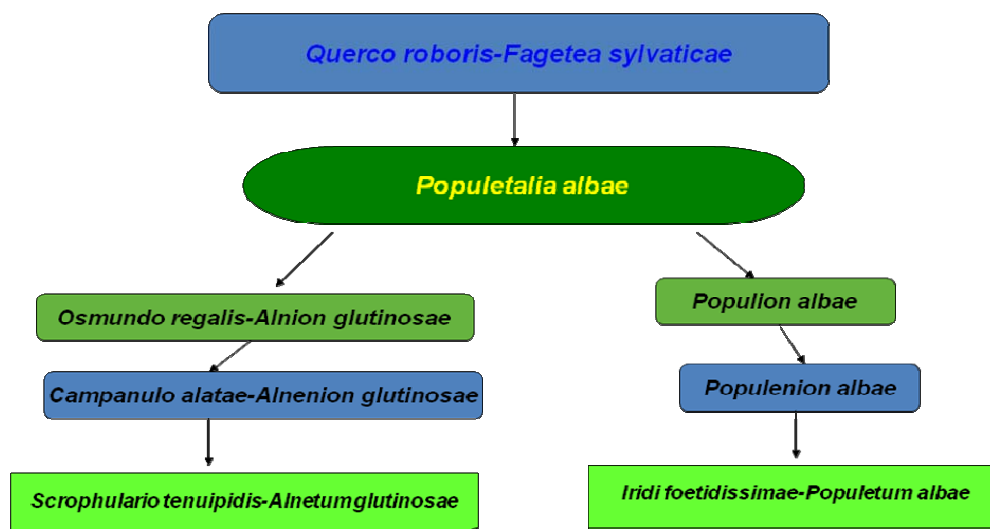


Figure 62. Synsystème des forêts ripicoles planitiales et montagnardes

3.2. Les syntaxons des *Quercetea ilicis* Br.-Bl. ex A. & O. Bolos 1950

3.2.1. Les forêts de chênes sclérophylles sempervirents (subéraies) de l'Akfadou et de Beni Ghobri

Cytiso villosi-Quercetum suberis Br.-Bl. 1953 *quercetosum canariensis* El Afsa 1978

Quercetea ilicis Br.-Bl. ex A. & O. Bolos 1950

Quercetalia ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934

Quercion suberis Loisel 1971

Les caractéristiques de l'alliance sont bien présentes : *Cytisus villosus* Pourr., *Pulicaria odora* (L.) Rchb. et *Melica minuta* L. La sous-association *quercetosum canariensis* est caractérisée par plusieurs transgressives des *Quercetea pubescentis* (*Quercus canariensis* Willd., *Asperula laevigata* L., *Potentilla micrantha* Ramond ex DC., *Scutellaria columnae* All., *Prunella vulgaris* L., *Clinopodium vulgare* L., *Ranunculus ficaria* L., *Sanicula europaea* L., *Viola odorata* L., *Campanula rapunculus* L. et *Polystichum aculeatum* (L.) Roth).

Les subéraies denses mésoméditerranéennes à cytise villex, en mélange avec le chêne zéen, de la région de Yakouren et du Col de Tagma (dans le massif de l'Akfadou et de Beni Ghobri), sont situées dans les conditions mésologiques suivantes : altitude 750-950 m, exposition N, pente 10-20° ; elles ont un recouvrement moyen de la végétation de 50-60 % et une hauteur des arbres supérieure à 10 m (Wojterski, 1988 ; Salamani, 1990).

Ce type de subéraie a beaucoup souffert des « grands feux », comme par ex. en 1983 et 1994, où d'énormes surfaces ont été brûlées. Certes, une régénération post-incendie s'installe le plus souvent par rejets de souche et/ou par reverdissement, mais ce sont alors des subéraies claires et dégradées, à sous-bois souvent très dense (*Erica arborea* L., *Calicotome spinosa* (L.) Link et *Ampelodesmos mauritanica* (Poir.) T. Durand & Schinz y sont dominants), qui se traduit par l'infiltration des indicatrices des *Cisto ladaniferi-Lavanduletea stoechadis* Br.-Bl. in Br.-Bl., Molin. & H. Wagner 1940 (*Cistus salviifolius* L., *Cistus monspeliensis* L., *Lavandula stoechas* L., *Genista tricuspidata* Desf., *Hypericum australe* Ten.).

3.2.2. Les forêts de chênes sclérophylles sempervirents (chênaies vertes) du Djurdjura

Cytiso villosi-Quercetum rotundifoliae Dahmani 1997 *phlomidetosum bovei* Dahmani 1997

Quercetea ilicis Br.-Bl. ex A. & O. Bolos 1950

Quercetalia ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934

Balansaeo glaberrimae-Quercion rotundifoliae Barbero, Quézel & Rivas-Martinez 1981

Cette association se rattache au *Balansaeo-Quercion* (*Balansaea glaberrima* (Desf.) Lange, *Phlomis bovei* De Noé, *Cytisus villosus* Pourr.). Mais, on note ici une moindre abondance de *Balansaea glaberrima* (Desf.) Lange et une plus grande importance physiologique de *Cytisus villosus* Pourr., qui apparaît comme étant l'espèce la mieux liée à ce type de chênaie verte, et *Phlomis bovei* De Noé occupe aussi une place importante dans cette chênaie à tendance froide, en contact avec le cèdre. Ce syntaxon se présente principalement sous l'aspect de la sous-association *phlomidetosum bovei*, individualisée par une forte représentation des transgressives des *Quercetea pubescentis* et *Querco-Cedretalia atlanticae* (*Crataegus laciniata* Ucria, *Lonicera kabylica* (Batt.) Rehder, *Daphne laureola* L. subsp. *latifolia* (Coss.) Rivas-Mart., *Ilex aquifolium* L., *Viola reichenbachiana* Jord. ex Boreau, etc.). Ce groupement apparaît comme l'un des plus mésophiles.

La chênaie se présente sous forme de forêts ou de taillis élevés et denses, où règne une ambiance nettement humide et fraîche, attestée par l'abondance de *Cytisus villosus* Pourr., ainsi que des espèces du mull forestier, sur le versant nord du Djurdjura (Tala Guilef, Aït Ouabane).

La dégradation par le surpâturage, notamment, aboutit à une forme appauvrie en caractéristiques sylvatiques significatives (Dahmani, 1997). En outre, l'abondance au niveau de la strate herbacée des indicatrices des *Stellarietea mediae* Tüxen, W. Lohmeyer & Preising ex von Rochow 1951 et *Geranio purpurei-Cardaminetea hirsutae* (Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999) Rivas-Martínez, Fernández-González, Loidi, Lousã & Penas 2001, et autres thérophytes nitrophiles, témoigne de l'intensité de l'action anthropique (processus de thérophytisation).

Balansaeo glaberrimae-Quercetum rotundifoliae Barbero, Quézel & Rivas-Martínez 1981
phlomidetosum bovei Barbero, Quézel & Rivas-Martínez 1981

Quercetea ilicis Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950

Quercetalia ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934

Balansaeo glaberrimae-Quercion rotundifoliae Barbero, Quézel & Rivas-Martínez 1981

Cette association est également rattachée au *Balansaeo-Quercion* représentée ici par *Balansaea glaberrima* (Desf.) Lange et *Phlomis bovei* De Noé, dont elle représente un aspect très perturbé. On y constate la diminution significative des caractéristiques mésophiles (*Cytisus villosus* Pourr., *Ruscus aculeatus* L., *Viburnum tinus* L., *Lonicera etrusca* Santi, *Rubia peregrina* L., *Asplenium onopteris* L., notamment). Cette communauté se rapporte à la sous-association *phlomidetosum bovei* individualisée par les caractéristiques des *Quercetea pubescentis* : *Doronicum atlanticum* (Chabert) Rouy, *Luzula nodulosa* (Bory & Chaub.) E. Mey. var. *mauretanica* Maire et *Stachys mialhesi* De Noé, endémique d'Algérie. Ces différentielles, qui font défaut dans le *Cytiso-Quercetum rotundifoliae*, attestent de l'ambiance humide et fraîche qui règne dans cet aspect de l'association, mais sensiblement plus thermophile (Dahmani, 1997).

Ce groupement correspond à des taillis et forêts de chêne vert mésophiles, entre 700 et 1400 m, sur terrains souvent pentus et substrats variés. Il s'agit généralement de chênaies vertes à couvert assez dense, où règne une ambiance forestière et fraîche, sur le versant sud du Djurdjura (Tikjda). L'intensité de l'action anthropique est attestée par la présence de *Calicotome spinosa* (L.) Link, *Ampelodesmos mauritanica* (Poir.) T. Durand & Schinz, *Genista tricuspidata* Desf., et par l'abondance particulière des espèces liées au surpâturage (*Asphodelus ramosus* L., *Ferula communis* L.), et surtout des thérophytes plus ou moins nitrophiles.

3.2.3. Les forêts de chênes caducifoliés (zénaias) de l'Akfadou et de Béni Ghobri

Chrysanthemo fontanesii-Quercetum canariensis Laribi 2000

Quercetea ilicis Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950

Quercetalia ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934

Quercion suberis Loisel 1971

Toutes les caractéristiques et différentielles de l'alliance sont présentes et fréquentes (*Quercus suber* L., *Cytisus villosus* Pourr., *Melica minuta* L. subsp. *major* (Parl.) Trab., *Pulicaria odora* (L.) Rchb. et *Teucrium kabylicum* Batt.). Outre, ces espèces la principale caractéristique de cette association est *Plagius maghrebinus* Vogt & Greuter (=

Chrysanthemum fontanesii (Boiss. & Reut.) Quézel & Santa), endémique maghrébin, commun dans le Tell du Nord-est algérien, surtout dans les subéraies et zénaies mésoméditerranéennes. A la faveur de la fermeture du couvert arboré et de meilleures conditions hydriques et édaphiques, cette association s'enrichit en indicatrices des *Quercetea pubescentis* et *Querco-Cedretalia atlanticae* (*Potentilla micrantha* Ramond ex DC., *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) P. Beauv., *Luzula forsteri* (Sm.) DC., *Arabis turrita* L., *Vicia ochroleuca* Ten. subsp. *atlantica* (Pomel) Greuter & Burdet, *Carex sylvatica* Huds. subsp. *pau* (Sennen) A. Bolòs & O. Bolòs, etc.).

Elle se présente en général, dans le massif de Beni Ghobri (Yakouren) et du djebel Tamgout, en peuplement pur, avec le chêne afarès çà et là. La zénaie mésoméditerranéenne silicicole s'étend sur substrat gréseux, entre 800 et 1300 m, en bioclimat humide tempéré (Laribi, 2000). Elle se caractérise en même temps par sa mésophilie et sa relative thermophilie (semi-décidue, marcescente).

3.2.4. Les forêts de chênes caducifoliés (afarésaies) de l'Akfadou

Cynosuro peltieri-Quercetum afaredis Laribi 2000

Quercetea ilicis Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950

Quercetalia ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934

Quercion suberis Loisel 1971

La combinaison caractéristique de cette association comprend, en plus de *Quercus afares* Pomel, *Cynosurus peltieri* Maire, endémique du Nord-est algérien et de la Tunisie, *Galium tunetanum* Poir., *Lens lenticula* (Hoppe) Webb & Berth. var. *macrocalycina* Maire, *Phlomis bovei* De Noé, nettement inféodé au chêne afarès, et *Centaurea amara* L. subsp. *angustifolia* Greml, indicatrice de l'hydromorphie temporaire des sols argileux occupés par l'afarésaie. Les chênaies pures à afarès se localisent plutôt sur sol peu profond, où affleurent les argiles sous-numidiennes. Elles sont donc régies par un déterminisme édaphique, du moins en partie, et sont situées surtout entre 1 000 et 1 300 m, en bioclimat humide frais, au mésoméditerranéen supérieur, sur les versants les plus secs en exposition W, SW et S, dans le massif de l'Akfadou, essentiellement (Laribi, 2000).

La futaie pure d'afarès est intensivement utilisée comme terrain de pâture par les troupeaux. Le cortège floristique est constitué de nombreuses espèces nitratophiles (*Stellarietea mediae* Tüxen, W. Lohmeyer & Preising ex von Rochow 1951), *Asphodelus ramosus* L. notamment, qui traduisent l'intense fréquentation du bétail de cette communauté (Meddour, 1993 ; Laribi, 2000).

3.2.5. Les préforêts de chênes sclérophylles sempervirents (chênaies vertes) du Djurdjura

Cisto salvifolii-Quercetum rotundifoliae Dahmani 1997

Quercetea ilicis Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950

Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni Rivas-Martinez 1975

Genisto tricuspidatae-Calicotomion spinosae Dahmani 1997

On note le rôle important joué par les indicatrices de cette alliance : *Calicotome spinosa* (L.) Link, *Ampelodesmos mauritanica* (Poir.) T. Durand & Schinz et *Genista tricuspidata* Desf.. Elle admet comme caractéristiques des espèces calcifuges, transgressives des *Cisto ladaniferi-Lavanduletea stoechadis* Br.-Bl. in Br.-Bl., Molin. & H. Wagner 1940 : *Cistus salvifolius* L., *Cistus monspeliensis* L., *Lavandula stoechas* L., *Cytinus hypocistis* (L.) L. et *Hypericum australe* Ten.

On distingue deux sous-associations en fonction de l'altitude (Dahmani, 1997) :

- *juniperetosum oxycedri* Dahmani 1997, sous-association développée à moyenne altitude, avec présence d'espèces des *Quercetalia ilicis*, telles que *Juniperus oxycedrus* L., *Phlomis bovei* De Noé, *Balansaea glaberrima* (Desf.) Lange, qui en sont les différentielles ;
- *clinopodietosum vulgare* Dahmani 1997, sous-association située à des altitudes généralement plus élevées, qui se distingue par la fréquence de *Clinopodium vulgare* L., *Origanum vulgare* L. subsp. *glandulosum* (Desf.) K. Richt. et *Anarrhinum pedatum* Desf., mais également par l'apparition à la faveur de concrétions calcaires de quelques indicatrices transgressives des *Rosmarinetea officinalis* Rivas-Martínez, Fernández-González, Loidi, Lousã & Penas 2001, à savoir *Asperula hirsuta* Desf., *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut., *Erysimum grandiflorum* Desf. et *Spartium junceum* L., localement abondant sur sol argileux. Cette association réunit les formations préforestières dérivant de la dégradation des chênaies vertes, liées aux substrats siliceux. Elle se présente en taillis et matorrals à chêne vert, où dominant les calicotome, genêt, cistes et diss, dont l'extension est énorme, suite aux incendies répétés, sur le versant sud du Djurdjura (Tikjda, forêt de Haïzer).

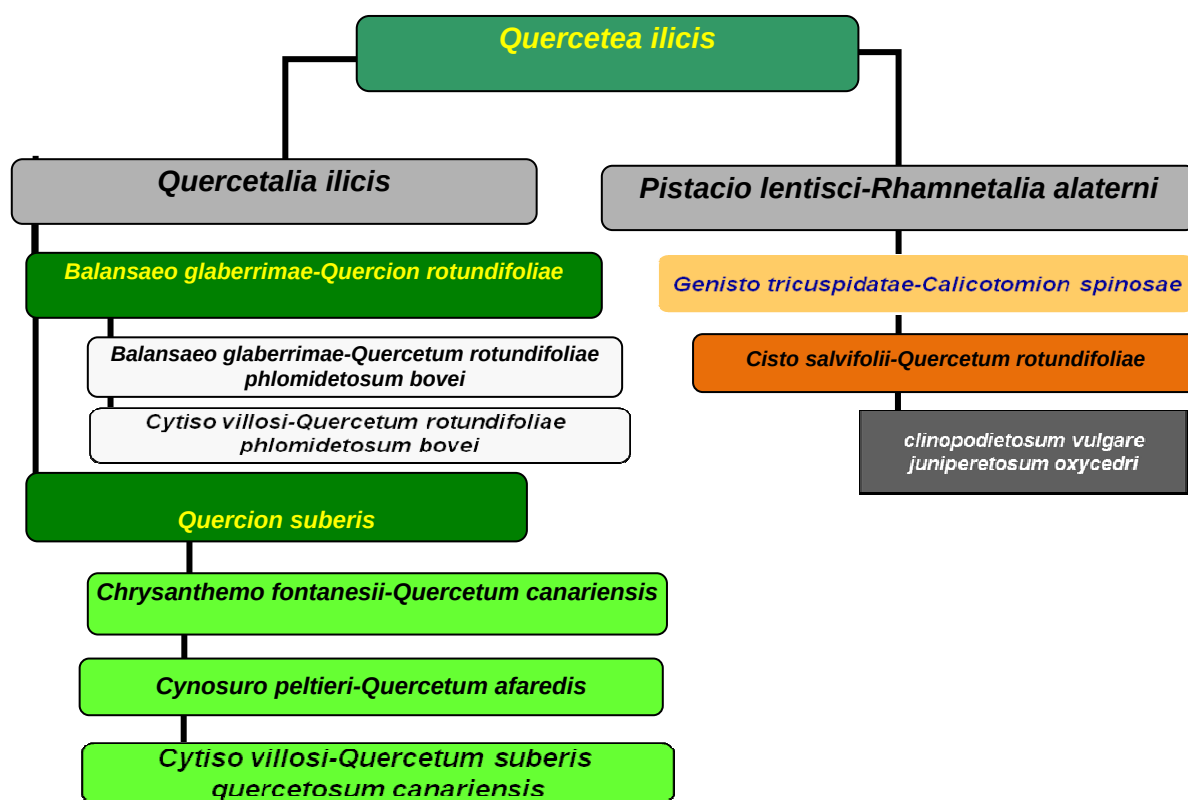


Figure 63. Synsystème des forêts feuillues sempervirentes et caducifoliées mésoméditerranéennes

3.3. Les syntaxons des *Quercetea pubescentis* Doing-Kraft ex Scamoni & H. Passarge 1959

3.3.1. Les forêts de chênes caducifoliés (zénaies) de l'Akfadou

Rubo incanescens-Quercetum canariensis Quézel 1956 em. Aimé, Bonin, Chaabane, Loisel & Saoudi 1986

Quercetea pubescentis Doing-Kraft ex Scamoni & H. Passarge 1959

Quercu-Cedretalia atlanticae Barbero, Loisel & Quézel 1975

Paeonio atlanticae-Cedrion atlanticae Barbero, Quézel & Rivas-Martinez 1981

Si la pivoine de l'Atlas (*Paeonia mascula* (L.) Mill. subsp. *atlantica* (Coss.) Greuter & Burdet) est absente, par contre, l'abondance de *Rubus incanescens* (DC.) Bertol. est tout à fait caractéristique de cette association. On distingue 3 sous-associations du *Rubus incanescens-Quercetum canariensis* Quézel 1956 em. Aimé et al. 1986 :

- *cytisetosum villosi* Quézel 1956 em. Aimé & al. 1986, représente l'aspect le plus fréquent du groupement et entre en contact vers la limite altitudinale inférieure, avec le groupement à chêne liège et cytise très répandu en Kabylie (Meddour, 1993), avec une variante mésophile à *Festuca drymeja* Mert. & Koch var. *grandis* Coss. & Dur., en Akfadou, et une autre mésoxérophile à *Melica minuta* L. subsp. *major* (Parl.) Trab., à Yakouren (Wojterski, 1988).
- *ilicetosum aquifolii* Quézel 1956 em. Aimé & al. 1986, très localisée dans l'Akfadou au fond des ravins humides ou au bord de sources pérennes. Par son caractère hygrophile, cette sous-association établit le passage, dans les forêts de Kabylie, entre les chênaies caducifoliées et la ripisylve à *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.. Ces différentielles sont des sylvatiques montagnardes plus hygrophiles : *Ilex aquifolium* L., *Taxus baccata* L., *Veronica montana* L., *Primula acaulis* (L.) L. var. *atlantica* (Maire & Wilczek) Greuter & Burdet, *Elymus marginatus* (H. Lindb.) A. Löve var. *kabylicus* (Maire & Weiller) Valdés & Scholz, etc., elle s'individualise également par des fougères exclusives : *Athyrium filix-femina* (L.) Roth, *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott et *Blechnum spicant* (L.) Roth.
- *aceretosum obtusati* Laribi 2000, s'observe surtout sur les versants frais N et NW et entre 1300 et 1600 m d'altitude. Ces différentielles sont des sylvatiques les plus mésophiles : *Acer obtusatum* Waldst. & Kit. ex Willd., *Sorbus torminalis* (L.) Crantz, *Hyacinthoides cedretorum* (Pomel) Dobignard, et elle s'individualise par les rarissimes *Euonymus latifolius* Mill. var. *kabylicus* Debeaux et *Lamium garganicum* L. subsp. *laevigatum* Arcang. qui lui sont exclusifs (Laribi, 2000).

Les zénaies silicicoles au supraméditerranéen forment des futaies élevées (8 à 16 m) et denses (recouvrement 90-100 %), entre 1200 et 1600 m, aux expositions les plus fraîches N, NE. Elles se développent en bioclimats humide et subhumide tempérés et frais. Elles s'étendent surtout dans le massif de l'Akfadou et localement à Béni Ghobri (Yakouren). La sous-association *aceretosum obtusati* riche en indicatrices des *Quercu-Cedretalia* est l'aspect le plus climacique ou le mieux conservé (proclimacique) de la zénaie supraméditerranéenne.

3.3.2. Les groupements forestiers de Conifères montagnards (cédraies) du Djurdjura

Senecio perralderianus-Cedretum atlanticae Quézel & Barbero 1989

Quercetea pubescentis Doing-Kraft ex Scamoni & H. Passarge 1959

Quercu-Cedretalia atlanticae Barbero, Loisel & Quézel 1975

Paeonio atlanticae-Cedrion atlanticae Barbero, Quézel & Rivas-Martinez 1981

Les cédraies du Djurdjura, appartenant à cette association, admettent comme caractéristiques et différentielles : *Senecio perralderianus* Coss. & Dur., *Viola munbyana* Boiss. & Reut. var. *kabylica* Batt., *Vicia ochroleuca* Ten. subsp. *atlantica* (Pomel) Greuter & Burdet, *Lamium garganicum* L. subsp. *laevigatum* Arcang., *Bunium alpinum* Waldst. & Kit.

subsp. *atlanticum* Maire et *Gagea foliosa* (J. Presl & C. Presl) Schult. & Schult. f., qui sont plutôt rares dans les forêts de chêne zéen (*Quercus canariensis* Willd.) (Quézel & Barbero, 1989).

Les forêts que l'on considère en Kabylie comme relativement primitives (Aït Ouabane, Babors) sont des forêts mixtes, où le cèdre est associé à de nombreuses autres espèces arborescentes, notamment *Ilex aquifolium* L., *Taxus baccata* L., *Acer obtusatum* Willd., *Quercus canariensis* Willd., mais en d'autres points du Djurdjura existent des cédraies pratiquement pures (comme à Tikjda et Tala Guilef). Pour la cédraie d'Aït Ouabane, Yahi (1995, 2007) envisage une sous-association à *Polystichum aculeatum* (L.) Roth et *Sorbus torminalis* (L.) Crantz, mais cette cédraie est surtout caractérisée par l'abondance d'*Acer obtusatum* Willd. Il conviendra d'en préciser la valeur syntaxonomique (Quézel & Barbero, 1989).

On distingue 3 sous-associations du *Senecio perralderiani-Cedretum atlanticae* Quézel & Barbero 1989 :

- *juniperetosum hemisphaericae* Quézel & Barbero 1989, sur le revers méridional du Djurdjura (à Tikjda), les vieilles cédraies d'altitude, claires, envahies par les chaméphytes, correspondent à cette sous-association caractérisée par *Cynosurus balansae* Coss. & Dur., *Luzula nodulosa* (Bory & Chaub.) E. Mey. var. *mauretanica* Maire, *Elymus hispanicus* (Boiss.) Talavera, tous transgressifs du manteau préforestier du *Cynosuro balansae-Juniperetum hemisphaericae* (Meddour, 2001). *Erinacea anthyllis* Link y apparaît çà et là, surtout vers 1 500-1 600 m (Quézel & Barbero, 1989).
- *balansaeetosum glaberrimae* Quézel & Barbero 1989, en versant nord sur le Djurdjura (à Tala Guilef), dans les cédraies denses et matures, relativement paucispécifiques, les différentielles sont des géophytes : *Balansaea glaberrima* (Desf.) Lange, *Bunium alpinum* Waldst. & Kit. subsp. *atlanticum* Maire et *Gagea foliosa* (J. Presl & C. Presl) Schult. & Schult. f.. Le rarissime *Monotropa hypopitys* L. var. *glabra* Roth est exclusif des vieilles cédraies de Tala Guilef et de Taouialt.
- Sous-association à *Polystichum aculeatum* (L.) Roth et *Sorbus torminalis* (L.) Crantz (Yahi, 1995), correspond à la cédraie dense mixte à caducifoliés d'Aït Ouabane (1 300-1 600 m), riche floristiquement de plusieurs différentielles (*Paeonia mascula* (L.) Mill. subsp. *atlantica* (Coss.) Greuter & Burdet, *Acer obtusatum* Willd., *Hyacinthoides cedretorum* (Pomel) Dobignard, *Campanula trachelium* L. subsp. *mauritanica* (Pomel) Quézel, *Primula acaulis* (L.) L. var. *atlantica* (Maire & Wilczek) Greuter & Burdet, *Euonymus latifolius* Mill. var. *kabylicus* Debeaux, *Epipactis helleborine* (L.) Crantz subsp. *platyphylla* Irmisch) (Yahi & al., 1999).

3.3.3. Les manteaux préforestiers à genévriers rampants (junipéraies) du Djurdjura

***Cynosuro balansae-Juniperetum hemisphaericae* Quézel & Barbero 1989**

Quercetea pubescentis Doing-Kraft ex Scamoni & H. Passarge 1959

Querco-Cedretalia atlanticae Barbero, Loisel & Quézel 1975

Lonicero kabylicae-Juniperion hemisphaericae Quézel & Barbero 1989

A côté de *Juniperus communis* L. subsp. *hemisphaerica* (C. Presl) Nyman, qui en est l'élément initiateur et édificateur, les caractéristiques d'association sont des hémicryptophytes transgressives des formations forestières : *Cynosurus balansae* Coss. & Dur., *Luzula nodulosa* (Bory & Chaub.) E. Mey. var. *mauretanica* Maire, tous deux endémiques maghrébins et abondants, et *Elymus hispanicus* (Boiss.) Talavera.

Le groupement chaméphytique à *Juniperus hemisphaerica* correspond aux manteaux préforestiers et possède une physionomie particulière, que lui confèrent les touffes d'un vert foncé du genévrier, denses, larges et arrondies, visibles sur le fond des pelouses écorchées (Wojterski, 1988 ; Quézel & Barbero, 1989).

Cette association occupe actuellement une place importante sur la chaîne du Djurdjura, depuis le jbel Haïzer jusqu'au Lalla Khedidja. On observe une extension considérable de ces formations à *Juniperus hemisphaerica*, mais également à l'extension à leur niveau d'une riche flore sylvatique et de divers phanérophytes, notamment *Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière, *Ilex aquifolium* L., *Taxus baccata* L., *Acer obtusatum* Willd., qui sont présents dans un grand nombre de sites, de même que *Prunus prostrata* Labill., *Rosa sicula* Trattin., *Cotoneaster granatensis* Boiss., *Amelanchier ovalis* Medik., espèces ornithochores ou plus rarement anémochores, qui ont largement profité de l'abri qui leur est fourni par les touffes de genévriers (Quézel & Barbero, 1989). Ce fait illustre clairement leur rôle dynamique dans la reconstitution de la cédraie (Quézel & Barbero, 1989 ; Yahi, 1995 ; Yahi & al., 1999).

***Daphno oleoidis-Juniperetum sabinae* Quézel & Barbero 1989**

Quercetea pubescentis Doing-Kraft ex Scamoni & H.Passarge 1959

Quercu-Cedretalia atlanticae Barbero, Loisel & Quézel 1975

Lonicero kabylicae-Juniperion hemisphaericae Quézel & Barbero 1989

Les caractéristiques de l'association précédente font défaut, sauf *Juniperus hemisphaerica*, et on observe l'absence des espèces sylvatiques. Par contre, on note la présence de *Daphne oleoides* Schreb. var. *atlantica* Maire, subendémique nord-africain, et de *Stachys mialhesi* De Noé, transgressifs des groupements rupicoles voisins, qui sont caractéristiques de ce syntaxon.

Ce groupement à *Juniperus sabina* L. est extrêmement localisé près de l'Anou Boussoil sur le massif du Djurdjura central, où il trouve d'ailleurs son unique localité nord-africaine. En raison de la complexité topographique du massif, il n'était pas exclu de découvrir d'autres stations de *Juniperus sabina* L.. Effectivement, deux nouvelles stations de plusieurs centaines de m² ont été découvertes au Djurdjura (Tizi Guessig, Terga ou Roumi) par Mediouni *et al.* (1992). Le genévrier sabine possède une grande valeur biogéographique en Afrique du Nord, puisque les localités les plus proches sont celles de la Sierra Nevada (Espagne méridionale).

3.3.5. Les formations feuillues caducifoliées préforestières (orme-érable) du Djurdjura

***Aceri monspessulani-Ulmetum procerae* Meddour 1998**

Quercetea pubescentis Doing-Kraft ex Scamoni & H.Passarge 1959

Quercu-Cedretalia atlanticae Barbero, Loisel & Quézel 1975

Lonicero kabylicae-Juniperion hemisphaericae Quézel & Barbero 1989

Les arbustes préforestiers indicateurs de cette alliance, tels que : *Crataegus laciniata* Ucria, *Lonicera kabylica* (Batt.) Rehder, *Berberis hispanica* Boiss. & Reut., *Rosa sicula* Trattin., *Prunus prostrata* Labill. et *Acer monspessulanum* L. (subsp. *martinii* (Jord.) P. Fourn.) y sont relativement fréquents.

L'ormeau (*Ulmus minor* Mill. = *U. procera* Salisb.) organise un groupement caducifolié préforestier en compagnie de l'érable de Montpellier, plus proche d'une formation zonale que d'une forêt ripicole. Cette station située en versant nord du Djurdjura (Djemaa Edharchi au djebel Haïzer), sur un replat aux piémonts des grands escarpements rocheux

karstiques, repose sur un substrat calcaire, inondé épisodiquement par la remontée de la nappe d'eau souterraine, donnant un sol de type brun forestier, profond et conservant de l'humidité même pendant l'été. Ce groupement préforestier, sur sols enrichis en nitrates, est très marqué par le pâturage bovin, lui conférant un caractère rudéral, comme en témoigne la présence dans le cortège floristique de nombreuses espèces nitrophiles ou nitroclines (dont quelques-unes sont indicatrices des *Galio aparines-Urticetea dioicae* H.Passarge ex Kopecký 1969 et *Geranio purpurei-Cardaminetea hirsutae* (Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999) Rivas-Martínez, Fernández-González, Loidi, Lousã & Penas 2001.

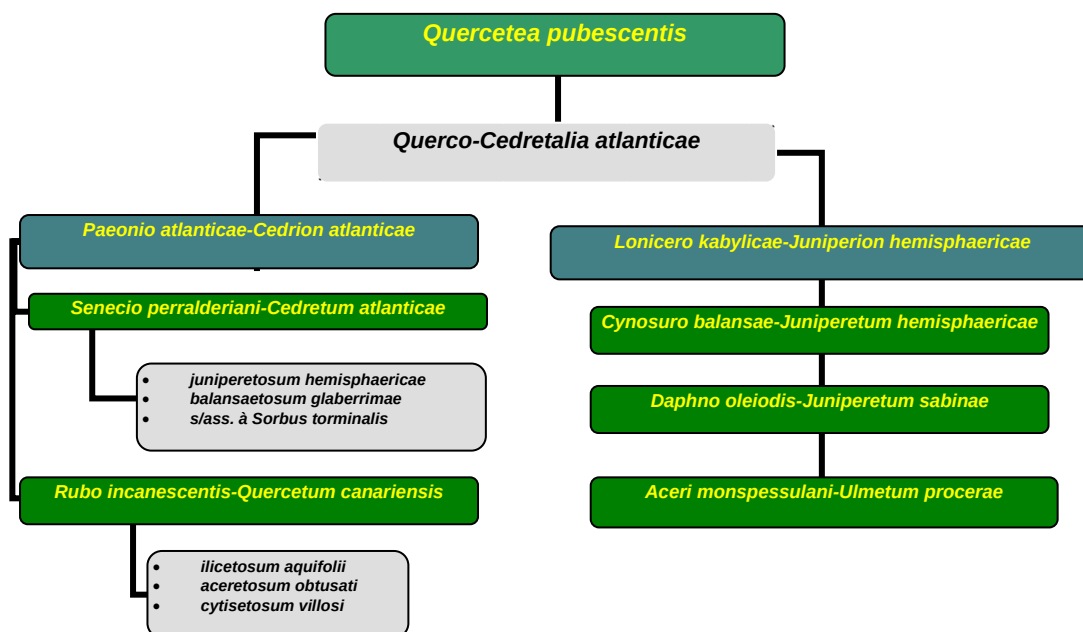


Figure 64. Synsystème des forêts résineuses et feuillues caducifoliées supra- et oroméditerranéennes

IV. TYPIFICATION SYNTAXONOMIQUE DES UNITES DECRITES EN KABYLIE DJURDJUREENNE

Crithmo maritimi-Limonietea minuti Br.-Bl. 1947

Crithmo maritimi-Limonietalia minuti Molinier 1934

Plantaginion macrorhizae Pons & Quézel 1955

1. *Limonietum gougetiani-psiloclodon* Pons & Quézel 1955 *limonietosum psiloclodon* Pons & Quézel 1955

Isoeto durieui-Juncetea bufonii Br.-Bl. & Tüxen 1943 ex V. West, Dijk & Paschier 1946 [= *Isoeto-Nanojuncetea* Br.-Bl. & Tüxen 1943]

Isoetetalia durieui Br.-Bl. 1931 em. Rivas Goday 1970

Cicendion filiformis (Rivas Goday 1964) Br.-Bl. 1967

2. *Myosotido siculae-Isoetetum velatae* Chevassut & Quézel 1956

Isoetion durieui Br.-Bl. 1935

3. *Radiolo linoidis-Isoetetum hystricis* Chevassut & Quézel 1956

Tuberarietea guttatae (Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952) Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963 [= *Helianthemetea guttati*]

Tuberarietalia guttatae Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & H. Wagner 1940 [= *Helianthemetalia guttati*]

Vulpion ligusticae Aubert & Loisel 1971

4. *Loto hispidi-Trifolietum resupinati* Loisel 1976

Tuberarion guttatae (Br.-Bl. 1931) Br.-Bl., Molinier & H. Wagner 1940

5. *Biscutello didymae-Lonetum annuae* Guinochet 1977

Asplenietea trichomanis (Br.-Bl. in Br.-Bl. & Meier 1934) Oberd. 1977 [= *A. rupestris* (Meier) Br.-Bl. 1934]

Potentilletalia caulescentis Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 1926

Potentillion caulescentis Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 1926

6. *Campanulo jurjurensis-Galietum perralderii* Quézel 1957

- sous-association à *Tinguarra sicularia* Quézel 1957
- sous-association alticole à *Sedum magellense* Quézel 1957
- sous-association à *Arabis doumetii* Quézel 1957

7. *Poo alpinae-Saxifragetum numidicae* Romo 2008

Caricetea curvulae Br.-Bl. 1948

Udo-Nardetalia strictae Quézel 1957

Trifolion humilis Quézel 1957

8. *Alopecuro gerardii-Romuleetum battandierii* Quézel 1957

Rosmarinetea officinalis Br.-Bl. 1947 em. Rivas-Martínez, Díaz, Prieto, Loidi & Penas 1991

Erinaceetalia anthyllidis Quézel 1953

Festucion algeriensis Quézel 1957

9. *Anthyllido montanae-Helianthemetum cani* Quézel 195710. *Pimpinello (tragii) djurdjurae-Senecietum gallerandiani* Quézel 195711. *Ranunculo millefoliati-Ptilotrichetum (Alysetum) spinosi* Quézel 1957

- sous-association à *Astragalus depressus* Quézel 1957
- sous-association à *Linaria marginata* Quézel 1957

12. *Bupleuro spinosi-Astragaletum numidici* Quézel 1957

- *astragaletosum numidici* Quézel 1957
- *vicietosum (glaucæ) montisferrati* Quézel 1957
- *cytisetosum balansae* Quézel 1957

13. Groupement à *Artemisia absinthium* Wojterska in Wojterski 1988

Bidentetea tripartitae Tüxen, Lohmeyer & Preising ex von Rochow 1951

Bidentetalia tripartitae Br.-Bl. & Tüxen ex Klika & Hadac 1944

Bidention tripartitae Nordhagen 1940 em. Tüxen in Poli & J. Tüxen 1960

14. *Xanthio cavanillesii-Polygonetum (lapathifolii) veri* Wojterska in Wojterski 1988 nom. nov. propos. [Groupement à *Polygonum lapathifolium* subsp. *verum* Wojterska in Wojterski 1988]

Querco roboris-Fagetea sylvaticae Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937

Populetales albae Br.-Bl. ex Tchou 1948

Populion albae Br.-Bl. ex Tchou 1948

Populion albae (Br.-Bl. 1931) Rivas-Martínez 1975

15. *Iridi foetidissimae-Populetum albae* Br.-Bl. ex Tchou 1948 em. O. Bolòs 1962

Osmundo (regalis) plumieri-Alnion glutinosae (Br.-Bl., P. Silva & Rozeira 1956)

Dierschke & Rivas-Martínez in Rivas-Martínez 1975

Campanulo alatae-Alnenion glutinosae Bensettiti 1995

16. *Scrophulario tenuipidis-Alnetum glutinosae* Meddour & Laribi 1999

Quercetea pubescentis Doing-Kraft ex Scamoni & H. Passarge 1959

Quercetalia atlanticae Barbero, Loisel & Quézel 1975

Lonicero kabylicae-Juniperion hemisphaericae Quézel & Barbero 1989

17. *Cynosuro balansae-Juniperetum hemisphaericae* Quézel & Barbero 1989

18. *Daphno oleoidis-Juniperetum sabinae* Quézel & Barbero 1989

19. *Aceri monspessulani-Ulmetum procerae* Meddour 1998

Paenion atlanticae-Cedrion atlanticae Barbero, Quézel & Rivas-Martínez 1981

20. *Senecio perralderiani-Cedretum atlanticae* Quézel & Barbero 1989

▪ *juniperetosum hemisphaericae* Quézel & Barbero 1989

▪ *balansaeetosum glaberrimae* Quézel & Barbero 1989

▪ sous-association à *Sorbus torminalis* (Yahi, 1995)

21. *Rubus incanescens-Quercetum canariensis* Quézel 1956 em. Aimé, Bonin, Chaabane, Loisel et Saoudi 1986

▪ *cytisetosum villosi* Quézel 1956 em. Aimé et alii 1986

▪ *ilicetosum aquifolii* Quézel 1956 em. Aimé et alii 1986

▪ *aceretosum obtusati* Laribi 2000

Quercetea ilicis Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950

Quercetalia ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934

Quercion suberis Loisel 1971

22. *Chrysanthemo fontanesii-Quercetum canariensis* Laribi 2000

23. *Cynosuro peltieri-Quercetum afaredis* Laribi 2000

24. *Cytiso (triflori) villosi-Quercetum suberis* Br.-Bl. 1953

▪ *quercetosum canariensis* El Afsa 1978

Balansaeo glaberrimae-Quercion rotundifoliae Barbero, Quézel & Rivas-Martínez 1981

25. *Cytiso villosi-Quercetum rotundifoliae* (Meddour 1994) Dahmani 1997

▪ *phlomidetosum bovei* Dahmani 1997

26. *Balansaeo glaberrimae-Quercetum rotundifoliae* Barbero, Quézel & Rivas-Martínez 1981

▪ *phlomidetosum bovei* Barbero, Quézel & Rivas-Martínez 1981

Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni Rivas-Martínez 1975

Genisto tricuspidatae-Calicotomion spinosae Dahmani 1997

27. *Cisto salvifolii-Quercetum rotundifoliae* Dahmani 1997

▪ *juniperetosum oxycedri* Dahmani 1997

▪ *clinopodietosum vulgare* Dahmani 1997

V. CONCLUSION

Malgré quelques travaux récents, la connaissance des syntaxons forestiers et préforestiers de la Kabylie djurdjuréenne (secteur phytchorologique kabylo-annabi, domaine maghrébien-tellien) n'est encore que très fragmentaire. Les publications contenant des tableaux phytosociologiques, utilisables dans le cadre d'une synthèse syntaxonomique globale, sont plutôt rares et se sont intéressées à des associations végétales bien délimitées géographiquement et écologiquement (surfaces occupées réduites, groupements spécialisés), qui de plus à ce jour n'ont pas été revisitées depuis un demi siècle (végétation aérohaline des falaises maritimes, végétation des mares temporaires et des agoulmines, etc.). En outre, les groupements chasmophiles calcicoles, les groupements des zones karstiques, ceux des pelouses écorchées à xérophytes épineuses des hautes montagnes du Djurdjura, en dépit de leur analyse approfondie par Quézel (1957), méritent largement d'être réétudiés à la lumière des connaissances synsytématiques actuelles, comme le montre l'exemple du reclassement de la sous-association *juniperetosum hemisphaericae* par Quézel & Barbero (1989), ou encore le groupement à *Lomelosia crenata* (et *Plantago mauritanica* ?) fortement individualisé, mais non encore analysé de façon satisfaisante.

De cette synthèse, il ressort que les groupements forestiers thermoméditerranéens des *Quercus-Oleion sylvestris* et les groupements préforestiers des *Pistacio-Rhamnietalia alaterni*, notamment les pineraies de pin d'Alep, les fruticées à Oléo-lentisque (*Oleo-Ceratonion siliquae* Br.-Bl. ex Guinochet & Drouineau 1944 em. Rivas-Martínez 1975) et les maquis hauts calcifuges (*Ericion arboreae* (Rivas-Martínez ex Rivas-Martínez, Costa & Izco 1986) Rivas-Martínez 1987), ne sont pas encore abordés, en dépit de leur importance dans le paysage végétal.

De plus, la surexploitation pluriséculaire des forêts ayant conduit à la disparition et à la très grande raréfaction des espèces sylvatiques significatives des phases de maturité sylvigénétique (cf. e.g. Rameau, 1987 ; Quézel & Barbero 1989 ; Meddour 2001) et au grand développement de phases pionnières et de nombreux stades secondaires complexes de dégradation de la végétation forestière et préforestière (thérophytisation, matorralisation, dématorralisation, déstructuration, nitrophillisation, groupements fragmentaires, mosaïquage), phénomènes souvent mal interprétés dans les études.

D'autre part, sous l'influence des résultats acquis dans le Sud de l'Europe, sur des groupements similaires, les auteurs ont tendance à décrire des associations en accordant avec emphase une importance aux espèces de souche septentrionale (eurasiatiques, européennes), et à négliger ou du moins sous-estimer l'importance des éléments phytchoriques de souche locale (espèces endémiques algériennes, maghrébiennes, voire ibéro-maghrébiennes).

Enfin, il convient de dire que plusieurs de nos positions et remarques sont étayées par des données personnelles plus récentes que nous allons présenter dans le chapitre qui suit.

Chapitre VII

**NOUVELLE DONNEES
PHYTOSOCIOLOGIQUES DE LA KABYLIE
DJURDJUREENNE : IDENTIFICATION ET
DESCRIPTION DES SYNTAXONS
FORESTIERS ET PREFORESTIERS**

Chapitre VII. NOUVELLE DONNEES PHYTOSOCIOLOGIQUES DE LA KABYLIE DJURDJUREENNE : IDENTIFICATION ET DESCRIPTION DES SYNTAXONS FORESTIERS ET PREFORESTIERS

Dans ce chapitre, nous aborderons la description syntaxonomique de l'ensemble des groupements forestiers et préforestiers identifiés dans la région d'étude, à l'aide de l'analyse numérique de nos données phytosociologiques.

Cette description sera basée pour chacun d'eux sur le tableau d'association qui est l'élément fondamental de tout travail synfloristique. Sur ces tableaux descriptifs, en plus des taxons figurent les coefficients d'abondance-dominance et les classes de présence (colonne romaine). En tête de chaque tableau sont notés le numéro de chaque relevé correspondant au numéro de l'analyse numérique et non pas à celui du terrain, le nombre total d'espèces dans chaque relevé et les caractères mésologiques habituels (altitude, pente, exposition, recouvrement de la végétation), qui sont pour des raisons techniques d'espace transcrits verticalement. Une surface relevée (aire minimale) de l'ordre de 200-250 m², pour les groupements forestiers et préforestiers, s'est avérée suffisante et a été adoptée en général.

Pour chaque ensemble de relevés identifiés et mis en évidence et correspondant à une association végétale, un tableau phytosociologique a été élaboré, détaillant sa variabilité jusqu'à la sous-association et parfois la variante.

Pour la description normalisée des syntaxons, le plan suivant est retenu le plus souvent :

- Physionomie et structure,
- Synécologie et répartition géographique,
- Synfloristique, syntaxonomie et valeur synsystématique,
- Variations de l'association,
- Syndynamique naturelle ou anthropique,
- Affinités phytosociologiques et comparaisons analogiques avec des groupements végétaux décrits auparavant dans la même région ou dans des territoires proches écologiquement.

Certains des groupements végétaux seront, toutefois, traités plus longuement en raison de leur importance dans le paysage végétal et de leur valeur phytogéographique et patrimoniale. Notons, enfin, que quelques associations décrites ci-dessus ont déjà fait l'objet de publication. Nous reprendrons dans leurs grandes lignes les résultats et conclusions auxquels nous sommes déjà arrivés.

I. LES FORMATION FORESTIERES ET PREFORESTIERES DE CEDRE DE L'ATLAS (*Cedrus atlantica*) DU DJURDJURA

I.1. Introduction

Dès 1956, Quézel avait entrepris l'analyse phytosociologique des cédraies kabyles, en particulier aux Babors. Il notait alors qu'il n'était pas facile de mettre en évidence des caractéristiques dans leur cortège floristique, comparativement à la sapinière et à la zénaie. Par la suite, l'étude synfloristique entreprise par Quézel & Barbero (1989) montre que les cédraies du Djurdjura (Tikjda, Tala Guilef, Ait Ouabane), tout comme celles de la chaîne des Babors (Babor, Tababort, Takoucht) se rapportent à une unique (!) association

sylvatique, le *Senecio perralderiani-Cedretum atlanticae*, qui est caractérisée par une combinaison d'espèces, *Cedrus atlantica*, *Senecio perralderianus*, *Bunium alpinum* subsp. *atlanticum*, *Viola munbyana* var. *kabylica*, *Vicia ochroleuca* subsp. *atlantica* et *Gagea foliosa* (Quézel & Barbero, 1989). La majeure partie de ces espèces est transgressive des unités supérieures (alliance et ordre) et les cédraies kabyles, selon Quézel & Barbero (1989), ne possèdent aucune espèce particulière¹.

En outre, ces auteurs ont fondé leur association sur des données très insuffisantes de leur propre aveu, c'est-à-dire sur la base de 10 relevés réalisés dans les cédraies des Babors et 6 relevés seulement dans les cédraies du Djurdjura (4 relevés à Tikjda en 1986, 1 relevé à Tala Guilef et un autre à Ait Ouabane, datant tous les 2 de 1956).

Etant donné la conception trop large de ce syntaxon, tant sur le plan synécologique que biogéographique, il était inévitable pour Quézel & Barbero (1989), d'y distinguer différentes sous-associations provisoires, dont il convient, selon eux, d'en donner une interprétation plus significative à la suite d'une étude plus exhaustive.

Pour le massif du Djurdjura, rappelons qu'il s'agit de :

- la sous-association *juniperetosum hemisphaericae*, caractérisée par *Cynosurus balansae*, *Luzula nodulosa* subsp. *mauretanica*, *Elymus hispanicus*, sur le revers méridional à Tikjda ;
- la sous-association *balansaeetosum glaberrimae*, dont les différentielles sont des géophytes *Balansaea glaberrima*, *Bunium alpinum* subsp. *atlanticum* et *Gagea foliosa*, sur le versant nord en cédraie pure à Tala Guilef ;
- une sous-association qui malgré sa diversité floristique n'a pas été définie par Quézel & Barbero (1989) pour la cédraie mixte d'Ait Ouabane, où le cèdre est associé à de nombreuses autres espèces arborescentes, notamment *Taxus baccata*, *Ilex aquifolium*, *Acer obtusatum* et *Quercus canariensis*. Yahi (1995, 2007) la décrit comme une « sous-association à *Polystichum aculeatum* et *Sorbus torminalis* ».

Cette association a été ainsi admise et décrite amplement par de nombreux relevés, tant au Djurdjura qu'au massif des Babors (Yahi, 1995, 2007 ; Gharzouli, 2007). Ce dernier a néanmoins jugé nécessaire d'individualiser une nouvelle association forestière au djebel Babor, le *Saturejo baborensis-Cedretum atlanticae* Gharzouli 2007, qui correspond à la sous association *Senecio-Cedretum calaminthetosum baborensis* Quézel & Barbero 1989, et une autre association préforestière au djebel Tababort, le *Sorbo ariae-Cedretum atlanticae* Gharzouli 2007, correspondant, quant à elle, à la sous-association *Senecio-Cedretum buxetosum sempervirentis* Quézel & Barbero 1989, pour mieux rendre compte de la diversité phytocénotique des cédraies de la Kabylie baboréenne.

A l'évidence, pour les cédraies kabyles, plus spécialement pour celles du Djurdjura, une association comme le *Senecio perralderiani-Cedretum atlanticae*, a été conçue dans une acception trop vaste, qui ne résistera pas à une étude approfondie. Il est de ce fait nécessaire de vérifier la valeur exacte des différentes sous-associations reconnues jusque là. De par sa large répartition géographique dans le Djurdjura, la cédraie apparaît sur les deux versants du massif, à toutes expositions et à des altitudes comprises entre 1 300 et 1 900 m, sur divers types de substrats (calcaires, schistes, grès, poudingues), ceci ne sera probablement pas sans conséquences dans la distinction à son niveau de différentes unités syntaxonomiques, caractérisées par plusieurs différentielles. En fonction de l'orientation

¹¹ Une grande rareté de la flore maghrébine, *Monotropa hypopitys* var. *glabra*, relique boréale, est localisée exclusivement sur l'humus profond des vieilles cédraies du Djurdjura (Tala Guilef, Taouialt) et des Babors (Quézel, 1956 ; Quézel & Barbero, 1989). Nous ne l'avons guère rencontré au Djurdjura ; il a été retrouvé uniquement par Kolai (1990) dans les Babors (dans un relevé sur un total de 54).

des versants, du dynamisme naturel et induit par l'anthropisation, il sera possible de distinguer au sein de cette « association collective ou régionale »² plusieurs associations, sous-associations et variantes.

1.2. Quelques considérations préliminaires sur la synfloristique des cédraies

i) L'examen du tableau brut de nos données floristiques (80 relevés x 233 espèces³), sur les cédraies du Djurdjura (Tala Guilef, Tikjda, Ait Ouabane), montre que celles-ci présentent un cortège floristique essentiellement constitué d'espèces appartenant à la classe des *Quercetea pubescentis* et de ses syntaxons subordonnés (80 taxons, soit 34 % de la flore de la cédraie). Parmi les caractéristiques et les différentielles, on y retrouve pour la classe : *Acer obtusatum*, *Melica uniflora*, *Prunus avium*, *Thalictrum minus* subsp. *saxatile*, *Vincetoxicum hirundinaria* ... ; pour l'ordre : *Campanula trachelium* subsp. *mauritanicum*, *Cephalaria mauritanica* subsp. *atlantica*, *Cynosurus balansae*, *Galium tunetanum*, *Geranium atlanticum*, *Lamium garganicum* subsp. *laevigatum*, *Physospermum verticillatum*, *Silene atlantica*, *Sorbus umbellata* ... ; pour l'alliance du *Paeonio atlanticae-Cedrion atlanticae* : *Paeonia mascula* subsp. *atlantica*, *Saxifraga carpetana* subsp. *atlantica*, *Senecio perralderianus*, *Vicia ochroleuca* subsp. *atlantica*, *Viola munbyana* var. *kabylica* ..., et pour l'alliance du *Lonicero kabylicae-Juniperion hemisphaericae* : *Cotoneaster granatensis*, *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*, etc.

Nous avons cité sciemment une vingtaine de taxons « absents » des cédraies marocaines (cf. tableaux publiés par Barbero & al., 1981 ; Benabid, 1982, 1984 ; M'Hirit, 1982 ; Quézel & al., 1987), qui par conséquent ont une grande valeur indicatrice pour celles d'Algérie et plus spécifiquement du Djurdjura.

ii) Avec toutes les données phytosociologiques dont nous disposons actuellement (Wojterski, 1988 ; Quézel & Barbero, 1989 ; Kolai, 1991 ; Meddour, 1993, 1994a & b, 2002 ; Laribi, 1999 ; Gharzouli, 2007 ; Yahi, 2007 ; Laribi & al., 2010), il est maintenant possible de dire que les taxons significatifs qui manquent totalement ou sont rarissimes dans les zénaies de l'Akfadou sont : *Senecio perralderianus*, *Paeonia mascula* subsp. *atlantica*, *Sorbus umbellata*, *Physospermum verticillatum*, *Campanula trachelium*, *Saxifraga carpetana* subsp. *atlantica*, *Veronica montana*, *Daphne laureola* subsp. *latifolia*, *Lamium garganicum* subsp. *laevigatum*, *Euonymus latifolius* var. *kabylicus* et *Gagea foliosa*. D'autre part, un certain nombre de taxons manquent pratiquement dans toutes les zénaies alticoles des Kabylies, à l'exception de celle des Babors. Il s'agit de : *Viola munbyana* var. *kabylica*, *Bunium alpinum* subsp. *atlanticum*, *Rumex tuberosus*, *Lonicera kabylica*, *Cynoglossum dioscoridis* var. *maroccanum*, *Silene patula* et *Cynosurus balansae*. Ces deux groupes constituent de ce fait de bonnes caractéristiques et différentielles des cédraies et de la sapinière vis-à-vis des zénaies. A contrario, *Potentilla micrantha*, *Myosotis latifolia*, *Vicia ochroleuca* subsp. *atlantica*, *Ranunculus spicatus* subsp. *maroccanus*, *Lamium flexuosum*, *Doronicum atlanticum*, parmi d'autres, sont présents dans l'ensemble des formations d'altitude, qu'elles soient conifériennes ou caducifoliées. Elles ont donc leur place plutôt au niveau de l'ordre.

iii) Le centre de différenciation optimale du *Paeonio atlanticae-Cedrion atlanticae* se trouve essentiellement sur le massif des Babors. D'ailleurs, le choix d'*Abies numidica* et de *Paeonia mascula* subsp. *atlantica*, dans la combinaison spécifique retenue par Barbero & al. (1981),

² L'ancienne association régionale, ou association collective, correspond selon les cas plus ou moins au groupe d'associations, à la sous-alliance ou même à l'alliance (Géhu, 1996).

³ A titre comparatif, 420 taxons sont recensés dans toutes les cédraies de l'Atlas tellien avec un nombre important de relevés, 311 au total (Yahi, 2007).

pour caractériser cette alliance est révélateur. Au Djurdjura, la Pivoine de l'Atlas n'est abondante localement qu'au niveau de la cédraie d'Ait Ouabane ; elle n'est plus qu'une relique à Tala Guilef et n'existe nullement sur le versant méridional. Quant aux autres espèces admises comme caractéristiques par Barbero & al. (1981), qui d'ailleurs reconnaissent que cette alliance mérite d'être mieux définie en Algérie, hormis *Senecio perralderianus*, elles sont plus ou moins fréquentes (*Potentilla micrantha*, *Saxifraga carpetana* subsp. *atlantica*, *Vicia ochroleuca* subsp. *atlantica*), voire absentes (*Myosotis latifolia* et *Viola munbyana* var. *kabylica*), en fonction des diverses cédraies étudiées au Djurdjura (nord-occidental, nord-oriental, centro-méridional).

En effet, De Foucault (1981) a bien montré qu'en s'éloignant de leur centre de gravité de nombreux syntaxons perdent peu à peu leurs espèces et à leurs limites chorologiques, il ne reste plus qu'un petit nombre d'espèces différentielles (généralement une ou deux), très souvent des caractéristiques d'unités supérieures, pour définir les dernières associations. La combinaison floristique de ces groupements est alors plus originale par l'absence d'un certain nombre d'espèces que par la présence de telles différentielles (De Foucault, 1981).

Dans notre cas, un échelon d'appauvrissement de cette alliance, selon un axe phytogéographique est-ouest (Babors-Ait Ouabane-Tikjda-Tala Guilef-Chréa-Ouarsenis), est manifeste (Meddour, 2002 ; Yahi, 2007 ; Gharzouli, 2007).

iv) Un autre aspect synfloristique, à caractère général, valable dans la majorité des cédraies maghrébines, est l'envahissement du tapis herbacé par de nombreuses et abondantes espèces annuelles, nitrophiles ou subnitrophiles et sciaphiles à hémisciaphiles, se rattachant à la classe des *Stellarietea mediae*, et le plus souvent aux *Geranio purpurei-Cardaminetalia hirsutae* Brullo in Brullo & Marceno 1985, et qui se développent sous couvert forestier (Quézel, 1998 ; Quézel & Médail, 2003). Ce sont en particulier : *Geranium purpureum*, *Galium aparine*, *Stellaria pallida*, *Cardamine hirsuta*, *Legousia falcata*, *Vicia sativa*, *Myosotis ramosissima*, *Linaria reflexa*, *Anagallis arvensis*, *Bromus madritensis*, *Daucus carota*, *Cerastium glomeratum*, *Avena sterilis*, *Bromus squarrosus*, *Biscutella didyma*, *Avena barbata*, etc. Cette infiltration montre l'importance du pâturage, responsable de la « thérophytisation », qui s'accompagne sur des sols tronqués, mais encore en place, d'un appauvrissement en espèces sylvatiques significatives de la flore des cédraies (Quézel, 1998).

v) Du point de vue fréquentiel, il est intéressant de noter que parmi les taxons les plus fréquents, présents dans au moins 1 relevé sur 3, les deux espèces les plus constantes sont *Cedrus atlantica* et *Senecio perralderianus* (tableau 66) ; deux autres caractéristiques du *Senecio perralderiani-Cedretum atlanticae* figurent également dans ce palmarès (*Viola munbyana* var. *kabylica*, *Bunium alpinum* subsp. *atlanticum*). Autrement dit, il est tentant de rapporter l'ensemble de ces relevés (ou individus d'association) à ce syntaxon fédérateur. Mais, nous ne rendrons pas compte de la diversité phytocénotique des cédraies du Djurdjura. Nous estimons qu'avec les nouveaux matériaux dont nous disposons actuellement, il convient de pousser l'analyse syntaxonomique plus loin, avec l'aide précieuse mais non suffisante des analyses multivariées, puisqu'elles ne dispensent aucunement de l'interprétation.

Tableau 66. Liste des plantes les plus fréquentes dans les cédraies du Djurdjura

Taxons	Fréq.	<i>Senecio perralderianus</i>	66
<i>Quercetalia pubescentis</i> & <i>Quercetalia</i>		<i>Daphne laureola</i> subsp. <i>latifolia</i>	65
<i>Cedrus atlantica</i>	85	<i>Galium tunetanum</i>	58

<i>Ranunculus spicatus</i>	40
<i>Berberis hispanica</i>	37
<i>Potentilla micrantha</i>	36
<i>Crataegus laciniata</i>	33
<i>Ilex aquifolium</i>	33
<i>Viola munbyana</i> var. <i>kabylica</i>	32
<i>Bunium alpinum</i> subsp. <i>atlanticum</i>	29
<i>Lamium flexuosum</i>	28
<i>Juniperus hemisphaerica</i>	28
<i>Quercetea</i> & <i>Quercetalia ilicis</i>	
<i>Balansaea glaberrima</i>	56
<i>Phlomis bovei</i>	49
<i>Galium scabrum</i>	46
<i>Ruscus aculeatus</i>	38
<i>Quercus rotundifolia</i>	37

<i>Geranium purpureum</i>	35
<i>Arabis pubescens</i>	29
Autres espèces dont des orophytes	
<i>Festuca atlantica</i>	56
<i>Cynosurus elegans</i>	54
<i>Anthemis pedunculata</i>	47
<i>Acinos alpinus</i> subsp. <i>meridionalis</i>	41
<i>Erysimum grandiflorum</i>	38
<i>Galium aparine</i>	35
<i>Bellis sylvestris</i>	35
<i>Hypochaeris laevigata</i>	31
<i>Linaria heterophylla</i>	30
<i>Stellaria pallida</i>	30

1.3. Analyse multivariée des données floristiques

Deux méthodes complémentaires d'analyse multivariée ont été employées pour mettre en évidence les groupements végétaux des cédraies, correspondant le plus souvent au rang d'association. Compte tenu de cet objectif, nous avons utilisé une méthode d'ordination, l'AFC, et une méthode de *clustering*, en l'occurrence la CAH (méthode de Ward). Celle-ci donne des résultats satisfaisants dans le cadre de l'établissement d'une typologie phytosociologique (Gillet, 2004 *in* Ferrez, 2008). Ces analyses ont été réalisées avec le logiciel XLSTAT 2010, version 4.03 (Addinsoft, Barcelona, Spain).

La première approche multivariée pratiquée est l'analyse factorielle des correspondances sur un fichier de 80 relevés/163 espèces, auxquels nous avons joint à titre de « témoin » les 6 relevés fondant l'association de Quézel & Barbero (1989), en utilisant les coefficients d'abondance-dominance. Pour éviter l'influence d'espèces rarement rencontrées, souvent excessive au regard de la faible information qu'elles fournissent (Alexandre & *al.*, 2002), nous avons éliminé les espèces peu fréquentes, présentes dans 1 ou 2 relevés (soit 70 taxons dans moins de 2,3 % des relevés).

Il faut noter que l'analyse factorielle des correspondances ne prend pas en compte l'organisation spatiale des relevés. Chaque relevé est considéré comme indépendant des autres. Seul le repérage par une numérotation particulière des relevés en fonction de leur localisation sur le terrain permet de retrouver cette information spatiale. Nous avons ainsi repéré les différents peuplements de cèdre (Ait Ouabane, Tala Guilef, Tigounatine et Taouialt) par une lettre différente suivi d'un numéro d'ordre (par ex. q1 jusqu'à q6 pour les relevés témoins).

La carte factorielle du plan principal (14,22 % de variance) se rapportant aux relevés de cette analyse globale révèle une forte sectorisation qui discrimine 5 ensembles de relevés (figure 65) :

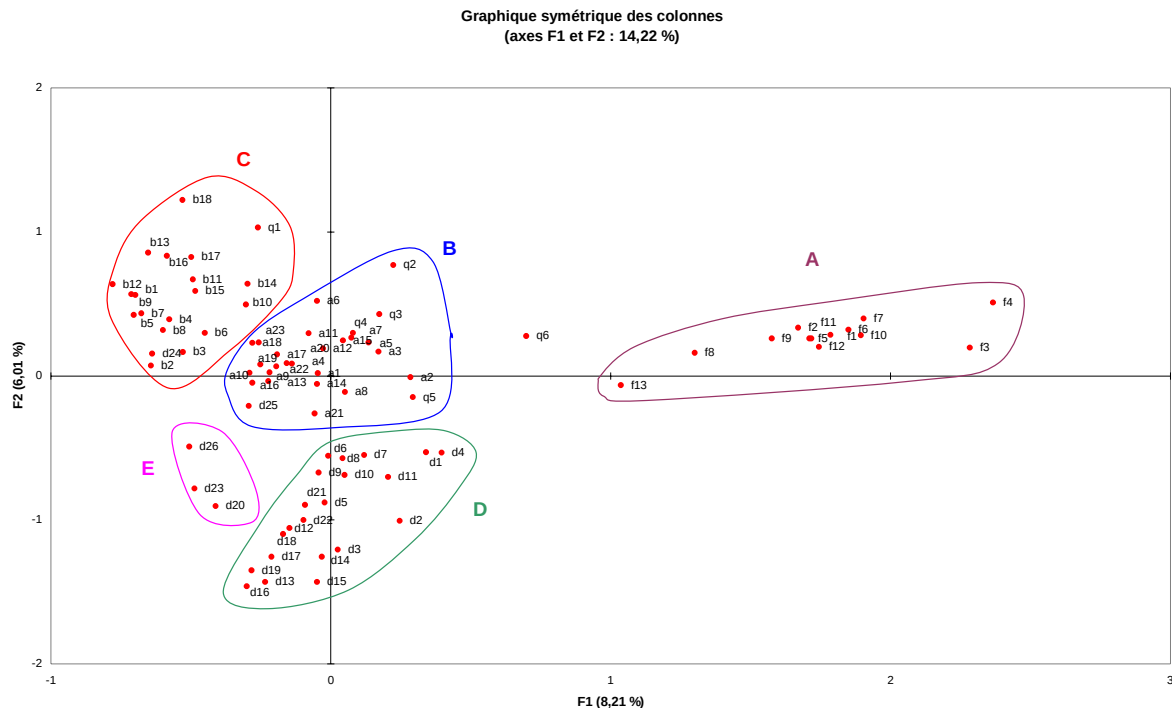


Figure 65. Analyse factorielle des correspondances de la matrice des données des cédraies du Djurdjura. Analyse globale (86 relevés x 163 espèces). Plan factoriel des axes F₁ et F₂ des points-relevés

- L'ensemble A regroupant 14 relevés se détache très nettement des 4 autres ensembles de relevés ; il correspond à 13 relevés (f₁ à f₁₃) tous effectués dans la cédraie mixte d'Ait Ouabane auxquels on peut adjoindre le relevé témoin q₆ issu de la même formation.
- L'ensemble D formé de 21 relevés effectués dans la cédraie de Tala Guilef (d₁ à d₁₉, d₂₁ et d₂₂).
- L'ensemble E est constitué de 3 relevés pris dans la vieille cédraie de Tala Guilef (d₂₀, d₂₃ et d₂₆) qui pour l'instant est à rapprocher du précédent ensemble avec lequel il présente une « proximité » évidente, mais qu'il convient d'interpréter de manière satisfaisante.
- L'ensemble B en position centrale est constitué de 24 relevés (a₁ à a₂₃ et d₂₅) dérivant de la cédraie du djebel Taouialt à Tikjda et de 4 relevés témoins q₂, q₃, q₄ et q₅.
- L'ensemble C englobant 19 relevés (b₁ à b₁₈ et d₂₄) et le relevé q₁ ont été tous réalisés dans la cédraie du djebel Tigounatine à Tikjda.

L'analyse globale fait ressortir clairement l'originalité floristique marquée de l'ensemble A, i.e. de la cédraie forestière d'Ait Ouabane.

La deuxième approche multivariée, la classification ascendante hiérarchique, a été appliquée sur le même fichier de 86 relevés/163 espèces, en utilisant pour distance la métrique du khi² et comme critère d'agrégation, la méthode de Ward. Le dendrogramme de la méthode de Ward est d'une lecture relativement plus aisée ; c'est d'ailleurs la plus utilisée (Bouxin, 2008). Cette classification porte sur les relevés, en vue de définir des ensembles correspondant à des groupements végétaux, que l'interprétation permettra de situer dans le synsystème phytosociologique. Le dendrogramme présente les résultats obtenus pour l'analyse de cette matrice de 86 relevés (figure 66).

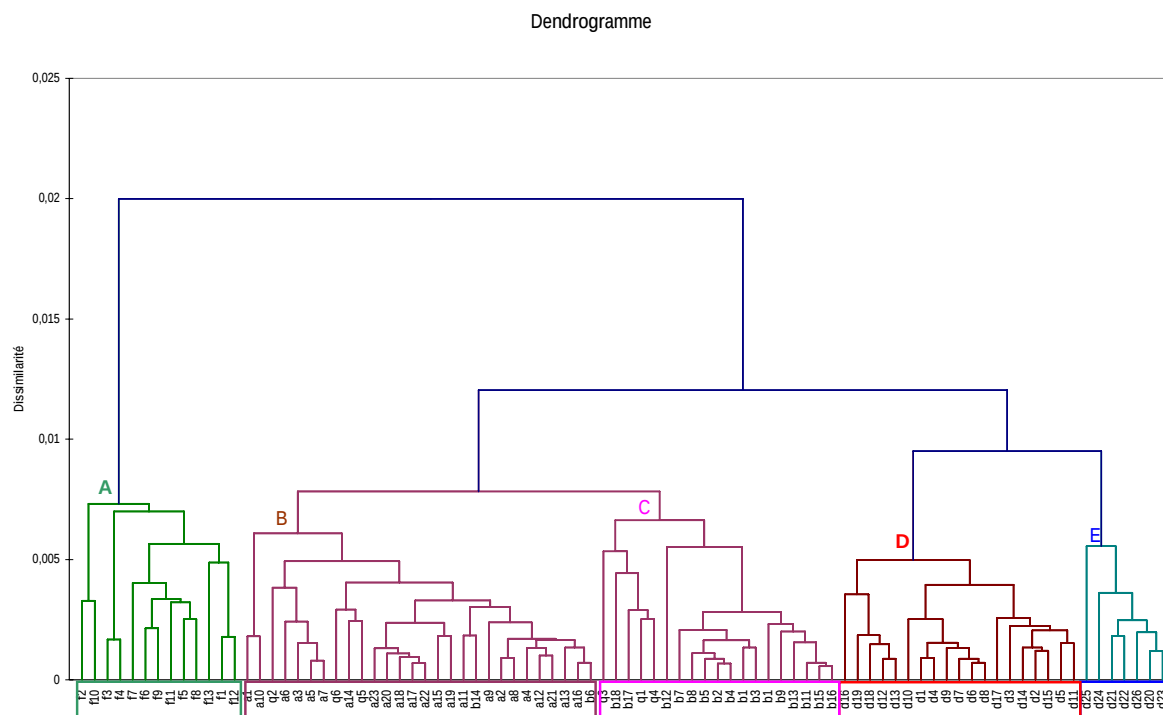


Figure 66. Dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique de la matrice des données des cédraies du Djurdjura (86 relevés x 163 espèces)
(Coefficient de dissimilarité : métrique du χ^2 ; méthode d'agrégation : Méthode de Ward)

Les résultats obtenus sont plus que satisfaisants (ce qui n'était pas le cas avec le coefficient de corrélation de Pearson et comme méthode d'agrégation le lien moyen ou UPGMA, habituellement adoptée, Chessel & al., 2004) ; ils concordent tout à fait avec ceux de l'AFC à quelques détails près qui relèvent de l'interprétation et exigent un retour aux données traitées. « De toute manière, dépouiller un tableau de végétation, c'est toujours difficile et ça dépend beaucoup des repères extérieurs aux données » (Chessel & al., 2004).

On retrouve une classification des 5 ensembles de relevés respectant la sectorisation précitée : l'ensemble A des 13 relevés d'Ait Ouabane, là aussi clairement discriminé ; l'ensemble D réunissant 19 relevés (d1 à d19) de Tala Guilef ; l'ensemble B avec 25 relevés de Taouialt et 3 relevés témoins q2, q5 et q6 ; l'ensemble C constitué de 19 relevés dont 3 relevés témoins q1, q3 et q4 de Tigounatine et, enfin, l'ensemble E regroupe ici les 7 relevés réalisés au niveau de la cédraie « millénaire » de Tala Guilef (d20 à d26). Il y a une bonne stabilité des relevés dans leurs ensembles respectifs à l'exception de quelques relevés de l'ensemble E et de certains relevés témoins labiles. La CAH s'avère d'un apport et d'une complémentarité appréciables ; l'agencement des relevés au niveau de chaque groupe (classe) issue de la partition sera un outil précieux dans l'étape de l'élaboration objective des tableaux phytosociologiques.

Avant cela, il est d'usage de recourir à des analyses partielles de la matrice des données par l'AFC, pour mieux cerner les divers ensembles individualisés. La seconde étape de traitement des données consiste ainsi en l'analyse partielle des ensembles regroupés près de l'origine, après élimination de l'ensemble le mieux discriminé lors de l'analyse globale

(Lacoste, 1975). Une première analyse partielle concerne une matrice réduite de 72 relevés x 155 espèces, c'est-à-dire toutes les données, à l'exception des 14 relevés de l'ensemble A. Dans cette analyse, l'élimination des 14 relevés de l'ensemble A entraîne l'étalement sur le plan factoriel principal F₁ et F₂ (14,71 % de variance) des 4 autres ensembles B, C, D et E, et surtout la discrimination des 2 derniers ensembles, comme on peut le constater sur le plan factoriel F₁ et F₃ (13,48 % de variance) (figures 67 et 68).



Figure 67. Analyse factorielle des correspondances de la matrice des données des cédraies du Djurdjura. Analyse partielle 1 (72 relevés x 155 espèces). Plan factoriel des axes F₁ et F₂.

Les deux ensembles D (19 relevés) et E (4 relevés) correspondent aux cédraies de Tala Guilef, qui sont en continuité altitudinale sur le terrain ; celle de l'ensemble E étant une vieille cédraie d'altitude, beaucoup plus fortement influencée par l'homme (cortège floristique altéré par des transformations biotiques), comme nous le verrons plus loin. Le relevé témoin q5, effectué par Quézel (1956) à Tala Guilef, apparaît tout aussi affine de l'un comme de l'autre ensemble.

Cette analyse partielle met donc en évidence l'originalité floristique de la cédraie forestière de Tala Guilef, avec une certaine distension floristique liée à l'altitude (seuil thermique), mais également au facteur anthropique, qu'il est nécessaire de bien interpréter.

Une deuxième analyse partielle concerne une matrice réduite de 48 relevés x 130 espèces, correspondant à l'ensemble des relevés des cédraies de Tikjda (Tigounatine et Taouialt) et de quelques relevés que nous avons réalisés à Tala Guilef.

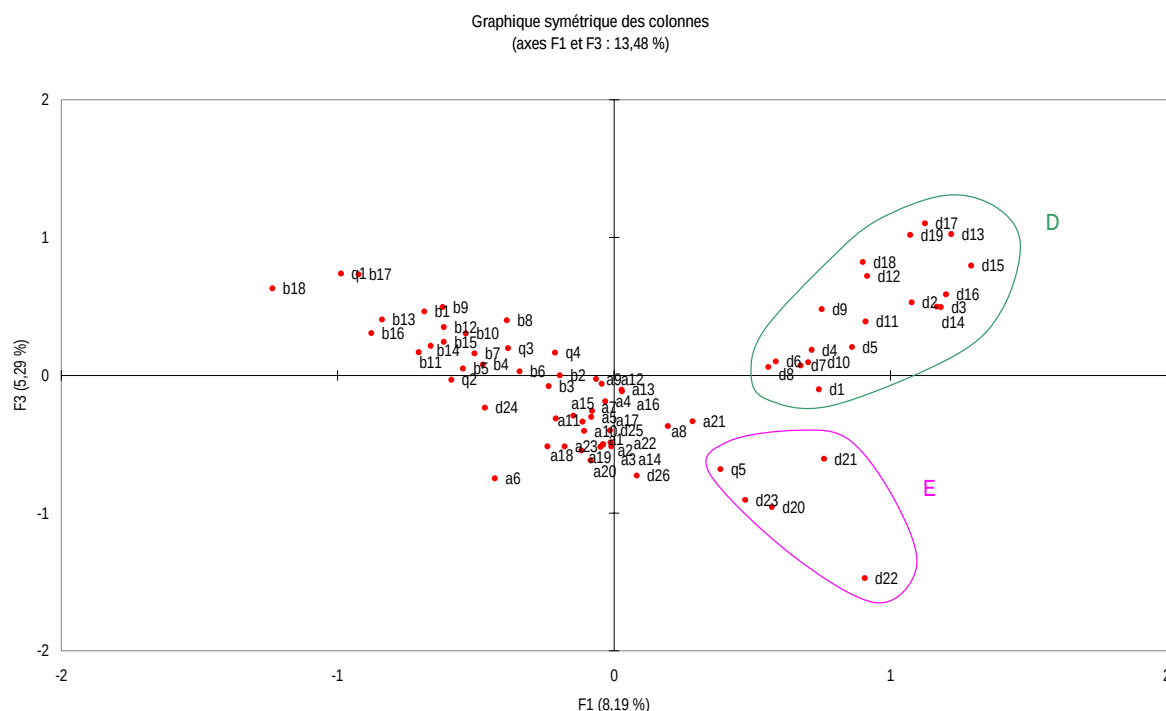


Figure 68. Analyse factorielle des correspondances de la matrice des données des cédraies du Djurdjura. Analyse partielle 1 (72 relevés x 155 espèces). Plan factoriel des axes F1 et F3.

Sur le plan factoriel principal F1 et F2 (16,22 % de variance) (figure 69), on retrouve sans grosse difficulté l'agencement des divers relevés exactement dans leurs ensembles respectifs : l'ensemble B qui réunit 26 relevés (y compris les relevés témoins q2, q3 et q4) de la cédraie forestière de Tikjda (canton Taouialt) et l'ensemble C, regroupant 19 relevés (y compris le relevé q1) de la cédraie à caractère préforestier de Tikjda (canton Tigounatine).

Il nous paraît nécessaire de détacher de cet ensemble les 3 relevés de la formation préforestière à Cèdre et Genévrier hémisphérique de Tala Guilef (d24, d25 et d26), comme le montre le plan factoriel F1 et F3 (14,71 % de variance), qui sépare nettement le sous-ensemble C1 du C2 (figure 70). Malgré leur affinité synfloristique évidente, il sera utile de mieux les définir sur le plan syndynamique.

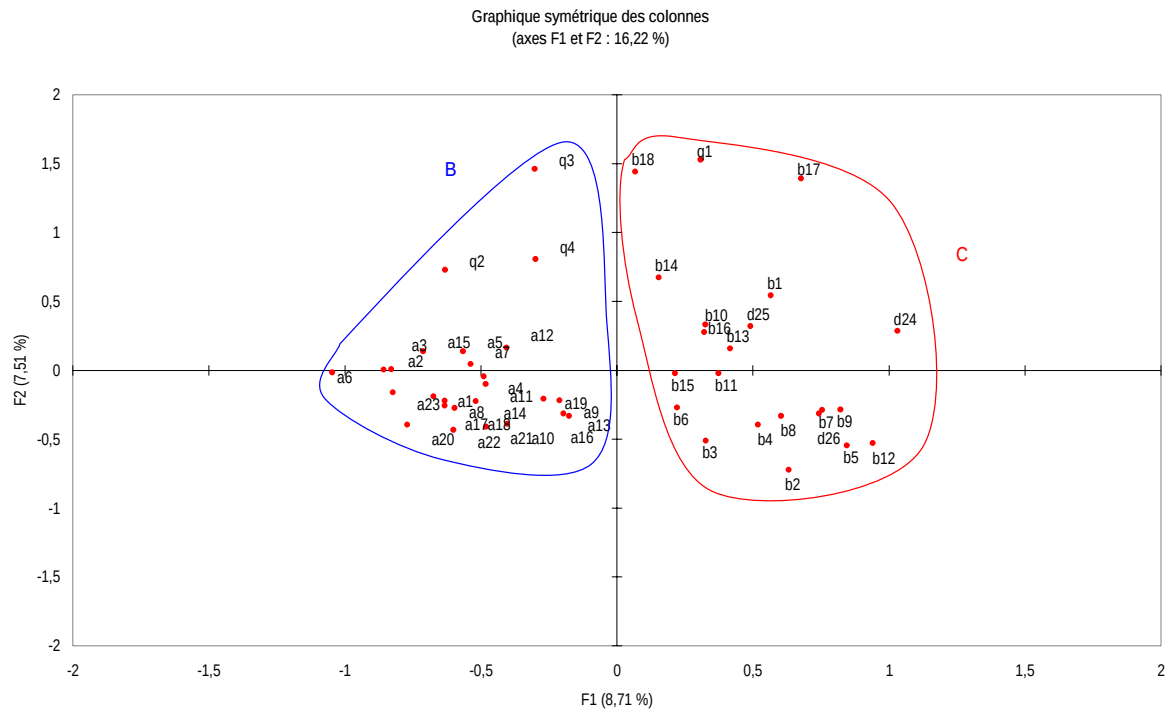


Figure 69. Analyse factorielle des correspondances de la matrice des données des cédraies du Djurdjura. Analyse partielle 2 (48 relevés x 130 espèces). Plan factoriel des axes F₁ et F₂.

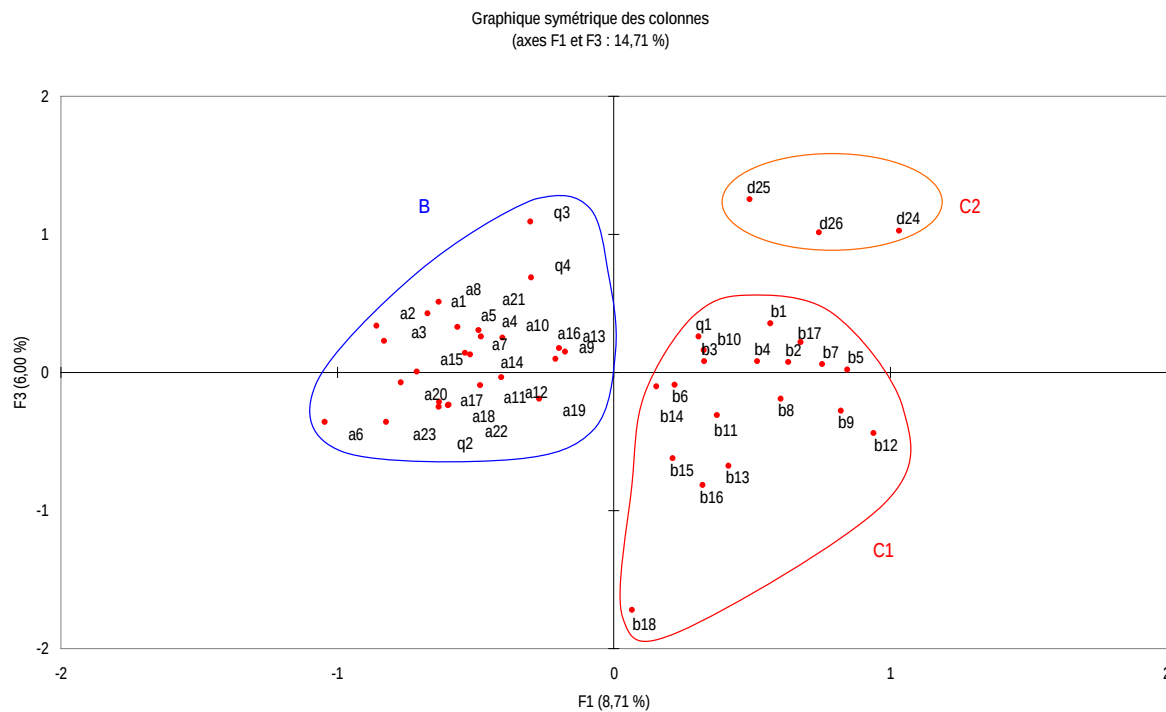


Figure 70. Analyse factorielle des correspondances de la matrice des données des cédraies du Djurdjura. Analyse partielle 2 (48 relevés x 130 espèces). Plan factoriel des axes F₁ et F₃.

Sur le plan floristique, cette dichotomie est étayée par l'analyse et l'interprétation de la carte factorielle des espèces sur le plan principal 1-2 (non représenté ici). Celle-ci met en évidence selon l'axe 1, deux groupes opposés d'espèces (espèces les plus contributives à l'inertie de cet axe) :

- du côté positif de l'axe 1 des espèces indicatrices des groupements préforestiers (*Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*, *Berberis hispanica*), voire des pelouses écorchées (*Astragalus numidicus*, *Euphorbia luteola*, *Carduncellus pinnatus*, *Ononis aragonensis*, *Erinacea anthyllis*, *Thymus willdenowii*, etc.), espèces héliophiles de milieu ouvert et souvent résistantes au pâturage (épineuses ou toxiques) ;
- du côté négatif du même axe des espèces franchement forestières, telles que *Cedrus atlantica*, *Taxus baccata*, *Ilex aquifolium*, *Acer obtusatum*, *Potentilla micrantha*, *Lamium flexuosum*, *Solidago virgaurea*, *Vicia ochroleuca* subsp. *atlantica*, etc., espèces de milieu fermé.

Les faibles couverts se trouvant à l'extrémité positive de l'axe tandis que les couverts importants sont situés à l'extrémité négative. On peut considérer que cet axe traduit essentiellement la fermeture ligneuse.

Pour clore ce paragraphe, notons que ces ensembles de relevés ont été retravaillés avec le tableur Excel et les résultats définitifs présentés sur les tableaux phytosociologiques seront donc légèrement différents de ceux obtenus par la classification et l'ordination. Plusieurs analyses successives ont été faites sur les données jusqu'à obtenir des ensembles de relevés floristiquement homogènes⁴ et interprétables d'un point de vue syntaxonomique.

1.4. *Sileno atlanticae-Cedretum atlanticae* ass. nova [tableau 67, en annexe]

Quercetea pubescentis Doing ex Scamoni & Passarge 1959

Quercu fagineae-Cedretalia atlanticae Barbero, Loisel & Quézel 1974

Paeonio atlanticae-Cedrion atlanticae Barbero, Quézel & Rivas-Martinez 1981

1.4.1. **Physionomie et structure**

La forêt de cèdre de Tala Guilef (Drâa ou Ighil Inguel), qui fait partie de la forêt domaniale de Bou Djurdjura⁵, occupait une superficie de 275 ha.

Cette cédraie se présente en général en futaie irrégulière, dense, d'une hauteur moyenne de 16 m et assurant un recouvrement moyen de 70-80 %. Cependant, une bonne régénération naturelle s'installe au voisinage des vieux cèdres (par exemple au dessus de la maison forestière vers 1530 m), ce qui confère à cette futaie l'aspect d'un perchis dense en particulier à sa lisière.

Cette cédraie est dite « pure » (*sensu* Maire, 1926), puisque sur le plan de la composition dendrologique, le cèdre y est à l'état presque pur et forme à lui seul la strate arborée, contrairement à la « cédraie mixte » où les arbres caducifoliés sont abondants, comme à Ait Ouabane. En fait, en plus du cèdre représenté de façon constante dans la strate arborescente, on rencontre plus ou moins sporadiquement et toujours avec un coefficient

⁴ Pour être considéré comme floristiquement homogène, un syntaxon donné ne doit pas avoir un indice de similarité inférieur à 0.1 (Gillet, 2004 *in* Ferrez, 2008).

⁵ La forêt domaniale de Bou Djurdjura s'étendait sur une surface totale de 791 ha (MARA, 1981 *in* Mestar, 1995), comprenant 275 ha de cédraie, 150 ha de futaie de chêne vert, 291 ha de maquis de chêne vert et 75 ha de pelouse arborée à cèdre (soit 44 % pour le cèdre et 56 % pour le chêne vert).

d'abondance-dominance relativement faible : *Quercus canariensis*, *Prunus avium* (en ubac) et *Quercus rotundifolia* (en adret). Si l'abondance d'*Ilex aquifolium* donne ponctuellement l'aspect caractéristique d'un taillis sous futaie à la cédraie du flanc nord, par contre *Taxus baccata* est absent. C'est une essence qui a fortement régressé au Djurdjura du fait des actions anthropiques. Ce type de forêt de Tala Guilef est un stade dynamique intermédiaire pouvant évoluer vers la forêt métastable climacique, représentée à Ait Ouabane.

La strate arbustive présente généralement un degré de recouvrement assez élevé (40 % en moyenne), mais elle peut être localement rare et n'assure alors qu'un faible recouvrement de l'ordre de 5 % (par ex. au dessus du restaurant d'altitude, en orientation sud, à 1630 m). On y rencontre plusieurs nanophanérophytes (arbustes et arbrisseaux) en exposition nord : *Ilex aquifolium*, *Daphne laureola* subsp. *latifolia*, *Ruscus aculeatus*, *Lonicera kabylica*, *Berberis hispanica* (rare), diverses Rosacées épineuses *Rosa canina*, *Crataegus laciniata* et *Rubus ulmifolius*, plus souvent à l'état lianescent. Ces arbustes semblent trouver dans le sous-bois de cette cédraie des conditions mésologiques favorables à leur ontogenèse. Par contre, sur le flanc sud, celle-ci est caractérisée par l'abondance de *Cytisus villosus*, qui forme un sous-bois homogène et parfois dense, avec par endroits *Genista tricuspidata* abondant, dans les stations les plus sèches, jusqu'à 1700 m.

Quant à la strate herbacée, elle assure un recouvrement moyen de 40 % et est surtout constituée de nombreuses espèces sciaphiles ou sciatolérantes et humicoles du mull forestier, parmi lesquelles les plus fréquentes sont : *Senecio perralderianus*, *Bunium alpinum* subsp. *atlanticum*, *Geranium atlanticum*, *Lamium flexuosum*, *Lamium garganicum* subsp. *laevigatum*, *Potentilla micrantha*, *Ranunculus spicatus* subsp. *maroccanus*, *Alliaria petiolata*, *Galium tunetanum*, *Silene patula*, *Vicia ochroleuca* subsp. *atlantica*, *Conopodium glaberrimum*, *Galium scabrum*, *Phlomis bovei*, etc. La fougère-aigle (*Pteridium aquilinum*), plante indicatrice acidiphile, localisée dans les microclairières intraforestières, est localement très abondante, il y forme dans les trouées du peuplement des nappes très recouvrantes, sur sol humifère et profond. Notons surtout la présence de quelques plantules de chêne zéen (*Quercus canariensis*), pas loin de vieux semenciers (dissémination barochore), ce qui atteste du dynamisme spécifique de cette essence consolidatrice et de la fertilité locale du biotope. Certaines espèces herbacées, fréquentes dans la cédraie, sont des compagnes euryèces (large plasticité écologique), présentes dans presque toutes les autres communautés forestières et préforestières. Ceci est le cas plus particulièrement des nitrophytes (*Geranium purpureum*, *Cynosurus elegans*, *Stellaria pallida*, *Galium aparine* ...).

Encadré 4 : Biodiversité dendrologique et stations refuges

Les forêts de cèdre d'Ait Ouabane (et des Babors), que l'on considère comme relativement primitives, sont des forêts mixtes, où le cèdre est associé à de nombreuses autres espèces arborescentes, notamment *Taxus baccata*, *Ilex aquifolium*, *Acer obtusatum*, *Acer campestre*, *Acer monspessulanum*, *Quercus canariensis*, *Sorbus umbellata* et *Sorbus torminalis* (Quézel, 1956, 1998). En réalité, presque toutes ces essences qui font la réputation de la forêt d'Ait Ouabane sont présentes à Tala Guilef, mais elles sont rares et éparées, et ont une fréquence et une abondance relativement insignifiantes. Comme l'ont souligné, Barbero & al. (1971), ces essences forestières doivent souvent être recherchées dans les stations refuges (rochers, rocailles ou zones difficilement accessibles).

- Le Chêne zéen (*Quercus canariensis*) est présent aussi bien à l'état de semis qu'à l'état arborescent, mais par pieds isolés atteignant 8 à 15, parfois 20 m de haut pour les vieux sujets. On le rencontre dans la cédraie à cytise, en exposition sud vers 1610 m (un sujet adulte de 12 m de haut), et on le retrouve plus bas dans la chênaie verte à cytise, vers, 1350 m, en face de la source de Djemâa Edharchi, et à proximité du thalweg d'Acif Beni Mendès (un vieil arbre de 18 m de haut et 2,27 m de circonférence).
- Le Merisier (*Prunus avium*) est présent soit à l'état isolé, soit, notamment en contrebas du chemin royal en cédraie dense, en petit bouquet de plusieurs sujets adultes atteignant 6-8 m de haut. Il se régénère très bien grâce à la dissémination des graines par l'avifaune forestière (ornithochorie), plus spécialement à l'abri des Rosacées épineuses, du Houx et de l'Epine-vinette d'Espagne (*Berberis hispanica*) (cf. Meddour, 1998).
- L'If (*Taxus baccata*) est absent dans le sous-bois de cette cédraie, qu'il a déserté depuis longtemps suite aux dégradations anthropiques. Par contre, quelques individus de *Taxus baccata* sont présents en situation ripicole à l'Ansor Inedjarene (Assif Beni Mendès), en dessous de la réserve clôturée, vers 1300-1400 m. Sur les grandes pentes du versant nord du djebel Haïzer, entre le plateau et le refuge (en dessous de la Dent du Lion), on a pu observé plusieurs arbres, de 4 m de haut en moyenne, réfugiés dans les anfractuosités des pitons rocheux, à l'abri des éboulements et des vents trop violents, vers 1950-2000 m, en compagnie de *Sorbus umbellata*, *Amelanchier ovalis* et *Acer monspessulanum*.
- Le Houx (*Ilex aquifolium*) est assez souvent arborescent et de belle venue ; il atteint jusqu'à 5 m de haut. Plus spécialement vers 1600 m, au dessus de la réserve en face de Tazerout Tamellalt, il se présente en véritable peuplement ouvert, d'une hauteur moyenne de 2 m, accompagné de *Sorbus umbellata*. Il atteint 1820 m d'altitude dans les habitats rocheux près du Col Blanc (Tizi Thoumlilt). Il existe aussi en exposition sud près du restaurant d'altitude. On trouve également un petit peuplement de Houx dans le ravin de l'Acif Beni Mendès, vers 1440 m eu ubac.
- L'Erable à feuilles obtuses (*Acer obtusatum*) est de même présent à l'état sporadique en individus adultes de 6 à 10 m de haut, dans la cédraie à Houx du versant nord, au niveau des rares localités préservées.
- L'Alisier (*Sorbus umbellata*) et *Acer obtusatum* (hors relevés) sont confinés dans des stations subrupicoles d'accès particulièrement difficile. Par exemple, on peut voir deux individus d'Alisier de 3 m de haut, près du chemin royal à 500 m de la maison forestière ; il atteint 1960 m sur les rochers calcaires du djebel Haïzer (en face du pluviomètre).

Enfin, une station très intéressante existe en cédraie dense d'ubac, vers 1350 m, dans le ravin encaissé de l'Acif Beni Mendès, dans une ambiance humide et fraîche, où se trouvent réunis dans une composition dendrologique unique à Tala Guilef : *Taxus baccata*, *Ilex aquifolium*, *Acer obtusatum*, *Acer monspessulanum*, *Prunus avium*, *Quercus canariensis*, et en situation nettement ripicole *Salix pedicellata*, abondant.

1.4.2. Synécologie et répartition géographique

C'est essentiellement sur les grès et les poudingues, qui sont répartis de l'Acif Echamlili jusqu'au Pic des Cèdres et Tazerout Tamellalt, donnant un substrat en général siliceux, comme l'atteste la présence et localement l'abondance de *Pteridium aquilinum* en versant nord, et celle de *Cytisus villosus* en versant sud, que se développe la cédraie de Tala Guilef.

En versant nord, le sol, de type A(B)C brun forestier, acide, humifère, de texture dominante limono-sableuse, est en général assez profond, avec 30-70 cm d'épaisseur, à plus de 1 m dans les stations les mieux conservées à replats et ressauts du terrain. Sous la futaie, se forme un humus abondant et sec recouvert d'un épais feutrage serré d'aiguilles.

En versant sud, les sols issus des poudingues sont, par contre, oligotrophes, peu évolués de type A/C, peu profonds (jusqu'à 60 cm), plus caillouteux et pauvres en éléments fins, de texture dominante sablo-limoneuse.

Du point de vue bioclimatique et altitudinal, à Tala Guilef, *Cedrus atlantica* s'étend depuis 1100 m environ dans les ravins où les jeunes cèdres (30 à 60 ans) néo-installés constituent de belles plages de régénération jusqu'au sommet du Pic des Cèdres, qui culmine à 1882 m et peut se présenter à l'état isolé, rabougris, sous forme de candélabres, jusqu'à plus de 2100 m sur le djebel Haïzer (2135 m). Mais, la forêt de cèdre apparaît le plus souvent entre 1300 (1400) et 1900 m, en ombroclimats humide et perhumide, frais à froids, elle appartient essentiellement au thermoclimat supraméditerranéen (*sensu* Rivas-Martinez, 2004).

1.4.3. Synfloristique, syntaxonomie et valeur synsystématique

L'analyse synfloristique de la cédraie de Tala Guilef permet de préciser la position synsystématique de cette communauté végétale. Celle-ci s'insère sans difficultés dans les *Quercetea pubescentis* et *Querco-Cedretalia atlanticae*, comme l'atteste la présence, voire l'abondance des caractéristiques et différentielles des unités syntaxonomiques supérieures, comme : *Ilex aquifolium*, *Alliaria petiolata*, *Rubus ulmifolius*, *Viola reichenbachiana*, *Lamium flexuosum*, *Polystichum aculeatum* s.l., *Luzula forsteri*, *Ranunculus spicatus* subsp. *maroccanus*, *Galium tunetanum*, *Silene patula*, *Daphne laureola* subsp. *latifolia*, *Doronicum atlanticum*, *Geranium malviflorum*, *Lamium garganicum*, *Geranium atlanticum*, *Quercus canariensis*, etc. Elle s'intègre au *Paeonio atlanticae-Cedron atlanticae*, dont on retrouve plusieurs caractéristiques : *Senecio perralderianus*, *Bunium alpinum* subsp. *atlanticum*, *Vicia ochroleuca* subsp. *atlantica*, *Potentilla micrantha*, *Myosotis latifolia*, *Saxifraga carpetana* subsp. *atlantica*.

Néanmoins, la majorité des caractéristiques mésophiles ont fui le sous-bois de la cédraie et se sont réfugiées au niveau des ravins humides et ombreux ; c'est très manifestement le cas de *Viola munbyana* var. *kabylica*, qui paraît très sensible aux perturbations anthropiques.

C'est a priori au *Senecio perralderiani-Cedretum atlanticae* que l'on peut rapporter la cédraie pure de Tala Guilef, comme en atteste la présence de sa combinaison caractéristique (*Cedrus atlantica*, *Senecio perralderianus*, *Vicia ochroleuca* subsp. *atlantica*, *Viola munbyana* var. *kabylica*, toutes transgressives des unités supérieures), et plus précisément à la sous-association *balansaeetosum glaberrimae* Quézel & Barbero 1989, dont les différentielles sont des géophytes, bien représentées dans la cédraie : *Conopodium glaberrimum*, *Bunium alpinum* subsp. *atlanticum* et *Gagea foliosa* (observé hors relevé). Pourtant, il nous paraît plus adéquat de l'élever au rang d'association autonome, le *Sileno atlanticae-Cedretum atlanticae* ass. nova, admettant pour caractéristiques et différentielles : *Cedrus atlantica*, *Silene atlantica*, *Bunium alpinum* subsp. *atlanticum*, *Myosotis latifolia*, *Arabis pubescens* subsp. *pubescens*, taxon endémique maghrébien, des forêts de montagnes, assez commun sur le Tell, les monts du Hodna et les Aurès (Quézel & Santa, 1962-63), et *Senecio leucanthemifolius* subsp. *poiretianus*, subendémique des forêts et pâturages, commun dans le Tell ; les deux derniers ayant une valeur tout à fait locale.

Enfin, de nombreuses espèces mésophiles transgressives de la classe des *Quercetea ilicis sensu lato* s'infiltrant dans la cédraie au contact de la chênaie verte (zone d'écotone), entre 1400 et 1500 m d'altitude et cela à toutes les expositions. On sait qu'au Maghreb, les

cédraies de basse altitude, occupant le supraméditerranéen (ici entre 1300 et 1600 m), sont proches de l'ambiance synécologique de la chênaie verte d'altitude, et possèdent de ce fait une partie de son cortège floristique (Quézel, 1998), à savoir l'ensemble mésophile composé notamment de : *Conopodium glaberrimum*, *Phlomis bovei*, *Galium scabrum*, *Ruscus aculeatus*, *Cyclamen africanum*, *Geranium purpureum*, *Asplenium onopteris*, *Pteridium aquilinum* et *Moehringia pentandra*.

D'évidentes affinités synécologiques et synfloristiques existent entre la cédraie de Tala Guilef et celle de Chréa (*Bunio atlanticae*-*Cedretum atlanticae*), nous l'avons souligné auparavant (Meddour, 1994b, 2002). Cependant, elle en diffère significativement par l'absence sur l'Atlas blidéen de nombreuses différentielles forestières et préforestières, à savoir : *Paeonia mascula* subsp. *atlantica*, *Daphne laureola* subsp. *latifolia*, *Geranium atlanticum*, *Geranium malviflorum*, *Lamium garganicum* subsp. *laevigatum*, *Potentilla micrantha*, *Polystichum aculeatum* (s.l.), *Quercus canariensis*, *Vincetoxicum hirundinaria*, *Myosotis latifolia*, *Lapsana communis* subsp. *macrocarpa*, *Luzula forsteri*, *Crataegus laciniata*, *Berberis hispanica*, *Lonicera kabylica* et *Juniperus communis* subsp. *hemispherica*.

1.4.4. Variations de l'association

L'individualisation de sous-associations est possible, puisque cette association montre des variations floristiques notables en fonction de l'exposition des versants et du degré d'anthropisation (pâturage principalement).

La dissymétrie floristique, qui existe à la faveur de l'orientation des versants, a été soulignée par Faurel (1947) au niveau de la cédraie de l'Atlas blidéen, puis confirmée par Meddour (1994a, 2002). Ailleurs, au Rif par exemple, Deil (1988) indique une forte asymétrie de la végétation avec une cédraie en ubac et un maquis de chêne vert en adret (versant moins arrosé, plus chaud et également moins longtemps enneigé).

Pour notre part, l'amplitude des variations floristiques de la cédraie de Tala Guilef, selon l'exposition des versants, permet de considérer au moins 2 sous-associations.

1.4.4.1. Sous-association mésophile de la cédraie d'ubac à *Polystichum aculeatum* (*polystichetosum aculeati* subass. nov.)

En versant nord, plusieurs taxons, tels que : *Potentilla micrantha*, *Ilex aquifolium*, *Lamium garganicum*, *Geranium atlanticum*, *Crataegus laciniata*, *Viola reichenbachiana*, *Polystichum aculeatum*, *Daphne laureola* subsp. *latifolia*, *Rosa canina*, *Prunus avium*, *Rubus ulmifolius*, *Lamium flexuosum*, etc. permettent de différencier un aspect mésophile de la cédraie dense d'ubac, correspondant à la sous-association *polystichetosum aculeati*. Dans le tapis herbacé, deux fougères (*Pteridium aquilinum* et *Asplenium onopteris*) ont un développement optimal. *Ruscus aculeatus* et *Polystichum aculeatum* affectionnent plus spécialement le couvert du Houx, dont les branches basses et flexueuses leur offrent un abri bénéfique.

Notons qu'en exposition nord-ouest, vers 1430-1450 m (près de la maison forestière, notamment), *Cytisus villosus* est abondant et forme un sous-bois de 2 m de haut, surtout en clairière intraforestière ; il traduit, de ce fait, un faciès particulièrement thermophile de la cédraie du versant nord.

1.4.4.2. Sous-association mésoxérophile de la cédraie d'adret à *Luzula forsteri* (*luzuletosum forsterii* subass. nova)

En adret, l'aspect mésoxérophile de la cédraie de Tala Guilef se présente en une futaie assez claire (60-70 %, voire 40 % localement), avec des arbres d'une hauteur moyenne plus faible, seulement 8 m. *Quercus rotundifolia*, très souvent à l'état arborescent, et *Cytisus villosus*, sont très répandus et dominant dans le sous-bois, et d'autre part *Genista tricuspidata* et *Festuca atlantica* montrent une abondance remarquable. Cette dernière, par son port cespiteux et son recouvrement important, assure une bonne fixation du sol, qui présente un aspect caractéristique en gradins. Mais, ce sont surtout *Luzula forsteri*, *Silene imbricata* et *Sedum caeruleum*, qui paraissent exclusifs ou du moins particulièrement liés à cet aspect de l'association et peuvent être de ce fait retenus comme différentielles de la sous-association *luzuletosum forsterii*.

Dans la strate herbacée, certaines espèces relativement héliophiles prennent de l'extension, comme *Festuca atlantica*, *Hyoseris radiata*, *Hypochoeris laevigata*, *Andryala integrifolia*, etc. Cet aspect mésothermophile de l'association se présente dans la cédraie âgée, sur le revers sud, jusqu'à plus de 1600 m, sur sol peu profond, voire superficiel par endroits.

1.4.4.3. Sous-association de la cédraie alticole, clairiérée et surpâturée à *Artemisia absinthium* (*artemisietosum absinthii* subass. nova)

Au Pic des Cèdres (Tamguiguel), la vieille cédraie dite « millénaire », présente une physionomie toute différente ; les arbres sont pour la plupart très âgés, trapus et de forme tabulaire ; mutilés, ils ont l'aspect d'un candélabre, par suite d'une dégradation poussée (coupes de bois, émondage abusif). Ils présentent d'ordinaire plusieurs troncs puissants et tordus. La majorité des arbres sont en crosse à la base, à la suite de la forte inclinaison du terrain et de l'enneigement important et durable à cette altitude (1700-1900 m). L'effet de la couverture nivale en altitude est important, car la reptation de la neige détermine la courbure en crosse de la base de la tige (Ozenda, 1997).

Dans cette vieille futaie claire, *Cedrus atlantica* y forme à lui seul la strate arborée, le recouvrement est de l'ordre de 40 % et la hauteur moyenne des arbres n'excède pas 10 m (maximum 15 m⁶) et le sous-bois y fait souvent défaut (pression du pâturage, sols surpiétinés et tassés, érosion du sol). La biodiversité potentielle en arbustes forestiers ne peut se manifester que sur les parties rocheuses offrant un abri relatif contre l'herbivorie : *Ilex aquifolium*, *Sorbus umbellata*, *Acer monspessulanum*, *Taxus baccata* et *Rhamnus alpina*, se développent bien dans les fissures des rochers calcaires, et même *Sorbus torminalis* et *Euonymus latifolius* selon Wojterski (1988). Nous avons observé en particulier *Rhamnus alpina* var. *kabylica*, à 1830 m et 1960 m, sur les rochers (station refuge) au djebel Haïzer.

Les espèces sylvatiques mésophiles significatives des *Querco-Cedretalia* et *Paeonio-Cedrion* et les herbacées humicoles et sciaphiles des *Quercetea pubescentis* (telles que *Daphne laureola* subsp. *latifolia*, *Potentilla micrantha*, *Geranium atlanticum*, *Silene patula*, *Lamium garganicum*) ont tendance à se raréfier, malgré cela les nanophanérophytes du *Lonicero kabylicae-Juniperion hemisphaericae* (*Juniperus hemisphaerica*, *Berberis hispanica*, *Crataegus laciniata*, *Prunus prostrata*) sont présents sans être abondants dans cette structure encore forestière de la cédraie alticole.

C'est sur le flanc nord-est et est du Pic des Cèdres, vers 1830 m d'altitude, sur un terrain très accidenté (90 %), d'accès très difficile, que cette vieille cédraie abrite l'unique colonie de Pivoine de l'Atlas (*Paeonia mascula* subsp. *atlantica*) à Tala Guilef. L'existence de cette

⁶ Dans les cédraies du Djurdjura, la hauteur moyenne des arbres est de 10-15 m ; les plus hauts ne dépassent guère 18 m ; les sujets de 2,5 m de circonférence ont un âge variant de 200 à 300 ans. Les vétérans les plus gros atteignent 4-5 m de tour et environ 500 ans.

espèce résiduelle est probablement le témoin d'un état plus stable, plus équilibré et évolué de cette forêt de cèdre par le passé. D'ailleurs, elle est accompagnée par plusieurs espèces significatives, absentes des autres sous-associations : *Viola munbyana* var. *kabylica*, *Doronicum atlanticum*, et *Senecio perralderianus* y trouve son optimum écologique.

Ce type de cédraie d'altitude, constituant un pâturage d'estive et servant de couloir de transhumance vers les pâturages alpestres, n'occupe sur le terrain à Tala Guilef qu'une zone restreinte. Il faut y signaler, plus spécialement, l'abondance de l'absinthe (*Artemisia absinthium*), qui est caractéristique des zones servant de reposoirs pour le bétail, où les sols sont fortement amendés en nitrates par les déjections des bovins (cf. Wojterski, 1988). En particulier, le replat du Pic des Cèdres est recouvert par une nappe d'absinthe, en mosaïque avec *Euphorbia luteola*, *Astragalus numidicus*, abondants, et par un tapis graminéen supportant le piétinement (*Bromus squarrosus*, *Poa bulbosa*, *Festuca atlantica*...). Cet aspect surpâturé et ouvert de la cédraie à *Artemisia absinthium*, correspondant à la sous-association *artemisietosum absinthii*, sur substrat rocailleux avec des affleurements calcaires importants, constitue, sans doute, une première étape de la dynamique régressive vers des structures préforestières, et plus souvent vers des pelouses écorchées à xérophytes épineuses.

C'est ici la diminution des températures mais surtout l'action de l'homme et de ses troupeaux, qui sont responsables de la raréfaction puis la disparition du cèdre et de la cédraie sur les sommets (vers 1900 m). En raison de l'ouverture du peuplement, le cortège floristique de cette cédraie claire d'altitude, entre 1700 et 1900 m, n'est plus strictement sylvatique, mais fortement infiltré par un lot d'espèces des pelouses rocailleuses montagnardes et des pelouses écorchées à xérophytes épineuses avoisinantes se rapportant, en général, aux *Erinaceetalia anthyllidis* Quézel 1952, traduisant des conditions biotopiques nettement plus xériques, notamment *Astragalus armatus* subsp. *numidicus*, *Euphorbia luteola*, *Catananche montana*, *Carduncellus pinnatus*, *Carduus macrocephalus*, *Helianthemum helianthemoides*, *Xeranthemum inapertum*, *Poa bulbosa*, *Bromus squarrosus*, *Erysimum grandiflorum*, qui en sont les différentielles.

Il est, enfin, intéressant d'évoquer le cas du Moyen Atlas, où Nègre (1952) a défini un *Helianthemo crocei-Cedretum atlanticae* nom. inv., qui représente tout comme ici un aspect pâturé de la cédraie claire, particulièrement fréquent encore de nos jours (Quézel, 1998).

1.4.5. Syndynamique naturelle ou anthropique

Au Maghreb, la pression anthropogénique a exacerbé le morcellement des cédraies, car les activités humaines ont débuté tôt (8 000 à 10 000 B.P.) et ont conduit à une fragmentation des peuplements de cèdre (Terrab & al., 2008). En Algérie, le cèdre couvrait 30 000 ha et aurait perdu 75 % de sa surface originelle (Boudy, 1955). Selon Mediouni & Yahi (1994), l'aire climatique du cèdre en Algérie serait d'environ 1 million d'hectares, alors qu'il ne représente actuellement que 27 000 ha de forêt.

Au Djurdjura, le cèdre n'occupait, il y a déjà un siècle, que 10 % à peine de la surface qu'il a dû avoir originellement (environ 1 000 ha sur près de 11 000 ha, selon Lapie, 1909a, 1910b). Probablement, toute la haute chaîne calcaire, exception faite pour les escarpements, était recouverte de forêts au moins aussi denses que les « fragments » qui subsistent, ces derniers étant eux-mêmes manifestement perturbés par l'action anthropique (aspect de préforêts pâturées). Plusieurs facteurs ont abaissé la limite supérieure de la cédraie, le pâturage trop intensif, la coupe de bois illicite et abusive et les incendies. C'est donc l'homme et ses troupeaux qui ont « délabré » ces forêts ; des arbres morts subsistent dans les sites où le sol a été le plus dégradé par les troupeaux. Ceci est spécialement le cas des

cédraies de haute altitude, où les régénérations font défaut et les vieux arbres, en situation de survie, sont fréquemment amputés, sous un pâturage intensif quasi-permanent et en l'absence presque totale de sol (Quézel, 1998). Au Rif marocain, Deil (1989) constate de même, dans les montagnes pâturées par transhumance, un abaissement de la limite des forêts de cèdre des crêtes.

La dégradation de cette formation forestière s'effectue selon un pattern mis en évidence pour la plupart des forêts méditerranéennes par Barbero & al. (1990). Cette évolution régressive de la végétation forestière, qui conduit parallèlement à la disparition du cortège floristique significatif et des horizons pédologiques superficiels, fait intervenir les stades successifs suivants (Quézel, 1998) :

- passage à une végétation de type préforestier,
- *matorralisation* (éclaircissement progressif de la strate arborescente remplacée par des chaméphytes),
- *dématorralisation* (disparition par broutage ou arrachage des chaméphytes),
- *thérophytisation* (épanouissement de tout un cortège de thérophytes plus ou moins nitrophiles, à développement rapide et fugace sous les arbres épars),
- disparition des derniers arbres encore en place et ensuite des thérophytes lorsque la roche-mère est définitivement mise à nue.

Cette dégradation de la strate arborescente et arbustive est encore accélérée, surtout les années de sécheresse, par les prélèvements volontaires effectués par les pasteurs pour les troupeaux, qui actuellement hivernent en général dans les massifs forestiers, ce qui n'était absolument pas le cas, il y a quelques décennies (Quézel, 1998).

Toutefois, partout où le cèdre trouve protection, il se développe avec vigueur. A la limite altitudinale inférieure de son aire, il se multiplie fréquemment dans les cépées de chêne vert. Dans les cédraies de basse et moyenne altitudes, la régénération du cèdre est possible ; dans certaines stations le cèdre se régénère de façon naturelle sous le couvert de chêne vert et les semis sont souvent nombreux (Quézel, 1998). Sur les pelouses, les jeunes cèdres sont en général abrités dans les touffes de genévrier hémisphérique ou de plantes épineuses. Parfois maintenu à l'état buissonnant par l'abrouissement, les jeunes plants ne s'élancent que lorsque le buisson de genévrier est assez large, pour échapper à la dent du bétail (Mediouni & Yahi, 1989, 1994).

La *suppression des causes de régression* (incendies, coupes abusives, surpâturage, surpiétinement et érosion du sol, fragmentation de l'habitat) serait vraisemblablement suivie de la réinstallation de la forêt de cèdre et de feuillus sur les versants du Djurdjura. D'ailleurs, dans le Parc National du Djurdjura l'accès au pâturage étant seulement autorisé pour les bovins, ce fait a déterminé en une trentaine d'années une remontée biologique remarquable et une extension des genévriers et surtout des cèdres, voire de nombreux feuillus (Quézel & al., 1992). En outre, une surface de 25 ha dans un vallon de Tazerout Tamellalt à Tala Guilef fut clôturée (en 1974) ; elle a été rapidement colonisée par une belle régénération du cèdre avec une remontée biologique très prometteuse. En l'espace de quelques décennies, le changement physionomique et structural de la végétation est remarquable, puisque on observe une régénération naturelle du cèdre particulièrement abondante au bord de la route, surtout sur le versant nord (Mestar, 1995).

On y a introduit du pin noir de provenance locale (*Pinus nigra* subsp. *mauretanica*) en 1982, sur le versant SW du Pic des Cèdres (Tamguiguel Bouadda), avec *Castanea sativa* et *Abies numidica*.

1.5. *Physospermo verticillati-Cedretum atlanticae* ass. nova [tableau 68, en annexe]

Quercetea pubescentis Doing ex Scamoni & Passarge 1959

Quercu fagineae-Cedretalia atlanticae Barbero, Loisel & Quézel 1974

Paeonio atlanticae-Cedrion atlanticae Barbero, Quézel & Rivas-Martinez 1981

1.5.1. Physionomie et structure

La forêt de Cèdre à Ait Ouabane se présente en futaie souvent très dense, de 10-15 m de haut, jusque vers 1900 m d'altitude. Elle représente, sur une surface encore étendue (400 ha), la cédraie *mixte* (au sens de Maire, 1926). C'est une belle forêt « primaire », qui a gardé en grande partie son aspect originel et naturel, et l'un des témoins climaciques (végétation potentielle, mûre et stable, en équilibre avec le milieu), les plus significatifs, de ce que pouvait être la forêt de Cèdre au Djurdjura durant le Quaternaire (Holocène). Seule la sapinière-cédraie du Babor, encore plus mûre et diversifiée, lui est comparable.

La végétation à une structure typique forestière caractérisée par la co-dominance de *Cedrus atlantica* et *Acer obtusatum* ; la communauté constituée est homogène et dominée par ces deux essences. La structuration verticale est complexe et l'occupation horizontale est continue. Le recouvrement global de la végétation est en général de l'ordre de 70-90 %.

Sous le couvert du Cèdre, cohabitent dans une composition dendrologique remarquable, plusieurs essences ligneuses feuillues et résineuses typiques et de très nombreux taxons sylvatiques significatifs, caractéristiques de la haute montagne atlasique. La strate arborescente est formée par plusieurs espèces arborescentes, au niveau de cette futaie. Le Cèdre se mélange avec le Chêne zéen (*Quercus canariensis*) qui y est fréquent, grâce sans doute à l'épaisse couche d'humus qui conserve au sol une humidité suffisante. Il est accompagné des Erables (*Acer obtusatum*, abondant, *Acer monspessulanum*, plus rare, *Acer opalus*, noté seulement hors relevé), des Sorbiers (*Sorbus umbellata*, *Sorbus torminalis*), de l'If (*Taxus baccata*), du Houx (*Ilex aquifolium*), du Merisier (*Prunus avium*) et du Fusain (*Euonymus latifolius* var. *kabylicus*), ces deux derniers dispersés. On sait que la diversité des peuplements, en termes de composition en essences, permet de maintenir les potentialités forestières, en préservant la totalité du cycle sylvigénétique (Rameau, 1999).

Encadré 5 : Les érablières de ravins à *Acer obtusatum*

Sur les pentes d'éboulis calcaires, les érables sont groupés en petits peuplements purs le long des ravins humides, à éboulis. Ces érablières de ravins ont été étudiées sur le plan phytodynamique par Mediouni & Azira (1992, 1999). Elles sont susceptibles de former une série de végétation dans des conditions écologiques locales particulières (Mediouni & Azira, 1999), à l'image de l'érablière à *Acer obtusatum* du djebel Mouzaïa (cf. Wojterski, 1988 ; Meddour, 2002). Fréquemment, les érables et les sorbiers sont réduits à l'état de buissons ; les éboulements et les chutes de pierres y contribuent, mais l'homme en est la cause principale. Cette essence possède, toutefois, la faculté de résister à ce type de perturbation et elle se perpétue grâce à l'émission de puissants rejets de souche (Mediouni & Azira, 1992, 1999).

Le sous-bois est frais et peu éclairé. L'humidité ambiante est importante grâce au couvert dense qui empêche la pénétration des rayons lumineux. Sous cette futaie dense de cèdres et

de caducifoliés, la strate arbustive n'est assez développée que dans les parties plus ou moins éclairées. On y trouve de nombreuses espèces arbustives, pour les unes fréquentes (*Daphne laureola* subsp. *latifolia*, *Lonicera kabylica*, *Cotoneaster granatensis*, *Ruscus aculeatus*), pour les autres disséminées (*Crataegus laciniata*, *Berberis hispanica*, *Rosa sicula*, *Amelanchier ovalis*, *Rhamnus alpina* var. *kabylica*, etc.). Le rarissime *Ribes petraeum*, localisé dans les ravins à neige de la cédraie d'Ait Ouabane (Lapie, 1909a ; Battandier & al., 1920 ; Maire, 1926), n'a pas été retrouvé.

La strate herbacée, diversifiée, est formée surtout par les espèces humicoles et sciaphiles, comme : *Physospermum verticillatum*, *Senecio perralderianus*, *Paeonia mascula* subsp. *atlantica*, *Hyacinthoides cedretorum*, *Bunium alpinum*, *Alliaria petiolata*, *Potentilla micrantha*, *Lamium garganicum*, *Conopodium glaberrimum*, *Galium scabrum*, *Viola munbyana* var. *kabylica*, très fréquente dans toutes les cédraies du Maghreb, etc.

1.5.2. Synécologie et répartition géographique

La cédraie mixte d'Ait Ouabane est installée sur des versants pentus, à orientation plein nord, mais aussi dans les thalwegs et ravins humides, sur le revers septentrional du Djurdjura oriental, entre le col de Tizi n'Kouilal et le col de Tirourda, sur l'Azerou Madene, crête calcaire d'environ 8 km de longueur et qui culmine à 1947 m d'altitude.

Cette cédraie mixte se développe, surtout dans les sols profonds de ces versants de montagne bien arrosés. Sur le versant à exposition plein nord, le sol est en effet profond et recouvert par un terreau noir, où s'accumule une épaisse couche d'humus de type mull forestier, qui conserve une humidité suffisante pour les essences tropophiles. Les substrats sont des calcaires dolomitiques, des grès à ciment calcaire et des marnes ; les sols, d'épaisseur variable, sont de type brun forestier, avec parfois un horizon B néogène (Mediouni & Yahi, 1989, 1994), mais le calcaire n'existe souvent qu'à l'état de traces, à la surface du moins (Lapie, 1909 ; Maire, 1926). Le sol est structuré de type AC, recouvert d'une litière abondante (feuilles d'érable et de chêne zéen, aiguilles de cèdre), avec un horizon humifère de couleur noire (Mediouni & Azira, 1992, 1999).

Cette forêt de cèdre descend jusqu'à 1400 m sur le versant nord de la vallée d'Ait Ouabane ; ce résineux se mêle encore au chêne vert plus bas dans la vallée. Mais, le cèdre forme déjà des futaies à 1200 m d'altitude (de Smet in Wojterski, 1988). Dans cette tranche altitudinale (1300(1400)-1900 m), la cédraie appartient au supraméditerranéen humide à perhumide, frais à froid.

1.5.3. Synfloristique, syntaxonomie et valeur synsystématique

Cette association de cédraie mixte possède une diversité spécifique moyenne plus faible relativement aux 3 autres associations de cédraies pures, décrites dans ce travail, soit 23 espèces en moyenne par relevé contre 33-34. Ceci est lié à une spécialisation écologique des espèces (euryhèces) et à leur compétition interspécifique plus intense, empêchant l'installation des nombreuses thérophytes, plus ou moins nitrophiles, et autres espèces synanthropiques à large plasticité écologique (compagnes banales).

La cédraie dense mixte à caducifoliés d'Ait Ouabane, à caractère franchement sylvatique, représente la structure floristiquement la plus évoluée et écologiquement la plus équilibrée au Djurdjura. Elle possède en propre plusieurs espèces caractéristiques et différentielles très exigeantes sur le plan mésologique : *Paeonia mascula* subsp. *atlantica*, *Acer obtusatum*, *Sorbus torminalis*, *Campanula trachelium* subsp. *mauritanicum* *Hedera algeriensis*, *Melica*

uniflora, *Primula acaulis* subsp. *atlantica*, *Carum montanum*, *Rhamnus alpina* var. *kabylica*, *Hyacinthoides cedretorum*, *Euonymus latifolius* var. *kabylicus*, *Epipactis tremolsii*, qui font défaut ou sont rarissimes au niveau des cédraies pures de Tikjda et de Tala Guilef.

Encadré 6 : *Euonymus latifolius* var. *kabylicus*, essence caducifoliée rarissime en Algérie

C'est une espèce sylvatique orophile, euro-méditerranéenne, qui n'existe qu'au Djurdjura, Babors et Atlas de Blida (Quézel & Santa, 1962/63). Aux Babors, il vit aussi bien dans la sapinière, la cédraie que la zénaie (Quézel, 1956 ; Quézel & Barbero, 1989 ; Kolai, 1991 ; Gharzouli, 1989, 2007), à Chréa au niveau de la cédraie dense d'ubac (Meddour, 1994a, 2002) et on l'indique également dans la zénaie alticole de l'Akfadou (Laribi, 1999). Au Djurdjura, nous l'avons rencontré aussi bien à Taouialt qu'à Ait Ouabane. Dans toutes ces localités, il n'est jamais fréquent (classe de présence + à II). Enfin, il a été observé aussi à Tala Guilef (Wojterski, 1988) et dans les fissures des parois rocheuses du djebel Tachgagalt (2164 m) au Djurdjura nord-occidental vers 1950 m, où le fusain atteint sa limite supérieure en Algérie (Dubuis & Faurel, 1949).

Dans leurs études phytodynamiques de la cédraie d'Ait Ouabane, Mediouni & Yahi (1989, 1994) ont d'ailleurs montré que c'est dans la phase dynamique terminale, mésophanerophytique, qu'apparaissent les espèces sylvatiques les plus exigeantes, telles que : *Paeonia mascula* subsp. *atlantica*, *Physospermum verticillatum*, *Doronicum atlanticum*, *Bunium alpinum* subsp. *atlanticum*, *Carum montanum*, *Potentilla micrantha*, *Alliaria petiolata*, *Luzula nodulosa* subsp. *mauretanica*, *Geum sylvaticum* subsp. *atlanticum*, *Viola munbyana* var. *kabylica*, *Thalictrum minus* subsp. *saxatile*, *Lamium garganicum* subsp. *laevigatum*, *Melica uniflora*, *Bupleurum montanum*, toutes présentes dans nos relevés.

Au delà de 1600 et jusqu'à 1900 m, la cédraie d'Ait Ouabane s'enrichit nettement en espèces plus exigeantes en eau et en froid. Malheureusement, nos relevés ont été effectués essentiellement entre 1300 et 1600 m et le long de la route, au niveau des individus d'association les mieux préservés (ravins, peuplements fermés), sur les terrains pentus (50 à 70 %). Notre tableau d'association est donc loin de refléter toute la biodiversité⁷ floristique de la cédraie d'Ait Ouabane (1600-1900 m), puisqu'elle abrite en plus des nombreuses espèces sylvatiques rencontrées, une quarantaine d'autres qui la rapproche indéniablement de la forêt mixte des Babors, traduisant ainsi son état proclimacique et sa maturité sylvigénétique. Citons les plus remarquables et significatives, telles que : *Asperula laevigata*, *Brachypodium sylvaticum*, *Calamintha grandiflora* subsp. *baborensis*, *Campanula trachelium*, *Carex sylvatica* subsp. *pau*, *Cephalanthera longifolia*, *Chelidonium majus*, *Corydalis solida* subsp. *densiflora*, *Hordelymus europaeus*, *Euphorbia amygdaloides*, *Gagea foliosa*, *Geranium atlanticum*, *Geranium malviflorum*, *Geum urbanum* var. *mauritanicum*, *Helichrysum lacteum*, *Hieracium grandifolium*, *Hypericum montanum*, *Inula conyza*, *Juniperus hemisphaerica*, *Lamium flexuosum*, *Luzula forsteri*, *Myosotis latifolia*, *Nepeta multibracteata*, *Orchis mascula*, *Phyllitis scolopendrium*, *Prunella vulgaris*, *Ranunculus montanus* subsp. *aurasiacus*, *Tanacetum corymbosum* var. *tenuifolium*, *Sanicula europaea*, *Scutellaria columnae*, *Silene atlantica*, *Silene choulettei*, *Stellaria holostea*, *Teucrium atratum*, *Vicia onobrychioides* (cf.

⁷ Même si le rôle de la biodiversité dans le fonctionnement des écosystèmes forestiers est encore imparfaitement élucidé, il est admis que celle-ci intervient de manière essentielle dans les processus écologiques régissant notamment leurs capacités d'homéostasie (stabilité interne) et de résilience (capacité à se reconstituer après une perturbation) (Decocq, 2004).

les listes floristiques de Letourneux, 1893 ; Lapie, 1909 ; Battandier & al., 1920 ; Maire, 1926 ; Quézel, 1956).

Si plusieurs études ont porté sur les aspects phytodynamiques de la cédraie mixte d'Ait Ouabane (Mediouni & Yah, 1989, 1994 ; Mediouni & al., 1998), en revanche, elle reste encore peu connue sur le plan purement phytosociologique. Selon Quézel & Barbero (1989), elle appartient a priori à une sous-association du *Senecio perralderiani-Cedretum atlanticae*, qui malgré sa diversité floristique n'a pas été définie et dont il convient d'en préciser la valeur syntaxonomique. Par la suite, Yah (1995, 2007) accepte ce statut syntaxonomique, en distinguant une sous-association à *Polystichum aculeatum* et *Sorbus torminalis*.

En fait, cette cédraie mixte est surtout caractérisée par l'abondance d'*Acer obtusatum* et de *Physospermum verticillatum*. Ses espèces différentielles vis-à-vis des autres cédraies du Djurdjura sont : *Sorbus torminalis*, *Hedera algeriensis*, *Melica uniflora*, *Campanula trachelium* subsp. *mauritanicum*, *Primula acaulis* subsp. *atlantica*, *Carum montanum* et *Rhamnus alpina* var. *kabylica*. Ses caractères physionomiques, structuraux, synécologiques et synfloristiques singuliers, dénotant une maturité sylvigénétique et une naturalité plus importantes, la rapprochant beaucoup des formations forestières de cèdre du massif des Babors, nous incite à l'élever au rang d'association autonome, que nous dénommons *Physospermum verticillati-Cedretum atlanticae* ass. nova. Sa combinaison caractéristique et différentielle est très originale, au sein des cédraies sylvatiques du Djurdjura ; elle comprend : *Cedrus atlantica*, *Acer obtusatum*, *Physospermum verticillatum*, *Sorbus torminalis*, *Hyacinthoides cedretorum* et *Hedera algeriensis*.

1.5.4. Syndynamique naturelle ou anthropique

La localisation privilégiée de la forêt d'Ait Ouabane dans une vallée encaissée entre 2 lignes de crêtes a dû protéger pendant longtemps la cédraie contre l'action anthropique. Malheureusement, elle est, de nos jours, très impactée par les coupes de délits et le surpâturage.

Comme ailleurs au Djurdjura, et plus particulièrement au Col Blanc à Tala Guilef, la cédraie d'Ait Ouabane présente un stade d'évolution régressive se traduisant sur le plan synfloristique par la pénétration, dans la « forêt » très clairsemée (recouvrement arboré de moins de 25 %), des transgressives des pelouses écorchées et surtout d'*Artemisia absinthium*.

Le relevé réalisé sur une aire minimale de 200 m², dans les conditions biotopiques suivantes (altitude 1500 m, exposition nord, pente 50 %, substrat gréseux), en donne une illustration.

<u>Espèces forestières :</u>		<i>Festuca atlantica</i>	2
<i>Cedrus atlantica</i>	2	<u>Autres espèces :</u>	
<i>Daphne laureola</i> subsp. <i>latifolia</i>	2	<i>Origanum vulgare</i> subsp. <i>glandulosum</i>	2
<i>Potentilla micrantha</i>	+	<i>Dactylis glomerata</i>	2
<i>Cynoglossum dioscoridis</i>	+	<i>Galium mollugo</i>	1
<i>Epipactis tremolsii</i>	+	<i>Sinapis pubescens</i>	+
<i>Phlomis bovei</i>	2	<i>Potentilla recta</i>	+
<u>Espèces des pelouses écorchées :</u>			
<i>Artemisia absinthium</i>	1		
<i>Astragalus armatus</i> ssp. <i>numidicus</i>	1		
<i>Bupleurum spinosum</i>	1		

Enfin, dans leurs études phytodynamiques de la série de *Cedrus atlantica* d'Ait Ouabane, Mediouni & Yahi (1989, 1994) ont mis en évidence 5 successions progressives, dont une mixte à cèdre et feuillus. Ils soulignent surtout qu'il est possible d'accélérer le cycle de remontée biologique du cèdre par sa réintroduction dans les éléments structuraux à *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*, considéré comme espèce facilitatrice transitoire, ou encore dans les stations éclaircies, faiblement perturbées, de son aire de développement.

1.6. *Potentillo micranthae-Cedretum atlanticae* ass. nova [tableau 69, en annexe]

Quercetea pubescentis Doing ex Scamoni & Passarge 1959

Quercus fagineae-Cedretalia atlanticae Barbero, Loisel & Quézel 1974

Paeonio atlanticae-Cedron atlanticae Barbero, Quézel & Rivas-Martinez 1981

1.6.1. Physionomie et structure

Cette cédraie se présente, soit comme une structure forestière multistrate à feuillus (*Ilex aquifolium*, *Acer obtusatum*, *Sorbus umbellata*), avec une strate arborescente, de 8-12 m de haut en moyenne, assurant un recouvrement dense, de l'ordre de 70-80 %, au djebel Taouialt ; soit comme une cédraie âgée, généralement monostrate, à *Taxus baccata* et *Quercus rotundifolia* arborescent, d'une hauteur moyenne de 12-16 m, dont l'ouverture relative du couvert forestier ne permet plus qu'un recouvrement moyen de 50 à 70 %, sur les bas versants du djebel Tigounatine.

Dans la cédraie de Taouialt, où l'ambiance sylvatique est maintenue, en raison en particulier de la densité du couvert arborescent, et également de la conservation au moins partielle du sol, il existe encore une végétation de type forestier. Cette cédraie à ambiance sylvatique représente certainement sur le versant méridional du Djurdjura, une zone où le développement du cèdre est optimal. Les arbres sont denses, de belle venue et atteignent 15-16 m de haut, malgré de très fortes pentes (60-70 %).

1.6.2. Synécologie et répartition géographique

Ce type de cédraie se développe au niveau des biotopes mésohygrophiles du djebel Taouialt et des bas versants du djebel Tigounatine, près du vallon de l'oued Tinzer, sur une tranche altitudinale importante (entre 1300 et 1700 m). C'est un des plus beaux massifs de cèdre au Djurdjura, localisé sur les marnes, grès et calcaires, comme celui d'Ait Ouabane, donnant un sol de type rendzine brunifiée. Sur le djebel Taouialt, les sols sont de texture sablo-limoneuse et argilo-limoneuse ; ils y sont évolués et profonds, à bon bilan hydrique (Messaoudène & al., 2004). Dans cette tranche altitudinale (1300-1700 m), la cédraie appartient essentiellement au supraméditerranéen humide, frais à froid.

1.6.3. Synfloristique, syntaxonomie et valeur synsystématique

C'est un groupement original et particulier de la cédraie, représenté par un cortège floristique d'une grande biodiversité : il compte une soixantaine d'espèces caractéristiques et différentielles des différentes unités syntaxonomiques contre 40 à 50 pour les trois autres associations définies dans ce travail au Djurdjura et est relativement différent de ces dernières. De nombreuses espèces herbacées et ligneuses représentatives des syntaxons supérieurs (*Quercetea pubescentis*, *Quercus-Cedretalia*) lui sont exclusives en versant

méridional, on les retrouve sur le versant nord uniquement à Ait Ouabane, elles manquent totalement à Tala Guilef. Parmi les espèces significatives, nous citons une douzaine : *Epipactis tremolsii*, *Geum sylvaticum* subsp. *atlanticum*, *Sambucus ebulus*, *Physospermum verticillatum*, *Solidago virgaurea*, *Taxus baccata*, *Doronicum atlanticum*, *Hyacinthoides cedretorum*, *Euonymus latifolius* var. *kabylicus*, *Thalictrum minus* subsp. *saxatile*, *Prunus avium*, *Acer monspessulanum* et *Acer obtusatum*. Ce dernier y est même fréquent et parfois abondant localement ; les autres plantes sont en général très rares.

Cette richesse en caractéristiques rares, nous amène à définir une association particulière, *Potentillo micranthae-Cedretum atlanticae* ass. nova, qui admet comme différentielle principale, une hémicryptophyte manifestement abondante, *Potentilla micrantha*, qui montre ici un développement optimal. Les autres caractéristiques et différentielles locales retenues sont : *Vicia ochroleuca* subsp. *atlantica*, *Cynoglossum dioscoridis* subsp. *maroccanum*, *Bupleurum montanum* et *Knautia mauritanica*.

Cette association est représentative des milieux forestiers les mieux préservés et évolués de la cédraie du Djurdjura méridional, représentant l'état optimal que peut atteindre le *Paeonio atlanticae-Cedron atlanticae* dans cette cédraie. Elle peut être considérée comme la phase dynamique sylvigénétique la plus typique et mûre.

Toutefois, sur le versant sud, on ne trouve pas une des plantes caractéristiques de la cédraie : la Pivoine de l'Atlas (*Paeonia mascula* subsp. *atlantica*). En outre, vis-à-vis des cédraies du versant nord, un certain nombre de taxons remarquables et significatifs manque totalement en versant méridional. Ce sont en particulier : *Campanula trachelium* subsp. *mauritanicum*, *Campanula rapunculus*, *Cephalaria mauritanica* subsp. *atlantica*, *Hedera algeriensis*, *Lapsana communis* var. *macrocarpa*, *Melica uniflora*, *Myosotis latifolia*, *Primula acaulis* subsp. *atlantica*, *Quercus canariensis*, *Sorbus torminalis* et *Gagea foliosa*.

1.6.4. Variations de l'association

Au sein de cette association sylvatique, il est possible de distinguer deux sous-associations *sensu* Géhu & Rivas-Martinez (1981), différenciées sur la base de critères syndynamiques et floristico-écologiques.

1.6.4.1. Sous-association mésohygrophile à *Ilex aquifolium* (*ilicetosum aquifolii* subass. nova)

Localisée essentiellement sur les flancs nord-est et nord du djebel Taouialt, entre 1450-1550 et 1700 m (thermotype supraméditerranéen), cette cédraie multistrate à feuillus correspond à des stations fraîches et humides, où le sol humifère est assez profond. La synusie arborescente, de 8-12 m de haut en moyenne, assure un recouvrement de l'ordre de 70-80 %, la strate arbustive de 2 m de haut en moyenne a un recouvrement de 20 à 40 %, et la strate herbacée recouvre 60-70 % du terrain. Le sol protégé par un épais feutrage d'aiguilles et de feuilles, où l'humidité peut persister une grande partie de l'année, permet l'installation et le maintien d'un cortège appréciable d'espèces sylvatiques, traduisant un équilibre avec les facteurs édapho-climatiques.

Son cortège floristique s'avère le plus riche en espèces significatives, comme *Ilex aquifolium*⁸, *Lamium garganicum* subsp. *laevigatum*, *Brachypodium sylvaticum*, *Geum sylvaticum* subsp. *atlanticum*, *Sorbus umbellata*, *Cephalanthera rubra*, *Epipactis tremolsii*, *Arabis pubescens* subsp. *pubescens*, *Teucrium chamaedrys* subsp. *algeriense*, *Amelanchier ovalis*, représentant les

⁸ Au djebel Taouialt, *Ilex aquifolium* peut se retrouver à des altitudes plus basses, vers 1280 m, dans un thalweg humide, où il atteint 4 m de haut, en présence de *Salix pedicellata*.

différentielles de cette sous-association, qui est sans nul doute le stade dynamique le plus équilibré et le mieux préservé de ce groupement forestier.

Sur les terrains les plus déclives (70-80 %) du djebel Taouialt, on rencontre quelques sujets arborescents d'*Acer obtusatum*, dominés par les cèdres, avec parfois *Sambucus ebulus*, et de nombreuses plantes sylvatiques propres à cette variante à *Acer obtusatum* de la cédraie, comme *Armeria alliacea*, *Vincetoxicum hirundinaria*, *Physospermum verticillatum*, *Solidago virgaurea* et *Thlaspi perfoliatum* subsp. *tineoi*.

Il est intéressant de remarquer les similitudes synfloristiques que présente cet aspect du groupement, avec la cédraie composite d'Ait Ouabane, pour laquelle Mediouni & Azira (1992, 1999) ont décrit une séquence rupicole à *Sambucus ebulus* et *Acer obtusatum*. Cette séquence de végétation se développe dans des conditions mésologiques, en particulier édaphiques, assez semblables à celles qui caractérisent le groupement de Taouialt, à savoir : un relief très accidenté (pente de 50 à 80 %), un substrat mobile ou en voie de stabilisation sur lequel *Acer obtusatum* et *Sambucus ebulus* se développent sans difficultés. Ainsi, la composition floristique et le dynamisme de cette variante témoignent de l'existence antérieure probable (paléo-association) d'une cédraie à *Ilex*, *Taxus* et espèces caducifoliées, plus évoluée et équilibrée, affine de la cédraie typique d'Ait Ouabane.

1.6.4.2. Sous-association mésophile à *Taxus baccata* (*taxetosum baccatae* subass. nova)

C'est une vieille cédraie (hauteur moyenne de 12-16 m), située au dessus de l'oued Tinzer sur le bas versant du revers ouest du djebel Tigounatine, sur sols en général profonds, à des altitudes nettement plus basses que la sous-association précédente, de 1350 à 1500 m. L'ouverture relative du couvert forestier (recouvrement moyen de 50 à 70 %), conjuguée aux faibles pentes (50 à 30 %, parfois moins), qui ne constituent plus une barrière naturelle, ont fait que les milieux représentés par cette sous-association sont plus exposés aux perturbations anthropozoïques. Par conséquent, on y observe une nette régression des espèces forestières exigeantes, qui profite aux plantes thermohéliophiles transgressives des *Quercetea ilicis*, qui y deviennent abondantes, telles que *Quercus rotundifolia*, *Ampelodesmos mauritanicus* et *Juniperus oxycedrus*. Comme l'ont noté Ménard & Vallet (1988), l'oxycèdre est justement localisé sous une futaie de cèdre et de chêne vert le long de cet oued.

Les espèces retenues comme différentielles de cette sous-association sont : *Taxus baccata*, *Cynosurus balansae*, *Geranium atlanticum*, *Silene atlantica* et *Euphorbia phymatosperma* subsp. *cernua*. Ce dernier taxon, subendémique du Maghreb, est rare en Algérie, où il est confiné dans les forêts de montagnes du Tell algéro-kabyle (Quézel & Santa, 1962-63).

Enfin, il faut préciser la chorologie de *Taxus baccata* qui n'existe nulle part ailleurs dans les cédraies du versant méridional, puisqu'il est strictement confiné dans ce ravin forestier à la faveur du phénomène de compensation édaphoclimatique. Un bel exemplaire d'If, de 4-5 m de haut, est situé, vers 1470 m, en contrebas de la route qui mène vers le chalet du Kef. L'If est, rappelons-le, complètement absent du sous-bois de la cédraie de Tala Guilef, où il est également cantonné à un ravin encaissé du flanc nord (Ighzer Inedjarène).

1.7. *Junipero hemisphaericae-Cedretum atlanticae* ass. nova [tableau 70, en annexe]

Quercetea pubescentis Doing ex Scamoni & Passarge 1959

Quercus fagineae-Cedretalia atlanticae Barbero, Loisel & Quézel 1974

Lonicero kabylicae-Juniperion hemisphaericae Quézel & Barbero 1989

1.7.1. Physionomie et structure

Au Tigounatine, le cèdre forme une forêt claire, où il vit en mélange localement avec le chêne vert, le houx et surtout le pin noir du Maghreb (*Pinus nigra* subsp. *mauretanica*). C'est une cédraie pure, ayant 6 à 10 m de haut et parfois 16 m, avec un recouvrement relativement clair de 40-60 % en moyenne, pouvant atteindre par endroits 70-80 %.

Les arbustes et arbrisseaux sont abondants en sous-bois, qui est constitué de *Quercus rotundifolia* buissonnant, *Berberis hispanica*, *Crataegus laciniata*, *Rosa sicula*, *Rosa canina*, *Lonicera kabylica*, *Daphne laureola* subsp. *latifolia*, *Ruscus aculeatus*, et plus rarement d'*Ilex aquifolium*. Mais, il faut surtout relever la haute fréquence et l'abondance de *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*, qui par ses touffes rampantes, confère à ce groupement une physionomie et une structure particulières. Il occuperait, selon Ménard & Vallet (1988), 39 % du territoire de Tikjda, où il est plutôt caractéristique de la futaie de cèdre pure.

1.7.2. Synécologie et répartition géographique

Cette cédraie est en général développée, sur le djebel Tigounatine, entre 1400 et 1900 m d'altitude, sur des calcaires dolomitiques, donnant des sols peu profonds, issus de la dégradation des grès, marnes et calcaires, dans les stations fraîches, en expositions nord et nord-ouest. Les affleurements rocheux sont importants et couvrent 10 à 60 % du sol. Les sols sont humifères de type A/C, généralement calcimagnésiques (rendzines autochtones), d'une faible à moyenne profondeur, sur le versant nord de Tigounatine (calcaire dolomitique), à texture limono-sableuse ou sablo-limoneuse (Benmouffok, 1994). Elle se localise à une altitude variant de 1550 à 1850 m ; elle est ainsi plus alticole et plus cryophile que l'association du djebel Taouialt.

Selon Quézel (1998), les vieilles cédraies à *Juniperus hemisphaerica* sont en marginalité écologique sur la chaîne du Djurdjura ; elles sont soumises à une sécheresse plus accusée et avec l'altitude, elles sont plus froides. Il est probable que les phénomènes de continentalité, mais aussi l'intensification des actions anthropiques (intensité du pâturage dans ces peuplements) soient responsables de ce type de végétation préforestier (Quézel, 1998).

1.7.3. Synfloristique, syntaxonomie et valeur synsystématique

Du point de vue de la caractérisation synfloristique et syntaxonomique, le groupement individualisé au Tigounatine se rapporte à l'alliance du *Lonicero kabylicae-Juniperion hemisphaericae*. En effet, les vieilles cédraies d'altitude, claires, sont envahies par les chaméphytes, notamment *Juniperus hemisphaerica*, et de plus, la majorité des espèces ligneuses de la strate arbustive sont des caractéristiques préforestières de cette alliance : *Berberis hispanica*, *Crataegus laciniata*, *Rosa sicula*, *Lonicera kabylica*, *Prunus prostrata*, *Amelanchier ovalis* et *Cotoneaster granatensis*.

Cette cédraie de Tigounatine a été intégrée initialement au *Senecio-Cedretum atlanticae* et plus particulièrement au *juniperetosum hemisphaericae* par Quézel & Barbero (1989). Néanmoins, à la lumière de nos données, cette option ne nous paraît pas satisfaisante ici. Il est plus judicieux de la rapporter à une association préforestière autonome, que nous nommons *Junipero hemisphaericae-Cedretum atlanticae* ass. nova. Elle présente une combinaison spécifique originale constituée de *Juniperus hemisphaerica*, *Ptilostemon rhiphaeus* et *Viola munbyna* var. *kabylica*, qui est réputée très abondante dans toutes les cédraies du Maghreb (Schoenenberger, 1970). Mais, au Djurdjura, elle semble particulièrement liée à cette structure préforestière, où sa faible résilience lui permet de montrer un

développement optimal au sein des touffes du genévrier hémisphérique. Sur le massif de l'Aurès, c'est également au niveau de l'association *Viola munbyanae-Juniperetum communis*, qu'elle paraît trouver les conditions mésologiques les plus favorables (Abdessemed, 1981).

En outre, la cédraie préforestière de Tigounatine possède en propre une Orchidée qu'on n'a trouvée nulle part ailleurs en Algérie : *Cephalanthera rubra*.

Un autre argument, qui justifie la création d'une nouvelle association, est le fait que les transgressives du manteau préforestier du *Cynosuro-Juniperetum hemisphaericae* (*Cynosurus balansae*, *Elymus hispanicus* et *Luzula nodulosa* subsp. *mauretanica*), existent dans la cédraie de Tigounatine, mais avec des fréquences très faibles (I à +).

Cette association montre également, en plus de *Quercus rotundifolia*, la présence d'un lot appréciable de caractéristiques des *Quercetalia ilicis*. Certaines espèces de l'aire du chêne vert, qui font absolument défaut dans la cédraie sur le versant Nord, poussent sur les pentes méridionales, sous le couvert du cèdre. Le sous-bois est alors marqué surtout par la présence et l'abondance du diss (*Ampelodesmos mauritanicus*), jusqu'à 1800 m, *Juniperus oxycedrus* et *Daphne gnidium*, *Pinus halepensis* fait même son apparition ; la flore est dans ce cas relativement plus thermohéliophile.

Enfin, un autre aspect synfloristique de ce groupement est l'infiltration notable, à la faveur de l'ouverture du peuplement, d'espèces indicatrices des pelouses écorchées relevant des *Erinaceetalia*, comme *Astragalus numidicus*, *Carduncellus pinnatus*, *Bupleurum spinosum*, *Ononis aragonensis*, et surtout *Erinacea anthyllis*⁹, chaméphyte rupicole des calcaires dolomitiques (Mediouni & al., 1998).

1.7.4. Variations de l'association

L'analyse des variations synfloristiques et écodynamiques permet de définir, au niveau du *Junipero hemisphaericae-Cedretum atlanticae*, deux sous-associations :

1.7.4.1. Sous-association mésophile à *Geranium malviflorum* (*geranietosum malviflori* subass. nova)

Cet aspect de la cédraie se présente avec un couvert arborescent relativement dense (60-75 %). Elle est représentative d'un stade préforestier, où les espèces sylvatiques significatives sont faiblement représentées, mais arrivent tout de même à se maintenir dans les endroits humides, frais et préservés, sur sols relativement profonds. Les principales différentielles de la combinaison spécifique sont : *Geranium malviflorum*, *Ranunculus spicatus* subsp. *maroccanus*, *Geranium atlanticum*, *Cynoglossum dioscoridis* et *Phlomis bovei*, espèces indicatrices du mull forestier. C'est dans cette sous-association qu'en particulier *Ptilostemon riphaeus* trouve son optimum écologique de développement, à partir de 1600 m d'altitude, en exposition nord et nord-ouest sur le djebel Tigounatine.

⁹ En Andalousie orientale (sierras calcaires ou dolomitiques), Boucher (1984) indique qu'à l'étage supraméditerranéen se développent des chênaies vertes des *Quercetea (etalia) pubescentis*, caractérisées par la présence optimale d'un lot d'espèces indicatrices, dont : *Pinus clusiana*, *Daphne laureola* subsp. *latifolia*, *Berberis hispanica*, *Juniperus communis*, *Erinacea anthyllis* et *Ononis aragonensis*. Dans son étude sur l'Andalousie occidentale, Rivas-Martinez (1988) précise que les plantes indicatrices du supraméditerranéen sont : *Berberis hispanica*, *Daphne laureola* subsp. *latifolia*, *Erinacea anthyllis*, *Prunus prostrata*, *Juniperus sabina* et *Alyssum spinosum*. Les similitudes synfloristiques et synécologiques entre ces deux régions montagnardes (sierras d'Andalousie, Djurdjura méridional) sont intéressantes à relever et montrent leur appartenance indiscutable à un « étage » ou mieux thermotype supraméditerranéen.

Nous constatons, en accord avec Ramade (1982), que l'action sélective imposée à la biomasse consommable par le bétail, qui séjourne presque toute l'année dans cette formation arborée, provoque des modifications notables dans le tapis végétal.

En effet, une flore nitrophile s'installe aux dépens des espèces sylvatiques significatives. Parmi ces nitrophytes, signalons *Stellaria pallida*, *Linaria reflexa*, *Vicia sativa*, *Galium aparine*, *Ornithogalum orthophyllum*, *Daucus carota*, *Anagallis arvensis*, et notamment l'absinthe (*Artemisia absinthium*). Subséquemment, la synusie herbacée se trouve envahie par des espèces non palatables et épineuses (*Astragalus numidicus*, *Carduncellus pinnatus*, *Eryngium tricuspdatum*, *Ptilostemon riphaeus*, etc.) et surtout par l'*Asphodelus ramosus*.

Il semblerait que la présence des troupeaux ait favorisé la sélection des espèces résistantes au pâturage, c'est-à-dire épineuses ou toxiques, comme l'ont remarqué, Saïd & al. (2003), dans les formations secondaires en Corse.

Aussi, il ne faut pas s'étonner, dans ces conditions, de la faible représentativité du cortège floristique significatif des cédraies forestières. Seules quelques espèces, comme *Senecio perralderianus*, *Viola munbyana* var. *kabylica*, *Daphne laureola* subsp. *latifolia*, *Lamium flexuosum*, *Potentilla micrantha*, etc., rappellent l'ambiance forestière. Parallèlement, le cortège des compagnes peu ou non significatives en milieu forestier s'allonge.

1.7.4.2. Sous-association mésoxérophile à *Pinus mauretanica* (*pinetosum mauretanicae* subass. nova)

La sous-association mésoxérophile à *Pinus mauretanica*, du massif de Tigounatine, se développe sur des pentes de l'ordre de 45-60 %, en exposition généralement fraîche (plein nord), parfois plus chaude (ouest et nord-ouest). Elle s'installe sur substrat calcaire dolomitique, donnant un sol profond et laissant apparaître par places d'importants affleurements rocheux, entre 1500 et 1850 m d'altitude.

Cette vieille cédraie se présente en peuplement pluristratifié, d'une hauteur moyenne de 6 à 10 m, avec un recouvrement des arbres nettement plus faible que dans la sous-association précédente (de l'ordre de 40 à 50-60 %). Dans cette futaie composite, *Cedrus atlantica* est en mélange avec d'autres essences forestières, comme *Quercus rotundifolia*, quoique faiblement présent, et *Pinus nigra* subsp. *mauretanica*, localisé surtout sur les parties sommitales du djebel Tigounatine, plus spécialement au niveau des saillies rocheuses des corniches, son biotope refuge (Mediouni & al., 1998). L'intrication du cèdre et du pin noir est un phénomène local, peu fréquent, dans cette zone méridionale à plus forte continentalité vis-à-vis de celles du revers nord. Elle commence à apparaître dans la zone d'écotone où le cèdre est, à sa limite inférieure, en contact avec la forêt de chêne vert (1450 m).

Présent à l'état de bosquets ou d'individus isolés, *Pinus nigra* subsp. *mauretanica* ne représente qu'un stade préforestier inféodé à cette cédraie (Quézel & Barbero, 1989).

Dans la réserve du pin noir, le cortège floristique est diversifié et compte 33 espèces en moyenne sur 250 m². La strate arbustive est relativement abondante et son recouvrement atteint jusqu'à 80 % par endroits, avec une hauteur moyenne de 1 à 2 m. Elle est constituée de ligneux forestiers et préforestiers : *Juniperus hemisphaerica* (particulièrement dominant avec ses touffes rampantes en patches), *Berberis hispanica*, *Daphne laureola* subsp. *latifolia*, *Amelanchier ovalis*, *Cotoneaster granatensis*, *Sorbus umbellata*, *Rosa canina*, *Ruscus aculeatus*, etc. La strate herbacée est constituée par de nombreuses espèces, dont certaines sont relativement thermophiles : *Ampelodesmos mauritanicus*, *Hieracium pseudopilosella* subsp.

atlantis, *Catananche caerulea*, etc. En dehors de la réserve clôturée, la végétation est en général peu développée et reflète l'état de dégradation du biotope.

La présence et l'abondance d'espèces différentielles, telles que *Pinus mauretanica*, *Elymus hispanicus*, *Ilex aquifolium*, *Sorbus umbellata*, *Cotoneaster granatensis*, *Amelanchier ovalis*, *Rosa canina*, *Viola reichenbachiana*, *Ruscus aculeatus*, *Lonicera etrusca*, *Juniperus oxycedrus*, *Daphne gnidium*, *Ampelodesmos mauritanicus*, et surtout *Erinacea anthyllis*, traduisent l'aspect plus ouvert et perturbé de cette sous-association par rapport à la précédente (*geranietosum*). La xérophYTE épineuse en coussinet *Erinacea anthyllis*, qui se localise essentiellement en lisière de peuplement, y apparaît çà et là, surtout vers 1500-1650 m ; elle devient abondante vers 1850 m et peut s'installer déjà à 1450 m¹⁰.

Par ailleurs, dans les rares individus d'association, où se développe *Ononis aragonensis*, orophyte ouest-méditerranéenne, accompagnée simultanément de *Potentilla recta*, *Helianthemum helianthemoides* et *Bupleurum spinosum*, les affleurements rocheux calcaires altérés sont importants (50-60 %). Ce groupe socio-écologique discrimine une variante rupicole et dolomiticole à *Ononis aragonensis*, qui occupe une zone très localisée sur le versant nord de Tigounatine, comme l'ont déjà indiqué Ménard & Vallet (1988).

Enfin, il est intéressant de relever que le peuplement de *Pinus nigra* subsp. *mauretanica*, du Rif centro-occidental, occupe une situation synécologique et syndynamique analogue ; installé tout comme au Djurdjura sur des affleurements de dolomies, entre 1400-1700 m, il partage en commun plusieurs espèces significatives, comme : *Ptilostemon riphæus*, *Elymus hispanicus* et *Erinacea anthyllis* (Benabid, 1984 ; Quézel & Barbero, 1989 ; Quézel & al., 1988).

1.7.5. Syndynamique naturelle ou anthropique

Des incendies fréquents ont touché le PND, et plus spécialement la zone de Tikjda. La cédraie de Tikjda (qui fait partie de la forêt domaniale d'Azerou, canton de Tigounatine) a brûlé sur 300 ha en 1945 ou en 1950 (Gaussen, 1952 ; Boudy, 1955). Faurel (1959) écrivait que « le peuplement de *Pinus clusiana* subsp. *mauretanica*, enclavé près de Tikjda dans la cédraie du versant sud du Djurdjura, a été presque intégralement brûlé il y a une dizaine d'années ». Selon Muller (1986), un incendie a dévasté en 1950 la cédraie de Tikjda, où ne subsistaient plus que 4 vieux sujets plus que bicentennaires (Guinochet & al., 1954 ; Faurel, 1959). Cette vieille forêt de cèdre a été bombardée durant la guerre de libération nationale, surtout sur le flanc sud du djebel Tigounatine, comme en témoigne les cercles ravagés par le napalm et la présence de nombreux troncs calcinés et blancs restant debout pendant longtemps. Cet incendie n'avait épargné que quelques individus adultes (2 ou 3) du petit massif, qui existait sur le versant sud du Tigounatine au-dessus de la RN 33.

Une grande partie du massif de Tigounatine et du djebel Taouialt a brûlé de nouveau, le 30 août 2000, sur 340 ha dont 145 ha de cédraie et 200 ha composés par d'autres essences (pin d'Alep et chêne vert). Il ne subsiste, à notre connaissance, qu'un dernier témoin du peuplement du versant sud du Tigounatine, au milieu d'un matorral de chêne vert à Diss.

L'analyse phytodynamique de la cédraie de Tigounatine montre la prédominance du feu dans la régression de cette forêt, puisque sur les 5 successions végétales décrites par Mediouni & al. (1998), 4 sont régressives et découlent d'une origine ou d'un processus de dynamique pyrophytique. Les incendies répétés et le parcours incessant sont les responsables directs de l'état de dégradation actuel de la végétation. Seule la succession

¹⁰ Plus à l'Est, sur la Dorsale tunisienne, *Erinacea anthyllis* existe à des altitudes nettement plus basses, entre 850 à 1100 m, dans les pineraies de pin d'Alep, à hiver frais (El Hamrouni & Sarson, 1975).

secondaire décrite dans la formation mixte à cèdre, chêne vert et pin noir du Tigounatine est progressive, en raison de la mise en défends installée depuis quelques décennies. Toutefois, suite à l'accumulation importante du combustible végétal dans la réserve clôturée, un prochain incendie violent est une menace sérieuse, dont il faut tenir compte dans la gestion conservatoire de cette espèce emblématique.

Encadré 7 : Le Pin noir du Maghreb (*Pinus nigra* Arn. subsp. *mauretanica* (Maire & Peyer.) Heywood) au Djurdjura, exemple de patrimoine biogénétique en péril¹¹

Le Pin noir du Maghreb (*Pinus nigra* subsp. *mauretanica*), qui constitue une relique très remarquable au Djurdjura, analogue à l'*Abies numidica* des Babors. Actuellement, il végète dans la cédraie de Tikjda, son unique localité algérienne, sur le revers nord-ouest du djebel Tigounatine, entre 1450 et 1600-1700 m d'altitude, où il n'occupe plus sur le massif qu'une place restreinte. Il y forme un petit peuplement résiduel, composé de quelques centaines d'arbres, dont les plus gros, de 20 m de hauteur sur 1 m et plus de diamètre, dépassent 200 ans. D'après Mathez & Quézel (1985), le pin noir au Djurdjura n'est représenté que par un nombre très restreint d'individus, environ 100 arbres. En fait, le peuplement résiduel de Tigounatine compte moins de 500 arbres (Asmani & al., 2001) et l'inventaire récent de ce peuplement donne 450 à 470 sujets occupant une superficie de 3 ha (Adjaoud & Derridj, 2006). Ces derniers se retrouvent soit en bouquets, soit isolés dans une futaie irrégulière en mélange avec le Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* (Endl.) Mannetti ex Carrière). Cette essence existe aussi à l'état naturel (une vingtaine de sujets), disséminée sur le flanc nord du djebel Taouialt, où elle croît sensiblement à la limite inférieure du cèdre, en mélange avec le chêne vert et le pin d'Alep. Enfin, il convient de signaler une plantation de 40 arbres à Tala Rana, à l'est de Tikjda, sur le revers sud du Djurdjura (vers 1 200 m).

Quézel & al. (1999) attirent l'attention sur le fait regrettable que le pin noir du Maghreb ne figure pas sur la liste des espèces ligneuses menacées sur l'ensemble du globe, établie par l'UICN et encore moins sur la « 1997 IUCN red list of threatened plants » (Walter & Gillett, 1998). Selon l'UICN son statut est de préoccupation mineure. Pourtant, sa situation au Maghreb, et plus particulièrement en Algérie, est très préoccupante, comme l'atteste l'incendie catastrophique du mois d'août 2000, qui a détruit une grande partie du massif de Tikjda et du djebel Taouialt.

Sa protection légale – il figure sur la liste nationale des espèces végétales protégées, officialisée par le décret exécutif du 23/11/1993, paru au Journal Officiel) – et sa localisation dans une aire doublement protégée, puisque le massif du Djurdjura est classé parc national en 1983 et réserve de biosphère depuis 1997, sur une surface de 18 550 ha, n'ont eu apparemment aucune incidence positive en matière de conservation *in situ*.

Une réserve intégrale a été installée sur les quelques hectares où subsistent le plus grand nombre d'individus, dans la zone inférieure de Tigounatine (Quézel & Barbero, 1989), où le pâturage ovin et surtout caprin est interdit. Mais, les résultats d'une telle protection, il est vrai *in situ*, a montré ses limites pour ne pas dire son inefficacité.

On sait que la rareté naturelle ou secondaire et l'exiguïté des aires de distribution rendent les populations particulièrement vulnérables aux accidents génétiques, environnementaux ou démographiques qui risquent à tout moment de les éliminer (Lawton & May, 1995 *in*

¹¹ Meddour R., Meddour-Sahar O., Derridj A. & Bensettiti F., 2010 (in press). Le Pin noir du Maghreb (*Pinus nigra* Arn. subsp. *mauretanica* (Maire & Peyer.) Heywood). Un taxon subendémique très menacé en Algérie. *Documents Phytosociologiques*, 10 p., Camerino.

Blondel, 2005). Mais, beaucoup d'espèces ligneuses peuvent subsister en populations isolées sur des territoires très restreints pendant plusieurs décennies et même un siècle, tant que les principales conditions biotiques persistent (Quézel & al., 1999). D'autre part, on peut espérer que selon le concept d'*espèce parapluie* (« umbrella »), espèce dont le domaine vital est assez large pour que sa protection assure celle des autres espèces sympatriques appartenant à la même communauté (Simberloff, 1998 in Cuzin, 2003), rôle dévolu ici au cèdre de l'Atlas, la population encore viable du pin noir, sur le flanc nord-ouest du Tigounatine, pourrait jouir de la couverture de son congénère le plus longtemps possible.

Toutefois, les populations réduites, d'une espèce qui a décliné jusqu'à un faible nombre d'individus, et géographiquement isolées sont plus que toutes autres vulnérables et soumises à l'impact des aléas environnementaux (Quézel & al., 1999). Une population viable minimum (PVM) est requise pour la survie à long terme d'une espèce pour s'assurer que la variabilité génétique est maintenue et afin d'éviter les problèmes de consanguinité (MacKenzie & al., 2000). On estime que le nombre minimal d'arbres nécessaires pour le maintien d'une population forestière viable à long terme est d'environ 500 (Frankel & al., 1995 in Quézel & al., 1999).

Malheureusement, la population du pin noir de Tigounatine est en dessous de cette valeur critique depuis au moins 60 ans, et la protection de son habitat est la priorité de conservation, éclipsant l'intérêt de sa diversité génétique. Des mesures conservatoires plus adaptées sont à mettre en place en urgence. En particulier, il faut orienter les recherches dans le cadre global de la *biologie de la conservation* (*dérive génétique* et *consanguinité* dans les petites populations) et de la préservation du patrimoine biogénétique mondial.

1.8. *Cynosuro balansae-Juniperetum hemisphaericae* Quézel & Barbero 1989 [tableau 71, en annexe]

Quercetea pubescentis Doing ex Scamoni & Passarge 1959

Quercu fagineae-Cedretalia atlanticae Barbero, Loisel & Quézel 1974

Lonicero kabylicae-Juniperion hemisphaericae Quézel & Barbero 1989

1.8.1. **Physionomie et structure**

Ce groupement à *Juniperus hemisphaerica* occupe une place importante dans le paysage végétal de la zone culminale du massif de Haïzer au Djurdjura occidental. Les larges touffes denses et arrondies de 0.5 m de haut en moyenne et de surface très variable, 1 à quelques dizaines de m², du *Juniperus hemisphaerica*, confèrent une physionomie très caractéristique à ce groupement végétal. Elles se développent, en général, en lisière de la forêt de cèdres et pénètrent assez largement dans cette formation, lorsqu'elle est claire, comme on peut le constater au Col Blanc et sur le revers nord du djebel Tigounatine.

Le Genévrier hémisphérique forme des buissons étalés sur le sol, ayant jusqu'à 6 m de diamètre dans divers endroits au Djurdjura (col de Tirourda, Azerou n'Tohor, Lalla Khedidja, Tizi n'Cennad, col d'Ait Ouabane, etc.). On peut également le rencontrer dans sa forme non prostrée, comme par exemple dans les environs du restaurant d'altitude à Tala Guilef, vers 1660 m, ou sur l'Azerou n'Tohor, où Debeaux (1894) a observé des

individus de 1,8 à 2,5 m de haut. Cette forme prostrée de nombreux genévriers est assez souvent fixée génétiquement, comme c'est le cas de *Juniperus alpina* en Europe (Ozenda, 1997). Cet auteur signale également le cas de *Juniperus communis*, dont un peuplement remarquable affecte le port prostré sur le Mont Ventoux dans le sud de la France, où d'ailleurs le cèdre de l'Atlas a été introduit avec beaucoup de succès (Toth, 1994).

1.8.2. Synécologie et répartition géographique

Au voisinage du Col Blanc, sur les versants à fortes pentes (+ de 40 %), exposés vers le nord et l'est, ce groupement de chaméphytes et de nanophanérophytes est très répandu au dessus de 1 800 m d'altitude en moyenne. *Juniperus hemisphaerica* fait son apparition vers 1700 m et pénètre largement dans la vieille cédraie claire du Pic des Cèdres.

Cette junipéraie rampante s'observe sur substrats calcaires et dolomitiques, avec des affleurements rocheux très importants (60-70 %), sur sols superficiels de type rankers ou sur éboulis fixés (Quézel & Barbero, 1989) ; un horizon humifère parfois assez important se développe dans les touffes de *Juniperus hemisphaerica*. Le substrat est, en effet, stabilisé par le port étalé et l'enracinement puissant et diffus de ce genévrier ; la litière est alors épaisse et le sol profond, avec un horizon organique bien net (Mediouni & Yahi, 1994).

Ce groupement se développe au thermotype supra-, puis oroméditerranéen, perhumide froid, où l'enneigement variable selon les années dure jusqu'à 5-6 mois et la période de sécheresse ne dépasse pas 1 à 2 mois.

1.8.3. Synfloristique, syntaxonomie et valeur synsystématique

Sur le plan syntaxonomique, Quézel (1957) a d'abord considéré ce groupement chaméphytique à *Juniperus hemisphaerica*, qui représente un manteau préforestier, préluant souvent à l'installation de la cédraie, comme une sous-association spéciale des pelouses écorchées du *Bupleuro spinosi-Astragaletum numidici*. Mais, ses caractères synécologique, syndynamique et synfloristique particuliers ont amené cet auteur par la suite à l'élever au rang d'association préforestière distincte (*Cynosuro balansae-Juniperetum hemisphaericae* Quézel & Barbero 1989), ce que préconisait plus tôt Wojterski (1985, publié 1988).

Ces auteurs intègrent ce syntaxon aux *Querco-Cedretalia atlanticae* et *Quercetea pubescentis*. Ceci est également notre cas, puisque nous retrouvons dans les individus d'association étudiés au Col Blanc, pas moins d'une vingtaine de caractéristiques et différentielles de ces unités synsystématiques supérieures. Au niveau de l'alliance, les caractéristiques et différentielles, en majorité des végétaux ligneux, du *Lonicero-Juniperion hemisphaericae* (*Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*, *Lonicera kabylica*, *Berberis hispanica*, *Crataegus laciniata*, *Cotoneaster granatensis*, *Prunus prostrata*, *Rosa sicula*), sont représentées dans le groupement étudié à Tala Guilef.

Quant aux caractéristiques de l'association qui sont, en plus du *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*, *Cynosurus balansae*, *Luzula nodulosa* subsp. *mauritanica* et *Elymus hispanicus*, nous ne les avons guère retrouvé à Tala Guilef dans les quelques individus d'association analysés, ni d'ailleurs Wojterski (1988). Dans l'étude de cette association à Ait Ouabane (Yahi, 1995 ; Yahi & al., 1999), on constate également la faible fréquence de *Luzula nodulosa* et l'absence totale des 2 autres caractéristiques. Ceci est peut être du à leur relative rareté.

En fait, on sait que le très fort impact humain a pour conséquence de faire progressivement disparaître les espèces les plus significatives, hémicryptophytes surtout, et la pullulation des sangliers entraîne la destruction des géophytes, dont les Poacées et Juncacées caractéristiques des unités supérieures (Quézel & Barbero, 1989).

En dépit de l'absence simultanée de ces 3 caractéristiques, nous pouvons envisager au moins pour des raisons synécologiques et syndynamiques évidentes, son intégration au *Cynosuro balansae-Juniperetum hemisphaericae* en attendant de nouveaux relevés. La comparaison avec le tableau de cette association, étudiée à Ait Ouabane par Yahi & al. (1999), ne permet pas d'aller plus loin dans l'analyse, puisque *Juniperus hemisphaerica* fait défaut dans 50 % des relevés et sur un total d'environ 70 taxons, seuls 30 sont communs aux deux tableaux. Il est de toute évidence loin d'être homotone.

Cette association se singularise par la présence de plusieurs caractéristiques de la cédraie typiquement forestière, telles que *Senecio perralderianus*, *Saxifraga carpetana* subsp. *atlantica*, *Viola munbyana* var. *kabylica*, *Daphne laureola* subsp. *latifolia*, ... et des semis de certains feuillus (*Quercus canariensis*, *Acer obtusatum*), qui trouvent refuge dans les larges touffes du Génévrier hémisphérique (Quézel & Barbero, 1989). Ces espèces s'installent dans la partie centrale de l'élément structural édifié par les individus rampants et étalés du *Juniperus hemisphaerica*, profitant ainsi du microbiotope créé par son couvert (Mediouni & Yahi, 1989, 1994).

Enfin, les différentielles significatives vis-à-vis de la flore des cédraies sont : *Alyssum montanum* subsp. *numidicum*, *Plantago mauritanica* var. *mauritanica*, plante alticole en coussinets à souche ligneuse, et *Rumex scutatus* subsp. *induratus*, typique des sols instables.

1.8.4. Syndynamique naturelle ou anthropique

Comme on peut le constater à Tala Guilef (Col Blanc) et au Tigounatine, on observe une extension actuellement considérable de cette formation à *Juniperus hemisphaerica*, dont le rôle dynamique dans la reconstitution de la cédraie est incontestable, puisqu'elle abrite contre les intempéries et surtout le piétinement et l'herbivorie, divers phanérophytes sylvatiques, spécialement *Cedrus atlantica*, *Lonicera kabylica*, *Daphne laureola* subsp. *latifolia*, *Cotoneaster granatensis*, *Acer obtusatum*, *Quercus canariensis*, mais aussi *Ilex aquifolium*, *Taxus baccata*, *Amelanchier ovalis*, *Sorbus umbellata*, *Acer monspessulanum* (hors relevés), et de nombreuses herbacées sciaphiles et humicoles indicatrices des *Quercetea pubescentis* s.l., qui ont aussi profité de l'abri offert par les touffes du *Juniperus hemisphaerica*, élément édificateur (Wojterski, 1988 ; Quézel & Barbero, 1989).

Le rôle dynamique et « facilitateur » de ce genévrier a été décrit en détail à Ait Ouabane par Mediouni & Yahi (1989, 1994), qui ont dénombré jusqu'à plus de 200 semis naturels de *Cedrus atlantica* au sein d'un seul élément structural à *Juniperus hemisphaerica*. Ce dernier crée un microclimat favorable à l'installation et au développement du cèdre, dont les semis se développent vigoureusement. Ils sont alors caractérisés par une croissance rapide et des tiges élancées, qui les font rapidement émerger du centre de la touffe.

Cette situation unique est-elle liée à une évolution progressive des structures de végétation, consécutive à l'interdiction du pâturage ovin et caprin par l'administration du Parc National du Djurdjura (Quézel & Barbero, 1989).

Encadré 8 : *Facilitation, succession et plante « nurse »*

Les genévriers rampants peuvent constituer localement des formations préforestières qui jouent un rôle clé dans le processus de recolonisation en altitude des arbres au niveau des zones surpâturées, en raison de l'effet « nurserie » qu'ils créent (Quézel & Médail, 2003).

En effet, on sait qu'en Europe méridionale, la colonisation des espaces ouverts et peu fertiles par des espèces pionnières, héliophiles, piquantes, telle *Juniperus communis* subsp. *alpina*, facilite l'installation d'espèces sciaphiles, sensibles au pâturage, telles *Fagus*

sylvatica, *Quercus pubescens*, *Abies alba*, en améliorant de façon directe les conditions microclimatiques (lumière, humidité ou température) et les caractéristiques du sol (Said & al., 2003).

Ces plantes “nurses” vont également avoir un rôle indirect, en protégeant les jeunes arbres contre les herbivores et en éliminant les espèces compétitives potentielles (Callaway, 1995). En Corse, par exemple, la présence quasi systématique d’espèces pionnières piquantes dans les premiers stades de la succession s’explique par le rôle d’amélioration de la survie et de la croissance d’une plante par une autre (Callaway, 1995).

En revanche, si elles sont résistantes au pâturage, elles tolèrent peu l’ombre et vont disparaître au profit des espèces forestières (Grubb et al., 1996 in Said & al., 2003). Ainsi, la plante bénéficiaire, souvent appétante, va probablement avoir un effet négatif sur la croissance et la survie de la plante “nurse”, non compétitive, une fois qu’elle aura franchi la canopée de cet arbuste (Callaway et Walker, 1997 in Said & al., 2003).

C’est exactement un tel mécanisme qui est mis en jeu lors des successions secondaires, qui font intervenir une phase nanophanérophytique à *Juniperus hemisphaerica* dans la série du cèdre au Djurdjura (cf. Mediouni & al., 1998).

II. LES FORMATIONS FORESTIERES ET PREFORESTIERES DE CHENE VERT (*Quercus rotundifolia*) DU DJURDJURA

2.1. Introduction

Comme le souligne Devesa (1984), de par sa grande plasticité écologique et sa grande résilience, le chêne vert apparaît en région méditerranéenne sur tous les types de sols, pratiquement du niveau de la mer jusqu’aux altitudes élevées. Ce qui est particulièrement le cas en Afrique du Nord (Bonin, 1994).

En Algérie, le chêne vert trouve partout sur l’Atlas tellien, en particulier, les conditions édaphoclimatiques nécessaires à son existence et à l’organisation de formations forestières et préforestières. Il présente une très large plasticité vis-à-vis des facteurs mésologiques, qui explique qu’on le trouve aussi bien à basse altitude dans l’aire de l’*Oleo-Quercion rotundifolio-suberis* (par ex. au Chenoua), qu’à altitude élevée, sur l’Atlas tellien (monts de Tlemcen, Ouarsenis, Zaccar, Atlas blidéen, Djurdjura, Babors ...), souvent dans l’aire des *Quercetea pubescentis* (Bonin, 1994). Mais, c’est surtout au niveau des étages mésoméditerranéen et supraméditerranéen que *Quercus rotundifolia* offre son optimum de développement et organise des structures sylvatiques en bioclimats humide et subhumide, s’intégrant toutes dans le *Balansaeo glaberrimae-Quercion rotundifoliae* (Barbero & al., 1981).

Au Maroc, Barbero & Loisel (1980) distinguent une chênaie verte à *Galium scabrum*, *Festuca triflora*, *Moehringia trinervia*, *Aristolochia baetica*, au dessus de 1200 m représentant le « méditerranéen supérieur¹² », dans les variantes froides des zones subhumide et humide.

Par la suite, plusieurs associations ont été définies au sein de cette alliance *Balansaeo glaberrimae-Quercion rotundifoliae*, synendémique du Maghreb, tant au Maroc (Barbero &

¹² La notion d’étage « méditerranéen supérieur » a été proposée par Achhal & al. (1981), pour réunir les chênaies sclérophylles d’altitude, dominées par le chêne vert appartenant à l’alliance du *Balansaeo-Quercion*. Elle est de nos jours inutile, puisque un même étage de végétation peut présenter un contenu biocénotique différent (Michalet, 1991).

al., 1981 ; Benabid, 1984 ; 2000), qu'en Algérie, pour les chênaies vertes forestières d'altitude (Zeraia, 1981 ; Dahmani, 1984, 1997 ; Meddour, 1994a, 2002 ; Yahi, 2007), en particulier :

- *Balansaeo glaberrimae-Quercetum rotundifoliae* Barbero, Quézel & Rivas-Martinez 1981
- *Phlomido bovei-Quercetum rotundifoliae* Zeraia 1981
- *Festuco triflorae-Quercetum rotundifoliae* Dahmani (1984) 1997
- *Cytiso villosi-Quercetum rotundifoliae* (Meddour 1994) Dahmani 1997
- *Balansaeo glaberrimae-Cedretum atlanticae* Barbero, Quézel & Rivas-Martinez 1981
- *Sileno melliferae-Quercetum rotundifoliae* Quézel, Barbero & Benabid 1987

Rappelons d'abord qu'en Algérie, Lapie (1909a), puis Maire (1926) ont défini un « faciès floristique montagnard » ou « horizon supérieur » de la chênaie verte sur l'Atlas tellien (par ex. au Djurdjura et sur les monts de Tlemcen), qu'ils caractérisent par : *Cytisus villosus*, *Conopodium glaberrimum*, *Phlomis bovei*, *Festuca triflora*, *Lonicera etrusca* et *Ruscus aculeatus*.

Bien plus tard, Zeraia (1981) crée une association particulière, réunissant les chênaies vertes sylvatiques du mésoméditerranéen supérieur et du supraméditerranéen, sur l'Atlas tellien algérois (djebel Zaccar, Ouarsenis, Atlas blidéen), le *Phlomido bovei-Quercetum rotundifoliae*, qui présente divers aspects (sous-associations).

Sur les monts de Tlemcen, Dahmani (1984) décrit le *Festuco triflorae-Quercetum rotundifoliae* pour les chênaies vertes sylvatiques et alticoles. Par la suite, cet auteur (1997) retrouve cette association de chênaie verte, plus continentale, sur l'Atlas tellien et également sur l'Atlas saharien (Senalba, Aurès).

L'existence du *Balansaeo glaberrimae-Quercetum rotundifoliae* est reconnue pour la première fois par Meddour (in Bouheraoua, 1992), sur le versant nord du Djurdjura, puis par Dahmani (1997), mais également ailleurs sur l'Atlas tellien central qui se présente en association forestière mésophile, au supraméditerranéen essentiellement.

Le *Cytiso villosi-Quercetum rotundifoliae*, initialement décrit par Meddour (1994a) sur l'Atlas blidéen, a été confirmé sur plusieurs massifs montagneux de l'Atlas tellien (Djurdjura, Zaccar, Ouarsenis, monts de Tlemcen) par Dahmani (1997).

Enfin, Dahmani (1997) observe que la cédraie-chêne verte de l'Atlas tellien algérois et du Belezma appartient au *Balansaeo glaberrimae-Cedretum atlanticae*.

Toutes ces considérations montrent à l'évidence les étroites affinités synécologiques existant entre ces différentes chênaies vertes d'altitude du domaine maghrébo-tellien, y compris celles du Djurdjura, analysées dans le présent travail.

2.2. Quelques considérations préliminaires sur la synfloristique des chênaies vertes

i) L'examen du tableau brut de nos données floristiques (82 relevés x 304 espèces) sur les chênaies vertes et également sur la cédraie-chêne verte du Djurdjura (Tala Guilef, Tikjda, Ait Ouabane) montre que celles-ci présentent un cortège floristique constitué d'espèces caractéristiques de la classe des *Quercetea ilicis* et de ses syntaxons subordonnés (30 taxons, soit 10 % de la flore de la chênaie verte) et une soixantaine (20 %) d'espèces indicatrices des *Quercetea pubescentis* s.l., qui sont donc 2 fois plus nombreuses, mais faiblement représentées et en majorité sporadique, sauf dans la cédraie mixte à chêne vert (par ex. *Cedrus atlantica*, *Galium tunetanum*, *Clinopodium arundanum*, *Senecio perralderianus*, *Lamium flexuosum*, etc., pour les plus fréquentes).

Parmi les caractéristiques et les différentielles de la classe, on y retrouve : *Arisarum vulgare*, *Asparagus acutifolius*, *Clematis flammula*, *Daphne gnidium*, *Eryngium tricuspidatum*, *Geranium*

purpureum, *Juniperus oxycedrus*, *Lonicera etrusca*, *Quercus rotundifolia*, *Rubia peregrina* ; pour celles de l'ordre des *Quercetalia ilicis* : *Aristolochia fontanesii*, *Asplenium onopteris*, *Cyclamen africanum*, *Cytisus villosus*, *Galium scabrum*, *Moehringia pentandra*, *Pteridium aquilinum*, *Pulicaria odora*, *Ruscus aculeatus*, *Viburnum tinus*, et pour l'alliance du *Balansaeo glaberrimae-Quercion rotundifoliae*, on peut citer : *Conopodium glaberrimum*, *Phlomis bovei*, *Bupleurum montanum*, auxquelles, il est possible d'ajouter au moins : *Ptilostemon riphaeus*. C'est à ces unités qu'appartiennent les groupements forestiers étudiés dans ce travail.

Quelques indicatrices préforestières des *Pistacio-Rhamnetalia alaterni* sont présentes (*Ampelodesmos mauritanicus*, *Calicotome spinosa*, *Pistacia lentiscus*).

Enfin, comparativement à la florule des cédraies, une trentaine d'espèces « nouvelles » font leur apparition dans le cortège floristique des chênaies vertes. Ce sont en majorité des plantes forestières thermohéliophiles, qui sont limitées par le froid (*Arisarum vulgare*, *Asparagus acutifolius*, *Clematis flammula*, *Piptatherum miliaceum*, *Pistacia lentiscus*, *Rubia peregrina*, *Viburnum tinus*...) ou des plantes de matorrals s'inscrivant dans les étapes de dégradation de ces chênaies (*Calicotome spinosa*, *Cistus monspeliensis*, *Cistus salviifolius*, *Cytinus hypocistis*, *Lavandula stoechas*, *Centaureum erythraea*, *Satureja graeca* ...).

ii) On constate en matière de biodiversité floristique¹³ que les chênaies vertes sont nettement plus riches en espèces que les cédraies, puisque pour le même nombre de relevés (effort d'échantillonnage), on y a inventorié au total 304 taxons¹⁴ versus 233 respectivement, soit 71 plantes vasculaires de plus. Ceci peut expliquer leur attrait pour les troupeaux et corrélativement une perturbation du milieu d'une intensité « intermédiaire », favorable semble-t-il à une plus grande biodiversité (cf. Decocq, 2001 ; Said & al., 2003).

iii) Les formations à sclérophylles (chênaies) n'échappent pas à un caractère très général dans toute l'Afrique du Nord : l'envahissement du sous-bois par un important cortège d'annuelles, lié à l'influence du pâturage (Quézel & al., 1992 ; Dahmani-Megrerouche, 1996). Beaucoup parmi ces thérophytes sont plus ou moins franchement nitrophiles, et constituent un noyau commun se rapportant aux *Geranio purpurei-Cardaminetalia hirsutae* Brullo in Brullo & Marceno 1985¹⁵ (*Arabis verna*, *Cynosurus elegans*, *Galium aparine*, *Galium parisiense*, *Myosotis ramosissima*, *Geranium purpureum*, *Geranium lucidum*, *Cardamine hirsuta*, *Torilis nodosa*, *Torilis arvensis*, *Fumaria capreolata*, etc.), ou aux *Stellarietea mediae* Tüxen, Lohmeyer & Preising ex von Rochow 1951 (*Anagallis arvensis*, *Aphanes arvensis*, *Avena sterilis*, *Bellardia trixago*, *Cerastium glomeratum*, *Bromus div. sp.*, *Coleostephus myconis* Fedia *cornucopiae*, *Geranium molle*, *Reseda alba*, *Lamium amplexicaule*, *Stellaria pallida*, *Senecio vulgaris*, *Sherardia arvensis*, *Sonchus oleraceus*, *Veronica agrestis*, *Veronica arvensis*, etc.). Ces espèces sont, selon les mêmes auteurs, d'autant plus développées que l'impact des troupeaux est plus intense, et elles finissent dans les cas extrêmes à représenter à peu près à elles seules le cortège floristique.

iv) Du point de vue fréquentiel, il est intéressant de noter que parmi les taxons les plus fréquents (tableau 72), présents dans au moins 1 relevé sur 3, figurent en tête les taxons

¹³ La richesse spécifique demeure une des manières les plus simples de mesurer la biodiversité (Gosselin et al., 2004).

¹⁴ Ce chiffre représente près de 36 % de la richesse floristique totale des chênaies vertes d'Algérie (850 taxons selon Dahmani-Megrerouche, 1996), ce qui est remarquable pour un territoire aussi réduit que le Djurdjura.

¹⁵ Cet ordre est rattaché actuellement par les auteurs espagnols à la classe des *Cardamino hirsutae-Geranietea purpurei* (Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999) Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 2002.

retenus par Dahmani (1997) comme caractéristiques « physionomiques » de son *Genisto tricuspidatae-Calicotomion spinosae*. En fait, la majeure partie des peuplements forestiers étudiés se rattachent sans difficultés au *Balansaeo-Quercion rotundifoliae* (*Conopodium glaberrimum*, *Phlomis bovei*, *Ptilostemon riphaeus*), comme nous le verrons plus loin. Mais, la pression du pâturage est manifeste au niveau de toutes ces chênaies vertes forestières et préforestières, ainsi que le montre la fréquence élevée des plantes non palatables, souvent toxiques (*Asphodelus ramosus*, *Ferula communis*) et des espèces plus ou moins nitratophiles (*Geranium purpureum*, *Galium aparine*, *Stellaria pallida*, *Legousia falcata*).

Tableau 72. Liste des plantes les plus fréquentes dans les chênaies vertes du Djurdjura

<i>Quercetea (etalia) ilicis</i>	Fréq.	<i>Clinopodium arundanum</i>	40
<i>Quercus rotundifolia</i>	79	<i>Senecio perralderianus</i>	36
<i>Genista tricuspidata</i>	65	<i>Lamium flexuosum</i>	24
<i>Geranium purpureum</i>	48	<i>Autres espèces, dont des nitrophytes</i>	
<i>Ampelodesmos mauritanica</i>	47	<i>Festuca atlantica</i>	61
<i>Calicotome spinosa</i>	46	<i>Asphodelus ramosus</i>	57
<i>Galium scabrum</i>	39	<i>Bellis sylvestris</i>	38
<i>Conopodium glaberrimum</i>	42	<i>Dactylis glomerata</i>	34
<i>Phlomis bovei</i>	41	<i>Galium aparine</i>	33
<i>Juniperus oxycedrus</i>	33	<i>Umbilicus rupestris</i>	33
<i>Pulicaria odora</i>	33	<i>Stellaria pallida</i>	32
<i>Plagius maghrebinus</i>	30	<i>Legousia falcata</i>	31
<i>Cytisus villosus</i>	24	<i>Catananche caerulea</i>	29
<i>Quercetea pubescentis s.l.</i>		<i>Erysimum grandiflorum</i>	28
<i>Cedrus atlantica</i>	49	<i>Ferula communis</i>	28
<i>Galium tunetanum</i>	45		

314

2.3. Analyse multivariée des données floristiques

Une matrice globale de données (82 relevés/221 espèces) est soumise à l'analyse factorielle des correspondances, en utilisant les coefficients d'abondance-dominance. Nous avons éliminé les espèces peu fréquentes, présentes dans 1 ou 2 relevés (soit 83 taxons).

La carte factorielle du plan principal F₁ x F₂ (17,93 % de variance), se rapportant aux relevés de cette analyse globale, permet de distinguer 4 ensembles de relevés (figure 71) :

- L'ensemble A regroupant 9 relevés s'oppose très clairement aux 3 autres ensembles de relevés ; il correspond aux relevés (a₁, a₃ à a₁₀) réalisés dans la chênaie verte a priori préforestière de Tazerout Tamellalt, auxquels se rapporte le relevé a₂ issu de la même formation, qui se particularise tout de même fortement (individu d'association de nature « hybride »).
- L'ensemble C, nettement individualisé, englobe 34 relevés (c₁ à c₃₄) tous réalisés dans la cédraie-chênaie verte de Tikjda (cantons Tigounatine et Taouialt).
- L'ensemble B formé de 20 relevés effectués dans la chênaie verte forestière de Tala Guilef (b₁ à b₁₆, d₁, d₄, d₆ et d₇).
- L'ensemble D en position centrale est formé de 18 relevés (e₁ à e₁₁, d₂, d₃, d₅, d₈, d₉, d₁₀ et d₁₁) provenant de divers peuplements forestiers de chêne vert du Djurdjura (Taouialt, Tala Guilef, Ait Ouabane...).

L'analyse globale fait ressortir l'originalité floristique marquée de l'ensemble A, i.e. de la chênaie verte préforestière de Tazerout Tamellalt et, celle de l'ensemble C, i.e. de la cédraie mixte à chêne vert de Tikjda.

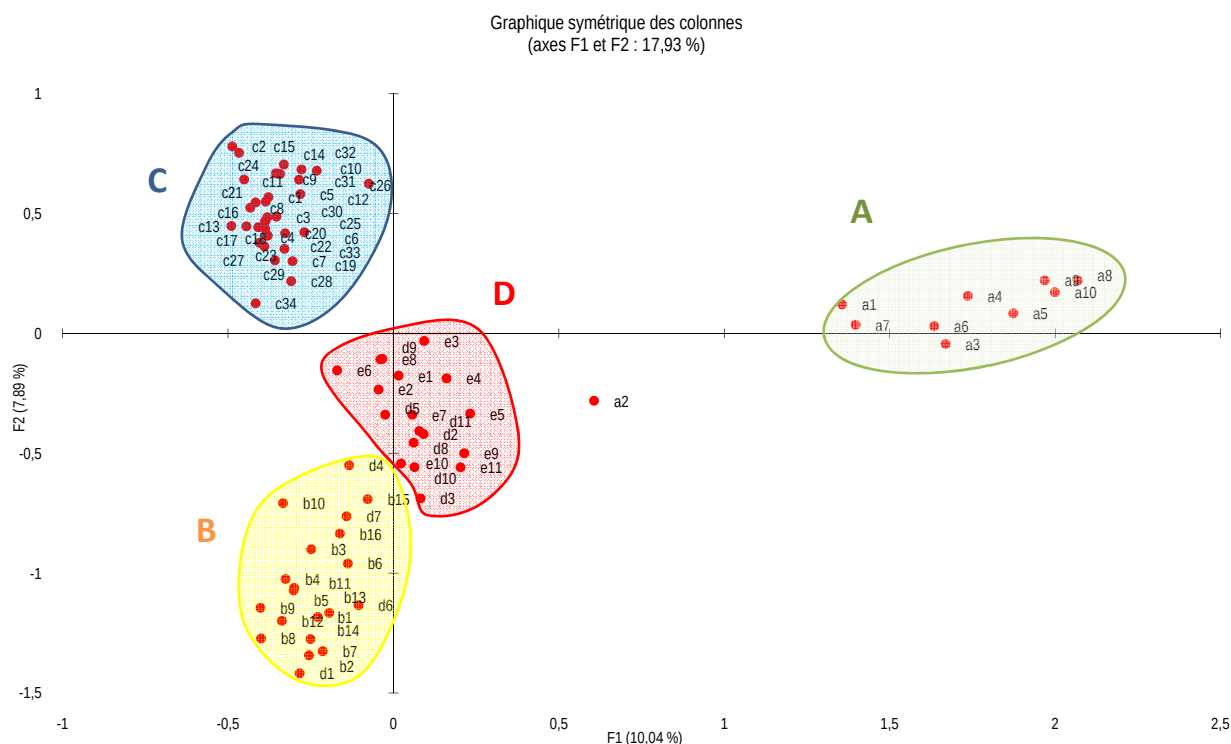


Figure 71. Analyse factorielle des correspondances de la matrice des données des chênaies vertes du Djurdjura. Analyse globale (82 relevés x 221 espèces). Plan factoriel des axes F1 et F2 des points-relevés

La carte factorielle du plan F1 x F3 (15,58 % de variance) se rapportant aux relevés de cette analyse globale est très intéressante à analyser, dans la mesure où celle-ci permet de confirmer la forte individualité de l'ensemble A et surtout de singulariser un petit ensemble E (figure), qui est constitué de 4 relevés (e1, e2, e9 et e11), qui pour l'instant est à rapprocher de l'ensemble D avec lequel il présente une « proximité » évidente, mais qu'il convient d'interpréter de manière adéquate.

La classification ascendante hiérarchique, a été appliquée sur le même fichier de 82 relevés/221 espèces, en utilisant un indice de dissimilarité (distance du khi^2) et comme critère d'agrégation, la méthode de Ward (augmentation de l'inertie). Cette classification porte sur les relevés, en vue de mettre en évidence des ensembles correspondant à des groupements végétaux, à définir sur le plan synsystématique.

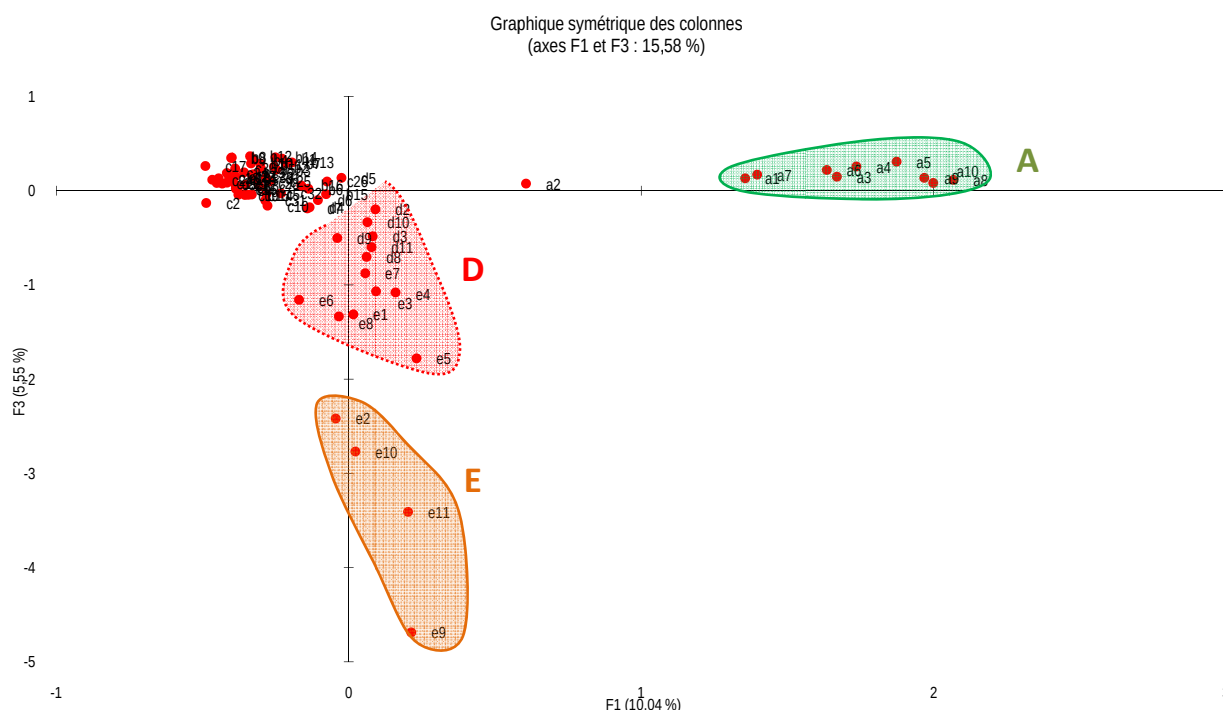


Figure 72. Analyse factorielle des correspondances de la matrice des données des chênaies vertes du Djurdjura. Analyse globale (82 relevés x 221 espèces). Plan factoriel des axes F1 et F3 des points-relevés

Le dendrogramme présente les résultats obtenus pour l'analyse de cette matrice de 82 relevés (figure 73), qui sont satisfaisants, car ils concordent bien avec ceux de l'AFC à quelques détails près relevant de l'interprétation.

On retrouve une classification des 5 ensembles de relevés :

- L'ensemble C, nettement individualisé, réunit 34 relevés (c1 à c34) de la cédraie-chênaie verte de Tikjda.
- L'ensemble E constitué de 4 relevés (e1, e2, e9 et e11), là aussi clairement discriminé.
- L'ensemble A regroupant 9 relevés ; il correspond aux relevés (a1, a3-a10) de la chênaie verte de Tazerout Tamellalt.
- L'ensemble B formé de 16 relevés effectués dans la chênaie verte forestière de Tala Guilef (b1 à b16).
- L'ensemble D en position centrale est formé de 19 relevés (d1 à d11, e3 à e8, e10) provenant de diverses chênaies vertes du Djurdjura.

Il y a une bonne stabilité des relevés dans leurs ensembles respectifs à l'exception de quatre relevés, labiles entre les ensembles B et D.

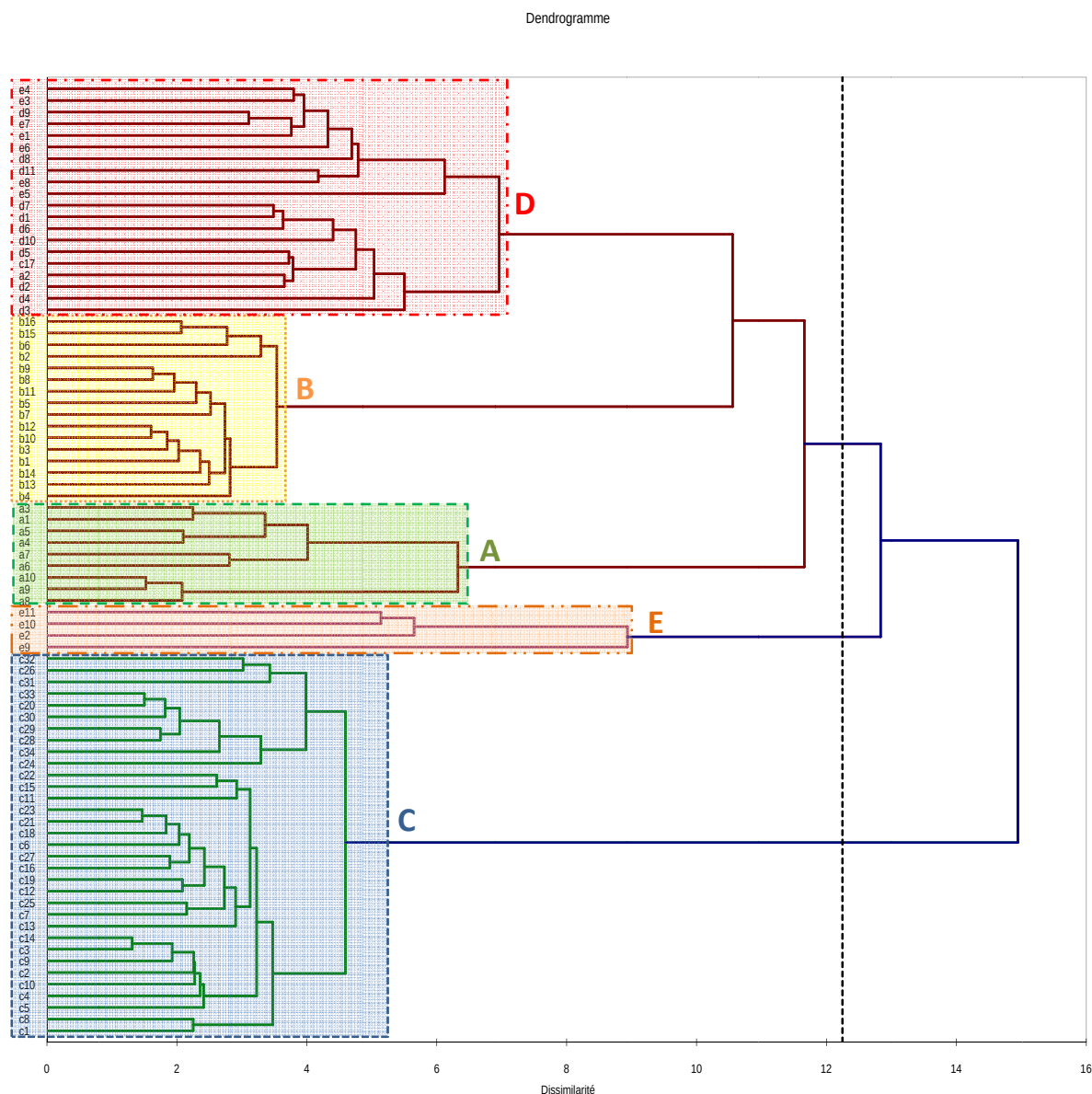


Figure 73. Dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique de la matrice des données floristiques des chênaies vertes du Djurdjura (82 relevés x 221 espèces)
(Coefficient de dissimilarité : distance du khi^2 ; critère d'agrégation : méthode de Ward)

A ce niveau, il est nécessaire de recourir à des analyses partielles de la matrice des données par l'AFC, pour mieux distinguer les ensembles regroupés près de l'origine, après élimination des ensembles les mieux discriminés lors de l'analyse globale.

L'analyse partielle concerne une matrice réduite de 38 relevés x 150 espèces (67 espèces peu fréquentes ne sont pas retenues), c'est-à-dire toutes les données, à l'exception des relevés des ensembles A et C. Dans cette analyse, l'élimination des 44 relevés de ces 2 ensembles entraîne l'étalement sur le plan factoriel principal F₁ et F₂ (22 % de variance) des 3 autres ensembles B, D et E, et surtout la discrimination des 2 derniers ensembles (figure 74), comme on peut le constater plus nettement sur le dendrogramme présentant les résultats obtenus pour l'analyse de cette matrice partielle de 38 relevés (figure 75).

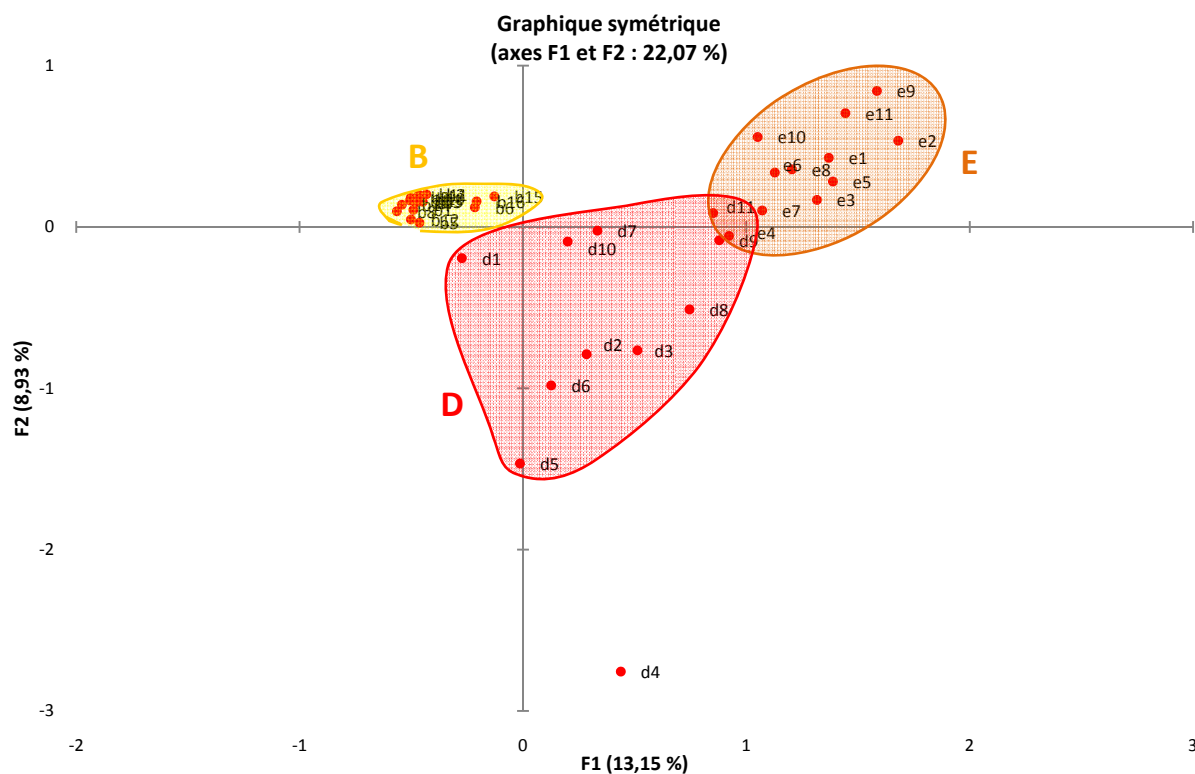


Figure 74. Analyse factorielle des correspondances de la matrice des données des chênaies vertes du Djurdjura. Analyse partielle (38 relevés x 150 espèces). Plan factoriel des axes F1 et F2 des points-relevés

318

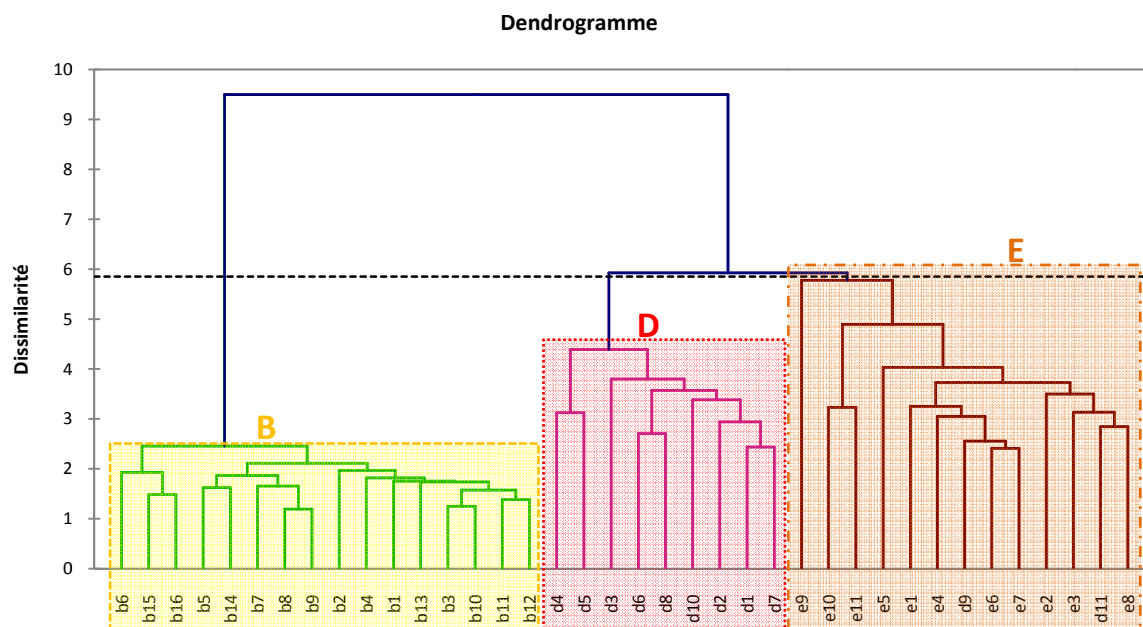


Figure 75. Dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique de la matrice des données floristiques des chênaies vertes du Djurdjura (38 relevés x 150 espèces)
(Coefficient de dissimilarité : distance du khi^2 ; critère d'agrégation : méthode de Ward)

La CAH est d'un apport et d'une complémentarité notables ; l'agencement des relevés au niveau de chaque classe issue de la partition, nous aidera avantageusement dans la phase d'élaboration objective des tableaux phytosociologiques.

2.4. *Conopodio glaberrimi-Cedretum atlanticae* Barbero, Quézel & Rivas-Martinez 1981 nom. corr. [tableau 73, en annexe]

Quercetea ilicis Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950

Quercetalia ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934

Balansaeo glaberrimae-Quercion rotundifoliae Barbero, Quézel & Rivas-Martinez 1981

2.4.1. Physionomie et structure

Cette cédraie-chênaie verte correspond aux peuplements mixtes de cèdre et de chêne vert, présentant un couvert arborescent relativement fermé de 50 à 80 %. En général, le cèdre est dominant, sinon il co-domine avec le chêne vert.

Dans la strate arbustive, d'une hauteur moyenne de 1-2 m, *Juniperus oxycedrus* est pratiquement constant (2/3 des relevés) et trouve visiblement sur le mull forestier son optimum écologique. Diverses autres espèces ligneuses sont également présentes, notamment : *Daphne gnidium*, *Daphne laureola* subsp. *latifolia*, *Crataegus laciniata*, *Rosa sicula*, *Rosa canina*, *Rubus ulmifolius*, *Prunus prostrata*, *Berberis hispanica*, *Ruscus aculeatus*, *Lonicera etrusca*, mais de manière sporadique. En fait, ce sont *Calicotome spinosa* et *Genista tricuspidata*, qui sont omniprésents et marquent physionomiquement le sous-bois.

Les espèces sylvatiques humicoles, des sols eutrophes et assez frais, sont les éléments constitutifs de la strate herbacée : *Conopodium glaberrimum*, *Clinopodium arundanum*, *Galium tunetanum*, *Phlomis bovei*, *Geranium purpureum*, *Cyclamen africanum*, *Galium scabrum*, *Plagius maghrebinus*, *Pulicaria odora*, *Senecio perralderianus*, *Lamium flexuosum*, etc. On note leur intrication avec un autre groupe écologique d'espèces, des nitro-mésophiles (*Galium aparine*, *Stellaria pallida*, *Legousia falcata* ...), des nitro-rudérales (*Asphodelus ramosus*, *Ferula communis*, *Artemisia absinthium*) et des compagnes de large plasticité écologique (*Bellis sylvestris*, *Daucus carota*, etc.).

2.4.2. Synécologie et répartition géographique

Cette communauté forestière thermophile occupe principalement les expositions Sud, Ouest et moins souvent Est, entre 1400 et 1650 m, en bioclimat humide frais à froid, au supraméditerranéen. Elle est localisée dans les stations les moins fraîches de toute la zone de Tikjda, c'est-à-dire celles du Tigounatine sud et de Tighilt Tabount (ou Grand Huit), où la cédraie-chênaie couvre 20 % de la surface du territoire (Ménard & Vallet, 1988).

2.4.3. Synfloristique, syntaxonomie et valeur synsystématique

Sur le plan synfloristique, il n'est plus possible de rapporter ce groupement aux *Quercetea pubescentis* et *Querco-Cedretalia*, dont les caractéristiques et différentielles sont très peu abondantes et parfois manquent. Citons les plus fréquentes, comme : *Senecio perralderianus*, *Lamium flexuosum*, *Silene atlantica*, *Geranium atlanticum*, *Potentilla micrantha*, *Ranunculus*

spicatus, et une Lamiacée forestière, *Clinopodium vulgare* subsp. *arundanum*, très commune dans ce groupement. Il faut constater au contraire la forte représentation des indicatrices des *Quercetea* et *Quercetalia ilicis* et du *Balansaeo glaberrimae-Quercion rotundifoliae*, parmi elles : *Quercus rotundifolia*, *Juniperus oxycedrus*, *Cyclamen africanum*, *Daphne gnidium*, *Pulicaria odora*, *Galium scabrum*, *Geranium purpureum*, *Conopodium glaberrimum*, *Phlomis bovei* et *Bupleurum montanum*. La balance floristique est bien en faveur de ces unités auxquelles, il est approprié de rapporter un tel groupement et sans nul doute à l'association *Conopodio-Cedretum atlanticae*, définie au Maroc par Barbero & al. (1981) et qui correspond à une formation mixte à cèdre et chêne vert, colonisant divers types de substrats du Moyen Atlas central, en bioclimat subhumide et à l'étage supraméditerranéen (Benabid, 1994, 2000). D'ailleurs, selon Barbero & al. (1981), les forêts mixtes de cèdre et de chêne vert se localisent généralement aux expositions Sud, voire Ouest et Est, s'inscrivent dans les *Quercetea ilicis* ; elles sont remplacées aux expositions Nord par les forêts appartenant aux *Quercetea pubescentis*.

Par la suite, le *Conopodio-Cedretum atlanticae* a été reconnu sur plusieurs massifs montagneux en Algérie (Atlas blidéen, Ouarsenis, Belezma) par Dahmani (1997). C'est donc la première fois qu'on mentionne cette association en Kabylie djurdjuréenne.

A noter, enfin, la haute fréquence et l'abondance d'un lot d'espèces thermophiles, qui indiquent le caractère particulièrement ouvert et perturbé de cet aspect de l'association : *Asphodelus ramosus*, *Ampelodesmos mauritanicus*, *Genista tricuspidata* et *Calicotome spinosa*, relevant de l'alliance *Genisto tricuspidatae-Calicotomion spinosae* Dahmani 1997. Ces espèces sont réputées comme indicatrices des stades secondaires pyrophiles, à la suite des incendies fréquents, des coupes de bois importantes et du pâturage permanent et intensif.

2.4.4. Variations de l'association

320

Sur la base des variations floristico-écologiques et dynamiques existantes au niveau de ce syntaxon, deux variantes ont été individualisées :

- 0 Une variante clairement mésophile à *Conopodium glaberrimum*, représentative d'un biotope plus sylvatique, sur sol profond, où des espèces sciaphiles et humicoles, telles que *Conopodium glaberrimum*, *Phlomis bovei*, *Moehringia pentandra*, sont fréquentes et bien représentées, et plusieurs transgressives des *Quercetalia* (*Potentilla micrantha*, *Cynoglossum dioscoridis*, *Silene atlantica*, *Geranium atlanticum*, *Ranunculus spicatus* ...), trouvent encore des conditions mésologiques favorables à leur développement dans cette communauté forestière mixte du versant sud.
- 0 Une variante sèche à *Daphne gnidium*, à caractères floristiques négatifs et où manquent toutes les espèces précédentes, qui représente un aspect plus héliophile et ouvert de cette association. Elle correspond à des milieux relativement thermoxérophiles, marqués par une perturbation prononcée suite au surpâturage et une fréquentation humaine excessive de par sa proximité de Tikjda, comme le stigmatise la forte cooccurrence de *Ampelodesmos mauritanicus*, *Genista tricuspidata* et *Calicotome spinosa*, qui y sont spécialement fréquents et abondants.

2.4.5. Syndynamique naturelle ou anthropique

Favorisé par des conditions écologiques relativement xérothermophiles, *Quercus rotundifolia* est fortement représenté au sein de cette cédraie mixte de Tikjda. Cette station a brûlé en août 2000, sur 340 ha dont 145 ha de cédraie et 200 ha composés par d'autres

essences (chêne vert et pin d'Alep) ; il ne reste du peuplement du versant sud du Tigounatine qu'un matorral bas de chêne vert à Diss (processus de matorralisation). Le passage répété du feu dans ce peuplement a également été suivi par un rejet de souche extrêmement vigoureux de cette essence, lui permettant une réoccupation de l'espace en biovolume rapide, au détriment de *Cedrus atlantica*. Le facteur thermique (forte insolation et albédo élevé des zones déboisées calcaires) rend ce groupement forestier d'adret très vulnérable et la régénération naturelle du cèdre, dans les zones incendiées du versant méridional du Tigounatine depuis 2000, y est très difficile et lente (sauf à Tighilt Tabount). Dans le sous-bois, *Juniperus oxycedrus* se montre par contre très dynamique et en évidente progression.

2.5. *Cytiso villosi-Quercetum rotundifoliae* (Meddour 1994) Dahmani 1997 [tableau 74, en annexe]

Quercetea ilicis Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950

Quercetalia ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934

Balansaeo glaberrimae-Quercion rotundifoliae Barbero, Quézel & Rivas-Martinez 1981

2.5.1. Physionomie et structure

La forêt de chêne vert du versant septentrional du Djurdjura (Tala Guilef, Ait Ouabane) se présente, en général, en une futaie de belle venue, ou de taillis élevés et denses, à couvert arboré relativement important (60 à 80 %) et une hauteur moyenne remarquable de 8 m et parfois 10 m et une circonférence de 2 m (en ubac essentiellement).

La synusie arborescente est dominée par *Quercus rotundifolia*. Mais, *Cedrus atlantica* est assez souvent présent par régénération naturelle à l'état disséminé et montre des hauteurs plus élevées, celui-ci dépasse en général la canopée du chêne vert en raison de sa nature héliophile. De nombreux cèdres se mêlent, en effet, à *Quercus rotundifolia* entre 1200 et 1450 m ; ils peuvent descendre beaucoup plus bas à la faveur des thalwegs (700-800 m). *Prunus avium*, *Ilex aquifolium* et *Acer monspessulanum* (rare) peuvent aussi y apparaître par endroits, sans toutefois jouer un rôle structural important.

La synusie arbustive, essentiellement dominée par *Cytisus villosus*, assure un degré de recouvrement important (80 % en moyenne) et constitue un sous-bois souvent dense et homogène de 2 m de haut, qui indique une fraîcheur de la station et un sol relativement profond. Il s'agit surtout de forêt encore jeune, où *Cytisus villosus* traduit une régénération de la forêt relativement récente (Quézel, 1956), une phase de maturation sylvogénétique encore juvénile. Au niveau des arbustes et arbrisseaux, il est à noter la relative fréquence de *Juniperus oxycedrus*, *Crataegus monogyna*, *Rosa canina*, *Rubus ulmifolius*, *Ruscus aculeatus*, *Calicotome spinosa*, et la présence localisée de *Crataegus laciniata* et *Daphne laureola* subsp. *latifolia*, plus abondants dans la cédraie. *Genista tricuspidata* est presque toujours présent, mais faiblement développé.

La synusie herbacée est généralement bien développée et offre une plus grande biodiversité que dans la cédraie et un recouvrement important de 70 % en moyenne, localement de 30 % seulement, en raison de la compétition interspécifique avec les ligneux du sous-bois (essentiellement le cytise). Ce groupement de chêne vert du versant Nord du Djurdjura apparaît comme l'un des plus mésophiles ; il y règne une ambiance sylvatique, nettement humide et fraîche, soulignée par l'abondance de *Cytisus villosus*, ainsi que de nombreuses

plantes acidiphiles, sciatolérantes et indicatrices du mull forestier, qui y prospèrent. Citons en particulier : *Conopodium glaberrimum*, *Galium scabrum*, *Geranium purpureum*, *Galium tunetanum*, *Moehringia pentandra*, *Pulicaria odora*, *Plagius maghrebinus*, etc. En outre, de nombreuses espèces sylvatiques témoignent du caractère mésophile montagnard du groupement végétal : *Phlomis bovei*, *Lamium flexuosum*, *Clinopodium arundanum*, *Senecio perralderianus*, *Myosotis latifolia*, *Silene mellifera*, *Silene atlantica*, etc. Le Diss est peu développé et ne se maintient qu'à la faveur d'une luminosité suffisante (micro-clairières), en quelques points où apparaît *Genista tricuspidata*.

Enfin, la faible abondance et fréquence d'espèces réputées indicatrices de surpâturage, telles que *Asphodelus ramosus* et *Ferula communis*, semble indiquer une moindre pression anthropozoogène.

2.5.2. Synécologie et répartition géographique

Cette communauté forestière de chênaie verte prospère sur divers substrats : poudingues, grès, schistes à Tala Guilef, et poudingues, grès, schistes noirs et calcaires à Ait Ouabane (Flandrin, 1952). Dans ces deux localités, les sols forestiers sont dans l'ensemble siliceux (ou décalcifiés), humifères, de type brun lessivé, mais ils présentent, disséminés dans la masse, des concrétions calcaires qui provoquent un enrichissement de la flore (plus spécialement à Ait Ouabane).

Du point de vue altitudinal, dans la région étudiée, c'est surtout entre 1100 (1200) et 1400 m que la chênaie verte organise encore quelques peuplements forestiers denses, en bioclimat humide, à variante fraîche essentiellement, au mésoméditerranéen supérieur.

Enfin, au Djurdjura, la chênaie verte est au contact direct avec la cédraie, elle constitue même une véritable formation mixte sur le revers méridional (cf. supra), contrairement aux Babors, par exemple, où s'intercale entre ces deux formations, la chênaie caducifoliée à *Quercus canariensis* s'insérant dans le *Paeonio atlanticae-Cedrion atlanticae* et individualisant un étage supraméditerranéen (Quézel, 1956 ; Aimé & al., 1986 ; Gharzouli, 1989, 2007).

322

2.5.3. Synfloristique, syntaxonomie et synsystématique

L'analyse synthétique de l'ensemble de nos relevés de la chênaie verte, réalisés en ambiance forestière à Tala Guilef et Ait Ouabane, nous permet de la rattacher, comme souligné plus haut, aux *Quercetea* et *Quercetalia ilicis*, dont les caractéristiques et indicatrices suivantes y ont été observées : *Cytisus villosus*, *Geranium purpureum*, *Galium scabrum*, *Juniperus oxycedrus*, *Ruscus aculeatus*, *Arisarum vulgare*, *Asplenium onopteris*, *Moehringia pentandra*, *Lonicera etrusca*, *Clematis flammula*, *Aristolochia fontanesii*, *Rubia peregrina*, etc. Quant à l'alliance du *Balansaeo glaberrimae-Quercion rotundifoliae*, elle est représentée ici par *Conopodium glaberrimum* et *Phlomis bovei*, qui occupent une place importante dans cette chênaie à tendance froide, en contact avec le cèdre. Ces deux caractéristiques étant largement constantes et abondantes dans la chênaie verte étudiée essentiellement sur le versant Nord du Djurdjura, nous n'avons aucune difficulté à l'intégrer à ce syntaxon.

En outre, ses exigences synécologiques, nous permettent d'envisager son rattachement au *Balansaeo-Quercetum rotundifoliae* et surtout au *phlomidetosum* du Moyen Atlas, auquel elle s'apparente le plus étroitement, et dont les principales différentielles (*Phlomis bovei*, *Cedrus atlantica*, *Lapsana communis*, *Geranium malviflorum*, *Rumex tuberosus*) sont des transgressives de la cédraie voisine. Mais, plusieurs espèces caractéristiques et différentielles de l'association et de l'alliance, au même titre, manquent complètement dans notre

groupement : *Bupleurum montanum*, *Anarrhinum pedatum*, *Festuca triflora* et *Rubia laevis*. Ces endémiques maghrébines sont pourtant toutes présentes dans les forêts humides des massifs montagneux du Tell (Quézel & Santa, 1962-63).

Dans cette chênaie verte, on note plutôt une abondance élevée et une grande importance physiologique de *Cytisus villosus*, qui est jusque là surtout associé à la subéraie. Il apparaît comme étant l'espèce la mieux liée à ce type de chênaie verte acidiphile, et est ainsi retenu pour définir cette association, d'autant qu'il fait entièrement défaut sur le revers méridional du Djurdjura, dans la chênaie verte et la cédraie-chênaie de Tikjda. La valeur indicatrice de *Cytisus villosus* est également suggérée par Wojterski (1988) pour caractériser la chênaie verte mésophile du djebel Mouzaïa sur l'Atlas blidéen, où cette association *Cytisus villosus*-*Quercetum rotundifoliae* a été initialement décrite par Meddour (1994a).

Nous proposons pour la caractériser une combinaison spécifique originale comprenant : *Quercus rotundifolia*, *Cytisus villosus*, *Conopodium glaberrimum*, *Phlomis bovei*, *Galium scabrum*, *Moehringia pentandra* et *Silene mellifera*.

Enfin, il est à noter l'appauvrissement (grande rareté sinon absence) qu'accusent au niveau de cette association certaines caractéristiques des *Quercetea ilicis*, en particulier les arbustes sclérophylles sempervirents, thermohéliophiles, des *Pistacio-Rhamnetalia* (*Phillyrea media*, *Phillyrea latifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Pistacia terebinthus*, *Rhamnus alaternus*, *Arbutus unedo*, *Olea sylvestris*, *Viburnum tinus* ...) et a contrario l'apparition significative d'un nombre important de transgressives des *Quercetea pubescentis* et *Querco-Cedretalia atlanticae* (*Rosa canina*, *Rubus ulmifolius*, *Crataegus monogyna*, *Prunus avium*, *Lonicera kabylica*, *Ilex aquifolium*, *Clinopodium arundanum*, *Potentilla micrantha*, *Vicia ochroleuca* subsp. *atlantica*, *Silene atlantica*, *Silene mellifera*, *Ranunculus spicatus*, *Rumex tuberosus*, *Acer monspessulanum*, etc.). Ces particularités synfloristiques sont réalisées pareillement dans la chênaie verte mésophile de Tala Guilef, et dans celle d'Ait Ouabane.

2.5.4. Variations de l'association

En fonction des variations synfloristico-écologiques existantes au niveau de ce syntaxon, deux sous-associations nettement individualisées sont reconnues :

2.5.4.1. La sous-association silicicole à *Alliaria petiolata* (*alliarietosum petiolatae* subass. nova)

Cet aspect de l'association se présente principalement à Tala Guilef, sur certains substrats siliceux (poudingues, grès). De ce fait, dans la sous-association *alliarietosum petiolatae*, on trouve une végétation nettement silicicole : *Cytisus villosus* ne fait jamais défaut et il est accompagné par des différentielles acidiphiles, habituellement inféodées à la subéraie alticole, comme *Pulicaria odora* et *Plagius maghrebinus*, qui sont quasi absentes au niveau de la seconde sous-association. Ceci est également le cas de *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, qui est ici intimement lié à cette unité. On peut citer, dans une moindre mesure la fougère-aigle (*Pteridium aquilinum*), qui apparaît aussi de manière sporadique sur les schistes noirs, à Ait Ouabane.

Toutefois, l'*alliarietosum petiolatae* est surtout individualisé par une forte représentation des transgressives des *Quercetea pubescentis* et *Querco-Cedretalia* (*Alliaria petiolata*, *Galium tunetanum*, *Cedrus atlantica*, *Senecio perralderianus*, *Lamium flexuosum*, *Myosotis latifolia*, *Geranium atlanticum*, *Senecio squalidus* subsp. *aurasiacus*, *Cephalaria mauritanica*, *Lapsana communis* subsp. *macrocarpa*, *Lamium garganicum*, *Nepeta multibracteata*).

2.5.4.2. La sous-association neutrocalcicole à *Dioscorea communis* (*dioscoreetosum communis* subass. nova)

Cette communauté, localisée à Ait Ouabane et rarement à Tala Guilef, se rapporte à la sous-association *dioscoreetosum communis*, individualisée également par un lot d'espèces, en majeure partie transgressives des *Quercetea pubescentis* : *Asperula laevigata*, *Dioscorea communis*, *Crataegus laciniata*, *Daphne laureola* subsp. *latifolia*, *Viola reichenbachiana*, *Viola odorata*, *Luzula forsteri*, *Knautia mauritanica*, *Cardamine hirsuta* (s.l.) et *Silene imbricata*, endémique algéro-marocaine. Ces différentielles, qui font défaut dans le *Cytiso villosi-Quercetum rotundifoliae alliarietosum*, témoignent de l'ambiance humide et fraîche qui règne dans cet aspect de l'association, sensiblement plus thermophile (localisé surtout entre 1100-1300 versus 1200-1400 m pour la précédente). D'ailleurs, la présence simultanée d'un groupe de lianes héliophiles voire héliophiles, telles que *Dioscorea communis*, *Lonicera etrusca*, *Clematis flammula*, *Aristolochia fontanesii* et *Rubia peregrina*, quasi exclusives de cette sous-association, tend à le prouver. La persistance significative de *Viburnum tinus*, à cette altitude, corrobore cette observation.

2.5.5. Syndynamique naturelle ou anthropique

A Tala Guilef et Ait Ouabane, l'intensité de l'action anthropique est attestée par la présence de *Genista tricuspidata*, *Calicotome spinosa* et *Ampelodesmos mauritanica*, et par l'abondance particulière des espèces liées au surpâturage (*Asphodelus ramosus*, *Ferula communis*), et surtout des thérophytes plus ou moins nitrophiles (thérophytisation), et la réduction des espèces caractéristiques.

Par exemple, dans le relevé 11 représentant des taillis de chêne vert, la dégradation par le surpâturage notamment, aboutit à une forme appauvrie en caractéristiques des *Quercetea ilicis* et des *Quercetea pubescentis*. Il est manifestement marqué par la diminution significative des espèces caractéristiques mésophiles des *Quercetea ilicis* (*Cytisus villosus*, *Ruscus aculeatus*, *Lonicera etrusca*, *Rubia peregrina*, *Asplenium onopteris*, notamment) et l'absence de pratiquement toutes les indicatrices des *Quercetea pubescentis*, présentes dans la sous-association. En outre, l'abondance au niveau de la strate herbacée des caractéristiques et différentielles des *Stellarietea mediae* (*Stellaria pallida*, *Sherardia arvensis*, *Anagallis arvensis*, *Cerastium glomeratum*, *Bromus madritensis*, *Coleostephus myconis*, *Veronica agrestis*, *Veronica arvensis*, *Lamium amplexicaule*, etc.) et des *Cardamino hirsutae-Geranietea purpurei* (*Cardamine hirsuta*, *Galium aparine*, *Fumaria capreolata*, *Myosotis ramosissima*, *Torilis nodosa*, etc.), et autres thérophytes plus ou moins nitrophiles, témoigne de l'intensité de l'action anthropique à son niveau.

2.6. *Calicotome spinosae-Quercetum rotundifoliae* Dahmani 1997 [tableau 75, en annexe)

Quercetea ilicis Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950

Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni Rivas-Martinez 1975

Genisto tricuspidatae-Calicotomion spinosae Dahmani 1997

2.6.1. Physionomie et structure

Cette formation se présente en maquis (taillis) haut à chêne vert, où *Quercus rotundifolia* atteint en moyenne 2-3 m de haut et assure un recouvrement assez dense, de l'ordre de 40 à

60 %. Dans la strate frutescente, dominant *Calicotome spinosa*, *Genista tricuspida*, *Cistus salviifolius*, *Cistus monspeliensis* et *Lavandula stoechas*, dont l'extension est favorisée par le passage répété des incendies. La strate herbacée est marquée physionomiquement par l'omniprésence d'*Ampelodesmos mauritanica*.

2.6.2. Synécologie et répartition géographique

Cette association considérée comme préforestière, provient directement de l'évolution régressive des chênaies vertes forestières, liées aux substrats siliceux sur le versant méridional du Djurdjura (Tikjda, Tighilt Tabount, Taouialt, Tala Rana). A Tikjda, notamment, le chêne vert se présente en futaie sur 3 % seulement du territoire, alors qu'il en occupe 10 % au stade de maquis (Ménard & Vallet, 1988). Elle se développe en général aux expositions les plus chaudes (SE, SW), entre 1000 et 1200 m d'altitude, au mésoméditerranéen supérieur, subhumide à humide, tempéré et frais.

2.6.3. Synfloristique, syntaxonomie et synsystème

Les caractéristiques et différentielles des *Quercetea ilicis*, bien que nombreuses, ne sont que faiblement présentes au sein de cette association : *Arisarum vulgare*, *Asparagus acutifolius*, *Asplenium onopteris*, *Clematis flammula*, *Daphne gnidium*, *Juniperus oxycedrus*, *Pistacia lentiscus*, *Pulicaria odora*, *Eryngium tricuspidatum*, *Geranium purpureum*, etc. En outre, si les reliques forestières du *Balansaeo-Quercion* (*Phlomis bovei*, *Conopodium glaberrimum*), sont encore présentes et témoignent de la potentialité naturelle de ce groupement préforestier, par contre *Cytisus villosus* est totalement absent sur le revers sud du Djurdjura. Cette faible fréquence des espèces significatives est à lier à une forte intensité de perturbation anthropozoogène, aggravée par des périodes de sécheresse récurrentes.

L'association *Calicotomo spinosae-Quercetum rotundifoliae* appartient au *Genisto tricuspidatae-Calicotomion spinosae* Dahmani 1997, en raison du rôle physionomique et structural important joué par les caractéristiques de cette alliance : *Calicotome spinosa*, *Ampelodesmos mauritanica* et *Genista tricuspidata*. Elle est caractérisée par ces indicatrices de l'alliance, au titre de transgressives, et par *Quercus rotundifolia* et *Eryngium tricuspidatum*, qui traduit l'ouverture et la xéricité du milieu. Rappelons que ce syntaxon a été décrit et identifié dans plusieurs localités de l'Atlas tellien par Dahmani (1997). Il a été confirmé par Gharzouli (2007) et Yahi (2007), notamment sur le djebel Babor.

2.6.4. Variations de l'association

Cette association présente une légère variation synfloristique, qui semble liée à une dynamique interne, permettant de distinguer deux variantes :

- la variante à *Cistus monspeliensis*, correspondant à une plus grande ouverture du milieu (recouvrement clair, compris entre 30 et 50 %) et à un substrat manifestement plus acide, marquée par la présence d'un lot d'espèces calcifuges, transgressives des *Cisto-Lavanduletea stoechadis* : *Cistus salviifolius*, *Cistus monspeliensis*, *Lavandula stoechas*, *Cytinus hypocistis* et *Hypericum australe*.
- la variante à *Clinopodium arundanum*, plus mésophile, où le milieu est plus fermé (recouvrement assez dense, compris entre 50 et 70 %), qui se particularise par la fréquence des différentielles suivantes : *Clinopodium arundanum*, *Origanum vulgare* subsp. *glandulosum* et *Aristolochia fontanesii*, et par l'absence ou la rareté des espèces des *Cisto-Lavanduletea*.

2.6.5. Syndynamique naturelle ou anthropique

La chênaie verte du district de la Kabylie djurdjuréenne, à l'instar de tout le bassin méditerranéen, a beaucoup souffert de l'action anthropozoïque. C'est ainsi que cette formation sclérophylle se trouve dans diverses étapes sériales de dégradation et se présente alors le plus souvent en peuplements très ouverts et dégradés, où les taillis assez denses, clairs ou clairsemés dominant.

On sait, depuis longtemps, à la suite de Maire (1926), que les stades de dégradation de la chênaie verte sont représentés, en général, par :

- i) des taillis de plus en plus bas et clairs, envahis par *Genista tricuspidata*, dans les milieux mésoxérophiles,
- ii) puis par une fruticée très claire à *Genista tricuspidata* et *Calicotome spinosa*, marquées le plus souvent, par la présence de nanophanérophytes, comme *Juniperus oxycedrus*,
- iii) et enfin, par l'ampélodesmaie ou parfois la ptéridaie à *Pteridium aquilinum*, dans les biotopes les plus frais du versant nord.

Au niveau de cette association, l'intensité du surpâturage excessif est révélée par la fréquence des géophytes nitro-rudérales : *Asphodelus ramosus*, *Ferula communis*, et de nombreuses thérophytes plus ou moins nitratophiles. Dans la région de Tikjda, le surpâturage constitue un des facteurs de dégradation le plus important ; le bétail y séjourne durant toute l'année en errance libre. Nos observations sur le terrain montrent que le pacage est omniprésent dans près de 80 % de nos relevés (individus d'association).

Nous aborderons l'analyse phytosociologique de certaines étapes sériales régressives de la chênaie verte dans les lignes qui suivent.

326

2.7. *Ptilostemona riphaei-Quercetum rotundifoliae* ass. nova [tableau 76, en annexe]

Quercetea ilicis Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950

Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni Rivas-Martinez 1975

Genista tricuspidatae-Calicotomion spinosae Dahmani 1997

2.7.1. Physionomie et structure

Cette chênaie verte, très variable sur le plan physionomico-structural, se présente sous forme d'un maquis élevé, de 3 m de haut en moyenne, ou de jeune futaie atteignant localement 6-8 m, tantôt clairière, tantôt dense. Au niveau de la strate arborée, dont le recouvrement varie de 20 à 70 %, le chêne vert se mélange localement avec le cèdre, installé par régénération naturelle au milieu des cépées, qui lui assurent par leur effet "nursérie" des conditions mésologiques favorables à son ontogenèse.

Dans la strate arbustive, *Genista tricuspidata* est dominant, alors que *Calicotome spinosa* et plus encore *Cytisus villosus* et *Daphne gnidium*, sont présents à l'état disséminé. Quelques nanophanérophytes (*Origanum floribundum*, *Teucrium polium*, *Thymus hirtus*) sont fréquents. La strate herbacée, très diversifiée, présente de nombreuses plantes particulièrement abondantes, qui s'installent à la faveur des trouées du peuplement, comme *Gallium mollugo*, *Elaeoselinum meoides*, *Campanula rapunculus*, *Pteridium aquilinum*, *Sinapis pubescens*, *Biscutella didyma*, *Asphodelus ramosus* ... et plusieurs Poacées (*Festuca atlantica*, *Poa bulbosa*, *Dactylis glomerata*) supportant le surpiétinement et indiquant les sols tassés.

2.7.2. Synécologie et répartition géographique

Ce groupement se développe sur le versant sud de Tazerout Tamellalt (aux expositions S et SW), à Tala Guilef, entre 1450 et 1650 m. Il s'installe sur un substrat siliceux (grès, poudingues), au supraméditerranéen, humide frais.

2.7.3. Synfloristique, syntaxonomie et synsystématique

La complexité de la composition floristique de ce groupement, induite par une forte perturbation, rend malaisée son interprétation phytosociologique. Cependant, la présence même réduite des espèces forestières et préforestières, comme *Pulicaria odora*, *Cytisus villosus*, *Phlomis bovei*, *Conopodium glaberrimum*, *Galium scabrum*, *Pteridium aquilinum*, *Eryngium tricuspidatum*, montre bien son intégration aux *Quercetea ilicis*. Mais, seuls quelques rares représentants (*Rubia peregrina*, *Daphne gnidium*, *Calicotome spinosa*) permettent encore le rattachement de cette association préforestière aux *Pistacio-Rhamnetalia alaterni* et, faute de mieux, au *Genisto tricuspidatae-Calicotomion spinosae*, compte tenu de la fréquence et abondance élevées de *Genista tricuspidata*, malgré l'absence significative d'*Ampelodesmos mauritanica*, qui est éliminé ici par le stress thermique (froid). De par sa localisation altitudinale au supraméditerranéen, les indicatrices transgressives des *Quercetea pubescentis* et syntaxons subordonnés sont présentes en nombre : *Asperula laevigata*, *Campanula rapunculus*, *Teucrium chamaedrys* subsp. *algeriense*, *Rumex tuberosus*, *Vincetoxicum hirundinaria*, *Luzula forsteri*, *Luzula nodulosa* subsp. *mauretanica*, *Nepeta algeriensis*, *Daphne laureola* subsp. *latifolia*, *Vicia ochroleuca* subsp. *atlantica*, *Viola munbyana* var. *kabylica*, *Bunium alpinum* subsp. *atlanticum* et *Cedrus atlantica*. Cette communauté végétale est de plus fortement infiltrée par les orophytes des pelouses écorchées (*Erinaceetalia*, *Rosmarinetea*), parmi lesquelles *Erysimum grandiflorum*, *Poa bulbosa*, *Festuca atlantica*, *Catananche coerulea*, *Convolvulus cantabrica*, *Arenaria grandiflora*, *Scabiosa columbaria*, *Teucrium polium*, *Anthemis pedunculata*, *Lotus corniculatus*, sont fréquentes.

327

Enfin, le cortège floristique complexe de cette structure de végétation reflète une influence anthropozoogène intensive, qui se manifeste par l'envahissement massif du groupement par les espèces des pelouses sèches à thérophytes avoisinantes (*Tuberarietalia guttatae*) et des caractéristiques nitrato-philiques des *Stellarietalia mediae*. En outre, le tapis herbacé est marqué physionomiquement par les Astéracées épineuses, non appétantes, telles que *Carlina corymbosa*, *Eryngium tricuspidatum*, *Echinops spinosus*, *Carduus macrocephalus*, *Carthamus caeruleus*, *Scolymus grandiflorus*, *Ptilostemon riphaeus*, phénomène bien connu, traduisant clairement l'intensité et la pression du pâturage, et le rôle prépondérant de ce facteur de perturbation dans l'évolution régressive de la chênaie verte. La banalisation de la flore est telle qu'elle aboutit à la disparition quasi totale des espèces forestières et préforestières significatives des *Quercetea ilicis* sensu lato.

Dans ces conditions, il semble difficile de parler d'association pour un tel groupement, qualifié d'atypique ou transitoire, si ce n'est en faisant appel au concept de « groupement basal » (Gillet & al., 1991) (cf. chapitre 4, § 3.3.1.). A ce titre seulement, on peut proposer une nouvelle association, que nous nommons *Ptilostemono riphaei-Quercetum rotundifoliae*, admettant la combinaison spécifique suivante : *Quercus rotundifolia*, *Ptilostemon riphaeus*, *Origanum floribundum*, *Elaeoselinum meoides* et *Geranium tuberosum*.

Il est intéressant de signaler qu'une « association à *Quercus ilex* et *Cirsium casabonae* » a été décrite du Moyen Atlas marocain par Braun-Blanquet (1936). Cette association de chênaie verte clairement forestière relevant du *Balansaeo-Quercion*, comme l'atteste la présence de

plusieurs taxons indicateurs sur la liste floristique de cet auteur (*Festuca triflora*, *Silene mellifera*, *Conopodium glaberrimum*, *Phlomis bovei*), correspond sans doute au *Balansaeo-Quercetum rotundifoliae* (cf. Barbero & al., 1981 ; Tab. 6, p. 328).

2.7.4. Syndynamique naturelle ou anthropique

Au Djurdjura, dans les taillis hauts et assez clairs, on constate ainsi la présence de *Calicotome spinosa* et surtout de *Genista tricuspidata* beaucoup plus abondant et l'absence du Diss. Ces génistaies traduisent des conditions mésologiques plus ouvertes et relativement xériques. L'évolution régressive plus accentuée (coupes, incendies, surpâturage), par un processus de matorralisation, de la futaie de chêne vert aboutit à des fruticées basses à *Genista tricuspidata* et *Asphodelus ramosus*. Ce type de groupement est très répandu, par exemple, dans la réserve clôturée de Tala Guilef sur le versant sud du Tazerout Tamellalt, au supraméditerranéen entre 1400 et 1650 m d'altitude.

Nous avons eu l'occasion d'étudier une fruticée à *Calicotome spinosa* et *Genista tricuspidata* (*Calicotomo spinosae-Genistetum tricuspidatae* ass. nova), à Maâla (forêt de Beni Kouffi, en dessous de Tala Guilef), plus bas en altitude, soit au mésoméditerranéen.

Le relevé suivant y a été réalisé vers 1100 m d'altitude, en exposition nord, avec une pente de 20 %, sur substrat siliceux. Le cortège floristique de cet individu d'association compte 27 espèces sur 100 m² (tableau 77) :

Tableau 77. *Genisto tricuspidatae-Calicotometum spinosae* ass. nova

<u>Strate frutescente</u>		<i>Plantago coronopus</i>	I	328
<i>Calicotome spinosa</i>	3	<i>Briza maxima</i>	I	
<i>Genista tricuspidata</i>	3	<i>Lagurus ovatus</i>	I	
<i>Quercus rotundifolia</i>	I	<i>Avena sterilis</i>	I	
<i>Thymus numidicus</i>	I	<i>Campanula rapunculus</i>	+	
<i>Lavandula stoechas</i>	+	<i>Silene coelirosa</i> var. <i>aspera</i>	+	
<u>Strate herbacée</u>		<i>Anagallis arvensis</i>	+	
<i>Pulicaria odora</i>	I	<i>Asphodelus ramosus</i>	+	
<i>Galium tunetanum</i>	+	<i>Blackstonia perfoliata</i>	+	
<i>Phlomis bovei</i>	+	<i>Sanguisorba minor</i> subsp. <i>verrucosa</i>	+	
<i>Pteridium aquilinum</i>	+	<i>Biscutella didyma</i>	+	
<i>Eryngium tricuspidatum</i>	I	<i>Hypochoeris radicata</i>	I	
<i>Andryala integrifolia</i>	+	<i>Anthyllis vulneraria</i>	I	
<i>Centaureum erythraea</i>	I	<i>Centaurea calcitrapa</i>	+	
<i>Hypericum australe</i>	+			

C'est une formation se présentant en maquis dense, presque impénétrable, avec un recouvrement de 90 % et une hauteur moyenne de 2 m. La strate arbustive est composée de *Calicotome*, de *Genêt* et de *Quercus rotundifolia* ; quelques nanophanérophytes sont faiblement présents : *Thymus numidicus* et *Lavandula stoechas*. La strate herbacée assure un recouvrement de 20 %, ce qui est remarquable dans un maquis dense, et se compose d'un ensemble d'espèces héliothermophiles acidiphiles, comme *Centaureum erythraea*, *Hypericum australe*, *Andryala integrifolia*, *Plantago coronopus*, et diverses Poacées : *Briza maxima*, *Lagurus ovatus* et *Avena sterilis*.

Certaines espèces sylvatiques significatives y persistent ou préludent, plus rarement, à la reconstitution d'une ambiance sylvatique : *Phlomis bovei*, *Galium tunetanum* et *Pulicaria odora*. Le chêne vert, disséminé dans cette fruticée à l'état d'arbuste, montre à l'évidence qu'au plan dynamique, ce groupement secondaire provient de l'évolution régressive (matorralisation) de la chênaie silicicole mésoméditerranéenne initiale.

On remarque l'absence à cette altitude, éliminées par le froid humide, des plantes ligneuses sempervirentes caractéristiques du thermoméditerranéen, à l'exemple de *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea* subsp. *sylvestris*, *Myrtus communis*, *Rhamnus alaternus*, *Phillyrea* spp., *Smilax aspera*, notamment, et pour les herbacées, celle de l'*Ampelodesmos mauritanica*.

Cette association acidiphile appartient aux *Cisto-Lavanduletea stoechadis* Br.-Bl. (1940) 1952, *Lavanduletalia stoechadis* Br.-Bl. 1940 em. Rivas-Martinez 1968, *Cistion ladaniferi* Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950 (caractéristiques : *Lavandula stoechas*, *Hypericum australe*, selon Rivas-Martinez & al., 2002) et provient de l'évolution régressive des chênaies préforestières, sur substrat siliceux, du *Genisto tricuspidatae-Calicotomion spinosae* Dahmani 1997.

III. LES FORMATIONS FORESTIERES DE CHENE ZEEN (*Quercus canariensis*) ET DE CHENE AFARES (*Quercus afares*) DE L'AKFADOU ET DE BENI GHOBRI

3.1. Introduction

Les chênaies caducifoliées à *Quercus canariensis* et *Quercus afares* des massifs de l'Akfadou et de Beni Ghobri, qui représentent 18 % de la surface totale de ce type d'écosystème forestier en Algérie (Messaoudène & al., 2007), ont fait l'objet d'études phytosociologiques par plusieurs auteurs (Wojterski, 1988 ; Salamani, 1990 ; Meddour, 1993 ; Laribi, 1999 ; Laribi & al., 2010). Une synthèse synsystématique sur les zénaies du littoral algéro-tunisien, a été réalisée par Aimé & al. (1986), mais celle-ci est basée seulement, quant à l'Akfadou, sur les relevés effectués autrefois par Quézel (1956).

L'association à *Quercus canariensis* et *Rubus incanescens* a été individualisée par Quézel (1956), dans les zénaies exclusivement pures, s'étendant entre 800 et 1400 m d'altitude dans l'Akfadou. Aimé & al. (1986) rattachent le *Rubo incanescens-Quercetum canariensis* Quézel 1956 em. Aimé & al. 1986 de l'Akfadou, au *Paeonio-Cedrion atlanticae*, *Querco-Cedretalia atlanticae* et *Quercetea pubescentis*.

Il apparaît que si la sous-association mésohygrophile à *Ilex aquifolium* (*ilicetosum aquifolii* Quézel 1956 em. Aimé & al. 1986) est parfaitement caractérisée par un lot de différentielles qui lui sont exclusives dans la région (*Ilex aquifolium*, *Taxus baccata*, *Veronica montana*, *Elymus marginatus* var. *kabylicus*, *Heracleum sphondylium* subsp. *atlanticum*, *Athyrium filix-femina* et *Blechnum spicant*), celle-ci reste en marginalité écologique, puisque limitée surtout aux ravins humides du versant nord. Cette sous-association est quasiment azonale et en contact direct avec l'aulnaie acidiphile (Meddour & Laribi, 1999).

Aimé & al. (1986) notent d'ailleurs que c'est la sous-association à *Cytisus villosus* (*cytisetosum villosi* Quézel 1956 em. Aimé & al. 1986), qui représente l'aspect le plus fréquent du groupement et se différencie par des espèces transgressives des *Quercetea ilicis*, comme *Cytisus villosus*, *Pulicaria odora*, *Geranium purpureum*, *Asplenium onopteris*, *Phlomis bovei*, *Rubia peregrina*, *Carex distachya*, *Galium scabrum*, etc.

Puis, Wojterski (1988), dans une brève note sur les forêts caducifoliées (zénaies, où le chêne afarès est à peine présent) de la région de Yakouren-Akfadou, admet leur appartenance au même syntaxon (*Rubo-Quercetum canariensis cytisetosum villosi*), tout en

distinguant deux variantes à valeur locale : la variante à *Festuca lasto* dans l'Akfadou et celle à *Melica minuta* subsp. *major* à Beni Ghobri.

Salamani (1990) décrit curieusement la zénaie pure de l'Akfadou comme étant l'association *Lysimachio cousiniana*-*Quercetum canariensis* Quézel 1956, synendémique des districts de la Kabylie baboréenne et Annabi, qui en fait ne dépasserait pas vers l'ouest le méridien du Cap Sigli (forêt de Bou Hattem) (Quézel, 1956 ; Zeraia, 1981 ; Khelifi, 1987).

Suite à une analyse phytosociologique d'une partie des chênaies caducifoliées de l'Akfadou, Meddour (1993) s'est trouvé confronté à l'épineux problème de l'appartenance, des peuplements situés en adret, à la classe des *Quercetea ilicis* ou à celle des *Quercetea pubescentis*, en raison de la péjoration climatique et d'une anthropisation drastique.

Mais, c'est surtout grâce aux travaux de Laribi (1999) et Laribi & al. (2010), que de réels progrès ont été réalisés dans la connaissance syntaxonomique des chênaies caducifoliées de Beni Ghobri et de l'Akfadou. Cet auteur a, en effet, étudié de façon minutieuse l'ensemble des massifs forestiers de cette région, en particulier ceux qui s'étendent au-delà de 1400 m d'altitude. Ce qui lui a permis d'identifier une 3 sous-association du *Rubo-Quercetum canariensis*, la plus mésophile et proclimacique de la zénaie, l'*aceretosum obtusati* Laribi 1999 présentant de nombreuses différentielles significatives, telles que : *Acer obtusatum*, *Sorbus torminalis*, *Hedera algeriensis*, *Hyacinthoides cedretorum*, *Primula acaulis* subsp. *atlantica*, *Campanula trachelium* subsp. *mauritanicum*, *Polystichum aculeatum*, *Melica uniflora*, *Euonymus latifolius* var. *kabylicus* et *Festuca lasto*. Une telle combinaison floristique singulière ne se retrouve en Kabylie djurdjuréenne qu'au niveau de la cédraie¹⁶ mixte à caducifoliés d'Ait Ouabane décrite dans ce travail (cf. supra), soulignant ainsi leurs étroites affinités.

Laribi (1999) distingue une autre association de zénaie, moins alticole (800 à 1300 m), le *Chrysanthemo fontanesii-Quercetum canariensis*, qu'il intègre au *Quercion suberis* Loisel 1971, avec comme caractéristiques *Plagius maghrebinus* et *Teucrium kabylicum*. D'autre part, les peuplements purs de chêne afarès (afarésaies), qui n'avaient jusque là reçu aucune interprétation synsystématique, cet auteur les rapporte à une association particulière, le *Cynosuro peltieri-Quercetum canariensis*, s'inscrivant également dans le *Quercion suberis* et caractérisée par *Quercus afares*, *Cynosurus peltieri*, *Galium tunetanum*, *Lens lenticula*, *Centaurea amara* et *Phlomis bovei*.

Enfin, la majorité des auteurs cités se sont focalisés sur les chênaies pures, soit à chêne zéen, soit à chêne afarès, sachant a priori que les associations végétales sont différentes (cf. Lapie, 1909a ; Maire, 1926, Quézel, 1956). Aussi, dans le présent travail, nous proposons d'analyser, plus exactement, la synfloristique et la signification phytosociologique d'un type de peuplement très répandu dans le massif de l'Akfadou et de Beni Ghobri, la chênaie mixte où co-dominent *Quercus canariensis* et *Q. afares*. En outre, les analogies floristiques existant entre les subéraies mésophiles et les chênaies caducifoliées mixtes, nous ont incités à les étudier en particulier.

3.2. Quelques considérations préliminaires sur la synfloristique des chênaies caducifoliées

i) L'examen du tableau brut des données floristiques (56 relevés x 198 espèces) sur les chênaies caducifoliées du sous-district oriental kabyle (Beni Ghobri, Akfadou) montre que celles-ci présentent un cortège floristique constitué d'espèces caractéristiques de la classe des *Quercetea ilicis* et de ses syntaxons subordonnés (38 taxons, soit 19 % de la flore des

¹⁶ Le cèdre de l'Atlas existait par le passé au niveau de l'Akfadou, il est vrai, il y a longtemps, puisqu'il s'est retiré définitivement pour laisser place à la chênaie à feuillage caduc vers 7960 B.P. (Salamani, 1993).

chênaies caducifoliées) et une soixantaine d'espèces indicatrices des *Quercetea pubescentis* s.l., soit un taux remarquable de 30 %, équivalent à celui des cédraies analysées dans le présent travail, qui sont ainsi plus nombreuses. En fait, ces dernières sont faiblement représentées et en majorité sporadique, puisque environ la moitié d'entre elles est présente dans moins de 3 relevés chacune. Ceci est sur le plan floristico-statistique capital lors de l'interprétation synsystématique.

ii) On constate en matière de biodiversité floristique que les chênaies caducifoliées sont aussi riches que les chênaies vertes, puisque pour un nombre de relevés beaucoup plus faible (56 versus 82), on y a inventorié au total 198 taxons contre 304 respectivement. D'ailleurs, Laribi (1999), avec un effort d'échantillonnage deux fois plus important (111 relevés), a recensé pas moins de 321 plantes vasculaires dans ces mêmes formations caducifoliées. Leur attractivité et leur fréquentation par des cohortes de troupeaux est par conséquent un phénomène qui n'est pas surprenant. Malheureusement, le surpâturage en forêts reste l'une des principales causes de dégradation des écosystèmes forestiers et de l'appauvrissement de la biodiversité (Benabid, 2002). Mais, son impact sur la biodiversité n'est pas encore évalué, du moins par des études quantitatives précises.

iii) Sur le plan fréquentiel, on voit que parmi les taxons les plus fréquents (tableau 78), présents dans au moins 1 relevé sur 3, la majeure partie des peuplements forestiers étudiés peuvent être intégrés a priori au *Quercion suberis* (*Cytisus villosus*, *Pulicaria odora*, *Plagius maghrebinus*). Mais, la forte présence des caractéristiques des *Quercetea pubescentis* sensu lato laisse présager le rattachement de certains relevés à cette classe, plus spécialement au *Paeonio-Cedron atlanticae* (*Potentilla micrantha*, *Vicia ochroleuca* subsp. *atlantica*).

La pression anthropozoogène est là aussi évidente au niveau de ces chênaies caducifoliées forestières, ainsi que l'atteste la fréquence élevée des géophytes indicatrices des structures de végétation surpâturées (*Asphodelus ramosus*, *Charybdis maritima*). On constate, de plus, comme pour les chênaies vertes que les taxons caractéristiques « physiologiques » du *Genisto tricuspidatae-Calicotomion spinosae* (*Calicotome spinosa*, *Ampelodesmos mauritanica*, *Genista tricuspidata*) sont parmi les plus répandus.

Tableau 78. Liste des plantes les plus fréquentes dans les chênaies caducifoliées de Beni Ghobri-Akfadou

<i>Quercetea (etalia) ilicis</i>	Fréq.	<i>Quercetea pubescentis</i> s.l.	
<i>Quercus canariensis</i>	59	<i>Quercus afares</i>	44
<i>Cytisus villosus</i>	57	<i>Galium tunetanum</i>	41
<i>Erica arborea</i>	44	<i>Clinopodium arundanum</i>	39
<i>Galium scabrum</i>	37	<i>Rubus incanescens</i> + <i>R. ulmifolius</i>	28
<i>Pulicaria odora</i>	37	<i>Potentilla micrantha</i>	25
<i>Cyclamen africanum</i>	27	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	25
<i>Asplenium onopteris</i>	24	<i>Geranium atlanticum</i>	24
<i>Plagius maghrebinus</i>	24	<i>Vicia ochroleuca</i> subsp. <i>atlantica</i>	22
<i>Carex distachya</i>	23	<i>Lamium flexuosum</i>	19
<i>Eryngium tricuspidatum</i>	22	Autres espèces	
<i>Calicotome spinosa</i>	22	<i>Asphodelus ramosus</i>	34
<i>Ampelodesmos mauritanica</i>	21	<i>Dactylis glomerata</i>	30
<i>Geranium purpureum</i>	21	<i>Genista tricuspidata</i>	27
<i>Teucrium kabylicum</i>	19	<i>Charybdis maritima</i>	16
<i>Rubia peregrina</i>	18		

3.3. Analyse multivariée des données floristiques

Une matrice globale de 56 relevés/118 espèces, auxquels nous avons joint comme « témoin » les 6 relevés de Quézel (1956) fondant l'association, est soumise à l'analyse factorielle des correspondances. Nous avons éliminé les espèces peu fréquentes, présentes dans 1 ou 2 relevés (soit 80 taxons), malgré leur valeur phytosociologique indéniable, pour éviter l'artefact des individus trop rares.

Le plan factoriel F1-F3 (14,86 % de variance), se rapportant aux relevés de cette analyse globale, permet de discriminer beaucoup plus nettement que le plan principal F1-F2 (15,35 % de variance), 3 ensembles de relevés, suivant l'axe 1 (figure 76). Le dendrogramme, qui présente les résultats obtenus pour l'analyse de cette même matrice de 62 relevés, permet de confirmer sans ambiguïté les mêmes ensembles de relevés (figure 77).

Ces 3 ensembles d'inégale importance en nombre de relevés et de variabilité interne sont :

- L'ensemble A réunissant 12 relevés (a1 à a7 et 5 relevés repères q1 à q5), les relevés a5 et a6 étant relativement éloignés des autres relevés de cet ensemble, à cause de quelques espèces particulières ou plus abondantes. Celui-ci correspond sans nul doute au *Rubro-Quercetum canariensis* et plus exactement à la sous-association *cytisetosum villosi*.
- L'ensemble B, plus compact, constitué de 9 relevés, représentant probablement une variante, puisque sur le dendrogramme cet ensemble est très affiné du précédent.
- L'ensemble C, opposé aux 2 autres selon l'axe 1, englobe un nombre élevé de relevés, soit 41, effectués essentiellement au sein des chênaies mixtes. Celui-ci est homogène aussi bien sur la carte factorielle que sur le dendrogramme, où il laisse apparaître une légère variabilité interne.

332

Ces ensembles se répartissent le long de l'axe 1 (9,22 % de variance) en fonction d'un déterminisme écologique et/ou biotique manifeste (thermohéliophilie, xéricité, ouverture du peuplement, forte anthropisation). En effet, l'analyse des espèces présentant les plus fortes contributions à l'inertie de cet axe permet de mettre en évidence 2 ensembles floristiques antipodes selon l'axe 1.

Il s'agit, du côté négatif, du groupe floristico-écologique, lié à l'ensemble C, constitué de : *Ampelodesmos mauritanica*, *Calicotome spinosa*, *Genista tricuspidata*, *Charybdis maritima*, *Asphodelus ramosus*, *Pulicaria odora*, *Quercus afares* et *Erica arborea*. Cet ensemble correspond vraisemblablement à un groupement thermophile appartenant au *Quercion suberis*, avec une forte présence des indicatrices préforestières du *Genisto-Calicotomion spinosae*, traduisant des incendies fréquents, et celle des géophytes des milieux rudéralisés.

Du côté positif de l'axe, on trouve un groupe floristico-écologique, lié à l'ensemble A, comprenant plusieurs espèces mésophiles, des sols forestiers, profonds et évolués, traduisant une ambiance forestière humide et fraîche, qui s'inscrit dans les *Querco-Cedretalia* et *Paeonio-Cedron atlanticae* : *Quercus canariensis*, *Rubus incanescens*, *Galium scabrum*, *Potentilla micrantha*, *Scilla aristidis*, *Asperula laevigata*, *Myosotis latifolia*, *Luzula forsteri*, *Hyacinthoides cedretorum*, *Scutellaria columnae*, *Solidago virgaurea*, *Polystichum aculeatum s.l.*, *Acer obtusatum*.

Une analyse partielle sur le vaste ensemble C (figure 78) montre la possibilité de deux sous-ensembles C1 et C2, selon l'axe 1 (8,1 % d'inertie), néanmoins faiblement discriminés, laissant entrevoir de légères différences synfloristiques.

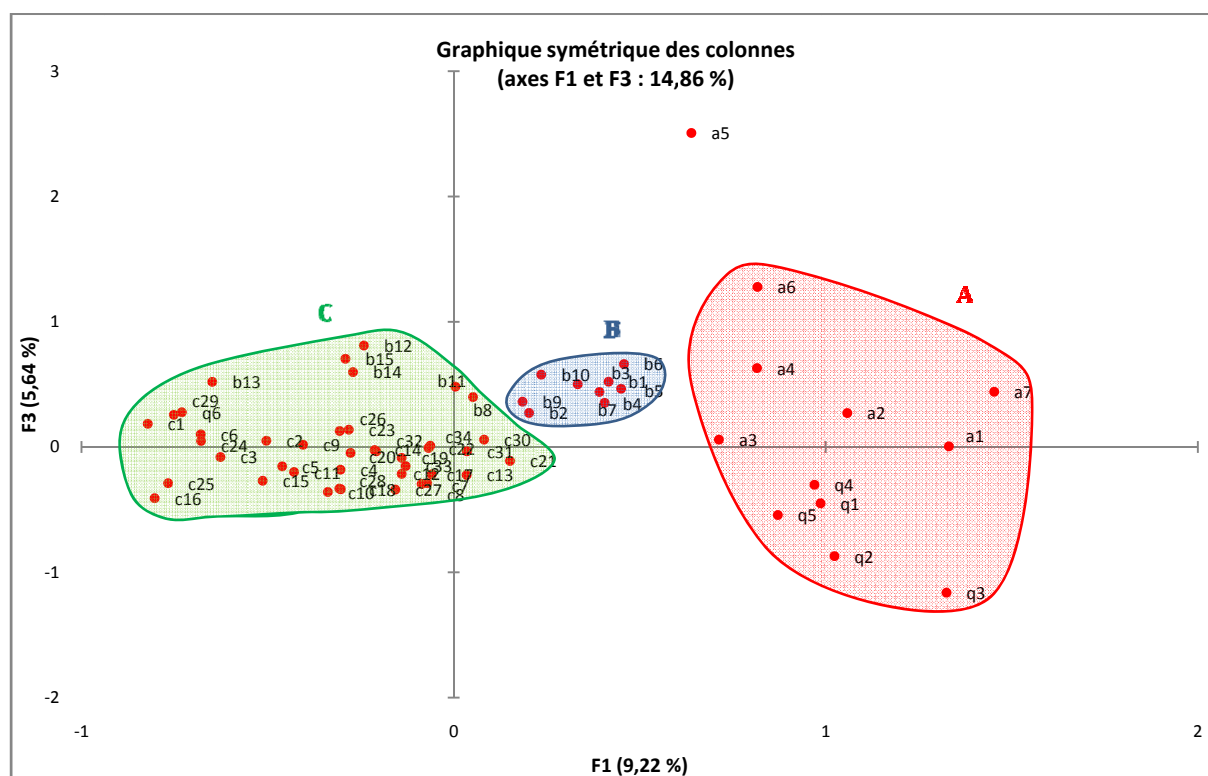


Figure 76. AFC de la matrice des données des chênaies caducifoliées du massif de Beni Ghobri-Akfadou. Analyse globale (62 relevés x 118 espèces). Plan factoriel des axes F1 et F3 des points-relevés

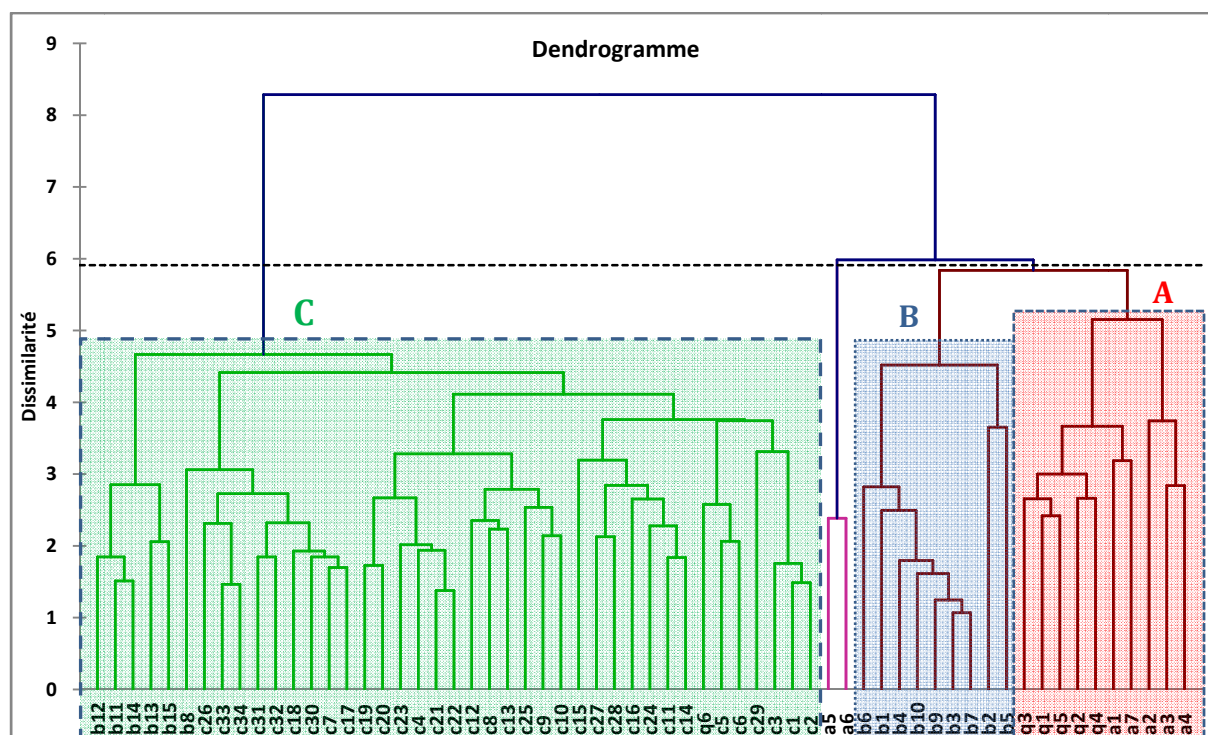


Figure 77. Dendrogramme de la CAH de la matrice des données floristiques des chênaies caducifoliées de Beni Ghobri-Akfadou (62 relevés x 118 espèces) (Distance du χ^2 ; méthode de Ward)

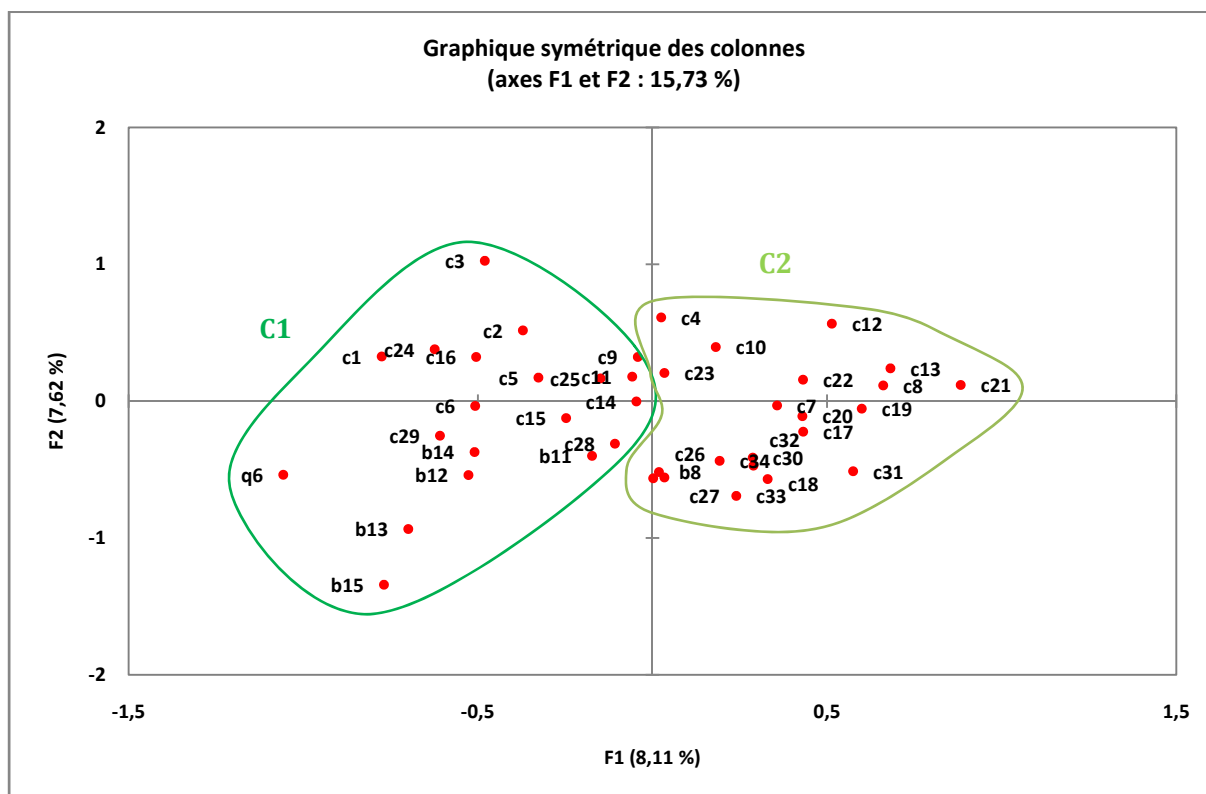


Figure 78. AFC de la matrice des données des chênaies caducifoliées du massif de Beni Ghobri-Akfadou. Analyse partielle (41 relevés x 87 espèces). Plan factoriel des axes F1 et F2 des points-relevés

334

3.4. *Rubo incanescens-Quercetum canariensis* Quézel 1956 em. Aimé, Bonin, Chaabane, Loisel & Saoudi 1986 *cytisetosum villosi* Quézel 1956 em. Aimé & al. 1986 [tableau 79, en annexe]

Quercetea pubescentis Doing ex Scamoni & Passarge 1959

Quercus fagineae-Cedretalia atlanticae Barbero, Loisel & Quézel 1974

Paeonio atlanticae-Cedron atlanticae Barbero, Quézel & Rivas-Martinez 1981

3.4.1. Physionomie et structure

Dans le massif de Beni Ghobri et de l'Akfadou, c'est surtout au-dessus de 800 m que la chênaie à *Quercus canariensis* prend son caractère propre de futaie pure, assez dense à dense, avec 60-90 % de recouvrement (par ex. djebel Sidi el Abed). Le chêne zéen, élancé, a 15-20 m de haut en moyenne ; il peut parfois atteindre 22-25 m et environ 60-70 cm de diamètre. Dans la strate arborée, *Quercus afares* y est rare et peu abondant (+ à 1), et se présente en individus isolés, dépassant rarement 18-20 m de haut. Les essences caducifoliées peuvent y apparaître sporadiquement ; *Acer obtusatum* est présent ponctuellement dans les ravins humides, alors que *Prunus avium* et *Sorbus torminalis* sont rarissimes dans nos relevés. En fait, l'érable et le sorbier, sous le couvert du chêne zéen, sont souvent à l'état buissonnant.

La futaie de chêne zéen entretient sous sa canopée ombragée, une humidité édapho-atmosphérique constante ; elle ne laisse filtrer qu'une lumière diffuse, entravant le développement du sous-bois. La strate frutescente est alors peu développée, en raison du couvert épais, mais, *Cytisus villosus*, espèce sciatolérante, se développe abondamment, avec un recouvrement variable (10 à 60 %). On peut rencontrer, par sujets épars, quelques nanophanérophytes, comme *Rubus ulmifolius*, *Rubus incanescens*, *Ruscus aculeatus*, *Ruscus hypophyllum*, *Rosa sempervirens*, etc. Lorsque la futaie est peu dense, *Erica arborea* s'installe. Les lianes sont rares, sauf *Hedera algeriensis*, amphitryon habituel du chêne zéen, et localement *Asparagus acutifolius*, *Aristolochia fontanesii*, *Rubia peregrina*.

Le sol est fréquemment couvert d'un tapis de feuilles mortes, parsemé de plantes sciaphiles et hémisciaphiles, telles que les indicatrices mésophiles des sols humifères : *Galium scabrum*, *Clinopodium arundanum*, *Potentilla micrantha*, *Asplenium onopteris*, *Plagius maghrebinus*, *Pteridium aquilinum*, *Melica minuta*, *Cyclamen africanum*, *Cynosurus elegans*, etc.

3.4.2. Synécologie et répartition géographique

D'une manière générale, la zénaie domine dans les fonds de vallons, les zones ombragées et sur les crêtes élevées du versant nord, entre 800 et 1646 m (point culminant). Mais, c'est surtout entre 1000 et 1400 m, dans les habitats les plus humides, que prospère la futaie pure de chêne zéen. Nous avons effectué, tous nos relevés à ce niveau altitudinal (800-1350 m).

Le substrat est constitué par le flysch numidien, représenté partout par les grès numidiens et les argiles sous-numidiennes feuilletées, recouvertes d'éboulis de grès (Gélard, 1979). Ces grès du Numidien (Aquitainien) sont généralement friables, et donnent un terrain sablonneux, jaunâtre, parsemé de blocs rocheux. Dans cette région bien arrosée (par ex. Yakouren, 820 m, 1110 mm/an), sous forêt de chêne zéen, le sol est forestier, évolué, de type brun lessivé, ayant 50 cm et plus de profondeur. Il est caractérisé par un profil de type ABC, l'humus est un mull forestier, à pH acide (Durand, 1951). Ce sont certainement les conditions bioclimatiques qui confinent la zénaie typique au supraméditerranéen, humide frais. Non seulement la saison sèche y est assez courte (environ 2 mois), mais l'humidité atmosphérique paraît beaucoup plus élevée sur les sommets. La présence d'un épais brouillard, même en été, vient confirmer cette assertion.

335

3.4.3. Synfloristique, syntaxonomie et valeur synsystématique

L'appartenance de la zénaie à Cytise de Beni Ghobri et de l'Akfadou au *Paeonio-Cedrion* et *Quercu-Cedretalia* est confirmée par la présence et fréquence des indicatrices suivantes : *Rubus incanescens*, *Potentilla micrantha*, *Myosotis latifolia*, *Galium tunetanum*, *Clinopodium arundanum*, *Asperula laevigata*, *Scutellaria columnae*, *Luzula forsteri*, *Hedera algeriensis*, *Acer obtusatum*, *Polystichum aculeatum*, *Brachypodium sylvaticum*, *Alliaria petiolata*, etc.

Cependant, Quézel (1956) a insisté sur les affinités synfloristiques qui existent entre la zénaie à cytise (sous-association à *Cytisus villosus*) et les forêts de chêne liège, vers la limite altitudinale inférieure en contact avec le groupement de *Quercus suber* (écotone). En effet, le *cytisetosum triflori* est caractérisé par la fréquence des espèces sylvatiques du mésoméditerranéen, appartenant aux *Quercetea (etalia) ilicis* et *Quercion suberis*, toutes aussi répandues dans les subéraies mésophiles à *Cytisus villosus*, à couvert relativement fermé, telles que *Cytisus villosus*, *Plagius maghrebinus*, *Pulicaria odora*, *Pteridium aquilinum*, *Melica minuta*, *Galium scabrum*, *Asplenium onopteris*, *Cyclamen africanum*, *Rubia peregrina*, *Phlomis bovei*, *Ruscus aculeatus*, *Carex hallerana*, *Aristolochia fontanesii*, etc., espèces qui sont fréquentes dans notre groupement, qui relève ainsi de cette sous-association.

Rappelons que dans leur révision syntaxonomique des zénaies algéro-tunisiennes, Aimé & al. (1986) reconnaissent que le *Rubo-Quercetum canariensis cytisetosum triflori* est le groupement le plus « xérique » du *Paeonio-Cedrion atlanticae*.

3.4.4. Syndynamique naturelle ou anthropique

En comparaison avec les relevés de Quézel (1956), fondant ce syntaxon, force est de constater la rareté sinon l'absence dans notre tableau, ou du moins dans une partie des relevés de plusieurs espèces, comme : *Hyacinthoides cedretorum*, *Doronicum atlanticum*, *Geum urbanum* var. *mauritanicum*, *Ranunculus spicatus*, *Lamium flexuosum*, *Scilla aristidis*, *Agrimonia eupatoria*, etc. Cette absence ou du moins rareté des espèces forestières des *Quercetea pubescentis*, qui affecte même certaines caractéristiques exigeantes en eau et en fraîcheur, des *Quercetea ilicis* (*Cyclamen africanum*, *Asparagus acutifolius*, *Geranium purpureum*, *Smilax aspera*, *Viola dehnhardtii*), s'explique par une anthropisation plus intense de nos jours, qui profite aux thérophytes et géophytes des milieux perturbés (*Ferula communis*, *Cynosurus elegans*, *Biscutella didyma*, *Vicia disperma*...). Ceci est particulièrement le cas des relevés a5 et a6, localisés à basse altitude (800-850 m), correspondant à une forme très appauvrie.

La plus grande luminosité au niveau du sous-bois, éclaircie par les coupes délictuelles fréquentes, conjuguée au piétinement incessant par le bétail, sans oublier le passage, certes rapide, mais répété du feu, ont entraîné une nette régression des espèces mésophiles significatives, le plus souvent indicatrices des phases sylvigénétiques mûres.

3.5. *Plagio maghrebini-Quercetum canariensis* Laribi 1999 nom. corr. [tableau 80, en annexe]

336

Quercetea ilicis Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950

Quercetalia ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934

Quercion suberis Loisel 1971

3.5.1. Physionomie et structure

Les peuplements mixtes de chêne zéen et de chêne afarès de Beni Ghobri-Akfadou, où nous avons réalisé nos relevés, se présentent surtout en haut perchis dense, d'une hauteur moyenne de 8-10 m, dont le couvert n'est jamais fermé (recouvrement moyen de 60-70 %). Ces deux chênes se mélangent dans des proportions très diverses ; si *Quercus canariensis* domine le plus souvent, *Quercus afares* est abondant et co-domine dans certaines conditions, voire prend le dessus parfois. Quand le chêne afarès est prépondérant, le peuplement devient du type futaie, souvent hétérogène, avec parfois des mensurations notables (20 à 22 m de haut et 50 à 60 cm de diamètre) chez les vieux individus.

Quelques espèces arborescentes peuvent apparaître sporadiquement, cantonnées dans les ravins humides (*Prunus avium*, *Prunus domestica* subsp. *insititia*, *Acer obtusatum*), sans jamais jouer de rôle important.

La strate arbustive a une composition spécifique peu diversifiée et assure toujours un degré de recouvrement assez important, de l'ordre de 60 %. Il faut y noter la présence et la haute fréquence de *Cytisus villosus*, *Erica arborea*, *Calicotome spinosa*, *Genista tricuspidata*, dans une moindre mesure des ronces (*Rubus ulmifolius*, *R. incanescens*) et plus rarement de *Crataegus monogyna*. Comme plantes grimpantes, citons *Rubia peregrina*, *Lonicera etrusca*, *Smilax aspera*

var. *mauritanica*, *Aristolochia fontanesii* et *Asparagus acutifolius*, mais *Hedera algeriensis*, plus mésophile, fait complètement défaut.

La strate herbacée est généralement bien développée, avec l'abondance des espèces vernales (thérophytes) et se présente en mosaïque dans les taches de lumière de la formation, avec les nombreux semis des deux chênes. Parmi, les espèces herbacées dominantes, on peut mentionner : *Pulicaria odora*, *Clinopodium arundanum*, *Galium tunetanum*, *Geranium atlanticum*, *Carex distachya*, *Galium scabrum*, *Eryngium tricuspidatum*, *Dactylis glomerata*, et plus spécialement *Ampelodesmos mauritanica* et *Asphodelus ramosus*, qui paraphent les milieux très perturbés (incendies, pâturage). L'aridité biotopique est suggérée par la fréquence d'*Eryngium tricuspidatum*, en plus de quelques Poacées sclérophylles.

3.5.2. Synécologie et répartition géographique

La répartition des différentes chênaies pures ou mixtes est fonction des facteurs topographiques (altitude, orientation du versant), édaphoclimatiques (nature et texture du sol, humidité, intensité de la lumière) et aussi anthropiques (Lapie, 1909a ; Quézel, 1956 ; Ménard & Vallet, 1988 ; Messaoudène, 1989). Apparemment, la dégradation des conditions mésologiques, notamment édaphiques, favorise le chêne afarès, mais il faut forcément invoquer des facteurs microstationnels (notamment les sols très argileux et mal drainés). Soulignons, que si les futaies pures de ces 3 chênes sont assez courantes, les peuplements mixtes des chênes afarès et zéen restent dominants dans ce massif. Selon Messaoudène (1989), la futaie mixte à *Quercus canariensis* et *Q. afares* est plus répandue dans le massif et peut se présenter à toutes expositions, surtout sur les versants chauds (S, W et SW) et les croupes sèches, entre 950 et 1500 m, avec des proportions dans la mixtion très variables. A titre indicatif, ce type de peuplement occupe 30 % du terrain à Tala Kitane (Ménard & Vallet, 1988).

Ces forêts tropophiles de chênes à feuillage caduc, comme on l'a déjà souligné, se localisent sur des grès numidiens donnant naissance, à des sols bruns lessivés, généralement, frais et profonds, de texture à dominante sableuse (Durand, 1951). Néanmoins, dans la zone d'étude et là où *Quercus afares* domine, les sols sont plus argileux et soumis à une hydromorphie temporaire (cantons Tala Kitane, Lazela). Cette constatation est corroborée par la présence de 2 espèces, à savoir *Mentha pulegium* et *Dittrichia viscosa*, indicatrices des sols lourds, saturés en eau en période hivernale.

3.5.3. Synfloristique, syntaxonomie et valeur synsystématique

A l'examen de notre tableau d'association, il n'est plus possible de rapporter le groupement de la chênaie mixte à l'association à *Quercus canariensis* et *Rubus incanescens*, en raison de différences synfloristiques majeures entre ces deux groupements.

En effet, il faut surtout relever dans le groupement étudié ici, un net appauvrissement en caractéristiques mésophiles et sciaphiles des *Quercetea pubescentis*, *Querco-Cedretalia* et *Paeonio-Cedrion*, tels que : *Myosotis latifolia*, *Potentilla micrantha*, *Geum urbanum*, *Luzula forsteri*, *Luzula nodulosa*, *Hyacinthoides cedretorum*, *Scilla aristidis*, *Ranunculus spicatus*, *Agrimonia eupatoria*, *Solidago virgaurea*, *Alliaria petiolata*, *Asperula laevigata*, *Scutellaria columnae*, *Arabis turrita*, *Silene mellifera*, *Lathyrus niger*, etc. Ce sont des espèces sylvatiques montagnardes, très exigeantes sur le plan mésologique et trophique, localisées en particulier dans les endroits les plus humides et frais, présentes dans les zénaies à Cytise (Quézel, 1956 ; Wojterski, 1988 ; Laribi, 1999 ; Laribi & al., 2010).

On constate, d'autre part, que le cortège floristique de la chênaie mixte s'enrichit de quelques caractéristiques des *Quercetea ilicis* s.l., comme *Lonicera etrusca*, *Aristolochia*

fontanesii, *Centaurea africana* subsp. *tagana*, *Arisarum vulgare*, alors que d'autres sont plus fréquentes et/ou abondantes dans le groupement analysé relativement à la zénaie à *Cytise* du versant nord, telles que *Quercus afares*, *Pulicaria odora*, *Plagius maghrebinus*, *Erica arborea*, *Eryngium tricuspidatum* et *Carex distachya*. Remarquons que la plupart de ces taxons sont habituellement dominants dans la subéraie à *Cytisus villosus*.

Ces arguments synfloristiques et synécologiques et plus spécialement la présence de ce noyau de différentielles du *Quercion suberis*, avec une fréquence élevée, dans le groupement étudié, nous incite à le rattacher au *Plagio maghrebini-Quercetum canariensis*, dont les caractéristiques et différentielles sont : *Quercus canariensis*, *Quercus afares*, *Plagius maghrebinus*, *Erica arborea*, *Eryngium tricuspidatum* et *Carex distachya*.

Cette association de zénaie thermophile décrite par Laribi (1999), dans les mêmes conditions mésologiques (altitude 800-1300 m, humide tempéré, mésoméditerranéen), nous laisse penser que son rattachement à cette dernière est sans doute la meilleure solution.

3.5.4. Variations de l'association

Une légère variation synfloristique apparaît permettant de reconnaître un aspect mésophile de l'association, en meilleur état de conservation, où *Rubus ulmifolius* et *Rubus incanescens* sont manifestement proches de leur optimum écologique, et un autre aspect, plus perturbé et ouvert, comme l'atteste la fréquence et dominance concomitante de deux groupes écosociologiques indicateurs, celui pyrophile à *Calicotome spinosa*, *Genista tricuspidata* et *Ampleodesmos mauritanica*, et celui synanthropique et nitratophile à *Asphodelus ramosus* et *Charybdis maritima*.

3.5.5. Syndynamique naturelle ou anthropique

Le caractère thermoxérophile de la chênaie mixte, et a fortiori de l'afarésaie, se traduisant par une profonde altération du cortège floristique a été relevé bien plus tôt (Lapie, 1909a ; Quézel, 1956), sans toutefois faire l'objet d'une analyse synécologique précise. Maire (1926) indique, toutefois, plusieurs étapes sérielles de dégradation des chênaies à feuillage caduque, qui aboutissent dans les cas extrêmes à des formations herbacées différentes en fonction du milieu et de la nature et intensité de la perturbation (ptéridaie, asphodélaie et ampélodesmaie).

D'une façon générale, dans la région d'étude, l'aspect synfloristique de la chênaie mixte à *Q. canariensis* et *Q. afares* reflète bien une ambiance sylvatique assez dégradée, portant l'empreinte d'une influence anthropozoogène marquée. Celle-ci se traduit par une infiltration d'espèces héliophiles, de nitrophytes et la raréfaction voire la régression totale de certaines caractéristiques sylvatiques. Cette forte anthropisation (surpâturage, coupes de bois délictuelles abusives, passage itératif du feu) a eu pour corollaire la dégradation du sol des cantons forestiers les plus accessibles (proximité des agglomérations rurales et des zones agricoles, densité du réseau routier, faibles pentes ...). L'état secondaire de la végétation est, probablement, aussi lié à l'orientation du versant vers les expositions chaudes et au couvert qui n'est jamais totalement fermé, corrélativement à l'importance du chêne afarès dans la strate arborée (par ex. relevés b13, b14 et b15 ; relevé témoin q6).

Effectivement, on constate actuellement, d'une part, la profusion de plantes épineuses non palatables (Debazac, 1959), telles que *Calicotome spinosa*, *Genista tricuspidata*, *Eryngium tricuspidatum* et du Diss (*Ampelodesmos mauritanica*), au moins en adret. Ces espèces sont

révélatrices de la dégradation de la couverture arborescente, donc de conditions plus thermohéliophiles. D'autre part, la prolifération de nombreuses espèces, plus ou moins nitratophiles (*Fumaria capreolata*, *Linaria reflexa*, *Cardamine hirsuta*, *Myosotis ramosissima*, *Biscutella didyma*, *Veronica arvensis*, *Ornithogalum orthophyllum*, *Thapsia garganica* ...), et surtout des géophytes, comme *Charybdis maritima* et *Asphodelus ramosus*, favorisées par l'enrichissement du sol en azote par les déjections des bovins (Aimé & al., 1986).

Une évidente affinité tant synfloristique que synécologique existe entre la chênaie mixte caducifoliée de la région d'étude et celle de Kroumirie en Tunisie. En effet, l'association *Moehringio pentandrae-Quercetum fagineae* Aimé et al. 1986 est caractérisée, tout comme ici, par de nombreuses espèces qui, manifestement, traduisent une pression humaine et une fréquentation du troupeau très marquée. Il est vrai qu'en région méditerranéenne, l'erme à *Asphodèle* et *Urginée* maritime est un des stades ultimes de la dégradation de la végétation, là où l'influence anthropozoïque est la plus forte (Nègre, 1964 ; Allier & Lacoste, 1980 ; Alcaraz, 1983 ; De Belair & al., 1984 ; Zermane, 1991 ; Bouazza & al., 2001).

Les forêts de chênes caducifoliés du massif de l'Akfadou sont, pour la plupart, "délabrées par le passage des troupeaux" selon l'expression empruntée à Boyer et al. (1983). Il est actuellement difficile d'y trouver des stades mûrs vraiment sylvatiques, car les forêts bien constituées et non pâturées sont rares, compte tenu de la pression qui a pesé et qui pèse encore sur le massif (érosion des sols sous l'action du pâturage, incendies fréquents, coupes délictuelles ...).

Au Maghreb, les forêts caducifoliées sont considérées par les populations locales comme une zone de pâturage privilégié, où le parcours est pratiquement libre et surtout excessif (Quézel & Bonin, 1980). Ces forêts sont donc fréquemment dégradées et montrent, soit en raison de la destruction du sol, soit de l'ouverture de la strate arborescente, un cortège floristique où les caractéristiques des unités phytosociologiques supérieures ne jouent plus un rôle prédominant (Barbero et al., 1975). Enfin, tout ceci montre que l'influence humaine, un puissant facteur de transformation des groupements climaciques ou proclimaciques (Quézel & Bonin, 1980), rend toute interprétation phytosociologique délicate.

IV. LES FORMATIONS FORESTIERES ET PREFORESTIERES DE CHENE LIEGE (*Quercus suber*)

4.1. Introduction

C'est en 1953, en Kroumirie (Tunisie), que Braun-Blanquet décrit pour la subéraie une association autonome dénommée *Cytiso-Quercetum suberis*. Braun-Blanquet & al. (1952) notent, toutefois, que les forêts naturelles de chêne liège du Maghreb constituent sans doute plusieurs associations différentes. Ce qui laisse sous-entendre que son *Cytiso-Quercetum suberis* est créé plus comme une alliance que comme une association, telle qu'on la conçoit actuellement (association territoriale vs. association régionale).

En Algérie, les formations de *Quercus suber* ont été étudiées sur le plan phytosociologique par Quézel (1956) et Nègre (1964), sans description d'association particulière, mise à part un *Simetho-Ericetum arboreae quercetosum suberis* Nègre 1964. Ce n'est en fait qu'avec la création de l'alliance *Quercion suberis* Loisel 1971 que débute l'analyse syntaxonomique moderne des groupements végétaux à *Quercus suber* du bassin méditerranéen occidental, et d'Algérie en particulier. Loisel (1976) indique l'existence sur tous les massifs montagneux

d'Algérie nord-orientale du *Cytiso villosi-Quercetum suberis* Br.-Bl. 1953 em. El Afsa 1978, qu'il affine aux *Quercetalia ilicis* et *Quercion suberis*.

Zeraia (1981) précise que ce syntaxon réunit la grande majorité des subéraies algériennes et l'observe sur une très vaste aire en Algérie, i.e. sur tout le Tell littoral algérien (des monts de Tlemcen à El Kala). Il retient, à la suite de El Afsa (1978), trois sous-associations (*typicum*, *pistacietosum lentisci* et *quercetosum canariensis*), qui permettent de traduire les variations de cette association. Cette subéraie à Cytise du mésoméditerranéen est, par la suite, admise et reconnue dans plusieurs localités, comme les monts de Tlemcen (Dahmani, 1984), le massif de l'Edough (Toubal, 1986 ; Toubal & Toubal, 1996b), la région de Collo-Edough (Khelifi, 1987 ; Khelifi & Sadki, 1995), la région d'Annaba (Sadki, 1988) et également sur l'Atlas blidéen (Wojterski, 1988).

Khelifi (1987), en particulier, reprend l'étude synfloristique des subéraies du NE algérien et les rattache dans l'ensemble au *Cytiso-Quercetum suberis*, tout en admettant plusieurs sous-associations (*typicum*, *myrtetosum communis* et *quercetosum canariensis*) pour rendre compte de la grande variabilité de ce syntaxon. Mais, elle élève le *pistacietosum lentisci* au rang d'association, en créant le *Pistacio lentisci-Quercetum suberis*, suivant en cela Debazac (1959), qui avait décrit « la forêt de chêne liège thermophile à Lentisque », en Kroumirie. Ce *Pistacio-Quercetum suberis* existe sur l'Atlas blidéen (Meddour, 1994a, 2002).

Au Maroc, Barbero & al. (1981) définissent l'alliance du *Querco-Oleion sylvestris*, à laquelle deux associations forestières climaciques ont été rattachées, le *Telino linifoliae-Quercetum suberis* Zeraia 1981 et le *Myrto communis-Quercetum suberis* Barbero, Quézel & Rivas-Martinez 1981, tous les deux présents en Algérie (Zeraia, 1981). Cette association thermoméditerranéenne de la subéraie littorale à Myrte est également reconnue par Toubal (1986) et Wojterski (1988).

Il est curieux que malgré leur étendue¹⁷ et leur intérêt synfloristique, notamment, les subéraies de la Kabylie djurdjuréenne n'ont fait l'objet que d'études sommaires par Wojterski (1988) et Salamani (1990), qui reconnaissent que la subéraie à *Cytisus villosus*, dans le massif de Beni Ghobri, s'intègre au *Cytiso villosi-Quercetum suberis*. Nous ne disposons pas encore de tableau d'association à leur sujet.

Aussi, le but de ce travail est de combler cette lacune en contribuant à la connaissance phytosociologique des forêts de chêne liège de la Kabylie djurdjuréenne, en particulier dans les forêts domaniales de Béni Ghobri, Mizrana, Azouza, Tamgout, Taourirt Ighil et Bou Djurdjura, d'autre part, de les comparer au point de vue synsystématique aux autres subéraies intégrées, en Algérie au *Quercion suberis*.

4.2. Quelques considérations préliminaires sur la synfloristique des subéraies

i) L'examen du tableau brut des données floristiques (84 relevés x 217 espèces), sur les subéraies et ses groupements préforestiers satellites du district de la Kabylie djurdjuréenne (Mizrana, Azeffoun, Beni Ghobri, Tamgout, Tala Guilef ...), montre que ceux-ci présentent un cortège floristique constitué d'espèces caractéristiques de la classe des *Quercetea ilicis* et de ses syntaxons subordonnés (54 taxons, soit un taux remarquable de 25 % de la flore globale) et une trentaine d'espèces indicatrices des *Quercetea pubescentis* s.l., soit un taux de 15 %. Comparativement aux autres formations analysées dans le présent

¹⁷ En Kabylie djurdjuréenne, la surface boisée en chêne liège était de 37 000 ha (Boudy, 1955) et même 45 000 ha (Lapie, 1909a). Actuellement, dans la seule wilaya de Tizi Ouzou, cette essence occupe 21 476 ha, représentant près de 56 % de la superficie forestière totale de cette wilaya.

travail (cédraies, chênaies vertes, chênaies caducifoliées), les indicatrices des *Quercetea ilicis* offrent au niveau des subéraies le taux le plus élevé, et inversement pour les caractéristiques des *Quercetea pubescentis*, leur taux est le plus bas. Ces dernières sont faiblement représentées et la moitié d'entre elles est présente dans moins de 3 relevés chacune. Ceci est sur le plan floristico-statistique et synécologique tout à fait attendu au niveau des subéraies.

ii) On constate en matière de biodiversité floristique que les subéraies sont aussi riches que les cédraies (217 taxons et 233, respectivement), mais moins que les chênaies vertes (304 taxons), pour un nombre total de relevés équivalent (84, 80 et 82, respectivement).

A titre indicatif, dans les subéraies de Hafir-Zariffet (ouest algérien), Letreuch-Belarouci & al. (2009) ont inventorié une biodiversité floristique équivalente, c'est-à-dire 211 taxons au total pour un nombre de relevés non précisé. Aafi (2007), avec un effort d'échantillonnage 5 fois plus important (400 relevés), a recensé 408 plantes vasculaires dans la subéraie de la Mamora au Maroc.

iii) Sur le plan fréquentiel, on peut voir que parmi les taxons les plus fréquents (tableau 81), présents dans au moins 1 relevé sur 4, figurent des indicatrices du *Quercion suberis* (*Cytisus villosus*, *Pulicaria odora*, *Plagius maghrebinus*) ou du *Querco-Oleion sylvestris* (*Rubia peregrina*, *Smilax aspera* var. *mauritanica*, *Myrtus communis*), laissant présager que la majeure partie des peuplements forestiers étudiés peuvent être intégrés a priori à ces alliances.

On observe une fréquence relativement élevée de certaines caractéristiques forestières mésophiles des *Quercetea pubescentis* s.l., à savoir *Quercus canariensis*, *Rubus ulmifolius*, *Clinopodium arundanum*, *Dioscorea communis*, *Brachypodium sylvaticum* et *Prunella vulgaris*.

La pression anthropozoogène est là aussi patente au niveau de ces subéraies, ainsi que le confirme la fréquence d'*Asphodelus ramosus*, des caractéristiques du *Genisto tricuspidatae-Calicotomion spinosae* (*Calicotome spinosa*, *Genista tricuspidata*, *Ampelodesmos mauritanica*) et, surtout des indicatrices des matorrals sur silice (*Cistus salviifolius*, *Lavandula stoechas*).

341

Tableau 81. Liste des plantes les plus fréquentes dans les subéraies de la Kabylie djurdjuréenne

Espèces des <i>Quercetea ilicis</i>	Fréq.		
<i>Quercus suber</i>	79	<i>Phillyrea media</i>	25
<i>Erica arborea</i>	74	<i>Smilax aspera</i> var. <i>mauritanica</i>	25
<i>Cytisus villosus</i>	68	<i>Geranium purpureum</i>	24
<i>Crataegus monogyna</i>	57	<i>Myrtus communis</i>	21
<i>Calicotome spinosa</i>	53	<i>Espèces des Quercetea pubescentis</i>	
<i>Asparagus acutifolius</i>	48	<i>Rubus ulmifolius</i>	53
<i>Arbutus unedo</i>	43	<i>Quercus canariensis</i>	34
<i>Galium scabrum</i>	42	<i>Clinopodium arundanum</i>	33
<i>Pulicaria odora</i>	40	<i>Dioscorea communis</i>	30
<i>Rubia peregrina</i>	40	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	24
<i>Eryngium tricuspidatum</i> subsp. <i>bovei</i>	38	<i>Prunella vulgaris</i>	21
<i>Daphne gnidium</i>	35	<i>Autres espèces</i>	
<i>Plagius maghrebinus</i>	35	<i>Genista tricuspidata</i>	26
<i>Asplenium onopteris</i>	30	<i>Cistus salviifolius</i>	52
<i>Ampelodesmos mauritanica</i>	26	<i>Lavandula stoechas</i>	21
<i>Carex hallerana</i>	25	<i>Asphodelus ramosus</i>	27

4.3. Analyse multivariée des données floristiques

Une matrice globale de 84 relevés/129 espèces est soumise à l'analyse factorielle des correspondances. Nous avons éliminé les espèces peu fréquentes, présentes dans 1 ou 2 relevés (soit 88 taxons), pour éviter l'artefact des individus trop rares.

Le plan factoriel F1-F2 (20,36 % de variance), se rapportant aux relevés de cette analyse globale, permet de discriminer très nettement 1 ensemble compact de 7 relevés, l'ensemble B, se démarquant très significativement de tous les autres relevés, et qui correspond vraisemblablement à un groupement bien caractérisé. En effet, ces 7 relevés se rapportent à la subéraie montagnarde, la plus continentale, localisée sur le flanc nord-occidental du Djurdjura à Beni Kouffi (forêt domaniale de Bou Djurdjura) près de Tala Guilef (figure 79). Notons d'ores et déjà, qu'elle se particularise par la présence exclusive du chêne vert (*Quercus rotundifolia*) et du genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*), qui montrent ici de fortes contributions relatives aux axes 1 et 2.

Un second ensemble, ensemble A, regroupant 14 relevés (e1 à e7, a1, a2, a8, a8, a10, b12 et b16), se détache moins nettement. Il y a lieu de le préciser davantage en procédant à une ou plusieurs analyses partielles.

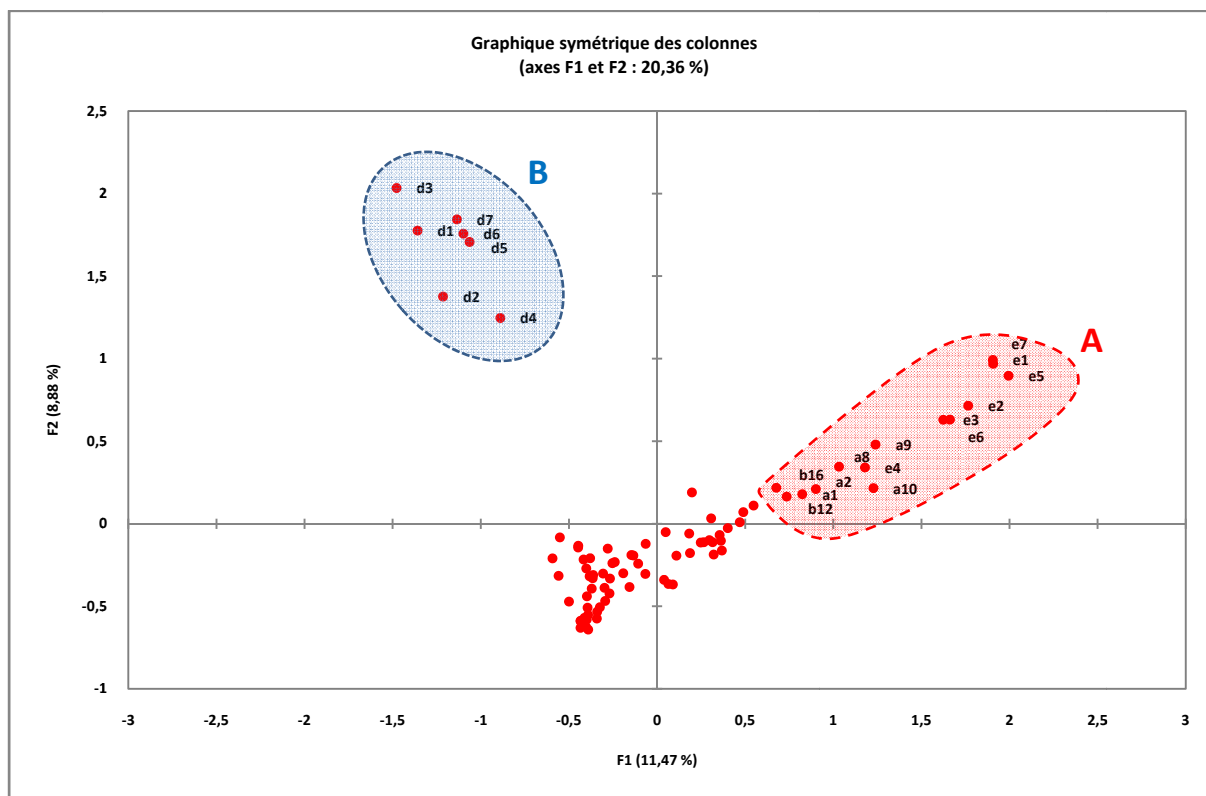


Figure 79. Analyse factorielle des correspondances de la matrice des données des subéraies. Analyse globale (84 relevés x 129 espèces). Plan factoriel des axes F1 et F2 des points-relevés

Une première analyse partielle d'une matrice de 77 relevés/98 espèces, sans l'ensemble B, permet cette fois-ci l'étalement suivant l'axe factoriel 1 du nuage de points-relevés et l'individualisation objective de l'ensemble A (14 relevés) ainsi que deux autres ensembles, aussi bien sur le plan factoriel principal F1-F2 (20,27 % d'inertie) que sur celui des axes F1-F3 (19,62 %), l'ensemble C (24 relevés) et un vaste ensemble D, réunissant 39 relevés, (figures 80 & 81).

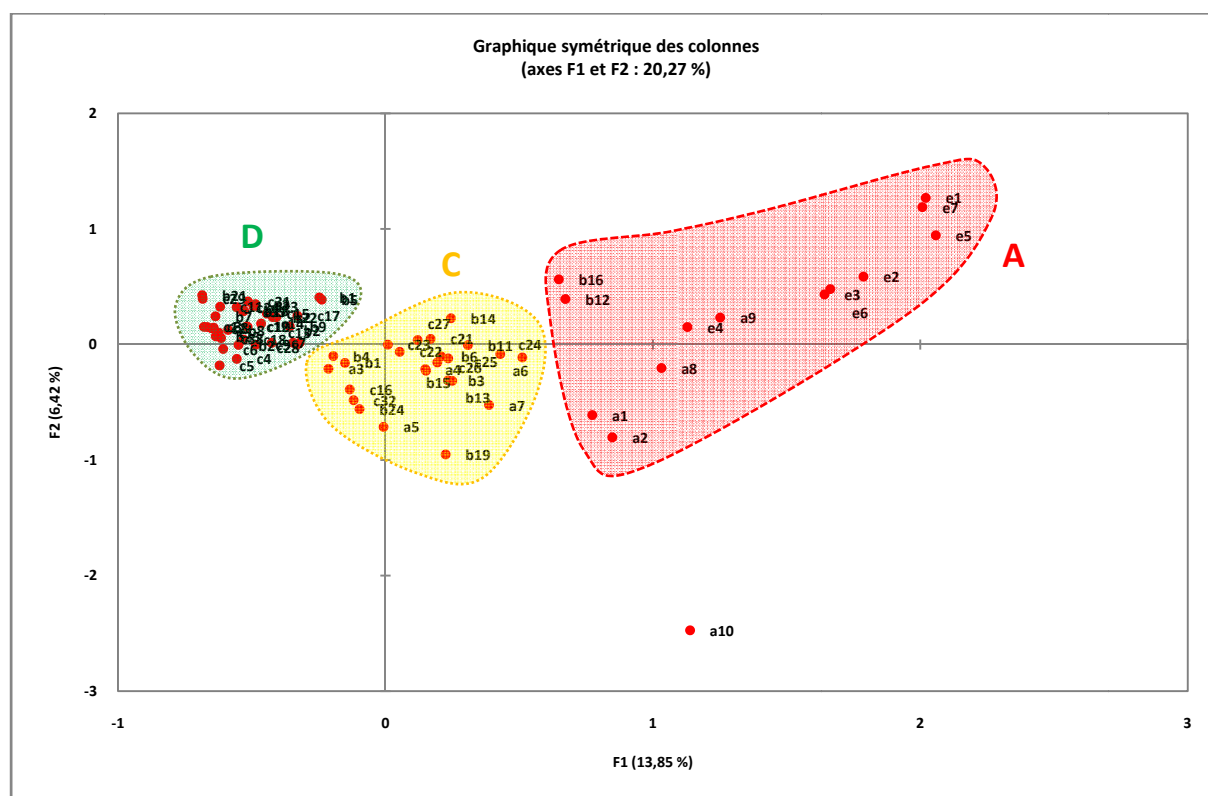


Figure 80. Analyse factorielle des correspondances de la matrice des données des subéraies. Analyse partielle (77 relevés x 98 espèces). Plan factoriel F1 et F2 des points-relevés

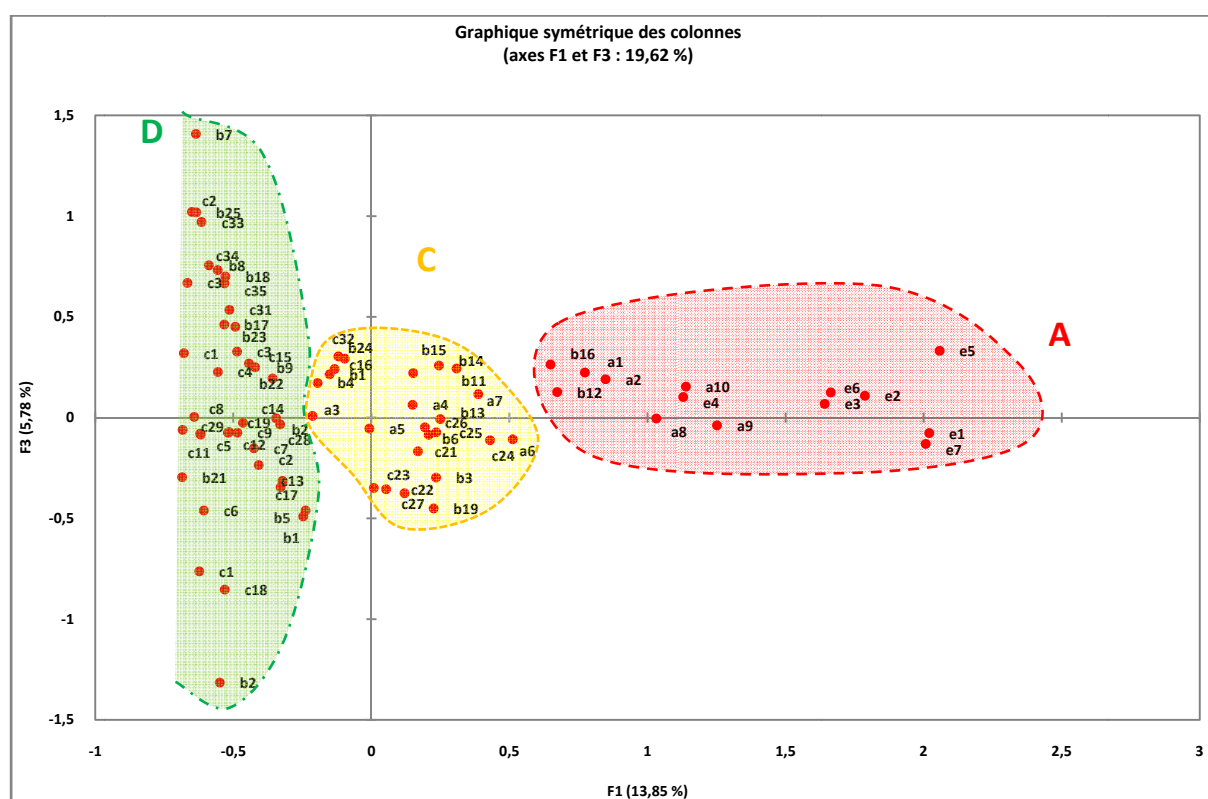


Figure 81. Analyse factorielle des correspondances de la matrice des données des subéraies. Analyse partielle (77 relevés x 98 espèces). Plan factoriel F1 et F3 des points-relevés

Ces ensembles se répartissent le long de l'axe 1 (13,85 % de variance), qui manifestement traduit un gradient synécologique et/ou dynamique (thermophilie/mésophilie, ouverture du peuplement, maturation sylvigénétique, degré d'anthropisation).

Effectivement, l'étude des espèces présentant les plus fortes contributions à l'inertie de cet axe permet de mettre en évidence 2 ensembles floristiques, à signification mésologique et syndynamique précise, opposés selon l'axe 1.

Du côté positif, on trouve un groupe floristico-écologique, thermophile, lié à l'ensemble A, constitué de : *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea media*, *Myrtus communis*, *Rhamnus alaternus* subsp. *alaternus*, *Olea europaea* subsp. *sylvestris*, *Lonicera implexa*, *Smilax aspera* subsp. *mauritanica*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Ampelodesmos mauritanica*, *Calicotome spinosa*, *Genista ulicina*, *Lavandula stoechas*, *Cistus monspeliensis* et *Cistus salviifolius*. Cet ensemble A correspond aux relevés de maquis sublittoraux (Mizrana, Azeffoun), avec ou sans chêne liège, formant en général un manteau préforestier des subéraies, relevant des *Pistacio-Rhamnetalia alaterni*, et plus exactement de l'*Ericion arboreae*, où les indicatrices des matorrals des *Cisto-Lavanduletea stoechadis* sont bien représentées, traduisant des incendies fréquents.

Du côté négatif de l'axe, on distingue un groupe floristico-écologique, lié à l'ensemble D, comprenant de nombreuses espèces mésophiles et humicoles : *Cytisus villosus*, *Quercus suber*, *Melica minuta* subsp. *major*, *Teucrium kabylicum*, *Galium scabrum*, *Asplenium onopteris*, *Rosa sempervirens*, *Carex distachya*, *Carex hallerana*, *Geranium purpureum*, *Pteridium aquilinum*, *Asparagus acutifolius*, *Piptatherum miliaceum*, *Cynosurus elegans*, *Quercus canariensis*, *Prunus avium*, *Rubus ulmifolius*, *Crataegus monogyna*, *Brachypodium sylvaticum*, *Clinopodium arundanum*, *Prunella vulgaris*, *Viola odorata*, *Viola reichenbachiana*, *Geum urbanum* var. *mauritanicum* et *Vicia ochroleuca* subsp. *atlantica*. Cet ensemble D est celui des subéraies, les plus mésophiles et alticoles de Beni Ghobri, évoluant sur des sols forestiers, profonds, dans une ambiance forestière humide et fraîche, qui s'inscrivent dans les *Quercetalia ilicis* et sans nul doute dans le *Quercion suberis*, au contact de la zénaie, où la présence d'un important lot de plantes caractéristiques des *Quercetea pubescentis* sensu lato est symptomatique.

344

Une deuxième analyse partielle d'une matrice de 63 relevés/91 espèces, sans l'ensemble A, aboutit à une meilleure disjonction entre les 2 ensembles C et D, comportant toujours 24 et 39 relevés respectivement (figure 82). On peut chercher ici la signification de cet ensemble C, en recourant aux espèces présentant les plus fortes contributions à l'axe 1.

Les résultats sont très éloquents puisqu'on retrouve du côté positif de l'axe factoriel 1, un groupe de taxons à valeur indicatrice bien connue, lié à l'ensemble C, il s'agit globalement de plantes thermohéliophiles des manteaux préforestiers, appartenant aux *Pistacio-Rhamnetalia*, comme *Phillyrea media*, *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*, *Arbutus unedo*, *Viburnum tinus*, *Lonicera implexa*, *Smilax aspera* subsp. *mauritanica*, *Ampelodesmos mauritanica*, *Genista tricuspidata*, *Calicotome spinosa*, où les caractéristiques des *Cisto-Lavanduletea* (*Cistus salviifolius*, *Cistus monspeliensis* et *Lavandula stoechas*), sont largement présentes.

Quant à l'ensemble D, sa signification ne change pas, ce sont les mêmes espèces, comme on vient de le voir, qui le définissent, auxquelles il faut adjoindre *Scutellaria columnae*.

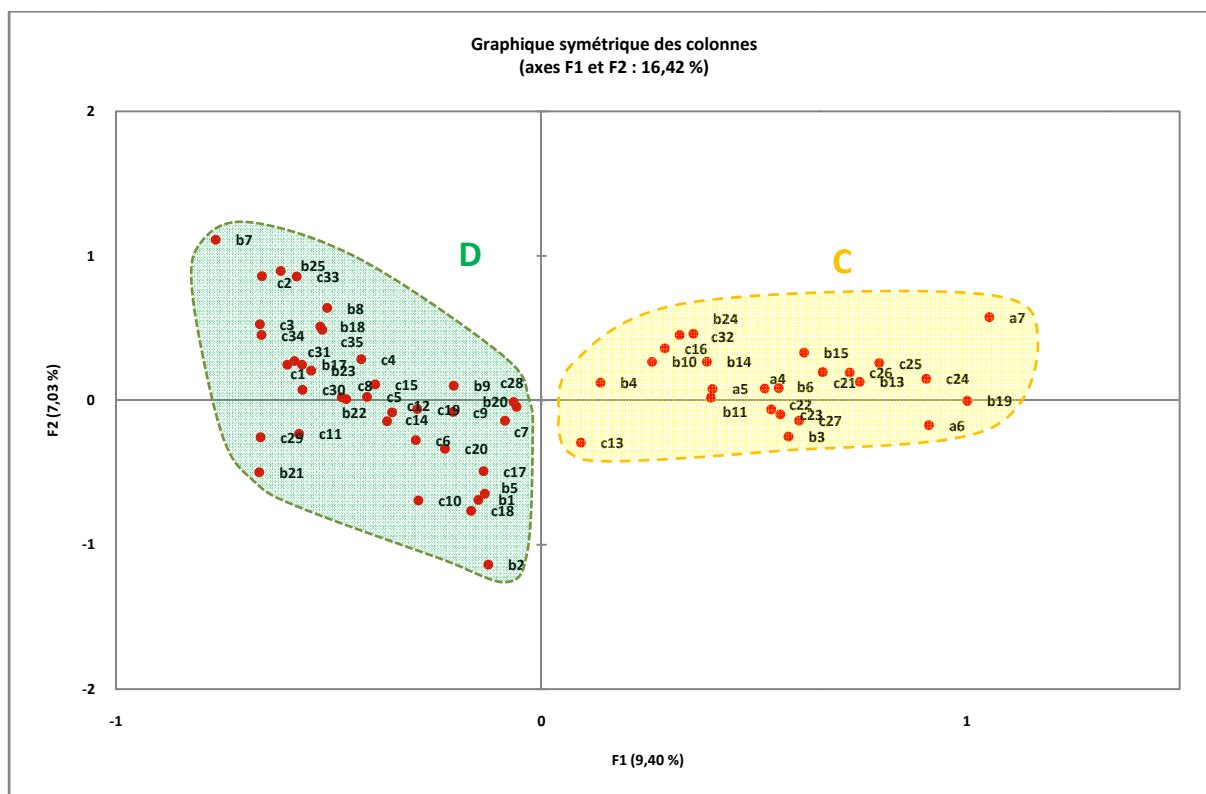


Figure 82. Analyse factorielle des correspondances de la matrice des données des subéraies. Analyse partielle (63 relevés x 91 espèces). Plan factoriel F1 et F2 des points-relevés

Le dendrogramme de la CAH (distance du khi^2 ; méthode de Ward), qui présente les résultats obtenus pour l'analyse de cette même matrice globale de 84 relevés, permet de confirmer globalement les 4 ensembles de relevés (figure 83).

Autrement dit, de l'ensemble B (avec 7 relevés) clairement distinguable, l'ensemble A (8 relevés seulement), ses 6 autres relevés se retrouvent dans l'ensemble « transitoire » C, l'ensemble D (33 relevés), qui lui aussi perd 6 relevés, qui rejoignent l'ensemble C. Ce dernier est donc composé sur cette arborescence de 36 relevés, au lieu de 24 (en AFC). Ces 12 relevés qui sont fluctuants assurent apparemment la transition entre les divers ensembles. Il ne faut pas perdre de vue cet aspect lors de leur interprétation syntaxonomique et syndynamique.

Dans un cas pareil, il nous paraît nécessaire de procéder à une seconde classification d'une matrice de données réduites à 63 relevés, d'où sont exclus les relevés des ensembles les plus stables, B et A. Cette analyse aboutit à des résultats très conformes avec ceux de l'AFC partielle, puisqu'on retrouve de manière objective les 2 ensembles C et D, comportant respectivement les 24 et 39 relevés correspondants (figure 84). De plus, une certaine variabilité apparaît au sein de chacun de ces ensembles, mais l'agencement des relevés est avantageux pour l'élaboration des tableaux phytosociologiques

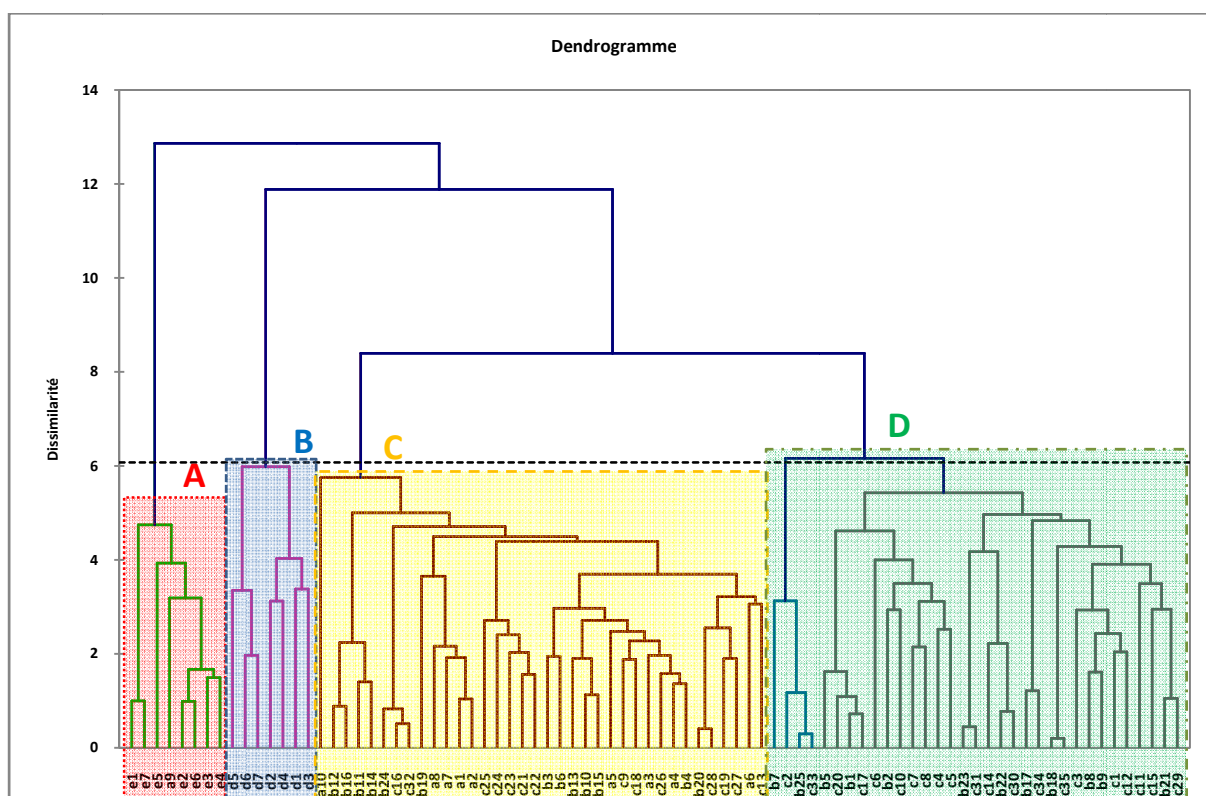


Figure 83. Dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique de la matrice des données floristiques des subéraies (84 relevés x 129 espèces)

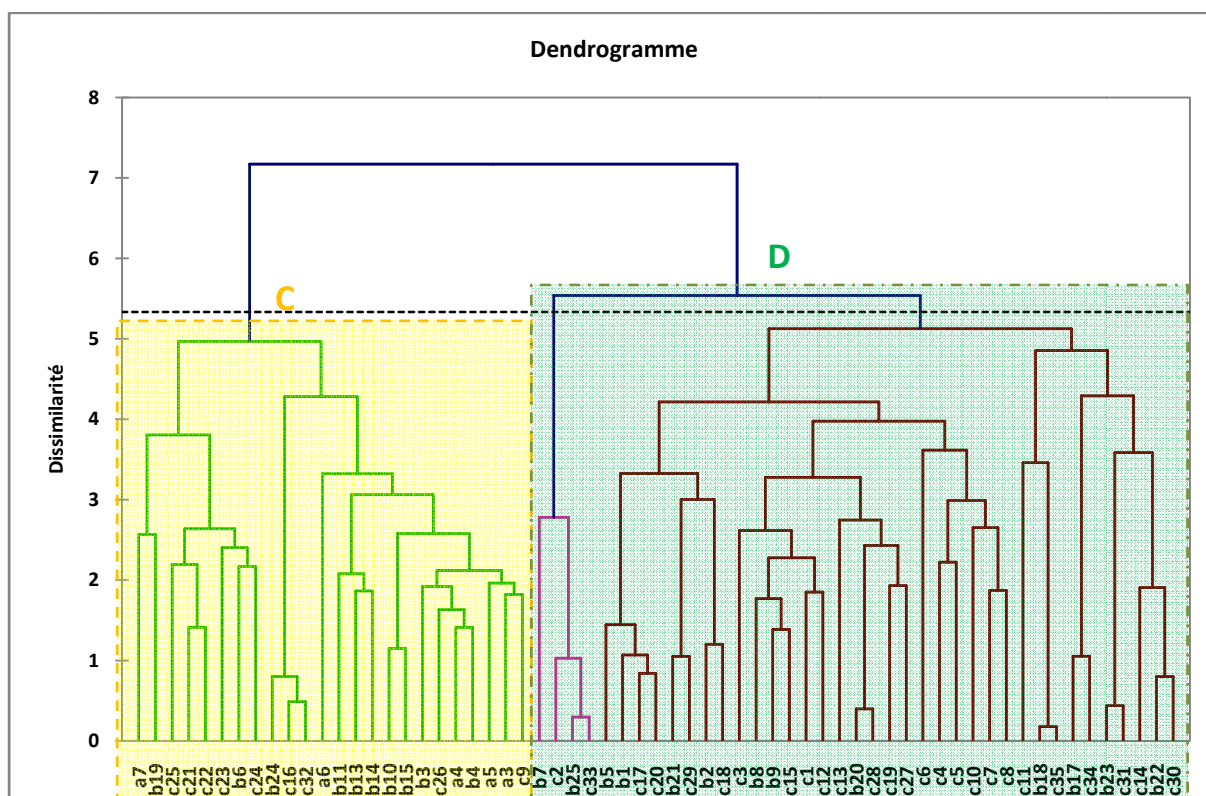


Figure 84. Dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique de la matrice des données floristiques des subéraies (63 relevés x 91 espèces)

4.4. *Festuco triflorae-Quercetum suberis* ass. nova [tableau 82, en annexe]

Quercetea ilicis Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950

Quercetalia ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934

Balansaeo glaberrimae-Quercion rotundifoliae Barbero, Quézel & Rivas-Martinez 1981

4.4.1. Physionomie et structure

Cette subéraie est localisée près de Beni Kouffi au dessus du village d'Ait Ali. Elle se présente en vieille futaie basse, assez claire, de 6-8 m de hauteur en moyenne et un recouvrement de l'ordre de 60-70 %. La strate arborescente est constituée essentiellement par *Quercus suber*, mais *Quercus rotundifolia* y est omniprésent. Au niveau de la strate arbustive, *Cytisus villosus* constitue en général un sous-bois relativement homogène, avec un recouvrement important (80 %). De nombreux arbustes et arbrisseaux participent également à la constitution d'un sous-bois à tendance plus mésophile aux expositions fraîches (*Crataegus monogyna*, *Rubus ulmifolius*, *Rosa canina*) ou à tendance plus xérophile, aux expositions plus chaudes (*Calicotome spinosa*, dominant, *Juniperus oxycedrus*, *Daphne gnidium*, *Cistus salvifolius*, *Lavandula stoechas*, plus rarement *Erica arborea*, calcifuge strict). La strate herbacée est bien développée et abrite, en particulier, un lot d'espèces acidiphiles, comme *Pulicaria odora*, *Plagius maghrebinus*, *Andryala integrifolia*, *Briza maxima*, *Cynosurus elegans*, etc. qui y trouvent manifestement leur optimum écologique. Les géophytes sont peu fréquentes (12 %), alors que les thérophytes (25 %) et surtout les hémicryptophytes (48 %) dominent largement.

On constate l'absence des sclérophytes habituelles (*Phillyrea media*, *Phillyrea latifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea* subsp. *sylvestris*, *Viburnum tinus*, *Rhamnus alaternus* subsp. *alaternus*, et encore plus *Myrtus communis*) et des lianes sclérophylles (*Smilax aspera*, *Clematis flammula*, *Lonicera implexa* ...). En particulier, *Arbutus unedo* fait défaut et son absence révèle des conditions écologiques limites pour *Quercus suber*, car sa disparition précède généralement celle de la forêt de chêne liège. Ces éléments thermohéliophiles à des degrés divers, sont sans doute éliminés par la rigueur du climat (stress thermique hivernal) à ce niveau altitudinal (plus de 900-1000 m) et une relative continentalisation.

L'appauvrissement en arbustes sclérophylles, prototypes méditerranéens (Mitrakos, 1980), au fur et à mesure qu'augmente l'humidité en général froide, se produit partout en altitude dans le bassin méditerranéen occidental, et cette tendance se manifeste d'autant plus vite que l'on se trouve sur substrat siliceux (Barbero & Loisel, 1983). Ceci est exactement le cas sur cette portion nord occidentale du Djurdjura, où le substrat est constitué par les grès de Draa el Mizan. La même constatation a été faite sur l'Atlas blidéen (Meddour, 1994a).

4.4.2. Synécologie et répartition géographique

Si le chêne liège peut atteindre à l'état sporadique 1300 m d'altitude dans le territoire phytocorologique kabyle, la futaie pure de cette essence est surtout répandue au dessous de 1000 m, car *Quercus suber* est mal adapté aux régions où la neige est abondante (Lapie, 1909a). Cependant, entre 900 et 1100 m environ, sur les crêtes et dans les stations ensoleillées, la subéraie constitue encore quelques îlots dans l'aire de la chênaie verte, sur les contreforts septentrionaux du Djurdjura, comme à Beni Kouffi.

Du point de vue édaphique, ses exigences strictes font que le chêne liège est localisé sur substrat siliceux (poudingues et grès, presque uniquement) dans cette zone du Djurdjura. Quant au bioclimat, l'association se développe en ambiance humide tempérée, avec une pluviométrie de 1100-1200 mm par an. La période sèche y est relativement courte et oscille entre 2-3 mois, à ce niveau altitudinal, correspondant à l'étage mésoméditerranéen.

4.4.3. Synfloristique, syntaxonomie et valeur synsystématique

Ce syntaxon s'intègre aux *Quercetea* et *Quercetalia ilicis* comme l'atteste la présence de plusieurs caractéristiques, au rang desquelles, on peut citer : *Quercus rotundifolia*, *Galium scabrum*, *Moehringia pentandra*, *Geranium purpureum*, *Asplenium onopteris*, *Juniperus oxycedrus*, *Cyclamen africanum* et *Daphne gnidium*. Au niveau de l'alliance, plusieurs espèces du *Quercion suberis* y sont constantes, voire dominantes, telles que *Quercus suber*, *Cytisus villosus* et *Pulicaria odora*. Mais dans ce contexte synécologique et synfloristique, elles ont une valeur de caractéristiques des *Quercetalia ilicis*.

Partout en Algérie, ce type de subéraie à Cytise se développant en altitude, au mésoméditerranéen subhumide et humide, a été rapporté au *Cytiso villosi-Quercetum suberis*, même sur les monts de Tlemcen (Dahmani, 1984), à la suite de Zeraia (1981). Cependant, cet auteur reconnaît sur l'Atlas blidéen un faciès à *Quercus rotundifolia*, correspondant à un assèchement relatif du milieu, lié à la dégradation de la subéraie en marginalité écologique.

Ceci est justement le cas du groupement étudié dans les îlots de subéraie du Djurdjura, dont les affinités synécologiques et synfloristiques sont beaucoup plus étroites avec certaines subérais à *Quercus rotundifolia*, se développant en altitude sur l'Atlas tellien algéro-oranais, comme les monts de Tlemcen, l'Ouarsenis ou l'Atlas blidéen.

Avec la présence constante de *Quercus rotundifolia*, un ensemble d'espèces habituellement présentes dans les chênaies vertes fraîches et relativement montagnardes, font leur apparition dans la subéraie de Beni Kouffi. En plus de *Quercus rotundifolia*, il s'agit de *Juniperus oxycedrus*, *Rosa canina*¹⁸, et plus significativement de *Festuca triflora*, *Conopodium glaberrimum*, *Arabis pubescens* et *Silene mellifera* ; elles font toutes défaut dans les forêts climaciques de chêne liège du Nord-est algérien. Malgré l'absence notable de *Phlomis bovei*, il s'agit à l'évidence d'un groupement du *Balansaeo glaberrimae-Quercion rotundifoliae*, auquel il est plus raisonnable de rattacher ce type de subéraie. Un travail encore inédit portant sur la synthèse, à l'aide de l'analyse numérique, des groupements forestiers du *Quercion suberis* d'Algérie, nous conforte largement dans cette position.

Nous proposons dans ce cas une association nouvelle, que nous nommons *Festuco triflorae-Quercetum suberis*, qui est caractérisée par une combinaison spécifique originale : *Quercus suber*, *Quercus rotundifolia*, *Festuca triflora*, *Silene imbricata*, *Euphorbia cuneifolia*, *Andryala laxiflora*, et deux espèces transgressives des chênaies vertes du supraméditerranéen et des cédraies acidiphiles : *Cephalaria mauritanica* et *Silene mellifera*.

Enfin, elle n'est pas sans rappeler le *Teucrio afrae-Quercetum suberis* Barbero, Benabid, Quézel & Rivas-Martinez 1981, qui est une subéraie mixte ouverte à *Quercus rotundifolia*, se développant en altitude (plus de 1000 m), sur des grès siliceux dans le Rif, intégrée également au *Balansaeo-Quercion rotundifoliae* (Barbero & al., 1981).

¹⁸ Ces 3 taxons sont également présents dans la subéraie des monts de Tlemcen (Letreuch-Belarouci & al., 2009).

4.4.4. Variations de l'association

Des variations synfloristique et synécologique apparaissent au niveau de ce syntaxon, à la faveur de l'exposition contrastée des versants, où deux aspects sont reconnaissables :

- Un aspect mésophile de cette subéraie, aux expositions les plus fraîches et sur sols profonds et frais, développée au contact de la chênaie verte du mésoméditerranéen supérieur et supraméditerranéen, qui se traduit par la présence des éléments les plus exigeants sur le plan trophique et mésologique, comme les espèces du mull forestier *Conopodium glagerrimum*, *Moehringia pentandra*, *Geranium purpureum*, *Asplenium onopteris*, *Cyclamen africanum*, *Plagius maghrebinus*, et l'enrichissement du cortège floristique en indicatrices des *Quercetea pubescentis* (*Lamium flexuosum*, *Alliaria petiolata*, *Prunella vulgaris* ...).
- Un aspect thermophile, en exposition essentiellement sud-ouest, plus perturbé, se traduisant par la fréquence de *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, *Daphne gnidium*, confirmé par l'infiltration des transgressives, à caractère calcifuge, des *Cisto-Lavanduletea stoechadis* (*Cistus salviifolius*, *Lavandula stoechas*, *Briza maxima*, *Aira caryophyllea*), et surtout par l'extension de *Calicotome spinosa*, particulièrement abondant en exposition chaude. Par contre, *Genista tricuspidata* et *Ampelodesmos mauritanica* sont ici à peine présents, du moins dans nos individus d'association.

4.4.4. Syndynamique naturelle ou anthropique

On sait que sous l'action des facteurs de dégradation anthropozoïque, la subéraie se transforme en maquis haut, puis en cistaie basse et enfin, en ptéridaie, asphodélaie ou encore ampélodesmaie (Maire, 1926). Au Djurdjura, Lapie (1909a) indique que l'évolution régressive de la chênaie sempervirente sclérophylle aboutit à ce niveau altitudinal à une « pâture broussailleuse » ou un matorral, où dominant *Calicotome spinosa* et *Genista tricuspidata*. Ce type de fruticée (génistaie ou calicotomaie), fréquent vers 900-1100 m d'altitude, représente probablement une étape sériale de cette subéraie à chêne vert.

4.5. *Cytiso villosi-Quercetum suberis* Br.-Bl. 1953 corr. Serra, Loddo & Bacchetta 2002 *quercetosum canariensis* El Afsa 1978 [tableau 83, en annexe]

Quercetea ilicis Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950

Quercetalia ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934

Quercion suberis Loisel 1971

4.5.1. Physionomie et structure

La forêt de chêne liège se présente en futaie, de 10-12 m de haut en moyenne, atteignant localement jusqu'à 14-15 m ; elle est assez dense à dense, la canopée assurant un recouvrement de l'ordre de 60-80 %. La strate arborescente est représentée par *Quercus suber*, dominant, mais le chêne liège est très souvent en mélange avec *Quercus canariensis*. Le merisier (*Prunus avium*) est assez fréquent dans les mêmes conditions mésologiques.

La strate frutescente est homogène et représentée par, principalement 4 espèces arbustives, à savoir *Cytisus villosus*, qui domine, *Erica arborea*, *Rubus ulmifolius* et *Crataegus monogyna*. Les ligneux suivants, *Rosa sempervirens*, *Daphne gnidium*, *Arbutus unedo*, *Prunus domestica* subsp. *insititia*, sont localement présents. Le mélange ronce-cytise se localise surtout sous

futaie mixte de chênes, tandis que la bruyère, *Calicotome spinosa*, *Genista tricuspidata* sont nettement plus abondants dans les subéraies pures. La bruyère devient co-dominante avec le cytise dans certains peuplements purs de chêne liège, où le recouvrement est plus clair.

Les lianes sont nombreuses et montrent un développement remarquable : *Asparagus acutifolius*, *Rubia peregrina*, *Dioscorea communis*, *Aristolochia fontanesii*, *Smilax aspera* subsp. *mauritanica*, *Clematis flammula*, et sporadiquement *Lonicera etrusca* et *Hedera algeriensis*.

La composition floristique de la strate herbacée est très diversifiée, les plantes les plus répandues, liées au mull forestier, sont : *Pulicaria odora*, *Plagius maghrebinus*, *Galium scabrum*, *Asplenium onopteris*, *Clinopodium arundanum*, *Prunella vulgaris*, *Brachypodium sylvaticum*, *Arisarum vulgare*, *Geranium purpureum*, *Cyclamen africanum*, etc.

4.5.2. Synécologie et répartition géographique

Dans le massif de Beni Ghobri, la futaie mixte de *Quercus suber* et *Quercus canariensis* colonise les ubacs et les versants orientés vers l'est, les replats humides et les fonds de vallons limoneux, sur sols profonds et relativement frais, de 650 à 900 m d'altitude (notamment au niveau des cantons de Yakouren, Tizi Oufellah, Sidi Brahim, Tegma). A partir de 600-700 m d'altitude, en versant septentrional, avec l'augmentation de l'humidité, *Quercus canariensis* commence à se mêler à *Quercus suber* ; il le fait avec d'autant plus d'abondance que le biotope est plus humide et le sol plus profond (Messaoudène, 1989).

Cette chênaie mixte se développe en bioclimat humide tempéré, sur les grès numidiens. Les sols sont le plus souvent sableux, à intercalations argileuses, parsemés d'éboulis. La plupart sont de type brun forestier, à 3 horizons bien distincts ABC ; l'humus est un mull, acide, riche en matières organiques, à tendance podzolique (Durand, 1951 ; Quézel, 1956 ; Allalou, 1986 ; Messaoudène, 1989).

Enfin, ce groupement se situe à l'horizon supérieur du mésoméditerranéen, caractérisé notamment par l'absence des espèces arbustives héliophiles, comme par exemple *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*, etc. (Ozenda, 1975).

4.5.3. Synfloristique, syntaxonomie et valeur synsystématique

Au point de vue synfloristique, il faut noter la prépondérance au niveau de ce groupement de subéraie mésoméditerranéenne humide, des espèces forestières mésophiles, telles que *Asparagus acutifolius*, *Asplenium onopteris*, *Arisarum vulgare*, *Carex distachya*, *Geranium purpureum*, *Galium scabrum*, *Rubia peregrina*, *Pteridium aquilinum*, *Ruscus hypophyllum*, *Cyclamen africanum*, *Prunus insititia*, *Piptatherum miliaceum* ..., caractéristiques des *Quercetea* et *Quercetalia ilicis*, et celles de *Cytisus villosus*, *Pulicaria odora*, *Plagius maghrebinus*, et dans une moindre mesure de *Melica minuta* subsp. *major* et *Teucrium kabylicum*, indicatrices du *Quercion suberis*, auxquels se rapporte évidemment l'association de la subéraie à cytise.

D'autre part, l'absence ou la très grande rareté significative des espèces thermophiles, relevant généralement des *Pistacio-Rhamnetalia alaterni*, comme *Chamaerops humilis*, *Ceratonia siliqua*, *Jasminum fruticans*, *Pistacia lentiscus*, *Lonicera implexa*, *Clematis cirrhosa*, *Rhamnus alaternus* subsp. *alaternus*, *Viburnum tinus*, *Phillyrea media*, *Olea europaea* subsp. *sylvestris*, et spécialement de *Myrtus communis*, espèce différentielle de la sous-association *myrtetosum* et de l'association *Myrto-Quercetum suberis*, mérite d'être soulignée.

Dans le massif de Beni Ghobri, les conditions édaphoclimatiques sont très favorables au chêne zéen (*Quercus canariensis*), qui est presque partout présent et se régénère sans difficultés. A 900 m d'altitude (relevé b7), il devient co-dominant et atteint alors une

hauteur moyenne de 17 m. Cette omniprésence du chêne zéen permet de rattacher ce groupement situé dans la région de Yakouren à la sous-association *quercetosum canariensis*, avec comme différentielles : *Vicia ochroleuca* subsp. *atlantica*, *Lamium flexuosum*, *Potentilla micrantha* (cf. El Afsa, 1978 ; Zeraia, 1981 ; Khelifi, 1987), mais aussi *Quercus canariensis*, *Ranunculus ficaria* subsp. *ficariiformis*, *Scutellaria columnae*, *Epipactis tremolsii* et *Geum urbanum* var. *mauritanicum*.

En effet, de par sa position altitudinale assez élevée (600-900 m), sur les versants orientés vers le nord surtout, mais aussi à des altitudes très basses, à la faveur de vallons humides et frais, cet aspect du *Cytiso villosi-Quercetum suberis* se caractérise par un enrichissement et une fréquence de nombreux taxons transgressifs des *Quercetea pubescentis*, voire des *Quercu-Cedretalia atlanticae*. On peut citer notamment : *Crataegus monogyna*, *Rubus ulmifolius*, *Prunus avium*, *Clinopodium arundanum*, *Brachypodium sylvaticum*, *Prunella vulgaris*, *Ranunculus ficaria* subsp. *ficariiformis*, *Dioscorea communis*, *Polystichum aculeatum*, *Luzula forsteri*, *Viola reichenbachiana*, *Lamium flexuosum*, *Potentilla micrantha*, *Vicia ochroleuca* subsp. *atlantica*, *Geum urbanum* var. *mauritanicum* et *Scutellaria columnae*, qui traduisent la plus grande mésophylogophilie du *quercetosum canariensis*, vis-à-vis des autres sous-associations.

Parallèlement, la transgression des indicatrices xérophiles des *Cisto-Lavanduletea stoechadis* est faible voire nulle.

La présence de ces taxons appartenant plus souvent, soit aux chênaies caducifoliées, soit aux cédraies, en bioclimat humide, illustre bien les conditions mésologiques favorables qui règnent dans ce type de subéraie (Quézel, 1956 ; Aimé & al., 1986). Dans l'Akfadou, ces espèces sylvatiques trouvent leur optimum écologique dans les zénaies, localisées au-dessus de 1000 m d'altitude (Laribi, 1999 ; Laribi & al., 2010). La particularité de cette sous-association de conserver une flore montagnarde mésophile des *Quercetea pubescentis*, est certainement d'une grande signification phytogéographique. Ceci est également le cas de certaines subéraies, aussi bien en Kroumirie (Braun-Blanquet, 1953), qu'en Sardaigne, où elles abritent des éléments floristiques des *Quercu-Fagetea sylvaticae* (Bacchetta & al., 2004).

351

En définitive, cette sous-association établit une transition entre les formations sempervirentes sclérophylles, la subéraie à cytise (*Cytiso villosi-Quercetum suberis typicum*), et les formations caducifoliées, en particulier la zénaie à cytise et ronce de Numidie (*Rubus incanescens-Quercetum canariensis cytisetosum villosi*) (cf. Quézel, 1956 ; Aimé & al., 1986 ; Meddour, 1993 ; Laribi, 1999 ; Laribi & al., 2010), en bioclimat humide tempéré à frais et à partir d'une altitude moyenne de 800 m. D'ailleurs, la simple comparaison floristique de ces deux syntaxons montre à l'évidence leurs grandes affinités synfloristiques ; nous retrouvons, en effet, 78 espèces en commun, dont pratiquement l'ensemble des plantes sylvatiques ayant leur optimum au mésoméditerranéen supérieur.

4.5.4. Variations de l'association

Lorsque la futaie de chêne liège est éclaircie (recouvrement moyen de 50 %) et sur sol relativement profond, *Pteridium aquilinum* devient abondant et forme alors un faciès (relevé c13), le couvert étant plus léger que dans la formation mixte, le sous-bois reçoit un éclaircissement suffisant, favorable au développement de la fougère-aigle. Cette espèce sociale se développe dans les vieilles futaies plus ou moins claires ou en lisière (ourlet). Elle traduit par ailleurs un sol lessivé acide (Rameau & al., 1989).

Le groupement montre, en outre, une évolution régressive manifeste dans certains individus d'association (relevés b2, b5, b20, c7, c19 et c27), comme l'atteste l'abondance des espèces habituellement indicatrices de perturbation du milieu (passage répété du feu, surtout), parmi lesquelles figurent *Cistus salviifolius* et *Genista tricuspidata*, caractéristiques des *Cisto-Lavanduletea stoechadis*. Ces relevés révèlent dans leur cortège floristique, l'empreinte de cette perturbation, également par la dominance de *Calicotome spinosa* et *Erica arborea*. Corrélativement, le chêne zéen et les espèces sylvatiques des *Quercetea ilicis* et, a fortiori, celles des *Quercetea pubescentis* régressent fortement, au profit de plantes banales.

4.5.5. Syndynamique naturelle ou anthropique

L'évolution fortement régressive de la subéraie, sous l'impact de l'anthropisation a été évoquée par divers auteurs (Zeraia, 1981 ; Dahmani, 1984 ; Khelifi, 1987 ; Wojterski, 1988 ; Hadjadj-Aoul & Loisel, 1999 ; Meddour, 2001 ; Letreuch-Belarouci & al., 2009, et d'autres). Ces auteurs notent l'existence d'étapes sériales successives présentant un état de dégradation de plus en plus avancé (maquis à Ericacées, calicotomaie, cistaies, ptéridaie, ampélodesmaie ou asphodélaie).

En particulier, l'erme, par lequel Sauvage (1961) désigne le stade ultime de la dégradation de la subéraie, est représenté par deux géophytes *Asphodelus ramosus* et *Charybdis maritima*, qui forment des peuplements abondants. Ce groupement à *Asphodelus ramosus*, étudié de manière précise par Zermane (1991), est un groupement nitrophile lié aux milieux riches en azote, suite au pâturage incessant, issu de l'évolution régressive des maquis et forêts claires de chêne liège et d'autres essences forestières.

Nous avons déjà souligné l'importance que prennent en sous-bois l'asphodèle et l'urginée maritime dans les peuplements mixtes de chênes zéen et afarès dans l'Akfadou, là où la pression humaine et la fréquentation des troupeaux sont très marquées (Meddour, 1993). Récemment, Bouazza & al. (2001) et Letreuch-Belarouci & al. (2009), dans leur étude de la subéraie des monts de Tlemcen, confirment l'importance de la dégradation et de la banalisation de la flore par l'installation d'espèces opportunistes favorisées par le pâturage, telles que *Asphodelus ramosus* et *Charybdis maritima*.

Dans l'association étudiée dans ce travail, le *Cytiso villosi-Quercetum suberis*, on observe également une Asphodélaie en lisière de forêt (ourlet nitrophile prévernal) à *Asphodelus ramosus*. Voici par exemple dans le canton de Tizi Oufellah (Yakouren, Beni Ghobri), en exposition NW, avec une pente de 15 % et à 760 m d'altitude, la composition floristique de ce type de groupement (recouvrement 90 %, hauteur moyenne 70-100 cm) :

<i>Asphodelus aestivus</i>	4	<i>Andryala integrifolia</i>	+
<i>Dittrichia viscosa</i>	3	<i>Fumaria capreolata</i>	+
<i>Plagius maghrebinus</i>	+	<i>Phalaris bulbosa</i>	+
<i>Geranium purpureum</i>	+	<i>Mentha pulegium</i>	+
<i>Carex distachya</i>	+	<i>Daucus carota</i>	+
<i>Eryngium tricuspidatum</i>	+	<i>Galactites elegans</i>	+

4.6. *Cytiso villosi-Quercetum suberis* Br.-Bl. 1953 corr. Serra, Loddo & Bacchetta 2002 *arbutetosum unedonis* subass. Nova [tableau 84, en annexe]

Quercetea ilicis Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950

Quercetalia ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934

Quercion suberis Loisel 1971

4.6.1. Physionomie et structure

Ce type de subéraie se présente, en général, en futaie pure, d'une hauteur moyenne de 10-12 m, parfois plus élevée (15 m) et parfois de moindre taille (8-9 m). La strate arborescente est formée presque uniquement par *Quercus suber*, qui assure un recouvrement très variable (25-35 à 70-75 %). Le chêne zéen peut être localement présent par régénération naturelle ; *Prunus avium* est par contre très rare.

La strate frutescente, d'une hauteur de 1.5 à 2.5 m, est en général très dense (70-90% de recouvrement). Elle est caractérisée par l'abondance de *Cytisus villosus*, qui est la plus mésohygrophile des Fabacées arbustives présentes dans les subéraies. De nombreux nanophanérophytes typiquement méditerranéens dominant : *Erica arborea*, *Arbutus unedo*, *Phillyrea media*, *Myrtus communis*, *Crataegus monogyna*, *Viburnum tinus*, *Ruscus hypophyllum*, *Daphne gnidium*, *Calicotome spinosa*, *Genista tricuspidata*, *Cistus salviifolius*, *Cistus monspeliensis* et *Lavandula stoechas*. Mais, les arbustes sclérophylles, tels que *Rhamnus alaternus* subsp. *alaternus*, *Pistacia lentiscus* et *Olea europaea* subsp. *sylvestris*, figurent à peine dans ce groupement. Les lianes y sont nombreuses et bien développées : *Asparagus acutifolius*, *Rubia peregrina*, *Smilax aspera* subsp. *mauritanica*, *Lonicera implexa*, *Lonicera etrusca*, *Clematis flammula*, *Dioscorea communis*, *Rosa sempervirens* et *Rubus ulmifolius*.

La strate herbacée est réduite par suite de la densité du sous-bois et de la diminution de la lumière. On y trouve principalement : *Plagius maghrebinus*, *Eryngium tricuspidatum* subsp. *bovei*, *Pulicaria odora*, *Galium scabrum*, *Clinopodium arundanum*, *Ampelodesmos mauritanica*, *Asphodelus ramosus*, etc.

4.6.2. Synécologie et répartition géographique

Ce groupement mésophile à tendance thermophile, apparaît au niveau de plusieurs forêts domaniales, de la chaîne littorale, Tamgout, Taourirt Ighil, Azouza (vers 850-950 m), et plus spécialement à Mizrana (750-850 m) et Beni Ghobri (550-650 m), où il se situe 100 m plus bas en moyenne que la sous-association précédente (au djebel Afroun par ex.). Il se développe essentiellement au mésoméditerranéen inférieur, en bioclimats subhumide à humide tempérés, sur les grès numidiens et les éboulis de ces grès.

4.6.3. Synfloristique, syntaxonomie et valeur synsystématique

On peut de prime abord penser à inféoder ce groupement de subéraie à cytise, où co-dominant dans le sous-bois les Ericacées (*Arbutus unedo* et *Erica arborea*), à la sous-association *Cytiso villosi-Quercetum suberis myrtetosum communis* El Afsa 1978, puisque les indicatrices transgressives du *Querco-Oleion sylvestris*, qui la caractérisent y sont représentées : *Myrtus communis*, *Rubia peregrina*, *Smilax aspera*, *Ruscus hypophyllum*. Mais, la grande rareté de *Clematis cirrhosa*, *Arisarum vulgare*, *Teucrium pseudoscorodonia* et d'*Olea europaea* subsp. *sylvestris* ne permettent pas d'envisager l'intégration de ce groupement à cette sous-association qui est de surcroît optimale au thermoméditerranéen.

Il nous paraît nécessaire de définir une nouvelle sous-association *arbutetosum unedonis*, qui rendrait compte de cette cooccurrence de *Cytisus villosus* et *Arbutus unedo*, omniprésent dans cet aspect de l'association, alors qu'il est peu fréquent dans le *quercetosum canariensis*, où il est en marginalité écologique ; sa disparition précédant de peu celle du chêne liège. Il est possible de ranger parmi la combinaison différentielle de cette unité : *Arbutus unedo*, *Erica arborea* et *Piptatherum miliaceum*.

Cette sous-association *arbutetosum unedonis* de la Kabylie djurdjuréenne, peut en partie se reconnaître dans l'association à *Arbutus unedo*, et tout spécialement dans sa sous-association à *Myrtus communis*, décrite au Maroc septentrional par Sauvage (1961). Par ailleurs, le *Myrto communis-Quercetum suberis* Barbero, Benabid, Quézel & Rivas-Martinez 1981, association thermoméditerranéenne du *Quercus-Oleion*, se décline au niveau du Tangérois en plusieurs sous-associations, dont le *myrtetosum communis* Barbero & al. 1981, où justement *Arbutus unedo* et *Erica arborea* sont fréquents. Les liens syndynamiques et syngénétiques entre ces divers syntaxons méritent une étude comparative approfondie.

Rappelons, enfin, que la forme typique de l'association (*typicum*) est caractérisée par l'abondance de *Cytisus villosus*, et ses différentielles sont : *Cynosurus elegans* et *Galium tunetanum*, deux espèces communes dans les forêts et broussailles du Tell algérien, qui ici sont très rares.

4.6.4. Variations de l'association

La limite altitudinale supérieure de *Myrtus communis* se situe généralement vers 600-700 m, altitude à partir de laquelle, il se raréfie et *Cytisus villosus*, prend une place prépondérante dans le sous-bois. On peut remarquer dans ce groupement, qu'ils sont tout aussi abondants l'un et l'autre, du moins dans une partie des relevés, réalisés dans les conditions sitologiques les plus favorables, correspondant à des individus d'association préservés.

C'est ainsi que cette sous-association *Cytisus-Quercetum suberis arbutetosum* présente deux aspects très différents, correspondants provisoirement à deux variantes :

- Une variante mésothermophile à *Myrtus communis*, aspect où l'ambiance sylvatique est encore réalisée (Mizrana, Tamgout, Taourirt Ighil, Beni Ghobri), particularisée par un lot de différentielles exigeantes sur le plan trophique, à savoir *Myrtus communis*, *Galium scabrum*, *Smilax aspera* subsp. *mauritanica*, *Ruscus hypophyllum*, *Asplenium onopteris*, *Lonicera etrusca*, *Carex distachya*, *Viburnum tinus*, relevant des *Quercetea ilicis*, et même par quelques indicatrices des *Quercetea pubescentis*, telles que *Brachypodium sylvaticum*, *Prunella vulgaris*, *Galium tunetanum*, *Prunus avium* et *Agrimonia eupatoria*. Cependant, en raison de leurs exigences mésologiques, qui ne sont réalisées que localement dans les subéraies les plus mésophiles (en futaie dense), ces dernières sont beaucoup plus rares.
- Une variante thermophile et paucispécifique à *Ampelodesmos mauritanica*, manifestement très perturbée par les feux récurrents (Mizrana, Yakouren, Azouza), où *Cytisus villosus* est déjà en régression, cédant la place à *Erica arborea*. Elle se distingue par les différentielles suivantes : *Ampelodesmos mauritanica*, *Daphne gnidium* et *Carex hallerana*.

4.6.5. Syndynamique naturelle ou anthropique

Dans la région méditerranéenne, le troupeau est synonyme de pâturage et ce dernier est synonyme de feu. Ce facteur de perturbation est aussi responsable, par ses passages répétés, de la régression de la subéraie. Il est considérablement favorisé par l'état d'abandon des peuplements, qui a entraîné l'extension d'une strate buissonnante dans laquelle prédominent souvent les Ericacées et les Cistacées, très vulnérables, en ce sens

que le sous-bois est dense et correspond à un maquis haut à *Erica arborea*, avec plusieurs Cistacées et Lamiacées, qui « flambent comme des hydrocarbures » (Le Houérou, 1980).

Dans notre zone d'étude les subéraies au thermoméditerranéen ont beaucoup souffert des incendies répétés et se présentent essentiellement en maquis plus ou moins arboré, où l'ambiance sylvatique est rarement réalisée. Dans les cas extrêmes, s'installe les cistaies, puis l'ampélodesmaie, comme c'est le cas par exemple à Azouza.

L'évolution de la composition floristique post-incendie des subéraies en Kabylie (Mizrana, Taourirt Ighil) a été étudiée par Wojterski (1988, 1990) et Bekdouche & al. (2008, 2011 *in press*), et par Ouelmouhoub & Benhouhou (2007), dans la région d'El Kala.

Un fait général se dégage de ces études, c'est l'envahissement des thérophytes des pelouses sèches les premières années après le passage du feu (appartenant aux *Tuberarietea guttatae* principalement) et également des nitratoxytes (*Stellarietea mediae*).

4.7. *Erico arboreae-Myrtetum communis* Quézel, Barbero, Benabid, Loisel & Rivas-Martinez 1988 [tableau 85, en annexe]

Quercetea ilicis Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950

Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni Rivas-Martinez 1975

Ericion arboreae Rivas-Martinez (1975) 1987

4.7.1. Physionomie et structure

Cette association se présente soit en maquis moyen à élevé, de 2-3 m de haut, dense voire impénétrable (recouvrement 80-100 %), soit en maquis arboré, où le chêne liège à l'état résiduel, atteint 6-8 m de haut et assure un recouvrement faible de 5-15 % n'excédant pas 20 %. Les arbustes sclérophylles, pour la plupart, comme *Erica arborea*, *Arbutus unedo*, *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea media*, *Calicotome spinosa* sont omniprésents, et *Cistus salviifolius*, *Cistus monspeliensis*, *Lavandula stoechas*, *Genista ulicina* et *Daphne gnidium* organisent une strate sous-arbustive de 1-1.5 m de haut. D'autres arbustes et arbrisseaux sont également présents, mais de manière plus localisée : *Olea europaea* subsp. *sylvestris*, *Phillyrea latifolia*, *Ceratonia siliqua*, *Viburnum tinus*, *Rhamnus alaternus* et *Cytisus villosus*. Les phanérophytes lianes ou lianoïdes rendent l'ensemble enchevêtré, citons *Smilax aspera*, *Asparagus acutifolius*, *Lonicera etrusca*, *Lonicera implexa*, *Rubia peregrina* et *Dioscorea communis*. La strate herbacée est presque exclusivement représentée par *Ampelodesmos mauritanica*, qui profite des trouées pour s'installer, accompagnés par *Eryngium tricuspidatum* et *Pulicaria odora*.

355

4.7.2. Synécologie et répartition géographique

Ce maquis littoral se développe depuis pratiquement le niveau de la mer (50-60 m) jusque vers 400 m, au niveau de la forêt de Mizrana (cantons Mizrana, Tizi n'Bouali, Mazer, El Azaib) et dans la région d'Aghrib à Azeffoun, i.e. dans le bassin de Mlata (Ighzer Oumalou, Boumessaoud, Issoumatène, Takhrith), sur substrat siliceux, localement argileux, comme l'atteste la prépondérance de l'oléastre (relevés e1 et e7). Il atteint son optimum écologique au thermoméditerranéen inférieur, subhumide chaud à doux (ex. station El Azaib).

4.7.3. Synfloristique, syntaxonomie et valeur synsystématique

Cette association a été décrite pour la première fois au Rif marocain par Quézel & al. (1988). Elle a ensuite été reconnue dans le massif des Traras sur le littoral oranais (Hadjadj-Aoul & Loisel, 1999).

Au niveau, de ce syntaxon préforestier les caractéristiques des *Quercetea ilicis* et *Pistacio-Rhamnetalia alaterni* sont nombreuses et en particulier divers éléments thermohéliophiles, tels que *Arbutus unedo*, *Pistacia lentiscus*, *Ampelodesmos mauritanica*, *Calicotome spinosa*, *Myrtus communis*, *Daphne gnidium*, *Rhamnus alaternus* subsp. *alaternus*, *Rubia peregrina*, *Olea europaea* subsp. *sylvestris*, *Ceratonia siliqua*, *Arisarum vulgare*, etc. Toutefois, on remarque l'absence significative de *Quercus coccifera* et surtout de *Chamerops humilis*. Les espèces des *Cisto-Lavanduletea* sont surtout représentées par *Cistus monspeliensis*, *Cistus salviifolius* et *Lavandula stoechas*.

Enfin, cette association est caractérisée par la combinaison spécifique suivante, comprenant deux transgressives de l'alliance : *Erica arborea*, *Myrtus communis*, *Arbutus unedo*, auxquels on joint à titre de différentielle locale *Genista ulicina*, qui manifestement trouve ici son optimum écologique.

4.7.4. Variations de l'association

On peut aisément y reconnaître deux variantes :

- ✓ Une variante thermohéliophile à *Olea europaea* subsp. *sylvestris*, qui atteint son optimum, en exposition sud, sur sols lourds (argileux), avec comme différentielles en plus de l'oléastre, *Phillyrea latifolia* et *Ceratonia siliqua*. *Pistacia lentiscus* y présente une abondance particulièrement élevée. Elle rappelle ce qu'on a souvent désigné par le vocable vague d'Oléo-lentisque et plus improprement *Oleo-Lentiscetum*.
- ✓ Une variante mésophile à *Viburnum tinus*, dans les stations les plus humides (à Mizrana, entre 150 et 400 m), abritant encore des bosquets de *Quercus suber* et dont les différentielles sont clairement exigeantes sur le plan mésologique et trophique : *Viburnum tinus*, *Lonicera etrusca*, *Plagius maghrebinus*, *Cytisus villosus*, *Rubia peregrina*, *Rhamnus alaternus*, *Dioscorea communis*, *Allium triquetrum* et *Ruscus hypophyllum*.

Enfin, le relevé a9 est un faciès anthropogène à *Pinus halepensis*, où apparaît *Prasium majus*.

4.7.5. Syndynamique naturelle ou anthropique

Il s'agit d'un maquis dérivant des subéraies littorales à *Myrtus communis*, s'inscrivant dans le *Myrto communis-Quercetum suberis* Barbero, Benabid, Quézel & Rivas-Martinez 1981, association forestière climacique, sur substrat siliceux, au thermoméditerranéen. Nous n'avons guère rencontré cette association de basse altitude, qui a fortement régressé à la suite des coupes excessives et surtout des feux répétés, aussi bien à Mizrana qu'ailleurs sur la chaîne littorale¹⁹ (Tamgout, plus spécialement).

Sur l'Atlas blidéen, Wojterski (1990) indique également la forte dégradation des chênaies et notamment l'absence de cette association, signalée auparavant par Zeraia (1981).

Plus généralement, l'importance des structures de végétation préforestière vis-à-vis des problèmes de conservation et de gestion des milieux perturbés est essentielle au Maghreb. Elles s'inscrivent dans des séries dynamiques permettant de reconstituer la végétation

¹⁹ En effet, les communes littorales comme Mizrana, Azeffoun et Aghrib, présentent un risque d'incendie extrêmement élevé, i.e. plus de 20 feux en moyenne par an (Meddour-Sahar & Derridj, 2010).

potentielle et de reconnaître les groupements forestiers climaciques, qu'il est de plus en plus difficile de rencontrer sur le terrain, de surcroît au thermoméditerranéen (Quézel & al., 1988). Ces milieux représentent actuellement des surfaces très importantes et très largement utilisées par l'homme et surtout par les troupeaux. Cette surexploitation modifie considérablement ces structures de végétation secondaires et tend à les dégrader et à les appauvrir davantage, par divers processus maintenant bien connus (matorralisation, dématorralisation, thérophytisation, steppisation...).

V. LA FORMATION CADUCIFOLIEE PREFORESTIERE A ORMEAU (*Ulmus procera*) ET ERABLE DE MONTPELLIER (*Acer monspessulanum*) DU DJURDJURA

5.1. Introduction

L'ormeau (*Ulmus procera* = *U. campestris* subsp. *procera*) est un arbre commun dans les stations humides littorales et dans les montagnes fraîches du secteur kabylo-annabi. Les forêts auxquelles il participe sont principalement des forêts riveraines (ormaies, ormaies-frênaies, populaies) dans les plaines alluvionnaires et les ravins humides des montagnes jusqu'à 1500 m au moins (Maire, 1926). En Kabylie djurdjuréenne, il est fréquent dans pratiquement tous les cours d'eau des plaines et vallées alluvionnaires (oued Aissi, oued Sébaou, oued Sahel, etc.) et également dans les ravins boisés (Lapie, 1909a).

En Algérie, dès 1926, Maire a décrit l'association ripicole à orme et frêne (*Ulm-Fraxinetum*). Puis, Bensettiti (1995) analyse la composition floristique des forêts riveraines, en particulier, les forêts à orme, où domine *Ranunculus ficaria*. Dans la plaine qui s'étend à l'Est de Bejaia, des galeries forestières à *Ulmus campestris* var. *suberosa*, où existe parfois *Acer campestre*, ont été étudiées par Wojterski (1988). Dans la vallée de l'Oued Sellam (près de Sétif), Kaabèche & al. (1995) définissent également un groupement à *Fraxinus angustifolia* et *Ulmus campestris*. Mais, ces galeries forestières à orme et ces ripisylves à orme et frêne thermoméditerranéennes, qui s'insèrent toutes dans l'alliance *Clematido cirrhosae-Populion albae* Bensettiti 1995 (*Populetalia albae* Br.-Bl. ex Tchou 1948) montrent peu d'affinités avec le groupement préforestier alticole du Djurdjura.

Effectivement, il se rapproche davantage de la végétation zonale que d'une sylvie ripicole. Cette particularité synécologique est sans doute le trait le plus original de cette végétation rare et localisée dans la portion nord-occidentale du massif.

Nous reprenons l'analyse phytosociologique de ce groupement caducifolié préforestier à orme et érable de Montpellier, qui a déjà fait l'objet d'une note publiée.

5.2. *Aceri monspessulani-Ulmetum procerae* Meddour 1999

Quercetea pubescentis Doing ex Scamoni & Passarge 1959

Quercu fagineae-Cedretalia atlanticae Barbero, Loisel & Quézel 1974

Lonicero kabylicae-Juniperion hemisphaericae Quézel & Barbero 1989

5.2.1. Physionomie et structure

La formation caducifoliée à *Ulmus procera* et *Acer monspessulanum* se présente en futaie assez claire d'une hauteur moyenne de 7 m, assurant un recouvrement de l'ordre de 60 %. La strate arborescente est surtout représentée par *Ulmus procera*, le plus souvent dans sa

variété *suberosa*. Il croît en mélange avec *Acer monspessulanum*, de nombreux individus de *Quercus rotundifolia*, et parfois quelques cèdres. Sous cette canopée, la strate frutescente comprend plusieurs espèces, mais leur développement n'est pas considérable. Ce sont des arbustes pour la plupart épineux : *Crataegus laciniata*, *Berberis hispanica*, *Rosa sicula*, *Rosa canina*, *Rubus ulmifolius*, *Daphne laureola* subsp. *latifolia* et *Lonicera kabylica*. La strate herbacée, peu recouvrante, est très diversifiée et compte près d'une cinquantaine d'espèces.

5.2.2. Synécologie et répartition géographique

Cette ormaie à *Acer monspessulanum* est localisée au Djurdjura sur une superficie restreinte au niveau de la vallée d'Acif Djemaâ Adharchi, vers 1200 à 1300 m d'altitude, sur une pente de l'ordre de 10 à 20 %. Elle constitue un groupement stationnel dépendant essentiellement de conditions édaphiques et climatiques locales, qui lui permettent de prendre le dessus sur *Quercus rotundifolia* et *Cedrus atlantica*, dans l'horizon de transition entre ces deux essences. C'est probablement la profondeur des sols, et surtout leur bilan hydrique, qui conditionnent voire déterminent largement la localisation d'*Ulmus procera*, essence particulièrement exigeante. En effet, cette station située en versant nord sur un replat aux piémonts des grands escarpements rocheux du djebel Haizer (Djurdjura occidental), repose sur un substrat calcaire, inondé épisodiquement par la remontée de la nappe d'eau souterraine (calcaires aquifères), donnant un sol de type brun forestier, profond et conservant de l'humidité même pendant l'été. Des éboulis calcaires fixés, et riches en humus, sont particulièrement abondants à son niveau. Elle constitue une station toujours fraîche et humide et les courants d'air froid descendant de la montagne y maintiennent toute l'année une température particulièrement basse.

Cette formation caducifoliée se développe en bioclimat humide frais et représente une enclave supraméditerranéenne. La période de sécheresse estivale ne doit pas y excéder deux mois.

358

5.2.3. Synfloristique, syntaxonomie et valeur synsystématique

Les quelques relevés réalisés au sein de cette formation caducifoliée sont consignés dans le tableau 86.

Tableau 86. *Aceri monspessulani-Ulmetum procerae* Meddour 1999

Numéro des relevés	1	2	3
Recouvrement (%)	60	70	50
Altitude (x 10 m)	126	127	120
Inclinaison (%)	20	10	20
Exposition	N	N	N
Surface relevée (m²)	250	250	250
Nombre de taxons	41	33	34
<u>Caractéristiques de l'association et du <i>Lonicero-Juniperion</i></u>			
<i>Ulmus procera</i>	4	4	3
<i>Acer monspessulanum</i>	2	+	1
<i>Crataegus laciniata</i>	1	1	+
<i>Lonicera kabylica</i>	+	+	
<i>Berberis hispanica</i>	+		+
<i>Rosa sicula</i>	1		
<i>Prunus prostrata</i>			+
<u>Caractéristiques des <i>Quercetea pubescentis</i> et <i>Quercus-Cedretalia</i></u>			
<i>Alliaria petiolata</i>	+	2	
<i>Rubus ulmifolius</i>	+	1	

<i>Cedrus atlantica</i>	+	+	
<i>Galium tunetanum</i>	+		+
<i>Daphne laureola</i> subsp. <i>latifolia</i>	+		
<i>Myosotis latifolia</i>	+		
<i>Geranium malvaeflorum</i>		+	
<i>Rosa canina</i>		+	
<i>Dioscorea communis</i>		+	
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>		+	
<i>Viola munbyana</i> var. <i>kabylica</i>			+
<i>Silene atlantica</i>		+	+
<i>Ammoides atlantica</i>	+		+
<i>Nepeta multibracteata</i>	+		+
<u>Transgressives des Quercetea(etalia) ilicis</u>			
<i>Quercus rotundifolia</i>	1	+	+
<i>Geranium purpureum</i>	+	+	+
<i>Galium scabrum</i>	+	+	
<i>Pulicaria odora</i>	+		
<i>Asplenium onopteris</i>		+	
<i>Phlomis bovei</i>			+
<i>Ruscus aculeatus</i>	+		
<u>Espèces nitrophiles</u>			
<i>Artemisia absinthium</i>	+	+	+
<i>Specularia perfoliata</i>	+	+	1
<i>Ferula communis</i>	+	+	+
<i>Myosotis hispida</i>	+		+
<i>Stellaria media</i>		1	+
<i>Torilis arvensis</i>	+		+
<i>Ornithogalum umbellatum</i>	+		+
<u>Espèces rupicoles</u>			
<i>Umbilicus rupestris</i>	+	+	
<i>Senecio squalidus</i> subsp. <i>aurasiacus</i>	+	+	
<i>Asplenium trichomanes</i>	+		+
<i>Sedum caeruleum</i>	+		+
<i>Rumex scutatus</i> var. <i>induratus</i>	+		+
<i>Hyoseris radiata</i>	1		+
<i>Ranunculus spicatus</i>		+	
<u>Autres espèces</u>			
<i>Dactylis glomerata</i>	1	1	2
<i>Sinapis pubescens</i>	1	+	1
<i>Bromus squarrosus</i>	1	1	
<i>Silene coeli-rosa</i>	+	+	
<i>Festuca atlantica</i>	1		+
<i>Anthemis pedunculata</i>	+		+
<i>Eryngium tricuspdatum</i>	+		+
<i>Rumex thyrsoides</i>	+		+
<i>Anthyllis vulneraria</i>	+		+
<i>Carduus pycnocephalus</i>	+		+
<i>Plantago cupani</i>		1	2
<i>Avena barbata</i>		1	2
<i>Campanula rapunculoides</i>	+		

Espèces peu fréquentes : *Erysimum grandiflorum* (+) 1 ; *Cerastium pentandrum* (+) 1 ; *Galium aparine* (+) 2 ; *Ptilostemon rhiphaeus* (+) 2 ; *Rhagadiolus edulis* (+) 2 ; *Arabis pubescens* (+) ; *Bellis sylvestris* (+) 2.

Du point de vue syntaxonomique, il ne fait pas de doute qu'elle s'intègre aux *Quercetea pubescentis* et *Querceto-Cedretalia atlanticae*, comme l'atteste la présence d'une douzaine de caractéristiques de ces unités. Il est cependant difficile de la classer avec certitude dans l'une ou l'autre des alliances connues. En effet, les arbustes préforestiers du *Lonicero-Juniperion hemisphaericae*, tels que : *Crataegus laciniata*, *Lonicera kabylica*, *Berberis hispanica*,

Rosa sicula, *Prunus prostrata* et *Acer monspessulanum* (var. *martini* ?)²⁰, y sont certes relativement fréquents ; mais, cette alliance est réputée nettement plus alticole et froide (étage essentiellement montagnard-méditerranéen, variante thermique d'hiver froide). Rappelons que cette unité réunit les formations préforestières principalement à *Juniperus hemisphaerica*, représentant le manteau de structures potentiellement forestières, entre 1500 et 2200 m environ, au Djurdjura (Quézel & Barbero, 1989). Quant aux caractéristiques de l'alliance sylvatique *Paenion-Cedrion atlanticae*, celles-ci sont à peine présentes (*Myosotis macrocalycina*, *Viola munbyana* var. *kabylica*). Aussi, c'est du *Lonicero-Juniperion* que cette association se rapprocherait le plus, il semble possible au moins à titre provisoire de l'y intégrer.

D'autre part, étant en contact de la chênaie verte mésoméditerranéenne, quelques transgressives des *Quercetalia ilicis* trouvent encore leur optimum écologique au niveau de cette ormaie. Ce sont des taxons mésophiles et humicoles, comme : *Asplenium onopteris*, *Geranium purpureum*, *Galium scabrum*, *Pulicaria odora* et *Phlomis bovei*.

Soulignons que ce groupement préforestier est très marqué par le pâturage bovin, lui conférant un caractère rudéral, comme en témoigne la présence dans le cortège floristique de nombreuses espèces nitrophiles ou nitroclines (dont quelques unes sont indicatrices du *Galio-Alliarion* (Oberd. 1957) Görs & Muller 1969) : *Artemisia absinthium*, *Alliaria petiolata*, *Geranium purpureum*, *Stellaria media*, *Galium aparine*, *Myosotis ramosissima*, *Legousia falcata*, *Ferula communis*, *Ornithogalum orthophyllum* et *Torilis arvensis*. Apparaissent encore dans le cortège floristique nombre d'espèces compagnes sans signification phytosociologique évidente, plus particulièrement des rupicoles soulignant le caractère rocailleux de la station : *Senecio squalidus* subsp. *aurasiacus*, *Umbilicus rupestris*, *Asplenium trichomanes*, *Sedum coeruleum*, *Hyoseris radiata*, *Ranunculus spicatus* subsp. *rupestris* et *Rumex scutatus* var. *induratus*, ce dernier plus particulièrement répandu sur les éboulis.

Il nous paraît intéressant de signaler que dans le Nord-Est de la France, l'orme champêtre forme des peuplements étendus, sur sols riches en nitrates, qui sont "des forêts dégradées ou en reconstitution, avec une flore de type forestier" (Rameau, 1987). Géhu (1961) les qualifie d'ormaises rudéralisées. Ce qui n'est pas sans analogie avec le groupement étudié au Djurdjura. Ces considérations nous éclairent un peu sur sa signification synécologique et syndynamique.

5.2.4. Syndynamique naturelle ou anthropique

Sur le plan dynamique, on sait que les deux arbres caducifoliés (*Acer*, *Ulmus*) sont des espèces post-pionnières anémochores (Rameau, 1987). Par ailleurs, la pénétration d'*Acer monspessulanum* et d'*Ulmus scabra* (orme des montagnes), au sein des formations présylvatiques, est un élément indicateur de l'évolution vers un climax forestier de caractère supraméditerranéen (Allier & Lacoste, 1980 ; Bonin *et al.*, 1983). Néanmoins, au Djurdjura, sous la pression des conditions mésologiques adverses (pâturage, éboulis, régime des eaux), ce groupement stationnel à orme et érable, ne montre présentement

²⁰ Selon Dubuis & Faurel (1945), la valeur systématique de l'*Acer monspessulanum* L. var. *martini* (Jord.) Rouy (= subsp. *martini* (Jord.) P. Four.) semble bien douteuse. En effet, *Acer x martinii* Jord. est un hybride entre *Acer monspessulanum* et *A. campestre* (Rameau *et al.*, 1989) et ce dernier manque en K₁ et est localisé exclusivement en K₂ (Guerrouch, Babors) (Quézel, 1956). Aussi, l'absence de l'*Acer campestre* dans la localité du djebel Haizer va à l'encontre de l'existence d'*Acer martinii*.

aucune tendance évolutive vers un groupement forestier, malgré la présence de dryades (*Cedrus atlantica*, *Quercus rotundifolia*), caractéristiques des forêts climaciques de la dition. Mais, il joue un rôle indéniable dans la fixation des éboulis calcaires des piémonts nord du djebel Haizer. En outre, il faut relever le grand intérêt de l'orme, excellente espèce fourragère, et l'appétence des animaux pour les feuilles sèches de l'orme et de l'érable (Nègre, 1972). Cette utilisation pastorale est une des raisons du maintien de ces arbres, en général, autour des villages des montagnes kabyles, et de la conservation de ce peuplement arborescent du Djurdjura, sur l'itinéraire vers les pâturages d'altitude.

Finalement, l'évolution sylvigénétique vers une forêt de chênes verts ou de cèdres serait très regrettable sur le plan de la valeur patrimoniale et en raison de l'intérêt paysager de l'ormaie à *Acer*, ce groupement édaphophile, probablement permanent au Djurdjura.

Bien que située à l'intérieur du Parc National du Djurdjura, érigé en Réserve de la Biosphère (en juin 1997), cette ormaie, de répartition ponctuelle à l'intérieur de la forêt du Bou Djurdjura (790 ha), n'est nullement à l'abri de pressions diverses. Aussi, compte tenu de sa rareté, cette formation décidue occupant un habitat particulier, remarquable sur le plan patrimonial et phytocénotique, mérite la plus grande attention conservatoire.

VI. TYPIFICATION SYNTAXONOMIQUE DES NOUVELLES UNITES DECRISES EN KABYLIE DJURDJUREENNE

Quercetea pubescentis Doing-Kraft ex Scamoni & H. Passarge 1959

Querco-Cedretalia atlanticae Barbero, Loisel & Quézel 1975

Paeonio atlanticae-Cedron atlanticae Barbero, Quézel & Rivas-Martinez 1981

1. *Sileno atlanticae-Cedretum atlanticae* ass. nova

- *polystichetosum aculeati* subass. nov.
- *luzuletosum forsterii* subass. nova
- *artemisietosum absinthii* subass. nova

2. *Physospermo verticillati-Cedretum atlanticae* ass. nova

3. *Potentillo micranthae-Cedretum atlanticae* ass. nova

- *ilicetosum aquifolii* subass. nova
- *taxetosum baccatae* subass. nova

4. *Rubo incanescens-Quercetum canariensis* Quézel 1956 em. Aimé, Bonin, Chaabane, Loisel et Saoudi 1986

- *cytisetosum villosi* Quézel 1956 em. Aimé et alii 1986

Lonicero kabylicae-Juniperion hemisphaericae Quézel & Barbero 1989

5. *Junipero hemisphaericae-Cedretum atlanticae* ass. nova

- *geranietosum malviflori* subass. nova
- *pinetosum mauretanae* subass. nova

6. *Cynosuro balansae-Juniperetum hemisphaericae* Quézel & Barbero 1989

7. *Aceri monspessulani-Ulmetum procerae* Meddour 1999

Quercetea ilicis Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950

Quercetalia ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934

Quercion suberis Loisel 1971

8. *Plagio maghrebini-Quercetum canariensis* Laribi 1999 nom. corr.

9. *Cytiso villosi-Quercetum suberis* Br.-Bl. 1953 corr. Serra, Loddo & Bacchetta 2002

- *quercetosum canariensis* El Afsa 1978
- *arbutetosum unedonis* subass. nova

Balansaeo glaberrimae-Quercion rotundifoliae Barbero, Quézel & Rivas-Martinez 1981

10. *Cytiso villosi-Quercetum rotundifoliae* (Meddour 1994) Dahmani 1997

- *alliarietosum petiolatae* subass. nova
- *dioscoreetosum communis* subass. nova

11. *Conopodio glaberrimi-Cedretum atlanticae* Barbero, Quézel & Rivas-Martinez 1981 nom. corr.

12. *Festuco triflorae-Quercetum suberis* ass. nova

Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni Rivas-Martinez 1975

Ericion arboreae Rivas-Martinez (1975) 1987

13. *Erico arboreae-Myrtetum communis* Quézel, Barbero, Benabid, Loisel & Rivas-Martinez 1988

Genisto tricuspidatae-Calicotomion spinosae Dahmani 1997

14. *Calicotomo spinosae-Quercetum rotundifoliae* Dahmani 1997

15. *Ptilostemone riphæi-Quercetum rotundifoliae* ass. nova

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Au terme de cette étude consacrée à l'approche bioclimatique moderne, phytogéographique et phytosociologique du district phytochorologique de la Kabylie djurdjuréenne, présentant une grande diversité paysagère et écosystémique, il est certainement nécessaire de revenir de manière synthétique sur les principaux résultats acquis sur les structures de végétation analysées et les facteurs mésologiques et anthropogènes de leur déterminisme.

Cette zone d'étude correspond à une entité territoriale bien délimitée géographiquement et naturellement et l'étude détaillée de ses divers géosystèmes a permis d'appréhender au mieux le système orographique de cette région fortement compartimentée par trois chaînes de montagnes, plus spécialement par le massif du Djurdjura.

Dans la description de l'occupation des sols, nous avons mis l'accent sur l'importance du patrimoine forestier de cette région fortement boisée (plus de 37 %), disposant d'une trentaine de forêts domaniales, dont certaines s'étendent sur plus de 5 000 ha. Les essences constitutives sont essentiellement le chêne liège, les chênes caducifoliés, le chêne vert, le pin d'Alep, le cèdre et les maquis à oléo-lentisque. Mais, l'analyse des feux de forêts, un puissant facteur de régression du couvert végétal, par une approche comparative temporelle (2 périodes successives), a mis en évidence l'acuité et l'aggravation de ce facteur de perturbation au niveau des principales forêts domaniales de la région.

Sur la base des données d'un réseau météorologique dense comportant près d'une cinquantaine de stations, nous avons abordé la climatologie locale et régionale et la bioclimatologie de ce vaste territoire phytochorologique. Nous avons étudié la variabilité spatiale des conditions climatiques, les gradients altitudinaux pluviométriques et thermiques, les continentalités pluviale et thermique, puis analysé la sécheresse sur le plan spatial et à divers pas de temps, par l'application de divers indices bioclimatiques.

En ce qui concerne, les précipitations, il est mis en évidence l'influence de facteurs locaux déterminants, dont il faut tenir compte, comme la distance à la mer ou l'orientation des versants, et le phénomène d'ombre pluviale crucial en région méditerranéenne. De nombreux coefficients de corrélation sont calculés et des relations entre les divers facteurs pris 2 à 2 sont modélisées, à l'image des corrélations de type linéaire pluviométrie annuelle et altitude. La continentalité pluviale, joue également un rôle déterminant, et pour cela nous avons appliqué l'indice de Gams-Michalet, peu connu et utilisé en Algérie, qui s'est avéré très intéressant et pertinent. Un essai de régionalisation des données pluviométriques à l'aide de l'ACP a permis d'aboutir à une sectorisation comprenant 5 zones pluviométriques spatialisées.

S'agissant des données thermiques, l'analyse a concerné les températures moyennes annuelles, les températures moyennes mensuelles, les températures mensuelles maximales et minimales et l'étude de leur variabilité spatiale et du déterminisme de cette variabilité. Il est mis l'accent sur certains seuils thermiques biocritiques dans la croissance de la végétation, en particulier du repos végétatif hivernal (stress thermique), sur les températures moyennes maximales du mois le plus froid pour leur importance biologique (réchauffement diurne), sur le nombre de jours de gel fortement corrélé aux températures minimales du mois le plus froid. Des corrélations entre l'altitude et les paramètres thermiques et la recherche des gradients thermiques ont montré l'importance et le rôle de l'exposition des versants (ubacs versus adrets), qu'il est impératif de considérer dans toute étude rationnelle du climat. La continentalité thermique a été appréhendée par le biais des amplitudes thermiques annuelles, moyenne ou extrême, et plus spécifiquement par l'indice de Gorczynski, qui au final s'avère aussi fructueux que les amplitudes classiques. Un

second essai de régionalisation des données cette fois-ci thermométriques à l'aide de l'ACP a permis d'aboutir à une sectorisation comprenant également 5 zones thermiques spatialisées, déterminées par une influence maritime modératrice (facteur éloignement de la mer, position latitudinale), conjugué au fait altitudinal.

La classification bioclimatique a porté sur divers aspects complémentaires et a pris en considération l'aspect didactique, puisque de nombreuses comparaisons ont été faites, dans un souci d'objectiver le choix parmi la pléthore de méthodes disponibles. Les applications ont d'abord concerné divers indices bioclimatiques du système d'Emberger et celui de Gaussen. La période de sécheresse, sa temporalité, sa durée et son intensité ont été estimées à l'aide de l'indice de sécheresse estivale d'Emberger-Giacobbe, qui est avant tout un critère permettant de décider de la méditerranéité d'un territoire ou non. L'indice d'aridité mensuel de De Martonne permet de connaître avec précision la durée de cette période de sécheresse (stress hydrique) qui s'étale bien au-delà de la période estivale sur les deux intersaisons. Le rapport ombrothermique P/T de Gaussen aboutit aussi bien à faire ressortir la période de sécheresse, que celle de la subsécheresse, moins utilisée et pourtant d'un intérêt biologique certain. Sa systématisation par Rivas-Martinez dans sa typologie ombrothermique, que nous avons appliqué aux stations d'étude en est la preuve. Les résultats obtenus par ces deux approches sont parfaitement superposables. La méthode graphique du diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gaussen est appliquée pour les 14 stations pluviothermiques, permettant d'apprécier visuellement la durée et l'intensité de la sécheresse durant les mois de l'année pour une station donnée, et sa variation d'une station à une autre.

La sécheresse globale du bioclimat a été appréciée par l'indice d'aridité annuel de De Martonne et surtout par le quotient pluviothermique d'Emberger et son application graphique, le climagramme version Le Houérou, qui montre l'existence de 5 bioclimats au sens de ces auteurs, couplés à 5 variantes thermiques d'hiver. On constate par conséquent une grande diversité bioclimatique sur un territoire chorologique pourtant limité en surface, qui n'a pas son équivalent ailleurs en Algérie.

Enfin, l'utilisation du nouveau système bioclimatique de Rivas-Martinez, qui à notre connaissance est appliqué à l'Algérie pour la première fois, a mis en évidence, d'une part, 4 ombrotypes (humide, subhumide, sec et semi-aride), grâce à l'indice ombrothermique annuel, et 3 thermotypes (thermo-, méso- et supraméditerranéen), par le recours de l'indice de thermicité, soit 7 types de bioclimats au sens de Rivas-Martinez. D'autre part, une sectorisation en 5 zones bioclimatiquement homogènes de la Kabylie djurdjuréenne est obtenue à l'aide de l'analyse multivariée (ACP), permettant de comprendre l'organisation de la végétation forestière. Enfin, la modélisation de la corrélation entre l'altitude et l'indice de thermicité a été évaluée, et une mise au point sur les notions d'étage de végétation versus étage bioclimatique pour une meilleure clarté de l'exposé et des positions adoptées dans ce travail ont été fournies en encadré.

Après un bref rappel de quelques notions de phytogéographie, nous avons fait un « état des lieux » de la phytogéographie en Algérie, en rappelant les divers essais et la nomenclature et subdivisions adoptées par les auteurs (Lapie, Maire, Quézel, Barry & Celles), tout en mettant en avant les lacunes.

Par une approche polythétique de la phytogéographie de l'Algérie du Nord, nous avons abouti à déterminer, sur la base conjointe de critères écologiques, floristiques et phytosociologiques (peu employés pour ces derniers), une nouvelle nomenclature et définition des districts phytochorologiques et, plus spécialement, la position de la Kabylie djurdjuréenne et ses subdivisions, qui sont au nombre de quatre. Il est proposé plus spécifiquement i) une nouvelle nomenclature en remplacement de l'ancienne fortement

marquée par une terminologie « régionale », héritée de la période coloniale, et ii) une description normalisée des caractères climatiques, floristiques et phytosociologiques de chacune des subdivisions ou phytochores de niveau inférieur, soit district en lieu et place de sous-secteur utilisé jusque là. La signification climatique et bioclimatique de ses 18 districts (appartenant à 8 secteurs et aux 3 domaines maghrébo-tellien, maghrébo-steppien et oro-maghrébien) repose sur un large réseau de 111 stations météorologiques répartis sur la totalité de l'Algérie du Nord. La caractérisation floristique est basée sur la présence de taxons à valeur indicatrice avérée, puisqu'il s'agit de l'élément phytochorologique endémique strict ou maghrébien, et également des espèces exclusives limitées au seul district considéré, appartenant à divers chorotypes (méditerranéen, eurasiatique, irano-touranien, macaronésien), soit un cortège d'environ 500 taxons indicateurs à haute signification phytogéographique et valeur patrimoniale. Pour le critère phytosociologique, compte tenu de l'état d'avancement de nos connaissances en la matière, nous avons surtout fait appel aux formations forestières, aux espèces-climax et aux unités syntaxonomiques forestières de niveau supérieur (classes, ordres et alliances), lorsqu'elles sont connues. A travers l'exemple de la biodiversité et de la richesse des divers phytochores en endémiques, nous avons mis en exergue certains territoires bien connus à l'échelle du hot spot du bassin méditerranéen, qui sont particulièrement « riches » en taxons endémiques, tels que les districts O₁ et O₃ qui font partie du point chaud de biodiversité du complexe bético-rifain, ou encore celui de la Kabylie-Numidie-Kroumirie, dont fait partie intégrante le district de la Kabylie djurdjuréenne. Ce qui a conforté le choix de ce territoire pour l'étude de sa végétation naturelle et de sa biodiversité. Nous avons à travers un contingent de 169 taxons de la flore ligneuse native d'Algérie tester leur valeur phytochorologique et partant le bien-fondé des divers districts retenus en Algérie septentrionale, à l'aide des analyses multivariées ; les résultats obtenus sont très probants et confirment a posteriori la valeur du découpage phytochorologique adopté.

Enfin, une description détaillée des subdivisions de la Kabylie djurdjuréenne a été effectuée, mettant en évidence les caractères biotiques et abiotiques des divers sous-districts : sous-district occidental du Sébaou, sous-district oriental kabyle, sous-district méridional bouirien.

La présentation conceptuelle de la méthode phytosociologique braun-blanketot-tüxenienne et de l'analyse multivariée de la végétation a été largement abordée. Après une introduction à l'histoire de cette science jeune et seulement centenaire, les principes et concepts fondamentaux ont été exposés pour rappeler la démarche systématique de la phytosociologie sigmatiste. L'association végétale est définie comme une catégorie polythétique, avec ses propriétés (floristique, statistique, structural, écologique, dynamique, chorologique et historique) et ses variations (sous-association, variantes...). En soulignant toute la relativité de la notion de caractéristique, nous avons mis en avant le concept actuel de combinaison caractéristique, qui est basé beaucoup plus sur de simples différentielles locales ou même territoriales, plus opérationnelle. L'étape analytique du terrain, c'est-à-dire la réalisation des relevés, passant par une phase de terrain, le choix de l'emplacement du relevé, la notion d'individu d'association, l'homogénéité floristique, l'aire minimale et les indices analytiques d'abondance-dominance et de sociabilité sont décrits amplement. L'étape synthétique de traitement des données phytosociologiques est traitée également, depuis la méthode des techniques tabellaires, des listes synthétiques ou romaines, jusqu'aux méthodes d'ordination et de classification. Nous avons mis en évidence les intérêts et avantages de l'AFC en phytosociologie et la complémentarité de la classification numérique (CAH notamment), en adoptant ces méthodologies dans ce travail, en particulier.

La synsystématique et syntaxonomie des végétations forestières d'Algérie est abordée, par l'entremise d'un synopsis commenté. Un essai de présentation synthétique des groupements forestiers, préforestiers et forestiers présteppiques de l'Algérie du Nord a précisé le cadre synsystématique dans lequel s'inscrivent les divers groupements forestiers et préforestiers zonaux et azonaux, appartenant à 5 classes (*Quercetea ilicis*, *Quercetea pubescentis*, *Quercus roboris-Fagetetea sylvaticae*, *Nerio oleandri-Tamaricetea africanae* et *Rhamno catharticae-Prunetea spinosae*), mis en évidence par divers phytosociologues en Algérie. Une déclinaison des unités syntaxonomiques de la classe à l'association végétale a été effectuée. Tous les syntaxons reconnus à ce jour (une centaine) et définis depuis un demi-siècle par la méthode sigmatiste ont été placés dans le synsystème phytosociologique et décrits de façon standardisée (synnomenclature, caractère physionomique, structural, synécologie, synchorologie, espèces caractéristiques et différentielles). De nombreux commentaires et réflexions, sur les problèmes synsystématiques et syntaxonomiques rencontrés, ont été soulevés lors de cette synthèse, notamment les synonymies nomenclaturales et syntaxonomiques, l'intégration d'un groupement donné à telle ou telle unité, etc. ; ils ont été exposés pour justifier nos choix et positions. Enfin, une checklist de tous les syntaxons a été fournie sous forme d'un tableau précisant leur chorologie en Algérie, faisant ainsi ressortir, en toute relativité, la diversité phytocénotique de certains districts phytochorologiques de l'Algérie du Nord, liée en fait à l'effort d'investigation.

De la même manière, une synthèse de tous les groupements végétaux forestiers et non forestiers a été entreprise pour faire le point sur l'état actuel de nos connaissances syntaxonomiques sur le territoire phytochorologique de la Kabylie djurdjuréenne et mettre en évidence les lacunes en la matière. C'est le premier travail décrivant la totalité des syntaxons connus au niveau d'un territoire, de niveau district en Algérie, en l'espèce celui de la Kabylie djurdjuréenne. Une dizaine de types d'habitats a été étudié depuis plus d'un demi-siècle. Pour les syntaxons non forestiers, ce sont la végétation aérohaline et chasmophytique des rochers et falaises du littoral (1 association), la végétation dulçaquicole des mares temporaires et dépressions humides du littoral (2 associations), la végétation des pelouses thérophytiques (2 associations), les groupements rupicoles calcicoles du Djurdjura (2 associations), les groupements de pozzines sèches du Djurdjura (1 association), les pelouses écorchées à xérophytes épineuses du Djurdjura (4 associations), la végétation herbacée azonale des oueds (1 association) et des zones humides. Pour les groupements forestiers et préforestiers, ce sont 3 classes, 4 ordres, 7 alliances (et 2 sous-alliances), 13 associations et 10 sous-associations qui sont individualisés, concernant divers types de formations forestières *sensu lato*. Pour chaque association végétale décrite et parfois pour les sous-associations, le nom du syntaxon, l'affiliation synsystématique, les espèces caractéristiques et différentielles, les principaux caractères diagnostics écologiques, la répartition géographique, la syndynamique, la valeur patrimoniale et les menaces ont été brièvement rappelés.

Enfin, nous avons réalisé à partir de nouvelles données phytosociologiques (des centaines de relevés, plus de 360) sur la Kabylie djurdjuréenne, une individualisation de différents groupements forestiers et préforestiers, ayant trait à toutes les formations arborées et arbustives, à l'exemple des cédraies, chênaies vertes, subéraies, zénaies, pineraies de pin d'Alep et ormaie, identifiés dans le territoire de la Kabylie djurdjuréenne, à l'aide de l'analyse par les méthodes de classification et d'ordination numérique des données phytosociologiques et appartenant à 3 classes phytosociologiques (*Quercetea ilicis*, *Quercetea pubescentis* et *Quercus-Fagetetea sylvaticae*). La description des groupements forestiers et préforestiers a été abordée sur la base pour chacun d'eux d'un tableau d'association élaboré,

détaillant sa variabilité jusqu'à la sous-association et parfois la variante. L'accent a été mis sur leur description normalisée (physionomie et structure, synécologie, syntaxonomie et valeur synsystématique, variations et syndynamique naturelle ou induite par l'anthropisation, affinités floristico-écologiques avec d'autres syntaxons). De nombreux groupements (16) ont été, soit définis pour la première fois, soit confirmés pour la zone d'étude. Certains des groupements végétaux (cédraies, par ex.) ont été traités plus longuement en raison de leur importance dans le paysage végétal et de leur valeur phytogéographique et patrimoniale.

Cette étude phytosociologique et phytogéographique a mis en évidence que le trait caractéristique fondamental des peuplements forestiers de la Kabylie djurdjuréenne (Akfadou, Djurdjura) est leur biodiversité floristique mais aussi leur grande diversité dendrologique, i.e. des essences qui les constituent. Ceci traduit les très bonnes potentialités sylvicoles de la région.

Toutefois, sous l'effet de l'anthropisation exercée sur les écosystèmes forestiers, surtout depuis ces dernières décennies, les principaux peuplements ont fortement régressé (forêt d'Ait Oubane notamment). Ceci est lié à des problèmes socio-économiques, au pâturage excessif et incontrôlé en forêts, aux coupes délictueuses, aux défrichements, etc.

Des solutions doivent être trouvées d'urgence, dans le cadre global de la gestion et du développement durable qui doit concilier la gestion des ressources naturelles et leur utilisation rationnelle par les populations riveraines.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aafi A., 2007. *Etude de la diversité floristique de l'écosystème de chêne liège de la forêt de la Mamora*. Thèse de Doctorat, Université d'Aix-Marseille III, 190 p.
- Adjaoud D. & Derridj A., 2006. Germination *in vitro* des grains de pollen du pin noir à Tikjda. In : « 3^e séminaire scientifique et technique sur l'environnement », UMMTO, 5 & 6 juin 2006, recueils des résumés.
- Abdesselam M., 1995. *Structure et fonctionnement d'un karst de montagne sous climat méditerranéen : exemple du Djurdjura occidental (Grande Kabylie, Algérie)*. Thèse de doct. sc. de la Terre, Univ. Franche-Comté, 232 p. + annexes.
- Abdesselam M., Mania J., Mudry J., Gélard J.-P., Chauve P., Lami H. & Aigoun C., 2000. Arguments hydrogéochimiques en faveur du Trias évaporitique non affleurant dans le massif du Djurdjura (Dorsale kabyle, élément des Maghrébides). *Revue des Sciences de l'Eau*, 13 (2), 155-166.
- Abdessemed Kh., 1981. *Le Cèdre de l'Atlas (Cedrus atlantica Manetti) dans les massifs de l'Aurès et du Bélezma. Etude phytosociologique, problèmes de conservation et d'aménagement*. Thèse Doc. Ing., Univ. Aix-Marseille III, 199 p.
- Abdessemed Kh., 1984. Les relations climat-végétation dans le sud-Constantinois. *Bull. Soc. Bot. Fr., Actual. Bot.*, 131, (2/3/4), 145-155.
- Achhal A., Akabli O., Barbero M., Benabid A., M'hirit A., Peyre C., Quézel P. & Rivas- Martinez S., 1980. A propos de la valeur bioclimatique et dynamique de quelques essences forestières au Maroc. *Ecol. Medit.*, 5, 211-249. Marseille.
- Aimé S., Ainad-Tabet L., Hadjadj-Aoul S. & Sebaa E. Dj., 1983. Recherches phytoécologiques en Oranie. Premiers résultats. *Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, N.S., 17-31. Alger.
- Aimé S., Bonin G., Chaabane A., Loisel R. & Saoudi H., 1986. Notes phytosociologiques nord-africaines. Contribution à l'étude phytosociologique des zénaies du littoral algéro-tunisien. *Ecol. Medit.*, 12 (3-4), 113-131. Marseille.
- Alcaraz C., 1970. Détermination de la limite méridionale de l'influence de la brise marine. Son action sur la répartition de la végétation oranaise. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 61 (1-2), 87-94.
- Alcaraz C., 1979. La callitriaie sur sol calcaire en sous-étage semi-aride chaud en Oranie (Ouest algérien). *Candollea*, 34, 247-271. Genève.
- Alcaraz C., 1983. La Tétracinaie sur terra rossa en sous-étage subhumide inférieur chaud en Oranie (Ouest algérien). *Ecol. Medit.*, 9 (2), 109-135.
- Alcaraz C., 1989. Contribution à l'étude des groupements à *Quercus ilex* et *Quercus faginea* subsp. *tlemcenensis* des monts de Tlemcen (Algérie). *Ecol. Medit.*, 15 (3-4), 15-32. Marseille.
- Alexandre F., 2003. L'étagement de la végétation en montagne : un modèle à revisiter. *Sedes/VUEF. L'information géographique*, 1, 45-59.
- Alexandre F., Cohen M., Génin A. & Lecompte M., 2002. Essai phytogéographique dans les Alpes occidentales entre Rhône et Pô. *L'Espace Géographique*, 2, 153-162.
- Alifriqui M., M'hirit O., Michalet R. & Peltier J.P., 1995. Variabilité des précipitations dans le Haut Atlas occidental marocain. *Le Climat*, 13 (1), 11-28.
- Allier C. & Lacoste A., 1980. Maquis et groupements végétaux de la série du chêne vert dans le bassin du Fango (Corse). *Ecol. Medit.*, 5, 59-82. Marseille.
- ANRH, 1993. Carte pluviométrique de l'Algérie du nord à l'échelle du 1/500 000. Notice explicative. A.N.R.H., Alger, Janvier 1993. + carte h.t. (sous la direction scientifique de J.P. Laborde)

- ANRH, 2002. Agence de bassin Algérois-Hodna-Soummam. *Les carnets de l'agence*, 1, mai 2002, 1-37.
- Arnaud M., 1981. Quelques incidences bioclimatiques du facteur « précipitation » en Cévennes. *Ecol. Medit.*, VII (1), 43-61.
- Arrigoni P.V., 1968. Fitoclimatologia della Sardegna. *Webbia*, 23, 1-100.
- Arrigoni P.V., 1983. Aspetti corologici della flora sarda. *Lavori della Societa Italiana di Biogeografia*, N.S., vol. VIII, 83-109.
- Arrigoni P.V., 1996. Problemi di definizione e interpretazione dell'elemento geografico in fitogeografia. *Giornale Botanico Italiano*, 130 (1), 186-188.
- Asensi A. & Rivas-Martinez S., 1981. Sobre la vegetación de los *Rhamno-Prunetea spinosae* en Andalucía (España). *Coll. Phytosoc.*, VIII, *Les lisières forestières*, 1979, 33-42. Lille.
- Asmani A., Derridj A., Gauquelin Th. & Civeyrel L., 2001. Le Pin noir en Algérie (*Pinus nigra* subsp. *mauretanica* Maire & Peyerimh.): inventaire du peuplement et conservation. In: 2ème colloque international sur « le Genévrier Thurifère et les forêts d'altitude dans les montagnes du pourtour méditerranéen ». Résumé.
- Aubert G. & Monjauze A., 1946. Observations sur quelques sols de l'Oranie Nord-Occidentale. Influence du déboisement, de l'érosion sur leur évolution. *C.R. somm. Séances Soc. Biogéogr.*, 23 (199), 44-51. Paris.
- Aubinet M., 2007. *Fondements de bioclimatologie*. Unité de physique des biosystèmes. Faculté des sciences agronomiques, Université de Gembloux, 261 p.
- Austin M.P., 1985. Continuum concept, ordination methods and niche theory. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 16, 39-61.
- Aymonin G., 1963. Observations et remarques sur le paysage végétal du Cherchellois (Algérie). *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 110 (9), 380-392. Paris.
- Bacchetta G., Bagella S., Biondi E., Farcis E., Filigheddu R. & Mossa L., 2004. A contribution to the knowledge of the order *Quercetalia ilicis* Br.-Bl. ex Molinier 1934 of Sardinia. *Fitosociologia*, 41 (1), 29-51.
- Bachacou J., Chessel D. & Croze J.P., 1979. Etude des structures spatiales en forêt alluviale rhénane. III. Dispersion interspécifique et analyse des correspondances. *Oecol. Plant.*, 14 (3), 371-388.
- Bagnouls F. & Gaussen H., 1953. Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 88, 193-239.
- Bagnouls F. & Gaussen H., 1957. Les climats biologiques et leur classification. *Ann. Géogr.*, 66 (355), 193-220.
- Barbero M., Loisel R. & Quézel P., 1974. Problèmes posés par l'interprétation phytosociologique des *Quercetea ilicis* et des *Quercetea pubescentis*. CNRS, Coll. Intern., n° 235, 481-197.
- Barbero M. & Quézel P., 1975. Les forêts de sapins sur le pourtour méditerranéen. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles*, 32 (2), 1245-1289.
- Barbero M. & Loisel R., 1980. Le chêne vert en région méditerranéenne. *Rev. For. Fr.*, 32 (6), 531-543.
- Barbero M. & Loisel R., 1983. Les chênaies vertes du sud-est de la France méditerranéenne. Valeurs phytosociologiques, dynamiques et potentielles. *Phytocoenologia*, 11 (2), 225-244. Stuttgart.
- Barbero M., Quézel P. & Rivas-Martinez S., 1981. Contribution à l'étude des groupements forestiers et préforestiers du Maroc. *Phytocoenologia*, 9 (3), 311-412. Stuttgart.

- Barbero M., Benabid A., Quézel P., Rivas-Martinez S. & Santos A., 1982. Contribution à l'étude des *Acacio-Arganietalia* du Maroc sud-occidental. *Doc. Phytosoc., N.S.*, 6, 311-338. Camerino.
- Barbero M. & Quézel P., 1989. Les formations à genévriers rampants du Djurdjura (Algérie). Leur signification écologique, dynamique et syntaxonomique dans une approche globale des cédraies kabyles. *Lazaroa*, 11, 85-99.
- Barbero, M., P. Quézel & R. Loisel, 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 (3) : 194-215.
- Bardat J., Bioret F., Botineau M., Boulet V., Delpech R., Géhu J.-M., Haury J., Lacoste A., Rameau J.-C., Royer J.-M., Roux G. & Touffet J., 2004. Prodrôme des végétations de France. *Coll. Patrimoines naturels*, 61. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 171 p.
- Barkman J.J., Moravec J. & Rauschert S., 1986. Code de nomenclature phytosociologique. 2^e éd. *Vegetatio*, 67, 145-195.
- Barry J.P. & Celles J.C., 1973. Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien. *Nat. Monsp.*, sér. Bot., 23-24, 5-48.
- Barry J.P., Celles J.C. & Faurel L., (1974) 1976. Notice de la carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques. Feuille d'Alger au 1/1 000 000^e. ONRS-CRBT, Serv. Ecol. Univ. Alger, 42 p + 1 carte h.t.
- Battandier J.A. & Trabut L., 1888-1890. *Flore de l'Algérie. Dicotylédones*. A. Jourdan, éd. Alger, 855 p. + appendice 1.
- Battandier J.A. & Trabut L., 1895. *Flore de l'Algérie. Monocotylédones*. A. Jourdan, éd. Alger, 256 p.
- Battandier J.A., Maire R. & Trabut L., 1920. Rapport sur les herborisations faites par la Société botanique de France pendant la session extraordinaire en Algérie, mai-juin 1914. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 22, 42-66.
- Baudière A. & Serve L., 1975. Les groupements végétaux du Pla de Gorra-Blanc (massif du Puigmal, Pyrénées Orientales). Essai d'interprétation phytosociologique et phytogéographique. *Nat. Monsp.*, sér. Bot., 25, 5-21.
- Baumgartner N., 1966. Etude phytosociologique des massifs forestiers du Sahel de Tipasa. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 56, 98-164.
- Becker M., 1979. Une étude phytoécologique sur les plateaux calcaires du Nord-Est (Massif de Haye 54). Utilisation de l'analyse des correspondances dans la typologie des stations. *Ann. Sc. For.*, 36 (2), 93-124.
- Béguin C., Ritter J. & Roux M., 1974. Application de l'analyse factorielle des correspondances à la phytosociologie de quelques groupements végétaux culminaux du secteur delphino-jurassien. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.*, 84 (3), 218-242.
- Béguin C., Géhu J.M. & Hegg O., 1979. La symphytosociologie : une approche nouvelle des paysages végétaux. *Doc. Phytos.*, N.S., 4, 49-68. Lille.
- Béguinot C., 1989. Une méthode d'exploitation probabiliste de la typologie phytosociologique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Autun*, 130, 21-32.
- Béguinot C., 1992. Une méthode d'approche quantifiée du diagnostic phytosociologique. *Bull. Ecol.*, 23 (3-4), 139-149.
- Bekdouche F., Derridj A. & Krouchi F., 2008. Evolution après feu de la composition floristique de la subéraie de Mizrana (Tizi Ouzou, Algérie). *Rev. Sciences & Technologies*, série C, 28, 19-29.

- Bekdouche F., Sahnoune M., Krouchi F., Achour S., Guemati N. & Derridj A., 2011. The contribution of legumes to post-fire regeneration of *Quercus suber* and *Pinus halepensis* forests in North-eastern Algeria. *Rev. Ecol (Terre Vie)*, 66, 14 p. (in press).
- Belin A., Flandrin J., Fourastier M., Marichal R., Rahmani M., Remond M. & de Peyerimhoff P., 1947. *Guide de la montagne algérienne Djurdjura*. Club Alpin Français, éd., section algérienne, 220 p.
- Benabadji N. & Bouazza M., 2000. Quelques modifications climatiques intervenues dans le Sud-ouest de l'Oranie (Algérie occidentale). *Rev. Energ. Ren.*, 3, 117-125.
- Benabid A., 1982. *Etudes phytoécologique, biogéographique, dynamique des associations et séries sylvatiques du Rif occidental (Maroc)*. Thèse Doct. ès Sciences, Univ. Aix-Marseille, 199 p.
- Benabid A., 1984. Etudes phytoécologiques des peuplements forestiers et préforestiers du Rif centro-occidental (Maroc). *Trav. Inst. Sc.*, sér. Bot. 34, 1-64, Rabat.
- Benabid A., 1994. Biogéographie, phytosociologie et phytodynamique des cédraies de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti). *Ann. Rech. For. Maroc*, n° spécial, 27, vol. 1, 62-76. Rabat.
- Benabid A., 2000. *Flore et écosystèmes du Maroc. Evaluation et préservation de la biodiversité*. Editions Ibis Press, 359 p. Paris.
- Benabid A., 2002. Le Rif et le Moyen-Atlas (Maroc) : biodiversité, menaces, préservation. In: « *African mountains high summit conference* », Nairobi, Kenya, 6-10 mai 2002, 18 p.
- Benabid A. & Fennane M., 1994. Connaissances sur la végétation du Maroc : phytogéographie, phytosociologie et séries de végétation. *Lazaroa*, 14, 21-97.
- Benhouhou S.S., 1991. *Vegetation studies in the Algerian Sahara*. Ph. D. thesis, Sheffield University, 291 p.
- Beniston N. & Beniston W., 1984. *Fleurs d'Algérie*. Entreprise Nationale du Livre (éd.), Alger, 359 p.
- Benmouffok A., 1994. Approche écopédologique dans les formations à *Cedrus atlantica*. Cas du massif du Djurdjura, Algérie. *Ann. Rech. For. Maroc*, n° spécial, 27, vol. 1, 206-217. Rabat.
- Bensettiti F., 1985. *Etude phytosociologique des forêts riveraines à peuplier blanc (Populus alba L.) dans l'Algérois*. Thèse de Magister, I.N.A., Alger, 133 p.
- Bensettiti F., 1992. Approche phytosociologique des aulnaies de la région d'El Kala (Algérie). *Doc. Phytosoc.*, N.S., 14, 231-240. Camerino.
- Bensettiti F., 1995. *Contribution à l'étude phytosociologique des ripisylves du Nord de l'Algérie. Essai de synthèse à l'échelle de la Méditerranée occidentale*. Thèse Doctorat en Sciences, Université Paris-Sud, Centre d'Orsay, 140 p.
- Bensettiti F. & Lacoste A., 1999. Les ripisylves du nord de l'Algérie : essai de synthèse synsystématique à l'échelle de la Méditerranée occidentale. *Ecol. Medit.*, 25 (1), 13-39. Marseille.
- Benslimane M., Hamimed A., El Zerey W., Khaldi A. & Mederbal A., 2008. Analyse et suivi du phénomène de la désertification en Algérie du Nord. *Vertigo*, 8 (3). <http://vertigo.revues.org/index6783.html>
- Benzecri J.P. & Benzecri F., 1984. *Pratique de l'analyse des données. I. Analyse des correspondances et classification*. Dunod, Paris, 456 p.
- Bernard A., 1926. La géographie botanique de l'Afrique du Nord. *Annales de Géographie*, 35 (196), 352-359.
- Bessaoud O., 2008. Changement climatique et agriculture au Maghreb. Séminaire régional « *Changement climatique en Méditerranée* », Marseille, 22-23 octobre 2008. Plan Bleu/PNUE, 29 p.

- Binet D., Gaborit M., Dessier A. & Roux M., 1972. Premières données sur les copépodes pélagiques de la région congolaise. II. Analyse des Correspondances. *Cah. ORSTOM*, sér. Océanogr., 10 (2), 125-137.
- Biondi E., 1985. Indagine fitosociologica sulle cenosi riferibili alla classe *Quercetea ilicis* presenti sul promontorio del Gargano (Adriatico meridionale). *Not. Fitosoc.*, 22, 59-76.
- Biondi E. & Baldoni M., 1994. The climate and vegetation of peninsular Italy. *Coll. Phytosoc.*, XXIII, Large area vegetation surveys, 675-721.
- Bissardon M., Guibal L. & Rameau J.C., 1997. *CORINE Biotopes. Version originale. Types d'habitats français*. 175 pp. ENGREF-G.I.P. Atelier Technique des Espaces Naturels. Nancy.
- Blasi C., 1996. Il fitoclima d'Italia. *Giorn. Bot. Ital.*, 130 (1), 166-175.
- Blasi C., Filesi L., Fratini S. & Stanisci A., 1997. Le cenosi con sughera nel paesaggio tirrenico laziale (Italia centrale). *Ecol. Medit.*, 23 (3-4), 21-32. Marseille.
- Blondel J., 2005. La biodiversité sur la flèche du temps. *Nature Sciences Sociétés*, 13, 296-301.
- Bonin G., 1994. Quelques aspects des forêts d'Afrique du Nord. *Forêt Médit.*, 15 (1), 69-74.
- Bonin G. & Roux M., 1978. Utilisation de l'analyse factorielle des correspondances dans l'étude phytoécologique de quelques pelouses de l'Apennin Lucano-calabrais. *Oecol. Plant.*, 13 (2), 121-138.
- Bonin G., Gamisans J. & Gruber M., 1983a. Etude des successions dynamiques de la végétation du massif de la Sainte-Baume (Provence). *Ecol. Medit.*, 9 (3-4), 129-171.
- Bonin G., Aubert G., Barbero M., Gamisans J., Gruber M., Loisel R., Quézel P., Sandoz H., Thion M. & Vedrenne G., 1983b. Mise en évidence de la dynamique de quelques écosystèmes forestiers et préforestiers aux étages méditerranéens s.l. à l'aide de taxons indicateurs. *Vegetatio*, 54, 79-96.
- Bonin G. & Taton Th., 1990. Réflexions sur l'apport de l'analyse factorielle des correspondances dans l'étude des communautés végétales et de leur environnement. *Ecol. Medit.*, 16, 403-414.
- Bouazza M., Mahboubi A., Loisel R. & Benabadji N., 2001. Bilan de la flore de la région de Tlemcen (Oranie, Algérie). *Forêt Médit.*, 22 (2), 130-136.
- Boucher C., 1984. Contribution à l'étude de la végétation climacique et paraclimacique de l'Andalousie (Espagne). *Ecol. Medit.*, 10, (1/2), 271-304.
- Boucher C., 1986. Bioclimatologie et floristique d'Andalousie *Ecol. Medit.*, VIII (1/2), 101-130.
- Boucher C., 1989. Eléments pour une carte phytoécologique de l'Andalousie (Espagne). I. Le milieu abiotique. *Ecol. Medit.*, XV (1/2), 3-22.
- Boudy P., 1949. Régions forestières nord-africaines et taux de boisement. Travaux botaniques dédiés à René Maire. *Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, H.S., II, 29-37.
- Boudy, P., 1955. *Economie forestière Nord-Africaine. IV. Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie*. Larose éd., Paris, 438 p.
- Bouma E., 2005. Development of comparable agroclimatic zones for the international exchange of data on the efficacy and crop safety of plant protection products. *Bull. OEPP / EPPO*, 35, 233-238.
- Bouroche J.M. & Saporta G., 1980. *L'analyse des données*. Presses Universitaires de France, Paris, 127 p.
- Bouxin G., 1986. Le traitement statistique des tableaux de relevés de végétation. 1. Les petits tableaux. *Biom.-Praxim.*, 26, 49-72.

- Bouxin G., 1987. Le traitement statistique des tableaux de relevés de végétation. 2. Les ensembles de tableaux et les grands tableaux. *Biom.-Praxim.*, 27, 65-97.
- Bouxin G., 2008. Analyse statistique des données de végétation. 577 p. Adresse internet : <http://users.skynet.be/Bouxin.Guy/ASDV.htm>
- Boyer A., Gamisans J., Gruber M. et Quézel, P., 1983. Les chênaies à feuillage caduc de Corse. *Ecol. Medit.*, 9 (2), 41-58.
- Braun-Blanquet J., 1936. La chênaie d'Yeuse méditerranéenne. *Mém. Soc. Sc. Nat., Nîmes*, 5, 135-143.
- Braun-Blanquet J., 1953. Irradiations européennes dans la végétation de la Kroumirie. *Comm. S.I.G.M.A.*, 112, 182-194 (1952) & *Vegetatio*, 4 (3), 182-194.
- Braun-Blanquet J., 1964. *Pflanzensoziologie. Grundzüge der vegetationskunde*. 3^e éd., Springer, Wien-New York, 865 p.
- Braun-Blanquet J., 1979. *Fitosociologia*. (révisé par O. Bolos). Ed. Blume, Barcelona.
- Braun-Blanquet J., Roussine N. & Nègre R., 1952. *Les groupements végétaux de la France méditerranéenne*. CNRS et Direction de la Carte des Groupements Végétaux de l'Afrique du Nord. Montpellier, 297 pp.
- Briane J.P., Blaise S., Roux G. & Lacoste A., 2000. La banque de données phytosociologiques d'Orsay : état et perspectives. *Coll. Phytosoc.*, XXVII, *Données de la phytosociologie sigmatiste*, 1997, 857-869.
- Brisse H., de Ruffray P., Grandjouan G. & Hoff M., 1995. European vegetation survey. La banque de données phytosociologiques « Sophy ». *Annali di Botanica*, LIII, 191-223.
- Brullo S., Scelsi F., Siracusa G. & Spampinato G., 1996. Caratteristiche bioclimatiche della Sicilia. *Giorn. Bot. Ital.*, 130 (1), 177-185.
- Brullo S., Guarino R., Minissale P., Scelsi F. & Spampinato G., 2004. Indagine fitosociologica sulla vegetazione forestale dell'Egeo meridionale. *Coll. Phytosoc.*, 28, *Vegetazione postglaciale passata e presente*, 401-466. Camerino.
- Callaway R.M., 1995. Positive interactions among plants. *The Botanical Review*, 61, 306-349.
- Cano E., Valle F., Salazar C., Garcia-Fuentes A. & Torres J.A., 2004. Tarayales del sur de la Peninsula Iberica. *Coll. Phytosoc.*, 28, *Vegetazione postglaciale passata e presente*, 591-612. Camerino.
- Capelo J., Mesquita S., Carlos Costa J., Ribeiro S., Arsenio P., Neto C., Monteiro-Henriques T., Aguiar C., Honrado J., Espirito-Santo D. & Lousa M., 2007. A methodological approach to potential vegetation modelling using GIS techniques and phytosociological expert-knowledge: application to mainland Portugal. *Phytocoenologia*, 37 (3-4), 399-415.
- Carrière M., 1984. *Les communautés végétales sahéliennes en Mauritanie. Analyse de la reconstitution annuelle du couvert herbacée*. Thèse Doc. en Sciences, Univ. Paris-Sud, centre d'Orsay, 235 p.
- Chaabane A., 1993. *Etude de la végétation du littoral septentrional de Tunisie : typologie, syntaxonomie et éléments d'aménagement*. Thèse Doct. ès Sc., Univ. Aix-Marseille, 205 p.
- Charles G. & Chevassut G., 1957. Sur la présence des peuplements végétaux steppiques à *Lygeum spartum* et *Artemisia herba-alba* dans la région de Hammam Righa (Tell algérois). *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, Alger, 48 (7-8), 524-536.
- Charre J., 1997. Dessine-moi un climat. Que penser du diagramme ombrothermique ? *Mappemonde*, 2, 29-31.

- Chaumont M. & Paquin C., 1971. Notice explicative de la carte pluviométrique de l'Algérie au 1/500 000. *Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, Alger, 24 p. + 1 carte h.t.
- Chessel D. & Debouzie D., 1982. Rôles de l'analyse factorielle des correspondances en écologie factorielle. XIe Congrès International de Biométrie, Toulouse, 11 p.
- Chessel D. & Debouzie D., 1983. Analyse des correspondances et écologie : causes et conséquences du succès. Actes du 12^e Colloque des « *Méthodes Mathématiques Appliquées à la Géographie* », Besançon, 117-137.
- Chessel D., Dufour A.B. & Thioulouse J., 2003. Analyse des correspondances simples. Fiche de Biostatistique-Stage 4, 34 p. adresse Internet : <http://pbil.univ-lyon1.fr/R/stage/stage4.pdf>
- Chessel D., Thioulouse J. & Dufour A.B., 2004. Introduction à la classification hiérarchique. Fiche de Biostatistique-Stage 7, 56 p. adresse Internet : <http://pbil.univ-lyon1.fr/R/stage/stage7.pdf>
- Chevassut G., 1956. Les groupements végétaux du marais de la Rassauta. *Ann. Inst. Agr. Alg.*, 10 (4), 1-96. Alger.
- Chevassut G. & Quézel P., 1956. Contribution à l'étude des groupements végétaux de mares temporaires à *Isoetes velata* et de dépressions humides à *Isoetes hystrix* en Afrique du Nord. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. N.*, 47 (3-4), 59-73. Alger.
- Choisnel E., 1989. Variabilité du climat : sa prise en compte pour l'aménagement de l'espace rural. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, 75 (9), 47-57.
- Chytry M. & Tichý L., 2003. Diagnostic, constant and dominant species of vegetation classes and alliances of the Czech Republic: a statistical revision. *Folia, Fac. Sci. Nat. Univ. Masaryk. Brun., Biol.*, 108, 1-231.
- Comps B., Letouzey J. & Timbal J., 1986. Etude synsystématique des hêtraies pyrénéennes et des régions limitrophes (Espagne et piémont aquitain). *Phytocoenologia*, 14 (2), 145-236.
- Cote M., 1983. *L'espace algérien, les prémices d'un aménagement*. OPU éd., Alger, 278 p.
- Cote M., (1974) 1987. Les régions bioclimatiques de l'Est algérien. Université de Constantine, CURER, multigr., 19 p. + carte au 1/1 000 000^e.
- Cuzin F., 2003. *Les grands mammifères du Maroc méridional : Distribution, écologie et conservation*. Thèse Doct., EPHE, Montpellier, 349 p.
- Daget P., 1967. Etude phytoclimatique d'une région de moyenne montagne : la Margeride. CNRS/CEPE, Doc. n° 36, Montpellier.
- Daget Ph., 1976. Répartition des présences dans une série d'unités d'échantillonnage. Application à l'analyse de l'homogénéité. *Naturalia monspeliensia*, sér. Bot., 26, 95-108.
- Daget P., 1977 a. Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux, méthodes de classification. *Vegetatio*, 34 (1), 1-20.
- Daget P., 1977 b. Le bioclimat méditerranéen : analyse des formes climatiques par le système d'Emberger. *Vegetatio*, 34 (2), 87-103.
- Daget P., Ahdali L. & David P., 1988. Le bioclimat méditerranéen et ses modalités dans les pays arabes. *Biocénoses*, 3 (1-2), 73-107.
- Dagnelie P., 1960 a. Contribution à l'étude des communautés végétales par l'analyse factorielle. *Bull. Serv. Carte Phytogéogr.*, série B., 5 (1), 7-71 et (2), 93-195.
- Dagnelie P., 1960 b. Quelques problèmes statistiques posés par l'utilisation de l'analyse factorielle en phytosociologie. *Bull. Inst. Agron., Stat. Rech., Gembloux, H.S.*, 1, 430-437.

- Dagnelie P., 1962. L'application de l'analyse multivariable à l'étude des communautés végétales. *Bull. Inst. Intern. Stat.*, 39, 265-275.
- Dagnelie P., 1965. Quelques méthodes statistiques d'étude de l'homogénéité et de caractérisation de la végétation. 1^{er} Colloque Intern. sur les « *Ecosystèmes* », 30 juillet 1965, Copenhague, 1-7.
- Dagnelie P., 1977. Factor analysis. In: R.H. Whittaker (ed.), *Handbook of vegetation science*. Part V: *Ordination and classification of communities*. W. Junk, The Hague, 1-25.
- Dagorne A. & Mahrour M., 1984. Télédétection spatiale multispectrale et cartographie de l'utilisation du sol en Kabylie (Algérie) : carte infographique d'Azazga. *Trav. Lab. Analyse Spatiale Raoul Blanchard*, Univ. Nice, 35-68.
- Dagorne A. & Ottavi J.-Y., 1998. Gestion de l'espace et système d'information géographique. Application à la basse vallée de l'oued Isser (Algérie). *Sécheresse*, 9 (3),
- Dahmani M., 1984. *Contribution à l'étude des groupements de Chêne vert (Quercus rotundifolia Lamk.) des monts de Tlemcen (Ouest algérien) : Approche phytoécologique et phytosociologique*. Thèse Doct. 3^{ème} cycle, USTHB, Alger, 238 p.
- Dahmani M., 1994. Les groupements à chêne vert en Algérie : signification syntaxonomique et bioclimatique. *Anais do Instituto superior de Agronomia*, 44 (1), 351-367. Lisboa.
- Dahmani-Megrerouche M., 1996. Diversité biologique des chênaies vertes d'Algérie. *Ecol. Medit.*, XXII (3/4), 19-38.
- Dahmani-Megrerouche M., 1997. *Le chêne vert en Algérie. Syntaxonomie, phytoécologie et dynamique des peuplements*. Thèse Docteur en Sciences, USTHB, Alger, 383 p.
- De Bélair G., Chessel D. & Bencheikh-Lehocine M., 1984. Structure spatiale et statut dynamique dans une communauté végétale : cas d'une cocciféraie dunaire (Annaba, Algérie). *Ecol. Medit.*, 10 (1-2), 261-270. Marseille.
- De Bélair G. & Bencheikh-Lehocine M., 1987. Composition et déterminisme de la végétation d'une plaine côtière marécageuse : La Mafragh (Annaba, Algérie). *Bull. Ecol.*, 18 (4), 393-407.
- Debeaux O., 1894. *Flore de la Kabylie du Djurdjura*. P. Klincksieck éd. 468 p. Paris.
- Debazac E.F., 1959. La végétation forestière de la Kroumirie. *Ann. E.N.E.F.*, 16 (2), 1-131. Nancy.
- Debazac E.F., Guinochet M. & Molinier R., 1952. Note sur les groupements climatiques de la Kroumirie orientale. 79^e Sess. Extr., session de Tunisie. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 99, 28-32.
- Debrach J., 1953. Notes sur les climats du Maroc occidental. *Maroc oriental*, 32 (242), 1122-1134.
- Decocq G., 2004. Synchronisme, diachronisme et isomorphisme spatio-temporel : intérêt de l'approche archéophytosociologique en systématique végétale. *Colloques phytosociologiques*, XXVIII, « La végétation postglaciaire du passé et du présent », 803-817, Camerino 1998.
- Defaut B., 1996. Un système d'étages phytoclimatiques pour le domaine paléarctique. Corrélations entre végétation et paramètres climatiques. *Matériaux Entomocénétiques*, 1, 5-46.
- Deil U., 1988. La distribution actuelle et potentielle du cèdre dans le Haut Rif Central. *R.G.M.*, 12, nouvelle série, 1, 17-32.
- Deil U., 1989. Contribution à l'étude des groupements secondaires du Haut Rif Central (Maroc). Comparaison avec quelques séries de dégradation de la végétation ibérique. *Studia botanica*, 8, 79-90.

- Deil U., 1990. Approches géobotaniques pour l'analyse des structures végétales anthropiques à travers des exemples marocains. In : A. Bencherifa & H. Popp (éd.), *Le Maroc, espace et société* (= *Passauer Mittelmeerstudien*), vol. spéc. 1, 157-165.
- Delannoy H. & Lecompte M., 1980. Utilisation de l'analyse factorielle des correspondances pour l'étude des précipitations quotidiennes : un exemple au Maroc. *Méditerranée*, 4, 29-36.
- Del Arco M., Rodríguez-Delgado O., Acebes J.R., García-Gallo A., Pérez-de-Paz P.L., González-Mancebo J.M., González-González R. & Garzón-Machado V., 2006. Bioclimatology and climatophilous vegetation of Tenerife (Canary Islands). *Ann. Bot. Fennici*, 43, 167-192.
- Del Arco M., Pérez-de-Paz P.L., Acebes J.R., González-Mancebo J.M., Reyes-Betancort J.A., Bermejo J.A., de Armas S. & González-González R., 2009. Bioclimatology and climatophilous vegetation of Gomera (Canary Islands). *Ann. Bot. Fennici*, 46, 161-191.
- Delpech R., 1996. Vocabulaire de phytosociologie et de synécologie végétale. Conseil International de la Langue Française. *La banque des mots*, 51, 49-87.
- Delpech R., 2006. La phytosociologie. Adresse internet : http://www.tela-botanica.org/page:menu_407
- Delpech R. & Géhu J.M., 1988. Intérêt de la phytosociologie actuelle pour la typologie, l'évaluation et la gestion des écosystèmes. In : « *La gestion des systèmes écologiques : des progrès de la recherche au développement des techniques* », 4^e colloque national de l'AFIE & Société d'écologie, Bordeaux, 14-16 mai 1987, 39-52.
- Dengler J., Berg C. & Jansen F., 2005. New ideas for modern phytosociological monographs. *Annali di Botanica*, nuov. Ser., vol. V, 193-210.
- Derridj A., 1990. *Etude des populations de Cedrus atlantica Manetti en Algérie*. Thèse de doctorat, Université Paul Sabatier de Toulouse, 288 p.
- Dervin C., 1988. Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle des correspondances ? ITCF-INAPG, Paris, 75 p.
- Despois J. & Raynal R., 1967. *Géographie de l'Afrique du Nord-Ouest*. Paris. 570 p.
- Devesa J.A., 1984. Los bosques de *Quercus*, *Abies* y *Cedrus* en Andalucía occidental y el NW de Marruecos. *Bol. Inst. Hisp.-Arabe de Cultura*, 1, 51-56.
- Dierschke H., 1975. Die schwarzerlen (*Alnus glutinosa*) uferwälder Korsikas. *Phytocoenologia*, 2 (3/4), 229-243. Stuttgart-Lehre.
- Dierschke H., 1980. Zur syntaxonomischen stellung und gliederung der uferund auenwälder sudeuropas. *Coll. Phytosoc.*, 9, Les forêts alluviales, 115-129. Strasbourg.
- Dierschke H., 1994. *Pflanzensoziologie. Grundlagen und methoden*. Ulmer, Stuttgart, 683 p.
- Djebaili S., 1978. *Recherches phytosociologiques et écologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas Saharien algérien*. Thèse Doct. Etat, Univ. Sc. Techn. Languedoc, Montpellier, 229 p.
- Djebaili S., 1990. Syntaxonomie des groupements préforestiers et steppiques de l'Algérie aride. *Ecol. Medit.*, 16, 231-244. Marseille.
- Djebaili S., 1994. Les groupements forestiers de l'Algérie humide et subhumide (synthèse mettant en relief la répartition des unités syntaxonomiques dans les étages de végétation). *Anais do Instituto superior de Agronomia*, 44 (1), 57-73. Lisboa.
- Djellouli Y. & Djebaili S., 1984. Synthèse sur les relations flore-climat en zone aride. Cas de la wilaya de Saida. *Bull. Soc. Bot. Fr., Actual. Bot.*, 131 (2/3/4), 249-264.

- Djemai M., 1985. *Hydrologie du bassin-versant du haut-Sebaou. Hydrologie des formations alluviales*. Thèse 3^e cycle, Univ. Sc. Méd. Grenoble, 261 p.
- Dobignard A., 2010. Base de données de la flore d'Afrique du Nord (BDFAN). Version 1.00 en ligne: <http://www.tela-botanica.org/page:bdfan>
- Dommergues J.-L., Cattaneo G., Aite R. & Gélard J.-P., 2008. Les ammonites de l'Hettangien, du Sinémurien et du Pliensbachien inférieur de la Dorsale de Grande Kabylie (Algérie). *Geodiversitas*, 30 (3), 539-576.
- Douguédroit A., 1988. Les précipitations en Tunisie (période 1951-1980). *Méditerranée*, 4, 23-33.
- Douguédroit A., 1990. Facteurs de variation des climats forestiers. Le cas des températures. Mélanges Gabriel Rougerie, « *Paysages, aménagement, cadre de vie* », 187-193.
- Dubuis A. & Faurel L., 1945. Note sur quelques espèces nouvelles ou intéressantes pour la flore du Djurdjura. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 36 (2), 12-22. Alger.
- Dubuis A. & Faurel L., 1949. Essai sur la flore montagnarde du Djurdjura : endémisme et affinités floristiques. *Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. N.*, 2, 65-78. Alger.
- Dubuis A. & Simonneau P., 1954. Contribution à l'étude de la végétation de la région d'Aïn Skhoua (Chott Chergui oriental). *Serv. Etud. Sc., Direct. Hydr., Gouv. Gén. Alg.* 142 p. Alger.
- Dufrêne M., 1998. Cours de Phytosociologie. Partie « analyse de données ». Version β. 1 – 1/12/98. Adresse : <http://www.biol.ucl.ac.be/ecol/cours/phytosocio/home.html>
- Dufrêne M., 2003. Méthodes d'analyse des données écologiques et biogéographiques. Version du 11.05.2003. adresse : <http://biodiversite.wallonie.be/outils/methodo/home.htm>
- Dupouey J.L., 1986. Essai de synthèse sur les groupements végétaux des pelouses calcicoles pyrénéennes. In : J.J. Amigo, A. Baudière & A. Muscat, (éds.), "*Colloque International de Botanique Pyrénéenne*", Société Botanique de France, 399-412.
- Dupouey J.L., 1988. Intérêt de la notion d'ensemble flou en phytosociologie forestière. Application à la classification des relevés de végétation. *Coll. Phytosoc.*, XIV, *Phytosociologie et foresterie*, Nancy, 1985, 43-53.
- Durand J.H., 1951. Sur quelques sols de la forêt d'Akfadou et des environs de Yakouren. *Annales Agr.*, 2, 110-126.
- Durand J.H., 1954. Carte des sols de l'Algérie, 1^{ère} éd. Alger. Inspection Générale de l'Agriculture. 1 carte en 8 coupures, en couleurs + Notice, 11 p.
- Durand-Delga M., 1980. La Méditerranée occidentale : étape de sa genèse et problèmes structuraux liés à celle-ci. *Mémoire de la Société Géologique de France, hors série*, 10 : 203-224.
- El Afsa M., 1978. *Ecologie, phytosociologie, régénération et production des subéraies tunisiennes*. Thèse Doct. 3^e cycle, Univ. Aix-Marseille III, 193 p.
- El Hamrouni A. & Sarson M., 1975. Exploitation des parcours forestiers en Tunisie Centrale. *I Georgofili*, vol. XXXI, *Academia Economico Agraria*, Firenze, 175-184.
- El Hamrouni A. et Loisel R., 1979. Notes phytosociologiques nord-africaines. Contribution à l'étude de la tétraclinaie tunisienne : les groupements des djebels Bou Kornine et Ressas. *Ecol. Médit.*, 4, 133-139. Marseille.
- Emberger L., 1939. Aperçu général sur la végétation du Maroc. *Veroff. Geobot. Inst. Rübel*, 14, 40-157. Zürich.

- Emberger L., 1943. Les limites de l'aire de végétation méditerranéenne en France. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 78 (3), 159-180.
- Emberger L., 1955. Une classification biogéographique des climats. *Rec. Trav. Lab. Bot. Géol. Zool.*, Fac. Sc. Univ. Montpellier, Bot., 7, 3-43.
- Emberger L., 1971. Considérations complémentaires au sujet des recherches bioclimatologiques, phytogéographiques et écologiques. In : « *Travaux de Botanique et d'écologie* ». Masson et Cie (éd.), Paris, 291-301.
- Fallot P., 1942. Remarques au sujet du Trias des Kabylies. *C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, 1-185.
- Faurel L., 1947. Note sur la Cédraie de l'Atlas de Blida (Algérie), ses sols et ses associations végétales. *C.R. Conf. Pédol. Médit.*, 1-20 mai 1947, Alger-Montpellier, 474-477. Berger-Levrault, Nancy.
- Faurel L., 1959. Plantes rares et menacées d'Algérie. In : *Proceedings of the IUCN 7th technical meeting, "Animaux et végétaux rares de la région méditerranéenne"*, 11-19 sept. 1958, Athens, vol. 5, 140-155, IUCN Brussels.
- Fennane M., 1988. Phytosociologie des tétraclinaies marocaines. *Bull. Inst. Sci. Rabat*, 12 : 99-148.
- Fennane M., 2003. Inventaire des communautés végétales à l'aide du phytosociologue au Maroc. Phytosociological checklist of Morocco. *Ecol. Médit.*, 29 (1), 87-106. Marseille.
- Feoli E., 1977. A criterion for monothetic classification of phytosociological entities on the basis of species ordination. *Vegetatio*, 33 (2/3), 147-152.
- Feoli E. & Lausi D., 1981. The logical basis of syntaxonomy in vegetation science. In: H. Dierschke (ed.), *Ber. der Intern. Symp. der Intern. Verein. für Vegetationsk., Syntaxonomie*, Rinteln 1980, 35-42.
- Ferrez Y., 2007. Contribution à l'étude phytosociologique des prairies mésophiles de Franche-Comté. *Les Nouvelles Archives de la Flore Jurassienne*, 5, 59-151.
- Ficheur E., 1890. *Description géologique de la Kabylie du Djurdjura. Etude spéciale des terrains tertiaires*. Thèse Doctorat ès Sciences, Université de Paris. Fontana et Cie édition, Alger, 476 p.
- Flandrin J., 1948. Contribution à l'étude stratigraphique du Nummulitique algérien. *Bull. Serv. Carte Géol. Algérie*, 2e S., n° 19, 340 p.
- Flandrin J., 1952. *La chaîne du Djurdjura*. XIX^{ème} Congrès Géologique International, Alger. Monographies régionales. 1^{ère} Série : Algérie, 19 : 1-49.
- Flandrin J., Claracq P., Fabre C., Lauriol E. & Payan J., 1952. Carte géologique de la Chaîne du Djurdjura au 1/50 000^e. *Serv. Carte Géol. Algérie*, feuilles n° 66 et 67, Alger.
- Flotte J.-P., 1984. La coulée d'éboulis de Mechtras (Grande Kabylie, Algérie). In : « *Mouvements de terrain* », Colloque de Caen, document du BRGM, pp. 524-532.
- Foucault B. (de), 1979. Eléments pour une théorie statistique du tableau phytosociologique homogène. *Vegetatio*, 40 (3), 163-174.
- Foucault B. (de), 1980. Les prairies du bocage virois (Basse-Normandie, France). Typologie phytosociologique et essai de reconstitution des séries évolutives herbagères. *Doc. Phytosoc.*, N.S., 5, 1-109.
- Foucault B. (de), 1981. Réflexions sur l'appauvrissement des syntaxons aux limites chorologiques des unités supérieures phytosociologiques et quelques-unes de leurs conséquences. *Lazaroa*, 3, 75-100.

- Foucault B. (de), 1985. Fractals, géomorphologie et phytosociologie fondamentale. *Coll. Phytosoc.*, XIII, *Végétation et géomorphologie*, Bailleul, 1985, 85-100.
- Foucault B. (de), 1986 a. *Petit manuel d'initiation à la phytosociologie sigmatiste*. Société Linnéenne du Nord de la France, CRDP, Amiens, mémoire n° 1, 51 p.
- Foucault B. (de), 1986 b. *La phytosociologie sigmatiste : une morphophysique*. Lille, 147 p.
- Foucault B. (de), 1987. Nouvelles recherches sur les structures systématiques végétales : caractérisation, ordination, signification. *Phytocoenologia*, 15 (2), 159-199.
- Foucault B. (de), 1997. Nouvelles réflexions sur les lois quantitatives du monde végétal et leur valeur heuristique. *Acta Bot. Gallica*, 144 (1), 129-144.
- Foucault B. (de) & Julve Ph., 1991. Données phytosociologiques sur la dix-septième session de la S.C.B.O. en Languedoc-Roussillon : réflexions sur les associations arborescentes méditerranéennes. *Bull. Soc. Bot. du Centre-Ouest*, N.S., 22, 391-420.
- Foucault B. (de), Akpagana K., Batawila K. & Bouchet Ph., 1999. Contribution à l'étude phytosociologique des végétations inondables du Sud Togo. *Belg. Journ. Bot.*, 132 (2), 141-152.
- Gamisans J., 1979. Remarques sur quelques groupements végétaux assurant la transition entre les étages montagnard et subalpin en Corse. *Ecologia Mediterranea*, 4, 33-44.
- Gamisans J., Gruber M. & Bonin G., 1981. Mise en évidence des principaux stades de la dynamique de la végétation dans les étages sylvatiques de la vallée du Taravu (Corse). *Ecol Medit.*, 7 (2), 45-77.
- Garcia Salmeron J., 1980. Les diagrammes bioclimatiques et leur utilisation forestière. *Forêt Médit.*, 1 (2), 105-133.
- Gauch H.G. Jr., Whittaker R.H. & Wentworth T.R., 1977. A comparative study of reciprocal averaging and other ordination techniques. *J. Ecol.*, 65, 157-174.
- Gausсен H., 1952. Les résineux d'Afrique du Nord. Ecologie, reboisements. *Rev. Intern. Bot. Appl. et Agr. Trop.*, 32 (361-362), 505-532. Paris.
- Gausсен H., 1954. Théories et classification des climats et microclimats. 8^e Congrès Intern. Bot., Paris, 125-130.
- Gausсен H., 1968. Climat et végétation du Nord de l'Afrique. Intern. Biol. Progr., Conser. Sect., Techn. Meeting, Hammamet Tunisie, 24 au 31 mars 1968, paper n°6, 1-12.
- Gausсен H. & Vernet A., 1958. Notice de la feuille Tunis-Sfax. Carte internationale du tapis végétal à 1/1000 000ème. *Bull. Serv. Carte Phytogéogr.*, série A, 3 (2), 3-31. Paris-Toulouse.
- Gausсен H., Emberger L., de Philippis W. & Kassas M., 1963. Carte bioclimatique de la zone méditerranéenne. Notice explicative, UNESCO, Paris, 21, 1-60.
- Gauthier-Lièvre L., 1931. Recherche sur la flore des eaux continentales de l'Afrique du Nord. *Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. N.*, h.s., 299 p. Alger.
- Gavilan R., 1991. Some aspects about the climate/vegetation relationships in the Iberian central system. In: Duplessy J.C., Pons A. & Fantechi R. (eds.), *Environment and quality of life. Climate and global change*. Proceeding, Luxembourg, CEC, pp. 315-319.
- Géhu J.M., 1961. Les groupements végétaux du bassin de la Sambre française. *Vegetatio*, 10 (3-4), 161-208. Den Haag.

- Géhu J.M., 1974. Sur l'emploi de la méthode phytosociologique sigmatiste dans l'analyse, la définition et la cartographie des paysages. *C.R. Acad. Sc., Paris*, 279, 1167-1170.
- Géhu J.M., 1979. Pour une approche nouvelle des paysages végétaux : la symphytosociologie. *Bull. Soc. Bot. France, Lettres bot.*, 126 (2), 213-223.
- Géhu J.M., 1980. La phytosociologie d'aujourd'hui. Méthodes et orientations. *Not. Fitosoc.*, 16, 1-16, Pavia.
- Géhu J.M., 1987. Des complexes de groupements végétaux à la phytosociologie paysagère contemporaine. *Inf. Bot. Ital.*, 18 (1-3), 53-83. Firenze.
- Géhu J.M., 1991. L'analyse symphytosociologique et géosymphytosociologique de l'espace. Théorie et méthodologie. *Coll. Phytosoc.*, XVII, *Phytosociologie et paysages*, Versailles, 1988, 12-46.
- Géhu J.M., 1992. Réflexions sur les fondements syntaxonomiques nécessaires à une synthèse des végétations à l'échelle du continent européen et esquisse d'un synsystème dans l'optique de la phytosociologie Braun-Blanqueto-Tüxenienne. Ebauche de synsystème pour la France. *Annali di Botanica*, 1, 131-147.
- Géhu J.M., 1993. Phytosociologie et aménagement du territoire. *Coll. Phytosoc.*, XXI, *Ecologia del paesaggio*, Camerino, 1992, 13-50.
- Géhu J.M., 1996. Epistémologie de la territorialité en phytosociologie. *Giorn. Bot. Ital.*, 130 (1), 189-199.
- Géhu J.M., 1998. Epistémologie de la typologie phytosociologique de la végétation. *Itinera Geobotanica*, 11, 65-83.
- Géhu J.M., 2000. Principes et critères synsystématiques de structuration des données de la phytosociologie. *Coll. Phytos.*, XXVII, *Données de la phytosociologie sigmatiste*, Bailleul, 1997, 693-708.
- Géhu J.M. & Rivas-Martinez S., 1981. Notions fondamentales de Phytosociologie. In: H. Dierschke (ed.), *Ber. der Intern. Symp. der Intern. Verein. für Vegetationsk., Syntaxonomie*, Rinteln 1980, 5-33.
- Géhu J.M., Géhu-Franck J. & Bournique C., 1984. Sur les étages bioclimatiques de la région eurosibérienne française. *Doc. Phytosoc.*, N.S., VIII, 29-43.
- Géhu J.M., Kaabèche M. & Gharzouli R., 1992. Observations phytosociologiques sur le littoral kabyle, de Béjaia à Jijel. *Doc. Phytosoc.*, N.S., 14, 305-322. Camerino.
- Géhu J.M., Kaabèche M. & Gharzouli R., 1994 a. Observations phytosociologiques dans le Nord-est de l'Algérie. *Phytocoenologia*, 24, 369-382. Berlin-Stuttgart.
- Géhu J.M., Kaabèche M. & Gharzouli R., 1994 b. L'aulnaie glutineuse de la région d'El Kala, Annaba (Algérie) : une remarquable irradiation biogéographique européenne en Afrique du Nord. *Fitosociologia*, 27, 67-71.
- Géhu J.M. & N. Sadki, 1995. Remarques de phytosociologie et de synchorologie comparée sur le littoral algérois. *Doc. Phytosoc.*, N.S., 15, 341-357.
- Géhu J.M., Meddour R., Kaabèche M. & Sadki N., 1998. *Typologie hiérarchisée des principales unités phytosociologiques d'Algérie ou diversité des habitats biologiques d'Algérie*. Annexe n° 4 – Direction Générale de l'Environnement, Direction de la préservation de la biodiversité et des espaces naturels. FEM/PNUD, Alger/Bailleul, 1998, n.-p.
- Gélard J.-P. 1979. Géologie du nord-est de la Grande Kabylie : un segment des zones internes de l'orogène littoral maghrébin. *Mémoires géologiques de l'université de Dijon*, 5 : 1-326.
- Gharzouli R., 1989. *Contribution à l'étude de la végétation de la chaîne des Babors*. Thèse de Magister, INES de Biol. Sétif, 235 p.

- Gharzouli R., 2007. *Flore et végétation de la Kabylie des Babors : étude floristique et phytosociologique des groupements forestiers et post-forestiers des djebels Takoucht, Adrar Ou-Mellal, Tababort et Babor*. Thèse de Doctorat, Univ. Sétif, 253 p.
- Gharzouli R. & Djellouli Y., 2005. Diversité floristique de la Kabylie des Babors (Algérie). *Sécheresse*, 16 (3), 217-223.
- Giacobbe A., 1959. Nouvelles recherches écologiques sur l'aridité dans les pays de la Méditerranée occidentale. *Natur. Monsp.*, sér. Bot., 2, 7-27.
- Giacobbe A., 1965. La mesure du bioclimat méditerranéen. *Nat. Monsp.*, sér. Bot., 16, 43-69.
- Gillet F., 2000. *La Phytosociologie synusiale intégrée. Guide méthodologique*. Université de Neuchâtel, Institut de Botanique. Doc. Labo. Ecol. Vég., 1, 68 p.
- Gillet F., Foucault B. (de) & Julve Ph., 1991. La phytosociologie synusiale intégrée : objets et concepts. *Candollea*, 46, 315-340.
- Godron M., 1966. Application de la théorie de l'information à l'étude de l'homogénéité et de la structure de la végétation. *Oecol. Plant.*, 1, 187-197.
- Godron M., 1971. Comparaison d'une courbe aire-espèces et de son modèle. *Oecol. Plant.*, 6, 189- 193.
- Goodall D.W., 1954. Objective methods for the classification of vegetation. III. An essay in the use of factor analysis. *Austr. J. Bot.*, 2, 304-324.
- Gorenflot R. & De Foucault B., 2005. Initiation à la phytosociologie. Complément au chapitre 23. In : *Biologie végétale, les Cormophytes*. Dunod, éd., 1-27.
- Gosselin M., Gosselin O. & Laroussinie, 2002. *Biodiversité et gestion forestière : connaître pour préserver. Synthèse bibliographique*. Cemagref, Anthony (France).
- Gounot M., 1969. *Méthodes d'étude quantitative de la végétation*. Masson éd., Paris, 314 p.
- Grandjouan G., 1996. Transposition géométrique ou simulation probabiliste ? Choix d'un modèle statistique des relations écologiques en milieu naturel. In : Actes des journées du programme environnement, vie et sociétés, « *Tendances nouvelles en modélisation pour l'environnement* », CNRS, 71-76.
- Greig-Smith P., 1980. The development of numerical classification and ordination. *Vegetatio*, 42, 1-9.
- Greuter W., 1995. Origin and peculiarities of Mediterranean island floras. *Ecol. Medit.*, 21, 1-10.
- Greuter W., Burdet H.M. & Long G. (éds.), 1984-1989. Med-Checklist. Inventaire critique des plantes vasculaires des pays méditerranéens. OPTIMA & Conservatoire et Jardin Botaniques de la ville de Genève. Vol. 1, 430 p., vol. 3, 542 p., vol. 4, 586 p.
- Guinochet M., 1954. Sur les fondements statistiques de la phytosociologie et quelques unes de leurs conséquences. *Veröff. Geobot. Inst. Rübel*, 29, 41-67.
- Guinochet M., 1955. *Logique et dynamique du peuplement végétal*. Masson éd., Paris, 144 p.
- Guinochet M., 1970. Clé des classes, ordres et alliances phytosociologiques de la France. *Nat. Monsp.*, sér. Bot., 21, 79-119. Montpellier.
- Guinochet M., 1973. *La phytosociologie*. Collection d'écologie I. Masson éd., Paris, 227 p.
- Guinochet M., 1977. Contribution à la synsystème des pelouses thérophytiques du Nord de la Tunisie et de l'Algérie. *Colloques Phytosociologiques*, 6, Les pelouses sèches, 1-21. Lille.

- Guinochet M., 1980. Essai sur quelques syntaxons des *Cisto-Rosmarinetea* et des *Quercetea ilicis* d'Algérie et de Tunisie. *Phytocoenologia*, 7, 436-466. Stuttgart.
- Guinochet M., Dubuis A., Santa S., Simonneau P., Eckardt F., Ferlan L., Heim G. et Pons A., 1954. Algérie. Etude floristique et phytogéographique. In : VIIIe Congrès International de Botanique, Notices botaniques et itinéraires commentés, Paris-Nice, 1954. *Publ. Labo. Bot. Gén. & Appliquée*, Univ. Alger, 28 p.
- Guiot J., 1986. Sur la détermination de régions climatiques quasi-homogènes. *Rev. Statist. Appl.*, XXXIV (2), 15- 34.
- Guyot G., 1999. *Climatologie de l'environnement*. Dunod éd., 525 p.
- Hadjadj-Aoul S., 1988. *Analyse phytoécologique du thuya de Berbérie (Tetraclinis articulata (Vahl) Master) en Oranie*. Thèse de Magistère, Univ. Oran Es-Sénia, 148 p.
- Hadjadj-Aoul S., 1991. Les peuplements de *Tetraclinis articulata* sur le littoral d'Oran (Algérie). *Ecologia Medit.*, 17, 63-78. Marseille.
- Hadjadj-Aoul S., 1993. Flore et végétation des gorges de la Chiffa (Alger). Rôle et place de *Tetraclinis articulata*. *Bull. Soc. Linn. Provence*, 44, 89-97.
- Hadjadj-Aoul S., 1995. *Les peuplements de Thuya de Berbérie en Algérie. Phytoécologie, syntaxonomie, potentialités sylvicoles*. Thèse Doct. ès Sc., Univ. Aix-Marseille III, 159 p.
- Hadjadj-Aoul S. & Loisel R., 1999. Syntaxonomie des peuplements algériens du Thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters). Les peuplements forestiers et préforestiers. *Doc. Phytosoc.*, N.S., 19, 229-285.
- Hammor D., Bosch D., Caby R. & Brugier O., 2006. A two-stage exhumation of the Variscan crust: U-Pb, LA-ICP-MS and Rb-Sr ages from Greater Kabylia, Maghrebides. *Terra Nova*, 18, 299-307.
- Heywood V.H., 1998. The Mediterranean region a major centre of plant diversity. *Options Méditerranéennes*, CIHEAM, 5-15.
- Hill M.O. & Gauch H.G. Jr., 1980. Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. *Vegetatio*, 42, 47-58.
- Hirche A., Boughani A. & Salamani M., 2007. Evolution de la pluviosité annuelle dans quelques stations arides algériennes. *Sécheresse*, 18 (4), 314-320.
- Houzarad G., 1984. Vers un classement des bioclimats des forêts caducifoliées françaises. *Rev. For. Fr.*, 36 (5), 362-374.
- Humbert H., 1924. Végétation du Grand Atlas marocain oriental. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 15 (5), 147-234.
- Izco J., Fernandez F. & Molina A., 1984. El orden *Tamaricetalia* Br.-Bl. & Bolos 1957 y su ampliacion con los tarayales hiperhalofilos. *Doc. Phytosoc.*, N.S., 8, 377-392. Camerino.
- Julve Ph., 1986. Problèmes conceptuels dans la définition des unités de perception du paysage végétal en rapport avec la géomorphologie. *Coll. Phytosoc.*, XIII, *Végétation et géomorphologie*, Bailleul, 1985, 65-84.
- Julve Ph., 1999. Carte phytogéographique de la France. *Cahiers de géographie physique*, n° 13.
- Julve Ph., 2002. Découvrir la phytosociologie synusiale. adresse Internet : http://www.tela-botanica.org/page:menu_145.

- Kaabèche M., 1995. Les forêts de pin d'Alep de l'Atlas saharien (Algérie). Essai de synthèse phytosociologique par application de techniques numériques d'analyse. *Doc. Phytosoc.*, N.S., 15, 235-251. Camerino.
- Kaabèche, M., Gharzouli, R. et Géhu, J.M., 1995. Phytosociologie et typologie des habitats de la haute vallée de l'oued Bou-Sellam (Sétif, Algérie). *Coll. Phytosoc.*, 23, *Large area vegetation surveys*, 531-557. Bailleul.
- Kaabèche, M., Gharzouli, R. et Géhu, J.M., 1998. Les communautés à *Euphorbia dendroides* L. d'Algérie. Syntaxonomie, synécologie et synchorologie. *Itinera Geobotanica*, 11, 139-158.
- Kadik B., 1983. *Contribution à l'étude du pin d'Alep (Pinus halepensis Mill.) en Algérie : écologie, dendrométrie et morphologie*. O.P.U. éd., Alger, 581 p.
- Kent M. & Ballard J., 1988. Trends and problems in the application of classification and ordination methods in plant ecology. *Vegetatio*, 78, 109-124.
- Kettab A., Ait Mouhoub D., Ouarda T. & Bobbee B., 2002. Contribution à l'étude du phénomène de la sécheresse sur les régions littorales de l'Algérie. Adresse internet : <http://www.lrs-eau-enp.dz>
- Khelifi, H., 1987. *Contribution à l'étude phytoécologique et phytosociologique des formations à chêne liège dans le Nord-est algérien*. Thèse Magister, USTHB, Alger, 141 p.
- Khelifi H. et Sadki N., 1995. Esquisse géobotanique des régions de Collo, Skikda, et Annaba (Nord-Est algérien). *Coll. Phytosoc.*, 23, *Large area vegetation surveys*, Bailleul 1994, 594-615.
- Khelifi H., Bioret F. & Farsi B., 2008. Apport à la connaissance syntaxonomique littoral rocheux ouest-algérois. *Acta Botanica Gallica*, 155 (2), 163-178.
- Kolai L., 1991. La sapinière à *Abies numidica* dans le mont Babor : phytosociologie et production. In : M. Ducrey & H. Oswald (éds.), Séminaire International sur « les sapins méditerranéens », INRA, Avignon, 183-193. Luxembourg.
- Kotański Z., Gierliński G. & Ptaszyński T., 2004. Reptile tracks (*Rotodactylus*) from the Middle Triassic of Djurdjura Mountains in Algeria. *Geol. Quart.*, 48 (1) : 89-96.
- Labat J.-N., 1985. Estudio bioclimatológico del estado de Michoacán, México, según la clasificación de Bagnouls & Gaussen. *Trace*, 8, 36-45.
- Laborde J.A., 2003. Hydrologie de surface. ANRH éd., 191 p.
- Lacoste A., 1975. La végétation de l'étage subalpin du bassin supérieur de la Tinée (Alpes-Maritimes). Application de l'analyse multidimensionnelle aux données floristiques. *Phytocoenologia*, 3 (1), 83-122.
- Lacoste A. & Roux M., 1971. L'analyse multidimensionnelle en phytosociologie et écologie. Application à des données de l'étage subalpin des Alpes-Maritimes. I. L'analyse des données floristiques. *Oecol. Plant.*, 6, 353-369.
- Lacoste A. & Salanon R., 2001. *Eléments de biogéographie et d'écologie*. Nathan, Paris. 2e édition, 318 p.
- Lahondère C., 1997. Initiation à la phytosociologie sigmatiste. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*. N° h.s., 16, 47 p.
- Lambert A., 1942. Le Trias du Djurdjura. *C. R. Acad. Sc.*, Paris.
- Lambert A., 1947. Sur l'existence du Trias salifère de la Kabylie du Djurdjura. *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, 5, 225-226.
- Lambert A., 1955. Nouvelles données sur le Trias du Djurdjura (Algérie). *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, 7, 121-128.

- Lapie G., 1907. Sur les caractères écologiques dans la région occidentale de la Kabylie du Djurdjura. *C.R. des séances de l'Académie des Sciences*. 144, pp. 580-582. Paris. Note du 11 mars 1907.
- Lapie G., 1908 a. Sur la phyto-écologie de la région orientale de la Kabylie du Djurdjura. *C.R. des séances de l'Académie des Sciences*. 146, pp. 649-652. Paris. Note du 23 mars 1908.
- Lapie G., 1908 b. Les caractères écologiques de la région méridionale de la Kabylie du Djurdjura. *C.R. des séances de l'Académie des Sciences*. 146, pp. 940-942. Paris. Note du 4 mai 1908.
- Lapie G., 1909 a. *Etude phytogéographique de la Kabylie du Djurdjura*. Thèse Doct. ès Sc. Nat., Univ. Paris, Delagrave éd., 156 p. et *Rev. Géogr. An.*, III, 1-156, 2 cartes h.t.
- Lapie G., 1909 b. Les divisions phytogéographiques de l'Algérie. *C.R. des séances de l'Académie des Sciences*. Paris. Note du 15 février 1909.
- Lapie G., 1909 c. Les subdivisions phytogéographiques de la Kabylie du Djurdjura. *C.R. des séances de l'Académie des Sciences*. 148, pp. 1536-1538. Paris. Note du 7 juin 1909.
- Lapie G., 1910 a. Divisions botaniques et régions forestières de l'Algérie. *Revue des Eaux et Forêts*, 49, 1-5. Nancy.
- Lapie G., 1910b. Les forêts de la Kabylie du Djurdjura. *Rev. Eaux et Forêts*, 49, 1-36. Nancy.
- Lapraz G., 1975. Les groupements végétaux de la classe des *Quercetea ilicis* dans les Alpes Maritimes orientales calcaires entre le Var et Menton (synthèse phytosociologique). *Anal. Inst. Bot. Cavanilles*, 32 (2), 1183-1208.
- Laribi M., 1999. *Contribution à l'étude phytosociologique des formations caducifoliées à Quercus canariensis Willd. et Quercus afares Pomel du massif d'Ath Ghobri-Akfadou (Grande Kabylie)*. Thèse de Magister, Univ. M. Mammeri de Tizi Ouzou, 155 p.
- Laribi M., Derridj A. & Acherar M., 2010. Phytosociologie de la forêt caducifoliée à chêne zéen (*Quercus canariensis* Willd.) dans le massif d'Ath Ghobri-Akfadou (Grande Kabylie, Algérie). *Fitosociologia*, 45 (2), 77-92.
- Le Houérou H.-N., 1980. L'impact de l'homme et de ses animaux sur la forêt méditerranéenne. 1ère partie. *Forêt Médit.*, II (1), 31-44.
- Le Houérou H.-N., 1982. The arid bioclimates in the Mediterranean isoclimatic zone. *Ecol. Medit.*, VIII (1/2), 103-114.
- Le Houérou H.-N., 1989. Classification écoclimatique des zones arides (s.l.) de l'Afrique du Nord. *Ecologia Mediterranea*, XV (3-4), 95-144.
- Le Houérou H.-N., 1995. Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertisation. *Options méditerranéennes*, Série B, études et recherches, 10, 396 p.
- Le Houérou H.-N., 2004. An agro-bioclimatic classification of arid and semi-arid lands in the isoclimatic Mediterranean zones. *Arid land research and management*, 18, 301-346.
- Le Houérou H.-N., Claudin J., Haywood M., Donadieu J., 1975. Etude phytoécologique du Hodna. In : « *Etudes des ressources naturelles et expérimentation et démonstration agricoles dans la région du Hodna. Algérie* ». AGS : DP/ALG/66/509, rapport technique n° 3, vol. 1. FAO-PNUD, Rome, 154 p. + 2 cartes couleurs au 1/200 000ème.
- Le Houérou H.-N. & Hoste C.H., 1977. Rangeland production and annual rainfall relations in the Mediterranean basin, in the African Sahelian and Sudanian zones. *Journal of Range Management*, 30, 181-189.

- Le Houérou H.-N., Claudin J. & Pouget M., (1977) 1979. Etude bioclimatique des steppes algériennes. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 68 (3-4), 33-74 + 1 carte bioclimatique à 1/1000 000^e h.t.
- Lecompte M., Alexandre F. & Génin A., 1998. Seuils biologiques et limites climatiques en Méditerranée occidentale. *Revue de Géographie de Lyon*, 73 (1), 33-43.
- Legendre P. & Legendre L., 1998. *Numerical ecology*. Elsevier, Amsterdam, 2nd ed., 853 p.
- Leps J. & Smilauer P., 1999. *Multivariate analysis of ecological data*. Faculty of Biological Sciences, University of South Bohemia, 110 p.
- Letreuch-Belarouci A., Medjahdi B., Letreuch-Belarouci N. & Benabdeli K., 2009. Diversité floristique des suberaies du Parc national de Tlemcen (Algérie). *Acta Botanica Malacitana*, 34, 77-89. Malaga.
- Letourneux A., 1871. Etude botanique de la Kabylie du Djurdjura. Imprimerie nationale, 90 p. Paris.
- Lieth H., Berkelamp J., Fuest S. & Riediger S., 1999. CD1-Climate diagram world atlas. In: Lieth H. ed., "CD series: Climate and Biosphere". Backhuys Publ., Leiden.
- Loisel R., 1976. *La végétation de l'étage méditerranéen dans le sud-est continental français*. Thèse Docteur ès Sciences, Univ. Aix-Marseille III, 384 p.
- Mackenzie A., Ball A.S. & Virdee S.R., 2000. *L'essentiel en écologie*. Berti éd., Paris, 368 p.
- Maire R., 1924. Etudes sur la végétation et la flore du Grand et Moyen Atlas marocains. *Mém. Soc. Sc. Nat. du Maroc*, 7, 220 p.
- Maire R., 1926. Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. Notice. Gouvernement Général de l'Algérie, Service cartographique, Alger, 78 p. + carte couleurs au 1/1500 000^e h.t.
- Mariotti M. & Barberis G., 1985. Note vegetazionali sugli aspetti a *Euphorbia dendroides* e *Anthyllis barba-jovis* in Liguria. *Not. Fitosoc.*, 22, 77-83.
- Mathez J. & Quézel P., 1985. The Maghrib countries. In: Gomez-Campo C. éd., "Plant conservation in the Mediterranean area". W. Junk Publisher, Dordrecht-Boston-Lancaster.
- MATET/CENEAP, 2008. Etude relative à la délimitation et à la caractérisation des zones de montagne et des massifs montagneux. Massifs montagneux du Djurdjura. Phase n° 2. Analyse prospective de l'état des lieux du massif. 173 p.
- Médail F. & Quézel P., 1997. Hotspot analysis for conservation of plants biodiversity in the Mediterranean Basin. *Ann. Miss. Bot. Gard.*, 84, 112-127.
- Médail F. & Quézel P., 1999. Biodiversity hotspots in the Mediterranean basin: setting global conservation priorities. *Conserv. Biol.*, 13, 1510-1513.
- Meddi M. & Meddi H., 1998. Etude des pluies annuelles et journalières dans le Sahara algérien. *Cahiers Sécheresse*, 9 (3), 1993-199.
- Meddi M., Meddi H., Mahr N. & Humbert J., 2007. Quantification des précipitations : application au Nord-Ouest de l'Algérie, la méthode Pluvia. *Geographia Technica*, 1, 44-62.
- Meddour R., 1993. Analyse phytosociologique de la chênaie caducifoliée mixte de Tala Kitane (Akfadou, Algérie). *Ecologia Mediterranea*, 19 (3-4), 43-51.
- Meddour R., 1994 a. *Contribution à l'étude phytosociologique de la portion centro-orientale du parc national de Chréa. Essai d'interprétation synthétique des étages et des séries de végétation de l'Atlas Blidéen*. Thèse de Magistère, I.N.A., Alger, 330 p.

- Meddour R., 1994 b. La cédraie de l'Atlas blidéen (Algérie). Valeur bioclimatique, syntaxonomique et dynamique. Actes du Sémin. Intern. sur le Cèdre de l'Atlas, Ifrane (Maroc). *Ann. Rech. Forest. Maroc*, n° spécial, 27 (1), 105-127. Rabat.
- Meddour R., 1996. *Cours de Biocénologie*. Institut d'Agronomie, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 127 p.
- Meddour R., 1998. Le fourré présylvatique à *Crataegus monogyna* de l'Atlas blidéen (Algérie). *Doc. Phytosoc.*, N.S., 18, 23-31. Camerino.
- Meddour R., 1999. La formation caducifoliée présylvatique à *Ulmus procera* et *Acer monspessulanum* du Djurdjura nord-occidental (Algérie). *Doc. Phytosoc.*, N.S., 19, 447-452. Camerino.
- Meddour R., 2001. Impact anthropozoïque sur la structure et la composition floristique des phytocénoses forestières montagnardes de l'Atlas tellien. In : A. Kerdoun, M.E.H. Larouk & M. Sahli (éd.), "Impacts sur l'écosystème et stratégies de protection", LERMM, Univ. Mentouri de Constantine, 157-166.
- Meddour R., 2002. Bioclimats, étages et séries de végétation de l'Atlas blidéen (Algérie). *Phytocoenologia*, 32 (1), 101-128. Berlin-Stuttgart.
- Meddour R., 2008 a. La méthode phytosociologique sigmatiste. Adresse internet : http://www.tela-botanica.org/page:methode_phytosociologique_sigmatiste.
- Meddour R., 2008 b. Index des plantes vasculaires citées dans « l'étude phytogéographique de la Grande Kabylie » de Lapie (1909). http://www.tela-botanica.org/sites/botanique/fr/documents/biblio/articles_en_ligne/index_lapie.pdf.
- Meddour R. & Géhu J.M., 1998. Observations sur le synsystème des communautés forestières et préforestières en Algérie. *Documents Phytosociologiques*, N.S., XVIII, 33-47.
- Meddour R. & Laribi M., 1999. La ripisylve à *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. de l'Akfadou (Grande Kabylie, Algérie). *Documents Phytosociologiques*, 19, 385-400.
- Meddour R., Meddour-Sahar O. & Derridj A., 2008. Synopsis commenté des groupements végétaux, en particulier forestiers et préforestiers, de la Kabylie djurdjuréenne. In : Colloque sur « la phytosociologie face aux défis de la connaissance et de la gestion durable des espaces naturels », organisé par AgroParis-Tech-ENGREF Nancy, 12-14 novembre 2008. Adresse internet : <https://www2.nancy.inra.fr/collectif/colloque-phytosociologique/pdf>
- Meddour R., Meddour-Sahar O., Derridj A. & Bensettiti F., 2010 (in press). Le Pin noir du Maghreb (*Pinus nigra* Arn. subsp. *mauretanica* (Maire & Peyer.) Heywood). Un taxon subendémique très menacé en Algérie. *Documents Phytosociologiques*, 10 p., Camerino
- Meddour R., Meddour-Sahar O., Derridj A. & Géhu J.M., 2010 (in press). Synopsis des groupements végétaux forestiers et préforestiers de la Kabylie djurdjuréenne (Algérie). *Revue Forestière Française*, 12 p.
- Meddour R., Meddour-Sahar O. & Derridj A., 2010. Biodiversité de la dendroflores native en Algérie. Inventaire, phytochorologie et conservation. In : Colloque international sur « la gestion et la conservation de la biodiversité continentale dans le Bassin Méditerranéen », organisé par l'Université A. Belkaid de Tlemcen et le Parc National de Tlemcen, 11-13 octobre 2010.
- Meddour-Sahar O., 2008. *Contribution à l'étude des feux de forêts en Algérie : approche statistique exploratoire et socio-économique dans la wilaya de Tizi Ouzou*. Thèse de Magister, INA, El Harrach, Alger, 275 p.
- Meddour-Sahar O., Meddour R. & Derridj A., 2009. Bilan des incendies de forêts dans le bassin méditerranéen (période 1986-2005). *Revue Campus*, UMMTO, 13, 4-11.

- Meddour-Sahar O. & Derridj A., 2010. Le risque d'incendie de forêt : évaluation et cartographie. Le cas de la wilaya de Tizi Ouzou, Algérie (période 1986-2005). *Sécheresse*, 21 (3), 187-195.
- Mediouni K. & Yahi N., 1989. Etude structurale de la série du cèdre à Ait Ouabane, Djurdjura. *Forêt Médit.*, XI, 2, 103-112.
- Mediouni K., Djellouli Y. & Dahmani M., 1992. Contribution à l'étude de la répartition des genévriers de Phénicie et Sabine dans le Djurdjura. *Bull. Ecol. Terrestre, Biocénoses*, 5 (1-2), 103-118. Alger.
- Mediouni K. & Azira F., 1992. Contribution à l'étude de la dynamique des formations à Erables (*Acer*) d'Ait Ouabane (Djurdjura). *Forêt Médit.*, 13 (2), 109-114. Marseille.
- Mediouni K. & Yahi N., 1994. Phytodynamique et autécologie du *Cedrus atlantica* dans le Djurdjura. *Ann. Rech. For. Maroc*, n° spécial, 27, vol. 1, 77-104. Rabat.
- Mediouni K., Yahi N., & Géhu J.-M., 1998. Dynamique comparée des systèmes forestiers du *Cedrus atlantica* Algérien. *Doc. Phytosoc.*, N.S., 18, 49-59. Camerino.
- Mediouni K. & Azira F., 1999. Contribution à l'étude dynamique de la succession primaire des essences caducifoliées d'Ait Ouabane (Djurdjura). *Doc. Phytosoc.*, N.S., 19, 357-366. Camerino.
- Meharzi M.K., 1994. Le rôle de l'orographie dans la répartition spatiale des précipitations dans le massif de l'Aurès. *Méditerranée*, 3 (4), 73-78.
- Ménard N. & Vallet D., 1988. Disponibilités et utilisation des ressources par le magot (*Macaca sylvanus*) dans différents milieu en Algérie. *Rev. Ecol. (Terre & Vie)*, 43 (3), 201-250.
- Messaoudène M., 1989. *Etude dendroécologique et dendroclimatologique du chêne zéen et du chêne afarès dans les massifs de Béni Ghobri et de l'Akfadou*. Thèse Doct. en Sc., Univ. Aix-Marseille III, 105 p.
- Messaoudène M., Loukkas A., Janin G., Tafer M., Dilem A. & Gonzalez J., 2004. Propriétés physiques du bois d'éclaircie des cèdres (*Cedrus atlantica*), contenant du bois de compression, provenant de l'Atlas du Djurdjura (Algérie). *Ann. For. Sci.*, 61, 589-595.
- Messaoudène M., Laribi M. & Derridj A., 2007. Etude de la diversité floristique de la forêt de l'Akfadou (Algérie). *Bois et Forêts des Tropiques*, 291 (1), 75-82.
- M'Hirit O., 1982. Etude écologique et forestière des Cédraies du Rif marocain. *Ann. Rech. Forest. Maroc*, 22, 1-502.
- Mestar N., 1995. *Cartographie physionomique et approche phytoécologique de la cédraie de Tala Guilef (Djurdjura occidental)*. Thèse de Magister, INA, Alger, 116 p.
- Michalet R., 1991. Nouvelle synthèse bioclimatique des milieux méditerranéens. Application au Maroc septentrional. *Rev. Ecol. Alp.*, Grenoble, 1, 60-80.
- Michalet R., 1994. Une quantification de la continentalité relative en climat méditerranéen : application du système de Gams (1932) au Maroc septentrional. *Rev. Valdôtaine Hist. Nat.*, suppl. au n° 48, 237-245.
- Mitrakos K., 1980. A theory for Mediterranean plant life. *Acta Oecologica, Oecol. Plant.*, 1 (15), n° 3, 245-252.
- Mitrakos K., 1982. Winter low temperatures in Mediterranean-type ecosystems. *Ecol. Medit.*, VIII (1/2), 95-102.
- Mittermeier R.A., Myers N., Thomsen J.B., Da Fonseca G.A. & Olivieri S., 1998. Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: approaches to setting conservation priorities. *Conservation Biology*, vol. 12 (3), June 1998.
- Molina Abril J.A., 1994. Resumen sintaxonomico de las comunidades vegetales de Francia y Espana hasta el rango de alianza. *Coll. Phytosoc.*, 22, Syntaxonomie typologique des habitats, 55-110. Bailleul.

- Molinier R., 1954. Les climax côtiers de la Méditerranée occidentale. *Vegetatio*, 4, 284-308.
- Monjauze A., 1957. *Aristolochia altissima* Desf. plante indicatrice et caractéristique du groupement à micocoulier *Celtis australis* L. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 48 (7-8), 406-440. Alger.
- Monjauze A., 1958. Le groupement à micocoulier (*Celtis australis* L.) en Algérie. *Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, N.S., 2, 1-75. Alger
- Moravec J., 1973. The determination of the minimal area of phytocenoses. *Folia Geobot. Phytotax.*, 8, 23-47.
- Mucina L. & van der Maarel E., 1989. Twenty years of numerical syntaxonomy. *Vegetatio*, 8, 1-15.
- Mueller Dombois D. & Ellenberg H., 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley, New York, 547 p.
- Muller M., 1986. Contenu de l'étude bulgare sur le Parc National du Djurdjura. Rapport SEFMVT, 4 p.
- Myers N., 1988. Threatened biotas: hotspots in tropical forests. *Environmentalist*, 8, 178-208.
- Naak M., 1988. *Etude de la Dorsale interne du Djurdjura. Interprétation généralisée à l'ensemble de la chaîne et proposition d'un modèle d'évolution géodynamique de ce tronçon de la paléomarge continentale kabyle*. Thèse Magister, Université d'Alger, 145 p.
- Nahal I., 1981. The Mediterranean climate from a biological viewpoint. In: di Castri F., Goodall D.W. & Specht R.L. (éds), *Mediterranean type shrublands*, Elsevier Scient. Publ., Amsterdam, 63-86.
- Nedjraoui D. & Bedrani S., 2008. La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. *Vertigo*, 1 (8). <http://vertigo.revues.org/index5375.html>
- Nègre R., 1952. Les associations végétales du Jebel Saa (Moyen Atlas). *Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc*, 32, 139-166.
- Nègre R., 1964. Carte au 1/50 000^e de Tipasa. *Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, N.S., 8, 1-68. Alger-Marseille.
- Nègre R., 1972. La végétation du bassin de l'One (Pyrénées centrales). 4^{ème} note : les forêts. *Veroff. Geobot. Inst. Stift. Rubel in Zurich*, 49, 1-128.
- Ouelmouhoub S. & Benhouhou S., 2007. Evolution floristique des suberaies incendiées dans la région d'El Kala (Nord-est algérien). *Ecol. Medit.*, 33, 85-94.
- Ozenda P., 1955. La température facteur de répartition de la végétation en montagne. *Ann. Biol.*, 31 (5-6), 295-312.
- Ozenda P., 1975. Sur les étages de végétation dans les montagnes du Bassin méditerranéen. *Doc. Cartogr. Ecol.*, Grenoble, XVI, 1-32.
- Ozenda P., 1982. *Les végétaux dans la biosphère*. Doin éd., Paris, 431 p.
- Ozenda P., 1989. Le déplacement vertical des étages de végétation en fonction de la latitude : un modèle simple et ses limites. *Bull. Soc. Géol. France*, V (3), 535-540.
- Ozenda P., 1991. Les relations biogéographiques des montagnes sahariennes avec la région méditerranéenne. *Revue de Géographie Alpine*, 1, 43-53.
- Ozenda P., 1997. Aspects biogéographiques de la végétation des hautes chaînes. *Biogeographica*, 73 (4), 145-179.
- Ozenda P., 2002. *Perspectives pour une géobiologie des montagnes*. Presses Polytechniques Universitaires Romandes, Lausanne, 276 p.

- Pache G., Aimé S. & Michalet R., (1992) 1996 a. A simple model for the study of the altitudinal rainfall gradient, applied in the Tyrolian orographic complex. *Rev. Ecol. Alp.*, III, 13-20.
- Pache G., Aimé S. & Michalet R., 1996 b. A seasonal application of the Gams (1932) method modified Michalet (1991): the example of the distribution of some important forest species in the Alps. *Diss. Bot.*, 258, 31-54.
- Pagney P., Besancenot J.-P. & Chabin J.-P., 1984. Contribution à l'étude de la limite climatique entre le domaine méditerranéen et le milieu subtropical chaud et sec. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 131 (2/3/4), 51-62.
- Palm R., 1993. Les méthodes d'analyse factorielle : principes et applications. *Notes de Statistique et d'Informatique* 93/1, Gembloux, 38 p.
- Panini T. & Amandier L., 2005. Climats pluviométriques et thermiques en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Analyse des données météorologiques 1961-1996 et cartographie par Système d'Information Géographique. *Forêt Médit.*, XXVI, 4, 299-308.
- Paradis G. & Piazza C., 1993. Description phytosociologique et cartographique de la végétation des dunes de Tizzano, de Tralicetu et de la Plage d'Argent (sud-ouest de la Corse). *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, N.S., 24, 219-266.
- Peet R.K., Knox R.G., Stephen Case J., Allen R.B., 1988. Putting things in order: the advantages of detrended correspondence analysis. *The American Naturalist*, 131 (6), 924-934.
- Péguy C.P., 1970. *Précis de climatologie*. Masson éd., Paris, (2 éd.), 468 p.
- Peillon P., 1978. Problèmes d'habitat en Basse Kabylie. In : CNRS éd., « *Recherches sur l'Algérie* ». Mémoires et Documents, N.S., 17, 165-291.
- Peltier J.P., 1988. Remarques sur la méthode phytosociologique sigmatiste appliquée au milieu forestier. *Coll. Phytosociol.*, XIV, *Phytosociologie et foresterie*, Nancy, 1985, 93-97.
- Perez Latorre A.V., 2005. Notas sobre la vegetación de Andalucía II. *Acta botanica Malacitana*, 25, 196-1998.
- Peyerimhoff P. de, 1941. Notice de la carte forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Gouv. Gén. Alg., Serv. Cart., Baconnier, Alger, 71 p. + carte au 1/1500 000ème.
- Pignatti S., 1980. Reflections on the phytosociological approach and the epistemological basis of vegetation science. *Vegetatio*, 42, 181-185.
- Pignatti S., 2000. La phytosociologie braun-blauquetiste et ses perspectives. *Coll. Phytos.*, XXVII, *Données de la phytosociologie sigmatiste*, Bailleul, 1997, 1-15.
- Podani J., Csontos P. & Tamas J., 2000. Additive trees in the analysis of community data. *Community Ecology*, 1, 1-9.
- Pons A. & Quézel P., 1955. Contribution à l'étude de la végétation des rochers maritimes du littoral de l'Algérie centrale et occidentale. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. N.*, 48-80. Alger.
- Quézel P., 1956. Contribution à l'étude des forêts de chênes à feuilles caduques d'Algérie. *Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, N.S., 1, 1-57. Alger.
- Quézel P., 1957. *Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord*. Encyclopédie Biogéographique et Ecologique, 10. Lechevallier éd., 463 p. Paris.
- Quézel P., 1976. Les forêts du pourtour méditerranéen. In : *Forêts et maquis méditerranéens : écologie, conservation et aménagement*. Notes techniques du MAB 2, UNESCO, 9-33.

- Quézel P., 1978. Analysis of the flora of Mediterranean and Saharan Africa. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 65, 479-534.
- Quézel P., 1981. Les hautes montagnes du Maghreb et du Proche-Orient : essai de mise en parallèle des caractères phytogéographiques. Actes du IIIème congrès OPTIMA. *An. Jard. Bot. Madrid*, 37 (2), 353-372. Madrid.
- Quézel P., 1985. Definition of the Mediterranean region and the origin of its flora. In: Gomez-Campo C. (éd.), *Plant Conservation in the Mediterranean area*. Dr. W. Junk Publ., Dordrecht, pp. 9-24.
- Quézel P., 1995. La flore du bassin méditerranéen : origine, mise en place et endémisme. *Ecologia Mediterranea*, XXI (1-2), 19-39.
- Quézel P., 1998. Cèdres et cédraies du pourtour méditerranéen : signification bioclimatique et phytogéographique. *Forêt Médit.*, 19 (3), 243-260.
- Quézel P., 2000. *Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen*. Ibis Press, Paris, 117 p.
- Quézel P. & Santa S., 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS éd., Paris, vol. 1, 1-565.
- Quézel P. & Santa S., 1963. *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Vol. 2, CNRS, Paris, pp. 566-1170.
- Quézel P. et Bonin G., 1980. Les forêts feuillues du pourtour méditerranéen. Constitution, écologie, situation actuelle et perspectives. *Rev. For. Fr.*, 32(3): 253-268.
- Quézel P. & Barbero M., 1981. Contribution à l'étude des formations présteppiques à genévriers au Maroc. *Bol. Soc. Brot., Sér. 2*, 53 (2) : 1137-1160.
- Quézel P. & Barbero M., 1985. Carte de la végétation potentielle de la région méditerranéenne. Feuille n° 1 : Méditerranée orientale. CNRS éd., Paris, 1-69.
- Quézel P. & Barbero M., 1986. Aperçu syntaxonomique sur la connaissance actuelle de la classe des *Quercetea ilicis* au Maroc. *Ecol. Medit.*, 12 (3-4) : 105-112.
- Quézel P., Barbero M. & Benabid A., 1987. Contribution à l'étude des groupements forestiers et préforestiers du Haut Atlas oriental (Maroc). *Ecol. Medit.*, 13 (1-2), 107-118.
- Quézel P., Barbero M., Benabid A., Loisel R. & Rivas-Martinez S., 1988. Contribution à l'étude des groupements préforestiers et des matorrals rifains. *Ecol. Medit.*, 14 (1/2), 77-122.
- Quézel P. & Barbero M., 1989. Les formations à genévriers rampants du Djurdjura (Algérie). Leur signification écologique, dynamique et syntaxonomique dans une approche globale des cédraies kabyles. *Lazaroa*, 11, 85-99. Madrid.
- Quézel P., Barbero M., Benabid A. & Rivas-Martinez S., 1992. Contribution à l'étude des groupements forestiers et préforestiers du Maroc oriental. *Studia botanica*, 10, 57-90. Salamanca.
- Quézel P., Barbero M., Benabid A. & Rivas-Martinez S., 1994. Le passage de la végétation méditerranéenne à la végétation saharienne sur le revers méridional du Haut Atlas oriental (Maroc). *Phytocoenologia*, 22 (4), 537-582.
- Quézel P., Médail F., Loisel R. & Barbero M., 1999. Biodiversité et conservation des essences forestières du bassin méditerranéen. *Unasylva*, 12 p. www.fao.org/docrep/x1880f/
- Quézel P. & Médail F., 2003 a. *Ecologie et biogéographie des forêts du Bassin méditerranéen*. Elsevier, Collection Environnement, Paris, 573 p.

- Quézel P. & Médail F., 2003 b. Valeur phytoécologique et biologique des ripisylves méditerranéennes. *Forêt méditerranéenne*, XXIV, 3, 231-248.
- Quinif Y., 1978. Contribution à l'étude des cavités karstiques du Djurdjura (Algérie). Description morpho-hydrogéologique et cadre évolutif. *Intern. Journ. Speleol.*, 10, 113-155.
- Ramade F., 1997. *Conservation des écosystèmes méditerranéens : enjeux et prospective*. Plan Bleu, fascicule n° 3. Economica ed., PNUE, Paris, 189 p.
- Rameau J.C., 1985. Phytosociologie forestière : caractères et problèmes spécifique, relations avec la typologie forestière. *Coll. Phytosociol.*, XIV, *Phytosociologie et foresterie*, Nancy, 1985, 687-738.
- Rameau J.C., 1987. *Contribution phytoécologique et dynamique à l'étude des écosystèmes forestiers. Applications aux forêts du Nord-Est de la France*. Thèse Doct. ès Sc. Nat., Univ. de Besançon, 344 p.
- Rameau J.C., 1988. *Le tapis végétal. Structuration dans l'espace et dans le temps, réponses aux perturbations, méthodes d'étude et intégrations écologiques*. ENGREF, Centre de Nancy, 102 p. + annexes.
- Rameau J.C., 1999. Aménagement forestier, importance de l'écologie et prise en compte de la biodiversité. *Revue forestière française*, 51 (numéro spécial), 87-101.
- Rameau J.C., Mansion D. & Dumé G., 1989. *Flore forestière française. Guide écologique illustré. 1. Plaines et collines*. I.D.F., 1785 p.
- Reichling L., 1949. Introduction à la phytosociologie. *Bull. Soc. Nat. Lux.*, n.s., 43, 219-241.
- Richard L. & Tonnel A., 1985. Contribution à l'étude bioclimatique de l'arc alpin. *Doc. Cart. Ecol.*, XXVIII, 33-64.
- Richard P.J.H., 1997. Les climats annuels, la variabilité climatique et le bioclimat. Adresse sur le web : www.geogr.umontreal.ca/donnees/geo3152
- Ripert C. & Ladier J., 2005. Apport du découpage pluviométrique du CRPF de la région PACA. *Forêt Médit.*, XXVI, 4, 309-314.
- Rivas-Martínez S., 1975. La vegetación de la clase *Quercetea ilicis* en España et Portugal. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles*, 31 (2), 205-259.
- Rivas-Martínez S., 1982. Etages bioclimatiques, secteurs chorologiques et séries de végétation de l'Espagne méditerranéenne. *Ecologia Mediterranea*, 8 (1-2), 275-288.
- Rivas-Martínez S., 1985. *Biogeografía y vegetación*. Real Acad. Ciencias exactas, Físicas y Naturales, Madrid, 103 p.
- Rivas-Martínez S., 1987. Nociones sobre fitosociología, biogeografía y bioclimatología. In: Peinado-Lorca M. & Rivas-Martínez S., eds., "*La vegetación de España*". Colección Aula Abierta, pp. 19-45.
- Rivas-Martínez S., 1988. Guiones para prácticas de biogeografía y bioclimatología. Depart. Bot., Fac. de Farmacia, Univ. Complutense Madrid, 25 p.
- Rivas-Martínez S., 1991. Bioclimatics belts of West Europe (Relations between bioclimate and plant ecosystems). Proc. Eur. School Climate Nat. Hazards Course (Arles, 1990), 225-246.
- Rivas-Martínez S., 1996. *Geobotánica y bioclimatología*. Universidad de Granada, MCMXCVI, 23-75.
- Rivas-Martínez S., 2004. Global bioclimatics (Clasificación bioclimática de la Tierra). Phytosociological Research Center. www.globalbioclimatics.org (versión 28/08/2004).

- Rivas-Martínez S., 2005. Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España (memoria del mapa de vegetación potencial de España, 2005). Parte 1. www.globalbioclimatics.org (versión 29/07/2005).
- Rivas-Martínez S. & Rivas Goday S., 1975. Schéma syntaxonomique de la classe *Quercetea ilicis* dans la Péninsule Ibérique. In : "*La flore du bassin méditerranéen : essai de systématique synthétique*", Coll. Intern. du CNRS, 235, 431-445.
- Rivas-Martínez S., Costa M., Castroviejo S. & Valdés E., 1980. Vegetación de Doñana (Huelva, España). *Lazaroa*, 2, 1-189. Madrid.
- Rivas-Martínez S., Costa M. & Izco J., (1984) 1986. Sintaxonomía de la clase *Quercetea ilicis* en el Mediterráneo occidental. *Not. Fitosoc.*, 19 (2), 71-98.
- Rivas-Martínez S. & Loidi Arregui J., 1999. Bioclimatology of the Iberian Peninsula. *Itin. Geobot.*, 13, 41-47.
- Rivas-Martínez S., Fernandez-Gonzalez F., Loidi J., Lousa M. & Penas A., 2001. Syntaxonomical Checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobotanica*, 14, 5-341.
- Rivas-Martínez S., Díaz T.E., Fernández-González F., Izco J., Loidi J., Lousã M. & Penas A., 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. *Itinera Geobotanica*, 15 (1-2), 433-922.
- Romo A.M., 2008. Contribution to the knowledge of rupicolous plant communities in the limestone areas of North Africa. *Collectanea Botanica*, 27, 75-90. Barcelona.
- Roux M., 1976. Analyse factorielle des correspondances. In : "*Séminaire sur l'étude des statistiques appliquées à l'agriculture*", *Ann. Inst. Nat. Agron. Alger.*, n° spécial, 6, 125-131.
- Roux G. & Roux M., 1967. A propos de quelques méthodes de classification en phytosociologie. *Rev. Stat. Appl.*, 15, (2), 59-72.
- Royer J.M., Rameau J.C. & Bidault M., 1975. Apport de la phytosociologie à la connaissance des territoires phytogéographiques. Applications à la Bourgogne calcaire. *C.R. du 99^e congrès national des sociétés savantes*, Besançon, 1974, fascicule II, 291-301.
- Ruffray P. de, Brisse H., Grandjouan G. & Hoff M., 1989. « Sophy », une banque de données phytosociologiques. *Plantes sauvages menacées*. Actes de Brest, BRG, pp. 129-150.
- Sadki N., 1988. *Contribution à l'étude des groupements à olivier et lentisque de la région d'Annaba (Nord-est algérien)*. Essai phytosociologique. Thèse de Magistère, USTHB, Alger, 213 p.
- Sadki N., 1995. Etude des groupements à olivier et lentisque de la région d'Annaba (Nord-est algérien). Essai phytosociologique. *Doc. Phytosoc.*, N.S., 15, 253-271. Camerino.
- Said S., Rameau J.-C. & Brun J.-J., 2003. Evolution et diversité végétale en Corse suite à la déprise agricole. *Rev. For. Fr.*, LV, 4, 309-322.
- Salamani M., 1990. *Contribution à l'étude de la végétation actuelle et passée (Holocène) du massif de l'Akfadou (Grande Kabylie)*. Thèse de Magister, U.S.T.H.B., Alger, 157 p.
- Salamani M., 1991. Premières données palynologiques sur l'histoire holocène du massif de l'Akfadou (Grande Kabylie, Algérie). *Ecologia Mediterranea*, 17, 145-159. Marseille.
- Salamani M., 1993. Premières données paléophytogéographiques du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) dans la région de Grande Kabylie (NE Algérie). *Palynosciences*, 2, 147-155.
- Sauvage C., 1961. Recherches géobotaniques sur les suberaies marocaines. *Inst. Sc. Chérif, Trav. Sér. Bot.*, 21, 1-462. Rabat.

- Sauvage C., 1963. Etages bioclimatiques. In : Atlas du Maroc, Com. Nat. Géogr. Maroc, Rabat, 44 p.
- Schmitt A., 1978. Apport des méthodes numériques à l'établissement de synthèses phytosociologiques régionales. Application aux forêts du Jura. *Doc. Phytosoc.*, N.S., 2, 401-408.
- Schoenenberger A., 1970. Contribution à l'étude de la végétation forestière de l'Aurès. Forest. Dept., FAO, Rome, 35 p.
- Seltzer P., 1937. La carte pluviométrique de l'Algérie (moyennes 1914-1934). *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 28 (3), 172-184.
- Seltzer P., 1946. Le climat de l'Algérie. *Trav. Inst. Météorol. Phys. Globe*, Alger, 1 vol. 219 p. + carte h.t.
- Seltzer P., 1950. La météorologie algérienne. *Documents algériens, série culturelle*, n° 48, 15 juillet 1950, 4 p + 4 p de cartes et graphiques.
- Senterre B., 2005. *Recherches méthodologiques pour la typologie de la végétation et la phytogéographie des forêts denses d'Afrique tropicale*. Thèse Doct. en Sc., Univ. Libre Bruxelles, 345 p.
- Serra G., Bacchetta G. & Loddo S., 2002. Relationships between soils, climate and vegetation in *Quercus suber* L. formations of the Sulcis-Iglesiente (Southern Sardinia, Italy). *Options méditerranéennes*, Série A, 50, 127-133.
- Stewart P., 1969. Quotient pluviothermique et dégradation biosphérique : quelques réflexions. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 59 (1-4), 23-36.
- Stewart P., 1975. Un nouveau climagramme pour l'Algérie et son application au barrage vert. *Bull. Soc. Hist. Afr. Nord*, 65 (1/2), 239-252.
- Takhtajan A., 1986. *Floristic regions of the world*. (translated by T.J. Crovello & A. Cronquist). University of California Press. Los Angeles, Berkeley, 522 p.
- Talbi F., Melki F., Ben Ismail-Lattrache K., Alouani R. & Tlig S., 2008. Le Numidien de la Tunisie septentrionale : données stratigraphiques et interprétation géodynamique. *Estudios Geologicos*, 64 (1), 31-44.
- Téfiani M., Baudelot S. & Bourmouche R., 1991. Datations palynologiques du Trias du Djurdjura, Algérie. Implications Géodynamiques. *C. R. Acad. Sc.*, Paris, 213, série II, 451-456.
- Ter Braak C.J.F., 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67 (5), 1167-1179.
- Terrab A., Hampe A., Lepais O., Talavera S., Vela E. & Stuessy T.F., 2008. Phylogeography of North African Atlas cedar (*Cedrus atlantica*, *Pinaceae*): combined molecular and fossil data reveal a complex quaternary history. *Am. J. Bot.*, 95 (10), 1262-1269.
- Timbal J., 1971. Relations de la subéraie tunisienne avec ses groupements avoisinants. INRA, Nancy, document interne, 42 p.
- Timbal J., 1973. La végétation de la forêt de Sainte-Hélène (Vosges). Exemple d'analyse floristico-statistique de phytocénoses forestières. *Vegetatio*, 27 (4-6), 267-321.
- Tomassone R., 1976. Présentation générale des méthodes d'analyse multidimensionnelle. In : "*Séminaire sur l'étude des statistiques appliquées à l'agriculture*", *Ann. INA*, 6, n° spécial, 61-99.
- Tomassone R., 1988. Conférences sur l'analyse des données. 4. Analyse factorielle des correspondances. Univ. Agron. d'état de Gembloux, 25-29 avril 1988, 14-19.

- Toth J., 1994. Le cèdre de l'Atlas en France : croissance et production dans les dispositifs anciens. *Ann. Rech. For. Maroc*, n° spécial, 27, vol. 1, 322-335. Rabat.
- Toubal O., 1986. *Phytoécologie, biogéographie et dynamique des principaux groupements du massif de l'Edough (Algérie nord-orientale). Cartographie au 1/25 000*. Thèse Doc. 3^e Cycle, U.S.T.M., Grenoble, 111 p.
- Toubal O., 1998. Le *Prunetum aviae*, le *Genistetum numidicae* et le *Chamaeropetum humilii*, trois associations qui caractérisent la végétation numidienne. (Edough, N.E Algérie). *Itinera geobotanica*, 11, 213-226.
- Toubal O. & Toubal A., 1996 a. L'*Euphorbietum dendroidis*, faciès rupicole de l'*Oleo-Lentiscetum* sur substrat rocheux du littoral, micaschistes et calcaires métamorphiques (Cap de Garde, Oued Begrat, NE algérien). *Coll. Phytosoc.*, 24, Fitodinamica, 755-769. Camerino.
- Toubal O. & Toubal A., 1996 b. Diversité et dynamisme de la végétation de l'Edough (NE Algérie). Relation avec la lithologie. *Coll. Phytosoc.*, 24, Fitodinamica, 585-599. Camerino.
- Toubal A. & Toubal O., 1998. Roche-mère, sol et végétation du massif de l'Edough : segment de la chaîne alpine de l'Algérie orientale. *Ecologie*, 29 (1-2), 207-214.
- Tuhkanen S., 1980. Climatic parameters and indices in plant geography. *Acta Phytogeogr. Suecica*, 67, 8-110.
- Udvardy M.D.F., 1975. *A classification of the biogeographical provinces of the world*. UNESCO, Man & Biosphere programme. Project n° 8, IUCN occasional paper n° 18, 50 p.
- Valencia-Barrera R.M., Comtois P. & Fernandez-Gonzalez D., 2002. Bioclimatic indices as a tool in pollen forecasting. *Int. J. Biometeorol.*, 46, 171-175.
- Van den Berghen C., 1982. *Initiation à l'étude de la végétation*. Jardin botanique national de Belgique, Meise, 3^e éd., 263 p.
- Van der Maarel E., 1975. The Braun-Blanquet approach in perspective. *Vegetatio*, 30 (3), 213-219.
- Van der Maarel E., 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effect on community similarity. *Vegetatio*, 38, 97-114.
- Van der Maarel E., 1980. On the interpretability of ordination diagrams. *Vegetatio*, 42, 43-45.
- Van der Maarel E., 1982. On the manipulation and editing of phytosociological and ecological data. *Vegetatio*, 50, 71-76.
- Véla E. & Benhouhou S., 2007. Evaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le Bassin méditerranéen (Afrique du Nord). *C.R. Biologies*, 330, 589-605.
- Venanzoni R., Pignatelli S., Nicoletti G. & Grohmann F., 1998. Basi per una classificazione fitoclimatica dell'Umbria. *Doc. Phytosoc.*, N.S., XVIII, 173-198.
- Voliotis D., 1982. Relations of the climate to the latitudinal situation and altitudinal zonation. *Ecol. Medit.*, VIII (4), 165-175.
- Weber H.E., Moravec J. & Theurillat J.-P., 2000. International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd edition. *Journal of Vegetation Science*, 11, 739-768. Uppsala.
- Walter K.S. & Gillett H.J. (eds.), 1998. *1997 IUCN Red List of Threatened Plants*. Compiled by WCMC-IUCN, Gland & Cambridge, 862 p.
- Werger M.J.A., 1972. Species area relationship and plot size: with some examples from South African vegetation. *Bothalia*, 10 (4), 583-594.

- Werger M.J.A., 1974. The place of the Zürich-Montpellier method in vegetation science. *Folia Geobot. Phytotax.*, 9, 99-109.
- Westhoff V. & van der Maarel E., 1978. The Braun-Blanquet approach. In: R.H. Whittaker (ed.), *Classification of plant communities*. W. Junk, The Hague, 289-399.
- Wezel F.C., 1970. Numidian flysch: an Oligocene-early Miocene continental rise deposit off the African platform. *Nature*, 228: 275-276.
- Whittaker R.H., 1973. Numerical methods of classification. In: R.H. Whittaker (ed.), *Handbook of Vegetation Science*. Part 5. *Ordination and classification of vegetation*. W. Junk, The Hague, 577-615.
- Wojterski T., 1988. *Guide de l'excursion internationale de phytosociologie. Algérie du Nord*. Association internationale pour l'étude de la végétation & INA El Harrach, Glotze Druck ed., 274 p. Göttingen.
- Wojterski T.W., 1990. Degradation stages of the oak forests in the area of Algiers. *Vegetatio*, 87, 135-143.
- Wojterski T.W. & Bensettiti F., 1988. Anthropogen bedingte veränderungen der auenwälder in Nordalgerien (Anthropogenic changes of alluvial forests in northern Algeria). *Flora*, 180, 93-100. G. Fischer Verlag, Jena.
- Yahi N., 1995. *Contribution à l'étude phytosociologique des formations à Cèdre Cedrus atlantica Manetti de l'Atlas tellien (Babors, Djurdjura, Ouarsenis)*. Thèse de Magister, USTHB, Alger, 1995, 174 p.
- Yahi N., 2007. *Les cédraies d'Algérie : phytoécologie, phytosociologie, dynamique et conservation des peuplements*. Thèse Doctorat ès sciences, USTHB, Alger, 2007, 265 p.
- Yahi N. & Mediouni K., 1997. Phytosociologie des groupements à cèdre (*Cedrus atlantica* Manetti) du massif de Téniet el Had (Algérie). *Coll. Phytosoc.*, 27, *Données de la phytosociologie sigmatiste*, Bailleul 1997, 479-490.
- Yahi N., Mediouni K. & Géhu J.-M., 1999. Syntaxonomie des groupements à Cèdre *Cedrus atlantica* Manetti d'Algérie. *Documents phytosociologiques*, 19, 417-431.
- Zaffran J., 1960. Les formations à *Juniperus phoenicea* L. du littoral algérien. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 51 (7/8), 303-338. Alger.
- Zeraia L., 1981. Essai d'interprétation des données écologiques, phénologiques et de production subéro-ligneuse dans les forêts de chêne liège de Provence cristalline et d'Algérie. Thèse doctorat d'État, Univ. Aix Marseille III, 367 p. + annexes.
- Zermane N., 1991. Contribution à l'étude d'un groupement à *Asphodelus microcarpus* Salzm. & Viv. dans la région de Médéa (Atlas Tellien, Algérie du Nord). *Doc. Phytos.*, N.S., 13, 39-47.
- Zine El Abidine A., 1988. Analyse phytoécologique des forêts du chêne zéen (*Quercus faginea* Lam.) au Maroc. *Bull. Inst. Sci.*, Rabat, 12, 69-77.

ANNEXE. Liste des taxons rencontrés dans les relevés

(Mise à jour nomenclaturale selon Med-Checklist (1984-89) & Dobignard (2010). Banque de données de la flore d'Afrique du Nord. www.tela-botanica.org/page:bdfan)

1. *Acer monspessulanum* L. subsp. *monspessulanum*
2. *Acer obtusatum* Waldst. & Kit. ex Willd. subsp. *obtusatum*
3. *Acer opalus* Mill.
4. *Acinos alpinus* (L.) Moench subsp. *meridionalis* (Nyman) P.W.Ball
5. *Aegilops triuncialis* L.
6. *Agrimonia eupatoria* L. subsp. *eupatoria*
7. *Aira caryophyllea* L.
8. *Aira cupaniana* Guss.
9. *Aira tenorei* Guss.
10. *Alliaria petiolata* (M.Bieb.) Cavara & Grande
11. *Allium ampeloprasum* L.
12. *Allium triquetrum* L.
13. *Alyssum atlanticum* Desf.
14. *Alyssum granatense* Boiss. & Reuter
15. *Amelanchier ovalis* Medik.
16. *Ammoides atlantica* (Coss. & Dur.) Wolf.
17. *Ammoides verticillata* (Desf.) Briq.
18. *Ampelodesmos mauritanicus* (Poir.) T.Durand & Schinz
19. *Anagallis arvensis* L.
20. *Anagallis monelli* L.
21. *Andryala integrifolia* L.
22. *Andryala laxiflora* DC.
23. *Anthemis pedunculata* Desf.
24. *Anthericum liliago* L. subsp. *algeriense* (Boiss. & Reut.) Maire & Weill.
25. *Anthoxanthum odoratum* L.
26. *Anthyllis vulneraria* L.
27. *Aphanes arvensis* L.
28. *Arabis alpina* L. subsp. *caucasica* (Willd. ex Schltr.) Briq.
29. *Arabis pubescens* (Desf.) Poirét subsp. *pubescens*
30. *Arabis turrita* L.
31. *Arabis verna* (L.) R. Br.
32. *Arbutus unedo* L.
33. *Arenaria grandiflora* L.
34. *Arisarum vulgare* Targ.-Tozz.
35. *Aristolochia fontanesii* Boiss. & Reut.
36. *Armeria alliacea* (Cav.) Hoffmg. et Link
37. *Artemisia absinthium* L.
38. *Arum italicum* Mill.
39. *Asparagus acutifolius* L.
40. *Asperula hirsuta* Desf.
41. *Asperula laevigata* L.
42. *Asphodelus ramosus* L.
43. *Asplenium onopteris* L.
44. *Asplenium trichomanes* L.
45. *Astragalus armatus* Willd. subsp. *numidicus* (Coss. & Dur.) Maire
46. *Atractylis gummifera* L.
47. *Atropis distans* Gris.
48. *Avena barbata* Pott. ex Link in Schrader

49. *Avena macrostachya* Balansa
50. *Avena sterilis* L.
51. *Avenula bromoides* (Gouan) H. Scholz
52. *Barlia longibracteata* Parl.
53. *Bellardia trixago* (L.) All.
54. *Bellis annua* L.
55. *Bellis sylvestris* Cyr.
56. *Berberis hispanica* Boiss. & Reuter
57. *Biscutella didyma* L.
58. *Blackstonia perfoliata* (L.) Huds. subsp. *grandiflora* (Viv.) Maire
59. *Brachypodium dichotomum* (L.) Maire
60. *Brachypodium dystachion* (L.) Beauv.
61. *Brachypodium phoenicoides* (L.) Roem. et Schultes.
62. *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) P.Beauv.
63. *Briza maxima* L.
64. *Bromus benekenii* (Lange) Trimen
65. *Bromus erectus* Huds
66. *Bromus hordeaceus* L.
67. *Bromus lanceolatus* Roth
68. *Bromus madritensis* L.
69. *Bromus rubens* L.
70. *Bromus squarrosus* L.
71. *Bromus tectorum* L.
72. *Bunium alpinum* Waldst. & Kit. subsp. *atlanticum* Maire
73. *Bupleurum montanum* Cosson
74. *Bupleurum spinosum* (Gouan) L. fil.
75. *Calamintha nepeta* (L.) Savi
76. *Calendula arvensis* L.
77. *Calicotome spinosa* (L.) Link
78. *Calystegia sepium* (L.) R.Br.
79. *Campanula dichotoma* L.
80. *Campanula rapunculus* L.
81. *Campanula trachelium* L. subsp. *mauritanica* (Pomel) Quézel
82. *Cardamine hirsuta* L.
83. *Carduncellus pinnatus* (Desf.) DC.
84. *Carduus macrocephalus* Desf.
85. *Carduus pycnocephalus* L.
86. *Carex distachya* Desf.
87. *Carex flacca* Schreb.
88. *Carex hallerana* Asso
89. *Carex muricata* L.
90. *Carlina corymbosa* L.
91. *Carthamus coeruleus* (L.) Presl
92. *Carthamus multifidus* Desf.
93. *Carthamus pectinatus* Desf.
94. *Carum montanum* (Coss. & Dur.) Benth. & Hook.
95. *Catananche caerulea* L.
96. *Catananche montana* Cosson
97. *Catapodium rigidum* (L.) C.E. Hubbard
98. *Cedrus atlantica* (Manetti ex Endl.) Carrière
99. *Centaurea africana* Lam. var. *tagana* (Brot.) Maire
100. *Centaurea calcitrapa* L.
101. *Centaurea incana* Desf.

102. *Centaurea pullata* L.
103. *Centaurium erythraea* Rafn.
104. *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch
105. *Cephalanthera rubra* (L.) Rich.
106. *Cephalaria mauritanica* Pomel subsp. *atlantica* (Coss. & Dur.) Quézel
107. *Cerastium boissierianum* Greuter & Burdet
108. *Cerastium glomeratum* Thuill.
109. *Cerastium pentandrum* L.
110. *Ceratonia siliqua* L.
111. *Cerinthe major* L.
112. *Ceterach officinarum* Willd.
113. *Cirsium scabrum* (Poiret) Dur. et Barr.
114. *Cistus monspeliensis* L.
115. *Cistus salviifolius* L.
116. *Clematis cirrhosa* L.
117. *Clematis flammula* L.
118. *Clinopodium vulgare* L. subsp. *arundanum* (Boiss.) Nyman
119. *Colchicum autumnale* L.
120. *Coleostephus myconis* (L.) Cass.
121. *Conopodium glaberrimum* (Desf.) Engstrand
122. *Conringia orientalis* (L.) Dumort
123. *Convolvulus althaeoides* L.
124. *Convolvulus cantabrica* L.
125. *Convolvulus tricolor* L.
126. *Coronilla scorpioides* (L.) Koch
127. *Coronilla valentina* L.
128. *Cotoneaster granatensis* Boiss.
129. *Crataegus monogyna* Jacq.
130. *Crataegus orientalis* Bieb. (= *C. laciniata* Ucria)
131. *Crepis vesicaria* L.
132. *Crucianella angustifolia* L.
133. *Crupina vulgaris* Cass.
134. *Cyclamen africanum* Boiss. & Reuter
135. *Cynanchum acutum* L.
136. *Cynoglossum cheirifolium* L.
137. *Cynoglossum creticum* Mill.
138. *Cynoglossum dioscoridis* Vill.
139. *Cynosurus balansae* Coss. & Durieu
140. *Cynosurus echinatus* L.
141. *Cynosurus elegans* Desf.
142. *Cynosurus polybracteatus* Poir.
143. *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh.
144. *Cytinus hypocistis* (L.) L.
145. *Cytisus villosus* Pourr.
146. *Dactylis glomerata* L.
147. *Daphne gnidium* L.
148. *Daphne laureola* L. subsp. *latifolia* (Coss.) Rivas-Martinez
149. *Daucus carota* L.
150. *Dianthus sylvestris* Wulfen subsp. *longicaulis* (Ten.) Greuter & Burdet
151. *Dioscorea communis* (= *Tamus communis* L.)
152. *Dittrichia viscosa* (L.) Greuter
153. *Doronicum plantagineum* L. subsp. *atlanticum* (Rouy) Greuter
154. *Drimia maritima* (L.) Baker

155. *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott
156. *Echinops spinosus* L.
157. *Elaeoselinum meiodides* (Desf.) Koch ex DC.
158. *Elaeoselinum thapsioides* (Desf.) Maire
159. *Elymus hispanicus* (Boiss.) Talavera
160. *Epilobium tetragonum* L.
161. *Epipactis tremolsii* Pau
162. *Erica arborea* L.
163. *Erinacea anthyllis* Link
164. *Eryngium dichotomum* Desf.
165. *Eryngium tricuspidatum* L.
166. *Eryngium triquetrum* Vahl
167. *Erysimum grandiflorum* Desf.
168. *Euonymus latifolius* (L.) Mill. var. *kabylicus* Deb.
169. *Euphorbia amygdaloides* L.
170. *Euphorbia biumbellata* Poir.
171. *Euphorbia bupleuroides* Desf. subsp. *luteola* (Coss. & Dur.) Maire
172. *Euphorbia cuneifolia* Guss.
173. *Euphorbia medicaginea* Boiss.
174. *Euphorbia paniculata* Desf.
175. *Euphorbia peplus* L.
176. *Euphorbia phymatosperma* Boiss. & Gaill. subsp. *cernua* (Coss. & Dur.) Vindt
177. *Evax argentea* Pomel
178. *Fedia caput-bovis* Pomel
179. *Fedia cornucopiae* (L.) Gaertner
180. *Ferula communis* L.
181. *Ferulago lutea* (Poiret) Grande
182. *Festuca atlantica* Duv.-Jouve var. *atlantica* Lit. & Maire
183. *Festuca coerulescens* Desf.
184. *Festuca drymeia* Mert. & W.D.J.Koch var. *grandis* Coss. & Dur.
185. *Festuca* gr. *ovina* L.
186. *Festuca triflora* Desf.
187. *Filago germanica* (L.) Hudson
188. *Filago pyramidata* L.
189. *Fumaria capreolata* L.
190. *Gagea foliosa* (C.Presl) Schult. & Schult.f. subsp. *foliosa*
191. *Galactites elegans* (All.) Soldano
192. *Galium aparine* L.
193. *Galium mollugo* L.
194. *Galium parisiense* L.
195. *Galium pusillum* L.
196. *Galium scabrum* L.
197. *Galium tunetanum* Lam.
198. *Gastroidium ventricosum* (Gouan) Schinz & Thell.
199. *Genista tricuspidata* Desf.
200. *Genista ulicina* Spach
201. *Geranium atlanticum* Boiss.
202. *Geranium lucidum* L.
203. *Geranium malvaeflorum* Boiss. & Reut.
204. *Geranium molle* L.
205. *Geranium pyrenaicum* Burm.f.
206. *Geranium robertianum* L. subsp. *purpureum* (Vill.) Nyman
207. *Geranium tuberosum* L.

208. *Geum sylvaticum* Pourr. var. *atlanticum* (Desf.) Font Quer & Pau
209. *Geum urbanum* L. var. *mauritanicum* Pomel
210. *Gladiolus communis* L. subsp. *byzantinus* (Mill.) Douin
211. *Gladiolus segetum* Ker-Gawl.
212. *Gynandris sisyrinchium* (L.) Parl.
213. *Hedera algeriensis* Hibberd
214. *Helianthemum cinereum* (Cav.) Pers. subsp. *rotundifolium* (Dunal) Greuter & Burdet
215. *Helianthemum helianthemoides* (Desf.) Grosser
216. *Helianthemum hirtum* (L.) Mill.
217. *Helichrysum lacteum* Cosson & Durieu
218. *Helichrysum stoechas* (L.) Moench.
219. *Herniaria glabra* L.
220. *Herniaria hirsuta* L.
221. *Hieracium pseudopilosella* Ten.
222. *Hirschfeldia incana* (L.) Lagrèze-Fossat
223. *Holcus lanatus* L.
224. *Hyacinthoides cedretorum* (Pomel) Dobignard
225. *Hyoseris radiata* L.
226. *Hypericum australe* Ten.
227. *Hypericum montanum* L.
228. *Hypericum perfoliatum* L.
229. *Hypericum perforatum* L.
230. *Hypochoeris laevigata* (L.) Cesati
231. *Hypochoeris radicata* L.
232. *Iberis odorata* L.
233. *Ilex aquifolium* L.
234. *Iris juncea* Poiret
235. *Jasione humilis* Lois.
236. *Jasione montana* L.
237. *Juniperus communis* L. subsp. *hemisphaerica* (C.Presl) Arcang.
238. *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*
239. *Jurinea humilis* (Desf.) DC. var. *bocconi* (Guss.) DC.
240. *Knautia mauritanica* Pomel
241. *Kundmannia sicula* (L.) DC.
242. *Lactuca viminea* (L.) Presl
243. *Lagurus ovatus* L.
244. *Lamium amplexicaule* L.
245. *Lamium flexuosum* Ten.
246. *Lamium garganicum* L. subsp. *longiflorum* (Ten.) Kergu len
247. *Lamium mauritanicum* Batt.
248. *Lapsana communis* L. subsp. *macrocarpa* (Coss.) Boiss.
249. *Lathyrus niger* (L.) Bernh.
250. *Lathyrus sphaericus* Retz.
251. *Lavandula stoechas* L.
252. *Legousia falcata* (Ten.) Janch.
253. *Leontodon djurdjurae* Coss. & Dur.
254. *Leontodon hispidulus* (Del.) Boiss.
255. *Leontodon tuberosus* L.
256. *Limodorum abortivum* (L.) Sw.
257. *Linaria multicaulis* (L.) Mill. subsp. *heterophylla* (Desf.) A. Sutton
258. *Linaria pinifolia* (Poir.) Maire var. *kabylica* (Batt.) Maire
259. *Linaria reflexa* (L.) Desf.
260. *Linaria triphylla* (L.) Miller

261. *Linaria virgata* (Poir.) Desf. subsp. *algeriensis* Murb.
262. *Linum corymbiferum* Desf.
263. *Linum strictum* L.
264. *Linum usitatissimum* L.
265. *Logfia gallica* (L.) Cosson & Germ.
266. *Logfia heterantha* (Rafin.) J. Holüb
267. *Lolium rigidum* Gaudin
268. *Lonicera etrusca* Santi
269. *Lonicera implexa* Aiton
270. *Lonicera kabylica* (Batt.) Rehder
271. *Lotus corniculatus* L.
272. *Lotus creticus* L.
273. *Lotus edulis* L.
274. *Lotus ornithopodioides* L.
275. *Luzula forsteri* (Sm.) DC.
276. *Luzula nodulosa* (Bory & Chaub.) E.H.F. Meyer var. *mauretanica* Maire & Trab.
277. *Magydaris pastinacea* (Lam.) Paol.
278. *Mantisalca salmantica* (L.) Briq. & Cavill.
279. *Medicago hispida* Gaertn.
280. *Medicago lupulina* L.
281. *Medicago secundiflora* Durieu
282. *Melandrium album* (Mill.) Garcke subsp. *divaricatum* (Rchb.) Hayek
283. *Melica ciliata* L.
284. *Melica minuta* L. subsp. *major* (Lange) Trab.
285. *Melica uniflora* Retz.
286. *Mentha pulegium* L.
287. *Minuartia campestris* L.
288. *Moehringia pentandra* J. Gay
289. *Muscari comosum* (L.) Mill.
290. *Myosotis latifolia* Poir.
291. *Myosotis ramosissima* Rochel
292. *Myrtus communis* L.
293. *Narcissus tazetta* L.
294. *Nepeta algeriensis* De Noé
295. *Nepeta multibracteata* Desf.
296. *Nigella damascena* L.
297. *Oenanthe globulosa* L.
298. *Olea europaea* L. subsp. *sylvestris* (Mill.) Rouy ex Hegi et Beger in Hegi
299. *Ononis aragonensis* Asso
300. *Ononis hispida* Desf.
301. *Ononis natrix* L.
302. *Ophrys fusca* Link
303. *Orchis tridentata* Scop.
304. *Origanum floribundum* Munby
305. *Origanum vulgare* L. subsp. *glandulosum* (Desf.) Ietswaart
306. *Ornithogalum orthophyllum* Ten. (= *O. algeriense* Jord. & Fourr.)
307. *Orobanche crenata* Forsskal
308. *Orobanche ramosa* L.
309. *Osyris alba* L.
310. *Paeonia mascula* (L.) Mill. subsp. *atlantica* (Coss.) Greuter & Burdet
311. *Pallenis spinosa* (L.) Cass.
312. *Pancratium foetidum* Pomel
313. *Papaver dubium* L.

314. *Papaver hybridum* L.
315. *Parentucellia viscosa* (L.) Caruel
316. *Paronychia argentea* Lam.
317. *Paronychia capitata* (L.) Lam.
318. *Petasites fragrans* Presl
319. *Phagnalon rupestre* (L.) DC.
320. *Phagnalon saxatile* (L.) Cass.
321. *Phalaris bulbosa* L.
322. *Phillyrea latifolia* L.
323. *Phillyrea media* L.
324. *Phleum pratense* L.
325. *Phlomis bovei* De Noé
326. *Physospermum verticillatum* (Waldst. et Kit.) Vis.
327. *Picris duriaei* Schultz Bip. ex Batt.
328. *Pimpinella trragium* Vill.
329. *Pinus halepensis* Mill.
330. *Pinus nigra* Arn. subsp. *mauretanica* (Maire & Peyer.) Heywood
331. *Piptatherum miliaceum* (L.) Coss.
332. *Piptatherum paradoxum* (L.) P.Beauv.
333. *Pistacia lentiscus* L.
334. *Pistorinia breviflora* Boiss.
335. *Plagius maghrebinus* Vogt & Greuter
336. *Plantago coronopus* L.
337. *Plantago cupani* Guss.
338. *Plantago mauritanica* Boiss. & Reuter
339. *Plantago serraria* L.
340. *Platanthera bifolia* (L.) Rich.
341. *Poa bulbosa* L.
342. *Polycarpon polycarpoides* (Biv.) Jahandiez & Maire
343. *Polypodium cambricum* L.
344. *Polystichum aculeatum* (L.) Roth s.l.
345. *Potentilla micrantha* Ramond ex DC.
346. *Potentilla reptans* L.
347. *Prasium majus* L.
348. *Primula acaulis* (L.) L. subsp. *atlantica* (Maire & Wilcz.) Greuter & Burdet
349. *Prunella laciniata* (L.) L.
350. *Prunella vulgaris* L.
351. *Prunus avium* L.
352. *Prunus domestica* L. subsp. *insititia* (L.) C.K. Schneider
353. *Prunus prostrata* Labill.
354. *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn
355. *Ptilostemon rhiphaeus* (Pau & Font Quer) Greuter
356. *Pulicaria odora* (L.) Rchb.
357. *Quercus afares* Pomel
358. *Quercus canariensis* Willd.
359. *Quercus rotundifolia* Lam.
360. *Quercus suber* L.
361. *Ranunculus ficaria* L. subsp. *ficariiformis* Rouy & Foucaud
362. *Ranunculus macrophyllus* Desf.
363. *Ranunculus paludosus* Poir.
364. *Ranunculus spicatus* Desf. (s.l.)
365. *Reichardia picroides* (L.) Roth
366. *Reseda alba* L.

- 367. *Reutera lutea* (Desf.) Maire
- 368. *Rhagadiolus edulis* Gaertn.
- 369. *Rhamnus alaternus* L. subsp. *alaternus*
- 370. *Rhamnus alaternus* L. subsp. *myrtifolia* (Willk.) Maire
- 371. *Rhamnus alpinus* L. var. *kabylica* Maire
- 372. *Rosa canina* L.
- 373. *Rosa montana* Chaix
- 374. *Rosa sempervirens* L.
- 375. *Rosa sicula* Tratt.
- 376. *Rubia peregrina* L. subsp. *longifolia* (Pourret) O. Bolòs
- 377. *Rubus incanescens* Bertol.
- 378. *Rubus ulmifolius* Schott
- 379. *Rumex acetosella* L. subsp. *angiocarpus* Murb.
- 380. *Rumex bucephalophorus* L.
- 381. *Rumex conglomeratus* Murr.
- 382. *Rumex crispus* L.
- 383. *Rumex induratus* Boiss. & Reuter
- 384. *Rumex thyrsoides* Desf.
- 385. *Rumex tuberosus* L.
- 386. *Ruscus aculeatus* L.
- 387. *Ruscus hypophyllum* L.
- 388. *Salix alba* L.
- 389. *Sambucus ebulus* L.
- 390. *Sanguisorba verrucosa* (Don) Ces.
- 391. *Sanicula europaea* L.
- 392. *Satureja graeca* L.
- 393. *Saxifraga carpetana* Boiss. & Reut. subsp. *atlantica* (Boiss. & Reut.) Engl. & Irmsch.
- 394. *Saxifraga globulifera* Desf.
- 395. *Scabiosa columbaria* L.
- 396. *Scabiosa crenata* Cyr.
- 397. *Scilla aristidis* Coss.
- 398. *Scilla autumnalis* L.
- 399. *Scolymus grandiflorus* Desf.
- 400. *Scolymus hispanicus* L.
- 401. *Scrophularia sambucifolia* L.
- 402. *Scutellaria columnae* All.
- 403. *Securigera atlantica* Boiss. & Reut.
- 404. *Sedum acre* L.
- 405. *Sedum amplexicaule* subsp. *tenuifolium* (Sm.) Greuter
- 406. *Sedum caeruleum* L.
- 407. *Sedum dasyphyllum* L.
- 408. *Sedum pubescens* Vahl.
- 409. *Sedum villosum* L.
- 410. *Senecio leucanthemifolius* Poir. subsp. *poiretianus*
- 411. *Senecio perralderianus* Cosson & Durieu
- 412. *Senecio squalidus* L. subsp. *aurasiacus* (Batt. & Trab.) Alexander
- 413. *Senecio vulgaris* L.
- 414. *Serapias lingua* L.
- 415. *Serratula cichoracea* (L.) DC.
- 416. *Sherardia arvensis* L.
- 417. *Silene atlantica* Coss. & Dur.
- 418. *Silene coelirosa* (L.) Godr.
- 419. *Silene imbricata* Desf.

- 420. *Silene mellifera* Boiss. & Reuter
- 421. *Silene nocturna* L.
- 422. *Silene tridentata* Desf.
- 423. *Silene vulgaris* (Moench) Garcke
- 424. *Simethis planifolia* (L.) Gren.
- 425. *Sinapis pubescens* L.
- 426. *Sisylax atropurpurea* (L.) Greuter & Burdet subsp. *maritima* (L.) Greuter & Burdet
- 427. *Smilax aspera* L. var. *mauritanica* Poiret
- 428. *Smyrniolum olusatrum* L.
- 429. *Solenanthus lanatus* DC.
- 430. *Solidago virgaurea* L.
- 431. *Sonchus asper* (L.) Hill
- 432. *Sonchus oleraceus* L.
- 433. *Sorbus umbellata* (Desf.) Fritsch
- 434. *Sorbus torminalis* (L.) Crantz
- 435. *Stachys circinata* L'Hér
- 436. *Stachys ocymastrum* (L.) Briq.
- 437. *Stellaria pallida* (Dumort) Piré
- 438. *Tanacetum corymbosum* (L.) Sch. Bip. subsp. *corymbosum* var. *tenuifolium* (Willd.) Briq. & Cavill.
- 439. *Taraxacum laevigatum* (Willd.) DC.
- 440. *Taxus baccata* L.
- 441. *Teucrium chamaedrys* L. subsp. *algeriense* Rech. f.
- 442. *Teucrium flavum* L.
- 443. *Teucrium kabylicum* Batt.
- 444. *Teucrium polium* L.
- 445. *Teucrium pseudoscorodonia* Desf.
- 446. *Thalictrum minus* L. subsp. *saxatile* Ces.
- 447. *Thapsia garganica* L.
- 448. *Thapsia villosa* L.
- 449. *Theligonum cynocrambe* L.
- 450. *Thesium divaricatum* Jan ex Mert. & W.D.J.Koch
- 451. *Thlaspi perfoliatum* L. subsp. *tinei* (Nym.) Maire
- 452. *Thymus hirtus* Willd.
- 453. *Thymus numidicus* Poir.
- 454. *Tolpis virgata* (Desf.) Bertol.
- 455. *Torilis arvensis* (Huds.) Link subsp. *neglecta* (Rouy & E.G.Camus) Thell.
- 456. *Torilis arvensis* (Hudson) Link
- 457. *Torilis nodosa* (L.) Gaertner
- 458. *Tragopogon crocifolius* L.
- 459. *Trifolium angustifolium* L.
- 460. *Trifolium arvense* L.
- 461. *Trifolium campestre* Schreber in Sturm
- 462. *Trifolium glomeratum* L.
- 463. *Trifolium lappaceum* L.
- 464. *Trifolium phleoides* Willd.
- 465. *Trifolium pratense* L.
- 466. *Trifolium resupinatum* L.
- 467. *Trifolium scabrum* L.
- 468. *Trifolium squarrosum* L.
- 469. *Trifolium stellatum* L.
- 470. *Trifolium tomentosum* L.
- 471. *Trigonella gladiata* Steven
- 472. *Trisetum flavescens* (L.) Beauv.

- 473. *Tulipa sylvestris* L. subsp. *australis* (Link) Pamp.
- 474. *Tunica illyrica* (Ard.) Fisch. & Mey.
- 475. *Ulmus procera* Salisb.
- 476. *Umbilicus rupestris* (Salisb.) Dandy
- 477. *Urtica membranacea* Poiret
- 478. *Valerianella carinata* Loisel.
- 479. *Valerianella coronata* (L.) DC. in Lam. & DC.
- 480. *Valerianella microcarpa* Loisel.
- 481. *Verbascum rotundifolium* Ten.
- 482. *Veronica agrestis* L.
- 483. *Veronica arvensis* L.
- 484. *Veronica hederifolia* L.
- 485. *Viburnum tinus* L.
- 486. *Vicia disperma* DC.
- 487. *Vicia ochroleuca* Ten. subsp. *atlantica* (Pomel) Greuter & Burdet
- 488. *Vicia onobrychioides* L.
- 489. *Vicia sativa* L.
- 490. *Vicia sativa* L. subsp. *macrocarpa* (Moris) Arcang.
- 491. *Vicia tetrasperma* (L.) Scheber
- 492. *Vincetoxicum hirundinaria* Medicus
- 493. *Viola alba* Besser subsp. *dehnhardtii* (Ten.) W.Becker
- 494. *Viola munbyana* Boiss. & Reut. var. *kabylica* Batt.
- 495. *Viola odorata* L.
- 496. *Viola reichenbachiana* Jordan ex Boreau
- 497. *Vulpia sicula* (C. Presl) Link
- 498. *Xeranthemum inapertum* (L.) Mill.

Tableau 67. *Sileno atlanticae*-*Cedretum atlanticae* ass. nova

	polystichetosum aculeati subass. nova												luzuletosum forsterii subass. nova								artemisietosum						
N° des relevés	d1	d7	d4	d10	d6	d8	d9	d5	d11	d2	d3	d14	d15	d17	d16	d13	d18	d12	d19	d21	d22	d20	d23	Pr	q5		
Altitude (x10 m)	250	40	155									250	70	S	60	150					250	40	N	80	185		E
Pente (%)	250	70	N	50	159							250	80	S	50	148					250	40	NE	90	181		
Exposition	250	70	N	20	155							250	70	S	70	155					250	40	E	50	179		
Recouvrement (%)	250	70	N	250	60	N	30	156				250	60	S	80	155					250	40	S	60	156		
Surface du relevé (m²)	250	70	N	250	30	N	40	152				250	30	N	40	159					250	40	NE	90	181		
Nombre d'espèces	28	36	28	34	38	39	35	34	32	26	38	34	31	29	39	35	30	25	26	31	38	42	35		31		
Caractéristiques et différentielles d'association																											
Cedrus atlantica	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	5	4	3	4	4	5	3	3	3	3	3	V	4		
Bunium alpinum subsp. atlanticum	3			1		1			1		2	1	1	1		+	1		1	1	1	2	+	IV	1		
Arabis pubescens subsp. pubescens			1				1	+	+			+		1	+	+			+	+	1			III			
Silene atlantica			1			+						1	+		1	1	+	1	+			1		III			
Senecio leucanthemifolius subsp. poiretianus									+	+	+		+						+					I			
Myosotis latifolia								+				+	+							+				I			
Différentielles des sous-associations																											
Illex aquifolium	3	1	2	+	1	1	+			1	1	+	+											III	1		
Geranium atlanticum	+	+	+	+	1		+															1	+	II			
Crataegus laciniata			+		+	+				+	+											+	+	+	II		
Lamium garganicum subsp. laevigatum		1	1	+	+	1		+	+			+													II	1	
Viola reichenbachiana	+		1		+	+				+	+			1											I		
Lonicera kabylica	+	+		+				+		+	+									1					II		
Polystichum aculeatum s.l.		1	+	1	+	+	+	+	+																II		
Rosa canina			+	+	+	+																			I		
Prunus avium	+				+					1															I		
Lapsana communis subsp. macrocarpa											+	+													I		
Luzula forsteri				+								1		+	+	+	+	+							II	1	
Silene imbricata											+			1	+	+	+		+						II		
Sedum caeruleum															+	+	+		+	+					II		
Geranium malviflorum				+								+	1								+	+	1		II		
Berberis hispanica		+	+																			+	+		I	+	
Prunus prostrata														+							+	+			I		
Doronicum atlanticum	+																				+	+			I	1	
Juniperus hemisphaerica																					+	2			+		
Geum sylvaticum subsp. atlanticum																									+		
Caractéristiques du Paeonio atlanticae-Cedrion atlanticae																											
Senecio perralderianus	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	1	2	1	V	2		
Saxifraga carpetana subsp. atlantica	+					+			+							+		+		+	+				II		
Potentilla micrantha			1	1	1	+	+	+	+												+				II		
Vicia ochroleuca subsp. atlantica			1			+		1																	I		
Paeonia mascula subsp. atlantica																					+	2	+		I	1	
Viola munbyana var. kabylica																					+				+	1	
Caractéristiques des Quercetea pubescentis et Querco-Cedretalia atlanticae																											
Ranunculus spicatus subsp. maroccanus	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+		+	+	+	+	+	+		+	1	1	IV	+		
Galium tunetanum		1	+	1	2	1	+	+	+		+					+		1	1	1	1	1	1	IV	1		
Daphne laureola subsp. latifolia	1	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+								+	2				III	+		
Alliaria petiolata	1			+				2	1	2	1	1	1	+			+								III		
Silene mellifera		+	1		+	+	1	1					+			+			1						II		
Rubus ulmifolius	+	+	+	+	+	+		+	+				+												II		
Lamium flexuosum	2	+			+			+			+		+								1				II		
Campanula rapunculus	+								+		+										1	1	+		II		
Quercus canariensis	+	+				+				+							+	+							+		
Clinopodium vulgare subsp. arundanum											+											+			I	1	
Vincetoxicum hirundinaria					+																				+		
Solidago virgaurea																									+		
Acer obtusatum																									+		
Dioscorea communis																									+		
Transgressives des Quercetea ilicis																											
Conopodium glaberrimum	1	2	1	1	2	2	3	2	1	1	2	2	2	2	2	3	2	2	1				+	1	V	1	
Galium scabrum	1	+	+	+	1	1	2	+	+	+	+	2		+	+					1	1	2			IV		
Geranium purpureum		2	+			1		1	1	1	1	1	+	+	2				+	+	1	+	+		IV	1	
Phlomis bovei	1			+	+	1	2		1	1	1	1	+			+	1	1							III	+	
Ruscus aculeatus	2	+	1			+	+		+	1	+	+		+											III		
Cyclamen africanum	+					+			+					+		+	1	+							II		
Cytisus villosus									1	2	2	3	3	3		2	+	3	2						III		
Quercus rotundifolia												+	+	+	+	+	+	+	+						II		
Pteridium aquilinum	1	1	+	1	+	+	+	+																	II		
Asplenium onopteris	+		1			+		+			+									1					II	+	
Pulicaria odora											1		+												I		
Moehringia pentandra						+											1								I		
Différentielles de l'artemisietosum absinthii subass. nova																											
Artemisia absinthium					+	+															2	3	3	1	II		
Astragalus armatus subsp. numidicus																+					+	1	1	1	II		
Poa bulbosa													1								1	1	1	2	II		
Rumex thyrsoides							+														+	+	+	+	II		
Euphorbia luteola																					2	2	3	2	I		
Bromus squarrosus																						1	1	+	I		
Catananche montana																						+	+	+	I		
Xeranthemum inapertum																						+	1	+	I		
Carduncellus pinnatus																								+	1	I	

[illegible]

Tableau 68. *Physospermo verticillati-Cedretum atlanticae* ass. nova

Numéros des relevés	F10	F2	F4	F9	F3	F7	F6	F11	F5	F8	F13	F1	F12	Pr	Q6
Altitude (x10 m)	140	152	155	153	152	160	156	158	161	152	153	130	153		155
Exposition	N	N	NE	N	NE	NE	NE	N	N	NE	N	NE	N		N
Pente (%)	60	60	60	70	70	60	50	70	60	50	50	50	50		30
Recouvrement (%)	90	80	80	80	90	70	80	80	90	80	90	70	80		100
Surface du relevé (m²)	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200		100
Nombre d'espèces	23	27	27	25	20	18	23	20	23	21	24	26	20		30
Caractéristiques et différentielles d'association															
<i>Cedrus atlantica</i>	4	4	3	4	5	4	4	5	4	4	5	4	5	V	5
<i>Acer obtusatum</i>	3	3	3	1	3	1	2	2	3	2	3	4	3	V	2
<i>Sorbus torminalis</i>	+		2	1	1	2	2	2	1	+		+		IV	
<i>Physospermum verticillatum</i>	1	1	2	2	1	1	1	+		1		1		IV	1
<i>Hedera algeriensis</i>	+	+	1	+	1		1		1			1		IV	
<i>Hyacinthoides cedretorum</i>	+	1	+				1		+					II	+
<i>Melica uniflora</i>	+	+	+											II	
<i>Euonymus latifolius</i> var. <i>kabylicus</i>	1	1		1										II	
<i>Acer monspessulanum</i>			1									1	2	II	+
<i>Elymus hispanicus</i>	+	+	1	1				1						II	
<i>Campanula trachelium</i> subsp. <i>mauritanicum</i>								1			+			I	1
<i>Primula acaulis</i> subsp. <i>atlantica</i>	+	1												I	
<i>Carum montanum</i>					+									I	1
<i>Rhamnus alpina</i> var. <i>kabylica</i>									1			1		I	
Caractéristiques du <i>Paenion atlanticae-Cedron atlanticae</i>															
<i>Senecio perralderianus</i>	1	+	1		1	1	1	+	2	+	1		+	IV	1
<i>Paenonia mascula</i> subsp. <i>atlantica</i>	1	1	2		1	+							1	III	1
<i>Vicia ochroleuca</i> subsp. <i>atlantica</i>								+		+	+			II	
<i>Potentilla micrantha</i>			+	1			1			1			1	II	
<i>Bunium alpinum</i> subsp. <i>atlanticum</i>				1			1		+		+			II	
<i>Saxifraga carpetana</i> subsp. <i>atlantica</i>		+										+		I	1
Caractéristiques des <i>Quercetea pubescentis</i> et <i>Quercu-Cedretalia atlanticae</i>															
<i>Daphne laureola</i> subsp. <i>latifolia</i>	+	1	1	1		1	+	2	+	1		+	1	V	1
<i>Quercus canariensis</i>			3	1	3	1	2	2	2	1	+	+		IV	
<i>Lamium garganicum</i> subsp. <i>laevigatum</i>	1	+			+		+		1		+	+	1	IV	+
<i>Alliaria petiolata</i>	+	1	+		1		+	2	1	1		+		IV	
<i>Taxus baccata</i>	1	1		1	+	1				2		1	+	IV	1
<i>Ilex aquifolium</i>	1	3	+	2	1	1						3	2	IV	1
<i>Viola reichenbachiana</i>			+	1			1	1		1	1	+	+	IV	
<i>Sorbus umbellata</i>				2			1					+		III	1
<i>Lonicera kabylica</i>				1		1			2	2	1	+	+	III	1
<i>Polystichum aculeatum</i> s.l.		1	+		2		1					+		III	
<i>Prunus avium</i> subsp. <i>sylvestris</i>									1			+	+	III	
<i>Cotoneaster granatensis</i>			+			2	1		+					II	
<i>Cephalaria mauritanica</i> subsp. <i>atlantica</i>									+					I	
<i>Geum sylvaticum</i> subsp. <i>atlanticum</i>		1		1										I	
<i>Crataegus laciniata</i>			+								+			I	
<i>Doronicum atlanticum</i>				1										I	
<i>Luzula nodulosa</i> subsp. <i>mauretanica</i>		1												I	
<i>Silene mellifera</i>					+									I	1
<i>Epipactis tremolsii</i>											+			I	1
<i>Rosa sicula</i>							1							I	
<i>Berberis hispanica</i>													+	I	1
<i>Amelanchier ovalis</i>													+	I	1
<i>Ranunculus spicatus</i> subsp. <i>maroccanus</i>	1	+												I	
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>											+			I	
<i>Rubus ulmifolius</i>											1			I	
<i>Solidago virgaurea</i>								1						I	
<i>Ranunculus ficaria</i> subsp. <i>ficariiformis</i>			+											I	
<i>Teucrium chamaedrys</i> subsp. <i>algeriense</i>											+			I	
<i>Clinopodium vulgare</i> subsp. <i>arundanum</i>						+								I	1
<i>Galium tunetanum</i>						+								I	1
<i>Thalictrum minus</i> subsp. <i>saxatile</i>					+									I	1
Transgressives des <i>Quercetea ilicis</i>															
<i>Conopodium glaberrimum</i>	+	1			1		1	1	1	1	1	2		IV	+
<i>Ruscus aculeatus</i>	+	2	2	+		+	+		1	1		1		IV	
<i>Cyclamen africanum</i>	1	1	+	1				+	1	1	1	+		IV	
<i>Galium scabrum</i>			+	+	1			1			+	+	1	III	
<i>Asplenium onopteris</i>	1			+			+		+	1				II	

<i>Lonicer a etrusca</i>			1		+		1	+			II	
<i>Phlomis bovei</i>				+			1		1		II	
<i>Quercus rotundifolia</i>										+	I	
<i>Pteridium aquilinum</i>									1		I	
<i>Plagius maghrebinus</i>									1		I	
<i>Bupleurum montanum</i>											+	+
Compagnes												
<i>Erysimum grandiflorum</i>	+	1	+		1			+	+		III	1
<i>Festuca atlantica</i>		1			+		+	+	1		II	1
<i>Arabis alpina subsp. caucasica</i>			1					+	+	+	II	
<i>Anthemis tuberculata</i>				+	+						+	1
<i>Ferulago lutea</i>								+	+	+	II	
<i>Asplenium trichomanes</i>		+		+						+	II	
<i>Hypochaeris laevigata</i>						+					I	1
<i>Pimpinella tragium</i>							+				I	
<i>Hypericum australe</i>									+		I	
<i>Galium corrudaefolium</i>			+								I	
<i>Artemisia absinthium</i>										+	I	
<i>Acinos alpinus subsp. meridionalis</i>							+				I	

Tableau 69. *Potentillo micranthae-Cedretum atlanticae* ass. nova

	<i>ilicetosum aquifolii</i> subass. nova															<i>taxetosum baccatae</i> subass. nova																																									
N° des relevés	a6	a15	a3	a5	a2	a8	a7	a9	a1	a12	a13	a19	a14	a10	a23	a4	a11	a16	a20	a17	a18	a22	a21	Pr																																	
Altitude (x10 m)	145	154	155	154	155	162	147	165	161	149	163	170	149	162	135	146	165	146	136	148	150	136	143																																		
Exposition	NW	N	N	N	N	E	NW	NE	E	N	NW	W	N	NW	N	NW	NE	W	NE	NW	S	NE	E																																		
Pente (%)	80	70	80	70	60	70	30	70	70	65	50	45	40	60	50	45	40	80	60	20	50	60	35																																		
Recouvrement (%)	250	250	200	250	200	250	200	250	250	250	250	250	250	250	250	200	200	250	250	250	250	250	250																																		
Surface du relevé (m²)	80	70	80	80	70	70	80	90	70	65	95	40	40	85	70	70	80	80	60	50	50	70	20																																		
Nombre d'espèces	34	27	34	45	41	49	49	23	24	38	35	22	31	26	21	45	34	28	30	32	34	24	22																																		
Caractéristiques et différentielles d'association																																																									
<i>Cedrus atlantica</i>	2	4	4	4	3	4	5	5	4	4	5	3	5	4	3	4	5	4	4	4	2	4	4	V																																	
<i>Potentilla micrantha</i>	+		+	1	+	1	1	+	+	+				1	1	+	1	+	2	1		1	1	IV																																	
<i>Lamium flexuosum</i>				1	+	1	2	+	+		1		2		1	+	2		2	1		1	+	IV																																	
<i>Bupleurum montanum</i>	1	1	+	1	2	1	+	+	1	1			+	+		1	+			1				IV																																	
<i>Vicia ochroleuca subsp. atlantica</i>				1	2	1	1	+	+	+			+	+			+			2				III																																	
<i>Cynoglossum dioscoridis</i>					+	+	+				2		+		1				+					II																																	
<i>Knautia mauritanica</i>								+	1	+		1	+	2							2			II																																	
Différentielles des sous-associations																																																									
<i>Taxus baccata</i>															2												+	+	2	+		1	1	II																							
<i>Cynosurus balansae</i>															3														3		2				I																						
<i>Euphorbia phymatosperma subsp. cernua</i>																											+	+							I																						
<i>Geranium atlanticum</i>																														1			1	+	I																						
<i>Silene atlantica</i>																											+		+		1				I																						
<i>Ilex aquifolium</i>																											+																II														
<i>Lamium garganicum subsp. laevigatum</i>																																											1		II												
<i>Brachypodium sylvaticum</i>																											+																		II												
<i>Sorbus umbellata</i>																											+												+						II												
<i>Teucrium chamaedrys subsp. algeriense</i>	+														+												1				I																										
<i>Geum sylvaticum var. atlanticum</i>																											+																		I												
<i>Arabis pubescens subsp. pubescens</i>																											2																+		I												
<i>Cephalanthera rubra</i>																											+													+					I												
<i>Epipactis tremolsii</i>																																											+		I												
<i>Amelanchier ovalis</i>	+																										1																		I												
<i>Acer obtusatum</i>	+														+	1	+	2	+																											II											
<i>Sambucus ebulus</i>	1																										+												+	+													II				
<i>Armeria alliacea</i>																											+												+	+													I				
<i>Vincetoxicum hircundinaria</i>	+																										+																										I				
<i>Thlaspi perfoliatum subsp. tineoi</i>																											+												+														I				
<i>Physospermum verticillatum</i>	+														+																																									I	
<i>Solidago virgaurea</i>	+														2																																								I		
Caractéristiques du Paeonio atlanticae-Cedron atlanticae																																																									
<i>Senecio perralderianus</i>															+												2	1	2	+	2											1	1	1	V												
<i>Viola munbyana var. kabylica</i>															+												+	+		2	+		1	1				III																			
<i>Saxifraga carpetana subsp. atlantica</i>																											+												1	+	1	+				II											
<i>Bunium alpinum subsp. atlanticum</i>																											+												+	+	+	+				II											
Caractéristiques des Quercetea pubescentis et Quercu-Cedretalia atlanticae																																																									
<i>Galium tunetanum</i>	1	+	1	1	+	1	1	1	1	1	1	1	1	+	1	2	1	1		+	1	2	2		V																																
<i>Daphne laureola subsp. latifolia</i>	1	+	2	1	1	+	+			1	2		+	+	1	1	2	1	2	2	1			IV																																	
<i>Ranunculus spicatus subsp. maroccanus</i>															+												+	+	1				1	1		III																					
<i>Rosa canina</i>																											+												+	1		2	1		2	1	III										
<i>Viola reichenbachiana</i>															1													1					1	1	2		II																				
<i>Silene patula</i>	+																										+												+	+	+	+	+			II											
<i>Rubus ulmifolius</i>																											+																+			II											
<i>Crataegus laciniata</i>															+													+									+		II																		
<i>Berberis hispanica</i>															+												+											II																			
<i>Juniperus hemisphaerica</i>																											2												2							I											
<i>Rosa sicula</i>																											+																				I										
<i>Cotoneaster granatensis</i>															+																								1																	I	
<i>Lonicera kabylica</i>																											+																				+										
<i>Prunus prostrata</i>																																							+																	+	
<i>Clinopodium vulgare subsp. arundanum</i>															+																								2																	I	
<i>Crataegus monogyna</i>																											1													1							I										
<i>Hyacinthoides cedretorum</i>																											1																				I										
<i>Pinus nigra subsp. mauretanica</i>	+																																																								I
<i>Doronicum atlanticum</i>																																																									+
<i>Euonymus latifolius var. kabylicus</i>																											+																				+										
<i>Geum urbanum var. mauritanicum</i>																											+																				+										
<i>Senecio squalidus subsp. aurasiacus</i>															+																																										+
Transgressives des Quercetea ilicis																																																									
<i>Phlomis bovei</i>	+	1	+	1	+	1	+	+	+	+	1	1	1	+	1		+		2	1		1	2		V																																
<i>Conopodium glaberrimum</i>	+	+	1		1	+	1	1	+	2	3				1	2	+	1	2	2	1	+	3		IV																																
<i>Quercus rotundifolia</i>	2	2	1	1		+	1			2		2	1		4	+	1		2	3	2	3	+		V																																
<i>Galium scabrum</i>	+		1	+	1	+	+	+	+				2		1		+	+	2	1	2	2	1		IV																																
<i>Geranium purpureum</i>	+														+		+	2			+			2	2	1	1	1		IV																											
<i>Ruscus aculeatus</i>	+	+	+				2			2	1					2	1	+		2	2				III																																
<i>Juniperus oxycedrus</i>	1																										+												+					1	+	II											
<i>Ampelodesmos mauritanicus</i>	1																										2																			II											
<i>Cyclamen africanum</i>															+												+											II																			
<i>Plagius maghrebinus</i>	1														+												+															1	1			II											
<i>Lonicera etrusca</i>	3														2												2	2		2														II													
<i>Pteridium aquilinum</i>	+														+																								1																	I	
<i>Asplenium onopteris</i>	+																										+																													I	
<i>Eryngium tricuspidatum</i>																											+																														I

Compagnes																									
<i>Acinos alpinus subsp. meridionalis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	1	+	2		+	+	+	1	1	1	1		V	
<i>Cynosurus elegans</i>	+	+	1		1	+	1	1	+	+	2	1		1		3	1	1	2	2	2	3	3		V
<i>Festuca atlantica</i>	1			2		1	+	1	+	1	1		+	1		+		2	3	2	3	3		IV	
<i>Anthemis tuberculata</i>					+	+	+	+	+	+	+	1	1	+		1	+	1	1	1	1	1		IV	
<i>Erysimum grandiflorum</i>	+		+	+	+	+	+	+	+			1	+	1	+		+		1	1	1	1		IV	
<i>Linaria heterophylla</i>	+	+	+		+	+	+	+	+			1	1	+	+									IV	
<i>Galium aparine</i>					2	1		+				1			2		1		1	1	+	1		III	
<i>Hypochaeris laevigata</i>				1	2	+	1	1			1						1	+						II	
<i>Lotus corniculatus</i>	+								+	2				+	+	2			2		1			II	
<i>Vicia sativa</i>	+											1					1		1	2		1	2	II	
<i>Artemisia absinthium</i>						+			+				2	+	+						1		1	II	
<i>Arabis verna</i>				+	+	1	1	+									1	+						II	
<i>Linaria reflexa</i>					+	+	+										+		1		1			II	
<i>Bellis sylvestris</i>				+							+				+			+						II	
<i>Alyssum granatense</i>								+	+	+						+		+						II	
<i>Stellaria pallida</i>											1	2					+		1					I	
<i>Sinapis pubescens</i>					+	+	+								+									I	
<i>Anthyllis vulneraria</i>				+	+		+																	I	
<i>Dactylis glomerata</i>								1			1							+						I	
<i>Cerastium glomeratum</i>	+									+				+										I	
<i>Hieracium pseudopilosella subsp. atlantis</i>					+												+							I	
<i>Hyoseris radiata</i>					+												+							I	
<i>Myosotis ramosissima</i>							+	+																I	
<i>Arabis alpina subsp. caucasica</i>											1												1	I	
<i>Daucus carota</i>												1						1						I	
<i>Cerastium gibraltarium</i>						+											+		1					I	
<i>Ononis aragonensis</i>	+	+																						I	
<i>Saxifraga globulifera</i>								+									+							I	
<i>Sedum villosum</i>			+		+																			I	
<i>Viola odorata</i>											+													+	
<i>Alliaria petiolata</i>	+																							+	
<i>Polystichum aculeatum s.l.</i>						+																		+	
<i>Acer monspessulanum</i>					+																			+	
<i>Rumex tuberosus</i>												+												+	
<i>Potentilla reptans</i>								+																+	
<i>Thalictrum minus subsp. saxatile</i>														+										+	
<i>Vicia onobrychioides</i>			+																					+	
<i>Moehringia pentandra</i>											+													+	
<i>Coronilla valentina</i>			+																					+	
<i>Lonicera implexa</i>			+																					+	
<i>Silene imbricata</i>																	+							+	
<i>Prunus avium</i>																		+						+	
<i>Ranunculus ficaria subsp. ficariiformis</i>																							+	+	
<i>Prunus domestica subsp. insititia</i>																				+				+	
<i>Daphne gnidium</i>																					+			+	
<i>Pulicaria odora</i>																							+	+	
<i>Astragalus armatus subsp. numidicus</i>												1												+	
<i>Asplenium trichomanes</i>					+																			+	
<i>Xeranthemum inapertum</i>								+																+	
<i>Galium mollugo</i>						1																		+	
<i>Helianthemum helianthemoides</i>																		+						+	
<i>Andryala integrifolia</i>	+																							+	
<i>Avena alba</i>	+																							+	
<i>Linaria virgata subsp. algeriensis</i>					+																			+	
<i>Anagallis arvensis</i>																			+					+	
<i>Origanum vulgare subsp. glandulosum</i>																							+	+	
<i>Biscutella didyma</i>								+																+	
<i>Bromus madritensis</i>																							+	+	
<i>Carlina involucreta</i>								+																+	
<i>Cynoglossum cheirifolium</i>																		+						+	
<i>Helianthemum rubellum</i>					+																			+	
<i>Sanguisorba verrucosa</i>									+															+	
<i>Scabiosa columbaria</i>																			+					+	
<i>Verbascum rotundifolium</i>													+											+	
<i>Bellis annua</i>											1													+	
<i>Calendula arvensis</i>																					1			+	
<i>Crupina vulgaris</i>													1											+	
<i>Eryngium triquetrum</i>													1											+	
<i>Hypericum perforatum</i>								+																+	
<i>Leontodon tuberosus</i>																	1							+	
<i>Mantisalca salmantica</i>																							+	+	
<i>Ononis natrix</i>																						+		+	
<i>Silene inflata</i>						+																		+	
<i>Tragopogon crocifolius</i>																						+		+	
<i>Veronica hederaefolia</i>																							+	+	

Tableau 70. *Junipero hemisphaericae-Cedretum atlanticae* ass. nova

	geranietosum malviflori subass. nova										pinetosum mauretanicae subass. nova												
N° des relevés	b12	b9	b7	b1	b3	b6	b2	b5	b4	b8	b10	b17	b14	b13	b15	b16	b18	b11	Pr	q1	q2	q3	q4
Altitude (x10 m)	148	151	173	171	164	168	174	185	170	146	185	183	165	165	155	153	162	150		150	141	160	160
Exposition	S	N	N	N	N	NW	S		NW	NW	N	N	N	N	W	N	NW	N		SW	S	S	SE
Pente (%)	40	60	60	30	20	30	40	40	40	70	50	60	30	45	45	60	50	50		15	30	30	35
Recouvrement (%)	40	60	30	60	60	90	75	50	40	75	80	30	50	50	60	40	40	70		80	90	90	90
Surface du relevé (m²)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250		100	100	100	100
Nombre d'espèces	22	30	34	33	42	36	33	32	34	40	36	32	41	34	34	34	29	27		25	26	25	36
Caractéristiques et différentielles d'association																							
Cedrus atlantica	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	5	3	3	2	2	2	3	3	V	4	3	4	5
Juniperus hemisphaerica		2	4	4	+	2	1	2	5	3	3	1	4	3	3	3	3	3	V	3	1	1	2
Viola munbyana var. kabylica				1	1	1	1	1	1	1	1	+		1	1	1	+	1	IV	1	1		1
Ptilostemon riphaeus		1	2		1	1	1	1	1	1			+	1	1				III	1	1		
Cephalanthera rubra					+					1			+			+	+		II				
Différentielles des sous-associations																							
Erinacea anthyllis										1		4		2		1	1		II	3			2
Pinus nigra subsp. mauretanica														2	2	2	3		I				
Elymus hispanicus												1	+				+		I		2		1
Cotoneaster granatensis											+		2				2		I			1	
Amelanchier ovalis													+			1	3		I	1			
Sorbus umbellata																+	1		I		+		
Ilex aquifolium														+	+	1			I	+			1
Cynosurus balansae													1						+	1	2		
Ranunculus spicatus subsp. maroccanus				1	1	1	+	1		1									II				1
Geranium malviflorum				1	+	1	+	1		1									II				1
Geranium atlanticum					1	1				1				1					I				
Cynoglossum dioscoridis					1		1		1										I				
Helictotrichon cinnannatum							1	2	2	2	+								II				
Caractéristiques du Lonicera kabylicae-Juniperion hemisphaericae																							
Senecio perralderianus			1	2	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	V	3	2	1	1
Crataegus laciniata	+	+	2	+	2	+			1	+		+	1		+			1	III				
Rosa sicula		+	+	1	+				1			1	1	1	1	+	1	1	III				
Lonicera kabylica								+	+		1								I			1	
Prunus prostrata			1	1								+							I	2		1	
Luzula nodulosa var. mauretanica				1						2									I	+	1		1
Caractéristiques des Quercetea pubescentis et Quercro-Cedretalia atlanticae																							
Berberis hispanica	+			1	1	2	1	1	2	1	3	1	+	1	1	1	+	1	IV	1	2	1	+
Galium tunetanum	1	1	1	2	3	2	2	1	2	1	1	1		1	1	1		1	IV				
Daphne laureola subsp. latifolia	1	1	1		2	1		1	2	2	1		2	1	1	1	+	1	IV	+		+	1
Arabis pubescens subsp. pubescens	1		1		1	1		+	1	1		1	+	1		1	+		III				
Silene patula		1							1		+	+	+			+	+		II	1		1	1
Lamium flexuosum			1		1				2				+			1		1	II				
Rosa canina						2							1	1		1	1	+	II				
Viola reichenbachiana									1				1			1	1	1	II				
Silene atlantica						+	1	+			+				+				II				
Potentilla micrantha						1			1		1				1				I		1		
Brachypodium sylvaticum			2	2										2					I				
Teucrium chamaedrys subsp. algeriense					1								+						I				
Vicia ochroleuca subsp. atlantica			2										+						I		+		1
Saxifraga carpetana subsp. atlantica											+								+				1
Rumex tuberosus											+								+				1
Geum sylvaticum subsp. atlanticum							+												+	1			1
Lamium garganicum subsp. laevigatum						1													+				1
Clinopodium vulgare subsp. arundanum					1														+				
Armeria alliacea																	+		+				
Vicia onobrychioides					1														+				
Ranunculus ficaria subsp. ficariiformis			1																+				
Vincetoxicum hirundinaria																			+		+	1	1
Carum montanum																				1			
Physospermum verticillatum																				+			1
Solidago virgaurea																					1	+	
Rosa montana																					1		
Thalictrum minus subsp. saxatile																					+		
Bunium alpinum subsp. atlanticum																							1
Cephalanthera longifolia																							1
Rhamnus alpina var. kabylica																				1			
Transgressives des Quercetea ilicis																							
Conopodium glaberrimum			1	1	1	1	2		1	+	+			1	1		1	III		1			1
Quercus rotundifolia	+	+				+			+					1	+	1	2	+	III	+	2		
Phlomis bovei		1	1	1	1	2	1	1	2										II			+	1
Eryngium tricuspdatum					1	2	1	1											I				
Ruscus aculeatus									1				+	1	2	1	+	2	II		2		
Ampelodesmos mauritanicus													2	3	2	3			I		2		
Lonicera estrusca	1												+		1		2		I		2		
Juniperus oxycedrus		+							+					1	+	1		1	II				
Daphne gnidium	1	1												1	1	1		1	II				
Galium scabrum				1		1	1						+		1				II				
Geranium purpureum									2						1				I				
Pinus halepensis				2					+										I				
Cyclamen africanum														1					+	1	1		+
Bupleurum montanum																	+		+			1	1
Moehringia pentandra																					1		+

[illegible]

Tableau 71. *Cynosuro balansae-Juniperetum hemisphaericae* Quézel & Barbero 1989

Numéros des relevés et des colonnes	d25	d26	d24	w2	w1	1	2
Nombre de relevés						5	8
Altitude (x10 m)	175	181	180	183	182		
Exposition	E	E	NE	N	NE		
Pente (%)	40	40	45	20	25		
Recouvrement (%)	30	30	40	70	95		
Surface du relevé (m²)	100	100	100	60	100		
Nombre d'espèces	35	37	25	22	12	26	
Caractéristiques et différentielles d'association							
<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>hemisphaerica</i>	2	3	4	3	5	V	V
<i>Luzula nodulosa</i> var. <i>mauretanica</i>							IV
<i>Cynosurus balansae</i>							IV
<i>Elymus hispanicus</i>							IV
Différentielles /cédraies							
<i>Alyssum montanum</i> subsp. <i>atlanticum</i>	+	+				II	
<i>Plantago mauritanica</i> var. <i>mauritanica</i>	2	+				II	
<i>Rumex scutatus</i> subsp. <i>induratus</i>	+		+			II	
Caractéristiques du <i>Lonicero kabylicae-Juniperion hemisphaericae</i>							
<i>Berberis hispanica</i>	1	+	2	2	2	V	IV
<i>Crataegus laciniata</i>	+	+			+	III	IV
<i>Lonicera kabylica</i>	+			2	1	III	III
<i>Rosa sicula</i>	+			1	+	III	IV
<i>Prunus prostrata</i>			+	1		II	III
<i>Cotoneaster granatensis</i>	+				1	II	II
<i>Rosa montana</i>		+	1			II	II
<i>Acer monspessulanum</i> subsp. <i>martini</i>							II
<i>Amelanchier ovalis</i>							II
Caractéristiques des <i>Quercetea pubescentis</i> et <i>Quercus-Cedretalia atlanticae</i>							
<i>Daphne laureola</i> subsp. <i>latifolia</i>	1	+	+	1	1	V	IV
<i>Senecio perralderianus</i>	+	+				II	III
<i>Cedrus atlantica</i>	3	3				II	IV
<i>Viola munbyana</i> var. <i>kabylica</i>	+		+			II	I
<i>Campanula rapunculus</i>	+		+			II	II
<i>Acer obtusatum</i>		+				I	I
<i>Bunium alpinum</i> subsp. <i>atlanticum</i>	1					I	I
<i>Lamium garganicum</i> subsp. <i>laevigatum</i>				+		I	II
<i>Saxifraga carpetana</i> subsp. <i>atlantica</i>	1		1			II	
<i>Galium tunetanum</i>	+	1				II	
<i>Cephalaria mauritanica</i> subsp. <i>atlantica</i>		+				I	
<i>Quercus canariensis</i>	+					I	
<i>Ranunculus spicatus</i> subsp. <i>maroccanus</i>			+			I	
<i>Silene atlantica</i>				+		I	
<i>Tanacetum corymbosum</i> var. <i>tenuifolium</i>					+	I	
<i>Geum sylvaticum</i> subsp. <i>atlanticum</i>							IV
<i>Doronicum atlanticum</i>							IV
<i>Ilex aquifolium</i>							IV
<i>Rumex tuberosus</i>							IV
<i>Silene mellifera</i>							III
<i>Sorbus umbellata</i>							II
<i>Potentilla micrantha</i>							II
<i>Elymus marginatus</i> subsp. <i>kabylicus</i>							II
<i>Carum montanum</i>							II
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>							II
<i>Cystopteris fragilis</i>							II
<i>Taxus baccata</i>							II
<i>Heracleum montanum</i>							II
<i>Hedera algeriensis</i>							I

<i>Campanula trachelium</i> subsp. <i>mauritanica</i>						I
<i>Vicia ochroleuca</i> subsp. <i>atlantica</i>						I
<i>Solidago virgaurea</i>						I
<i>Lamium flexuosum</i>						I
Transgressives des Quercetea ilicis						
<i>Phlomis bovei</i>	+	1		+	+	IV II
<i>Eryngium tricuspidatum</i>	+	+		+		III
<i>Conopodium glaberrimum</i>		+				I
<i>Galium scabrum</i>		1				I
<i>Geranium purpureum</i>		1				I
<i>Bupleurum montanum</i>						II
<i>Moehringia pentandra</i>						I
<i>Ruscus aculeatus</i>						I
Transgressives des Erinaceetalia anthyllidis et Rosmarinetea officinalis						
<i>Astragalus armatus</i> subsp. <i>numidicus</i>	1	3	3	+		IV I
<i>Festuca atlantica</i>	1	1	2	1		IV II
<i>Erysimum grandiflorum</i>		1	1	+		III II
<i>Catananche caerulea</i>	+	+				II II
<i>Acinos alpinus</i> subsp. <i>meridionalis</i>	+	+				II II
<i>Linaria multicualis</i> subsp. <i>heterophylla</i>		+				I I
<i>Avena macrostachya</i>		+				I I
<i>Asperula aristata</i>					+	I I
<i>Euphorbia luteola</i>	+	2	1	+		IV
<i>Helictotrichon cincinnatum</i>				+		I
<i>Pimpinella tragium</i>				1		I
<i>Lomelosia crenata</i>					+	I
<i>Vicia glauca</i> var. <i>montisferrati</i>					+	I
<i>Bupleurum spinosum</i>						III
<i>Koeleria vallesiana</i>						II
<i>Cerastium gibraltaricum</i>						I
<i>Teucrium polium</i>						I
<i>Jurinea humilis</i>						I
<i>Ononis aragonensis</i>						I
<i>Atractylis caespitosa</i>						I
<i>Seseli montanum</i>						I
<i>Bromus erectus</i>						I
Compagnes						
<i>Helianthemum helianthemoides</i>	2	+		+		III II
<i>Anthemis tuberculata</i>	1	+	+			III II
<i>Arabis caucasica</i>	+		+			II I
<i>Hieracium pseudopilosella</i>		+				I II
<i>Hypochoeris laevigata</i>			1			I II
<i>Thrinchia hispida</i>						II
<i>Bellis silvestris</i>	+	+	1			III
<i>Artemisia absinthium</i>		2	+	+		III
<i>Vicia sativa</i>	1	+	+			III
<i>Alyssum granatense</i>	+		+			II
<i>Rumex thyrsoides</i>		+	1			II
<i>Scolymus hispanicus</i>		+	+			II
<i>Dactylis glomerata</i>		+		+		II
<i>Poa bulbosa</i>	+	+				II
<i>Carduncellus pinnatus</i>	+	+				II
<i>Sinapis pubescens</i>	+			+		II
<i>Tulipa sylvestris</i> subsp. <i>australis</i>	1		+			II
<i>Fedia cornucopiae</i>		+				I
<i>Cynosurus echinatus</i>				+		I
<i>Galium lucidum</i>			+			I
<i>Saxifraga globulifera</i>				+		I

	Tableau 73. <i>Conopodio glaberrimae-Cedretum atlanticae</i> Barbero, Quézel & Rivas-Martinez 1981 nom. corr.																																			
N° des relevés	c1	c8	c5	c4	c10	c2	c9	c3	c14	c13	c7	c25	c12	c19	c16	c27	c6	c18	c21	c23	c11	c15	c22	c17	c24	c34	c28	c29	c30	c20	c33	c31	c26	c32	Pr	
Recouvrement (%)	50	90	60	50	30	50	80	75	60	70	80	50	80	65	65	45	50	80	80	60	65	30	70	60	60	80	60	65	60	60	80	20	75	30		
Exposition																																				
Pente (%)	SE	E	N	SW	S	S	S	NW	W	S	S	W	SW	W	W	W	S	S	W	W	SE	S	NE	NE	E	SE	E	SW	NE	S	N	S	S			
Altitude (x 10 m)	155	50	144	145	146	155	151	148	145	146	147	142	152	150	149	152	143	145	151	140	140	163	154	145	143	166	139	142	141	141	144	142	166	171	160	
Surface du relevé (m²)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250		
Nombre de taxons	22	26	17	23	22	15	26	22	19	27	22	29	28	35	33	34	26	29	26	26	28	24	25	26	24	22	25	28	25	28	30	24	28			
Caractéristiques et différentielles d'association et du <i>Balansaeo glaberrimae-Quercion rotundifoliae</i>																																				
<i>Cedrus atlantica</i>	+	4	4	2	2	1	3	2	4	3	3	2	4	4	4	3	3	4	5	3	4	3	3	3	4	2	1	4	4	2	1	3	2	V		
<i>Quercus rotundifolia</i>	4	1	3	2	3		3	2	2		3	2	4	3	3	3	3	2	2	3	1	2	2		1	2	4	4	2	2	1	2	1	V		
<i>Juniperus oxycedrus</i>		1				1	1	1	1	2	1	1	+	1	+	1	+	2	2	+	2		2	1		2			1					IV		
<i>Cyclamen africanum</i>	3	2		1			1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2		1	2								1		III		
<i>Conopodium glaberrimum</i>										3		1	2	3	2	2	1	3	3	3		2	3	1	3	2	3	3	2	3			1			
<i>Phlomis bovei</i>												2	1	1	1	2					1	2	1	+	1	2			2		1	1	1	1	III	
<i>Bupleurum montanum</i>	1						1																	+	1						1	1		I		
<i>Moehringia pentandra</i>														1	1			+							1					+				I		
Caractéristiques des <i>Quercetea</i> et <i>Quercetalia ilicis</i>																																				
<i>Geranium purpureum</i>	1	1		1				1			1	1		+		2	+		1	2		2	1	+	2	2	1		1	2				III		
<i>Galium scabrum</i>		1								2	1		1		1	1	1	1	1	1		1	1	+	2				1					III		
<i>Eryngium tricuspidatum</i>					+					+				1	+	+	1	1	1	+	1	1	2								1	+	2			
<i>Daphne gnidium</i>	2		1	1	2	2	1	2		1		1			1	2					2						+							II		
<i>Plagius maghrebinus</i>		1	1	1			1	1		2						1	1			2			2						1		1		1	II		
<i>Pulcaria odora</i>	2	1				+	1			1						2	1	1				2		1					1					II		
<i>Ruscus aculeatus</i>											2	1																		1				I		
<i>Lonicera etrusca</i>				1								+																						I		
Transgressives du <i>Genisto-tricuspidatae-Calicotomion spinosae</i>																																				
<i>Genista tricuspidata</i>	2	2	3	2	4	2	3	2	2	2	2	2	2		4	3	2	2	2	3		4	2	2		2	3	2	2	3	3	3		V		
<i>Calicotome spinosa</i>	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1		1	2	2			2		3	2	1		2	2	2		1	1	1	2	IV		
<i>Ampelodesmos mauritanicus</i>	4	2	4	3	5	4	3	3	2	3	2	1	4	2	3	2	2	3	2	2	2	5	2	3				2			2		2	IV		
Transgressives des <i>Quercetea pubescentis</i>																																				
<i>Galium tunetanum</i>	1	1	1	1		2		1	1	2	1	1	2	1	1	1		2	1	2	1	1	2	1	1		3	3	3	2		+	1	1	V	
<i>Senecio perralderianus</i>	2		1	1				1	+	3	1	+	2	2	1	1		3	1	2				+	2	2	2	2	1		1	1		IV		
<i>Clinopodium arundanum</i>	2	2	1	1	1	1				2		1	+	2	1		3	2				1			+				2					IV		
<i>Lamium flexuosum</i>	1		1					2					2	3	1	1	1	+									2	+	1					III		
<i>Silene atlantica</i>							1							1	1	1		2	+	1	1									1	1			III		
<i>Geranium atlanticum</i>		1												+				2				2	3	2	+				+					III		
<i>Cynoglossum dioscoridis</i>											1			1		1			1	1							+			+			1	III		
<i>Potentilla micrantha</i>																					1							1			1			1	III	
<i>Ranunculus spicatus</i>															1	1							3	1			1	1	2		1			III		
<i>Crataegus laciniata</i>					+							+	2								+	1		1	+										III	
<i>Rosa sicula</i>		+					+			1							1		+			+								+					III	
<i>Viola odorata</i>	2	1	+							1				1																+					I	
<i>Teucrium chamaedrys</i>					1		+							1								1	1												I	
<i>Lamium gargaricum</i> subsp. <i>laevigatum</i>				1									2	2						1										1					I	
<i>Rosa canina</i>		+								1				2				2																	I	
<i>Rubus ulmifolius</i>		+								2				+				+																	I	
<i>Vicia ochroleuca</i> subsp. <i>atlantica</i>							+			2			1																						I	
<i>Daphne laureola</i> subsp. <i>latifolia</i>										1				2							1			1											I	
<i>Geranium malviflorum</i>							+							+																1		+			I	
<i>Myosotis latifolia</i>		1																	1							1									I	
<i>Bunium alpinum</i> subsp. <i>atlanticum</i>											1						1		1							1									I	
<i>Saxifraga carpetana</i>																						2	2												I	
<i>Viola munbyana</i> var. <i>kabylica</i>			1											+																						I

[illegible]

<i>Trifolium glomeratum</i>									+	+
<i>Silene inflata</i>					+					+
<i>Alyssum granatense</i>									1	+
<i>Rumex induratus</i>							1			+
<i>Sanguisorba verrucosa</i>		2								+
<i>Sedum pubescens</i>									+	+
<i>Leontodon hispidulus</i>	1									+
<i>Taraxacum laevigatum</i>									1	+
<i>Bellis annua</i>				+						+
<i>Herniaria glabra</i>						1				+
<i>Sedum villosum</i>								+		+
<i>Stachys ocymastrum</i>									+	+
<i>Torilis nodosa</i>				+						+
<i>Crepis vesicaria</i>			1							+
<i>Scolymus hispanicus</i>					1					+
<i>Tulipa sylvestris</i>						2				+

Tableau 74. <i>Cytiso villosi-Quercetum rotundifoliae</i> (Meddour 1994) Dahmani 1997																												
	<i>alliarietosum petiolatae</i> subass. nova																<i>dioscoreetosum communis</i> subass. nova											
N° des relevés	b6	b15	b16	b5	b7	b8	b9	b2	b4	b1	b13	b3	b10	b11	b12	b14	d4	d5	d3	d6	d1	d2	d7	d8	d10	d9	d11	Pr
Recouvrement (en %)	50	60	60	80	80	80	60	70	50	80	60	60	70	70	50	70	60	60	70	70	90	60	90	70	50	70	70	
Exposition	SW	NE															N	N	NW	N	SW	NE	E	SE	SW	NE		
Pente (%)	30	20																	45	45	45	35			15	30		
Altitude (x 10 m)	134	132															123	123	121	113	130	124	115	126	141	133	130	
Surface du relevé (m²)	250	250															250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	
Nombre de taxons	47	43	45	37	38	35	31	39	45	27	56	42	61	58	53	43	39	34	40	27	42	48	52	39	19	31	34	
Caractéristiques et différentielles d'association et du <i>Balansaeo glaberrimae-Quercion rotundifoliae</i>																												
<i>Quercus rotundifolia</i>	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	5	4	4	4	5	4	3	1	3	4	5	3	3	3	3	3	4	V
<i>Galium scabrum</i>	+	+	1	+	2	1	+	1	+	+	1	1	+	+	+	+	+	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V
<i>Cytisus villosus</i>	3	2	3	3	4	4	4	3	3	5	4	3	1	4	5	5	1	+	3	4	+	3					+	V
<i>Conopodium glaberrimum</i>	1	+			1	1	+	2	3	1	+	2	1	1	1		+	+		3	4	+	1		+	+		IV
<i>Phlomis bovei</i>			+				+				+		+	+	2	+	+	+		1	1	+	+		1			III
<i>Moehringia pentandra</i>	+				1	1		+		+			+	2	1	+					+	+			+			III
<i>Silene mellifera</i>	+							1	1			1	1	+	1			+	+	+								II
Caractéristiques des <i>Quercetea</i> et <i>Quercetalia ilicis</i>																												
<i>Geranium purpureum</i>	+	+	1	2	2	1	1	1	+	2	+	1	1	2	3	1	+	+	+		1	+	1	+	+	+	+	V
<i>Plagius maghrebinus</i>	+	+	1	+	+	1	+	+	1	+	+	1	1	+	+	+		+									+	IV
<i>Pulicaria odora</i>			1	1	1	1	1				1		1	1	1	1									+		+	III
<i>Juniperus oxycedrus</i>	1	1								1	1	1	1	1	1	1								+			+	II
<i>Asplenium onopteris</i>				+		+										+	+		+	+	+	+	+					II
<i>Arabis pubescens</i>		+	1	+				+			+						+							+				II
<i>Ruscus aculeatus</i>				+	+			+				+								2	+							II
<i>Pteridium aquilinum</i>									+		+	+	+					+			+							II
<i>Arisarum vulgare</i>		+	+										+	+		+					+							II
<i>Ptilostemon rhiphaeus</i>	+	+																				+						I
<i>Piptatherum miliaceum</i>											1		+	+														I
<i>Lonicera etrusca</i>													+															I
<i>Rubia peregrina</i>																	+		+		+							I
<i>Clematis flammula</i>																			+		+						+	I
<i>Aristolochia fontanesii</i>																			+							+		I
<i>Eryngium tricuspidatum</i>																							+		+			I
<i>Viburnum tinus</i>																	+		+									I
<i>Cyclamen africanum</i>														+														+
<i>Daphne gnidium</i>																					+							+
<i>Genista tricuspidata</i>	+	2	2		+			1	+	+	+	+	1	+	+		+	2	+			+	1		1	+		IV
<i>Ampelodesmos mauritanicus</i>	+		1		+	+	1		+				+								+	2	+			1		III
<i>Calicotome spinosa</i>		+	+						+							+	1		+			2			2			II
Différentielles des sous-associations																												
<i>Alliaria petiolata</i>	+		+	+	2	1	1	1	1	3	1	+	2	1	3	2				+								III
<i>Galium tunetanum</i>	+	1	+	+		+	1	+	1			+	1	2	+	1					+		+					III
<i>Senecio perralderianus</i>	+		+	1	+	+	+	+	1	+	2	+	+		1													III
<i>Lamium flexuosum</i>	+			+		+		+	+	1	+		+		+	1	+				+							III
<i>Myosotis latifolia</i>			+		+	1	+		+		+	+	+	+	+	+												III
<i>Cedrus atlantica</i>		+						+	+	1		+	+	+	+	+		+										II
<i>Geranium atlanticum</i>	+			+	+	+	+	+				+	+	+	1		+				+							II
<i>Senecio squalidus</i> subsp. <i>aurasiacus</i>			+		+	+	+	+	+		+																	II
<i>Cephalaria mauritanica</i>								+	+				+		+	+												I
<i>Lapsana communis</i> subsp. <i>macrocarpa</i>				+	+		+	1																				I
<i>Lamium garganicum</i> subsp. <i>laevigatum</i>					+						+		+															I
<i>Nepeta multibracteata</i>			+					+						+														I
<i>Dioscorea communis</i>					+	+											+		+	+	+	+						II
<i>Asperula laevigata</i>																	+	+	1	+		+						I
<i>Cardamine hirsuta</i>																					+			+		+		I
<i>Daphne laureola</i> subsp. <i>latifolia</i>				+													2	1			+	+						I
<i>Silene imbricata</i>																	+		+	+			+					I
<i>Viola reichenbachiana</i>										+							+				+				+			I
<i>Knautia mauritanica</i>																	+	+				+					+	I
<i>Viola odorata</i>																	+			+	+	+						I
<i>Crataegus laciniata</i>																	1		1		+							I
<i>Luzula forsteri</i>																	2	+		+								I
Transgressives des <i>Quercetea</i> pubescentis																												
<i>Clinopodium arundanum</i>	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+	1			+		+	+	+	+				+		III
<i>Rosa canina</i>											+		+		+		1	+	+	1	+			2		+		II
<i>Crataegus monogyna</i>		+	+	+							+		+	+	+	+				+								II
<i>Silene atlantica</i>	+							+		+	+	+	+				+	+			+							II
<i>Rubus ulmifolius</i>							+				+			+					1			+	+		+			II
<i>Ilex aquifolium</i>			+													+	+	+			+							I
<i>Prunus avium</i>	+															+	+			+								I
<i>Potentilla micrantha</i>													+			+		+		+								I
<i>Ranunculus spicatus</i>						+							+			+							+					I
<i>Vicia ochroleuca</i> subsp. <i>atlantica</i>																+	+	+										I
<i>Geranium malviflorum</i>						+								+									+					I
<i>Rumex tuberosus</i>			+						+																		+	I
<i>Euphorbia cernua</i>																					+		+					

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Tableau 76. *Ptilostemono riphaei-Quercetum rotundifoliae* ass. nova

Numéro du relevé	a3	a1	a5	a4	a7	a6	a10	a9	a8	a2	Pr
Altitude (x 10 m)	153	152	149	149	151	152	155	157	164	150	
Exposition	W	W	SW	SW	S	S	S	S	S	SW	
Pente (%)	25	15	15	15	5	5	30	30	40	20	
Recouvrement (%)	50	90	20	30	25	20	60	60	70	70	
Surface du relevé (m²)	200	200	200	200	100	100	200	200	200	200	
Nombre de taxons	57	41	52	45	44	41	56	66	60	32	
Caractéristiques de l'association et du <i>Genisto-tricuspidatae-Calicotomion spinosae</i>											
<i>Quercus rotundifolia</i>	3	4	2	3	2	2	4	4	4	3	V
<i>Origanum floribundum</i>	1	1	1	1	2	2	1	2	2	+	V
<i>Ptilostemon riphaeus</i>	+	+	+	+			1	1	1		IV
<i>Elaeoselinum meoides</i>	1	1	1	1			+	1	2		IV
<i>Asperula laevigata</i>					+		+	+	+		II
<i>Geranium tuberosum</i>	+				+					+	II
Caractéristiques des <i>Quercetea ilicis</i>											
<i>Pulicaria odora</i>	+	+	+	1	2		+	1	+	+	V
<i>Phlomis bovei</i>	1		+	+		1	1	1	+	+	IV
<i>Pteridium aquilinum</i>					+		2	3	2	1	III
<i>Calicotome spinosa</i>	+							1	+		II
<i>Cytisus villosus</i>		+								+	I
<i>Rubia peregrina</i>								+		+	I
<i>Conopodium glaberrimum</i>					+						I
<i>Galium scabrum</i>										+	I
<i>Eryngium tricuspidatum</i>			+								I
<i>Daphne gnidium</i>						+					I
<i>Genista tricuspidata</i>	1	2	2	2	2	2	1	2	1	+	V
Transgressives des <i>Quercetea pubescentis</i>											
<i>Campanula rapunculus</i>	1	1	+	1		+	1	1	+		IV
<i>Vicia ochroleuca atlantica</i>	1		+			+	+	1		+	III
<i>Bunium alpinum atlanticum</i>	+				+		1	1	+		III
<i>Cedrus atlantica</i>	+	3	+	+						2	III
<i>Luzula forsteri</i>							+	+	+		II
<i>Luzula nodulosa</i>	+	+									I
<i>Teucrium chamaedrys</i>									1		I
<i>Rumex tuberosus</i>	+										I
<i>Viola munbyana kabylica</i>					+						I
<i>Nepeta algeriensis</i>						+					I
<i>Daphne laureola latifolia</i>										+	I
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>							+				I
Compagnes											
<i>Festuca atlantica</i>	1	2	3	3	2	2	1	2	2	2	V
<i>Asphodelus ramosus</i>	+	1	+	1	+	1	2	2	2	+	V
<i>Catananche caerulea</i>	+	1	+	1	2	1	+	+	+	+	V
<i>Galium mollugo</i>	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	V
<i>Sinapis pubescens</i>	+	+	1	+	1	+	+	1	+	+	V
<i>Carlina corymbosa</i>	1		1	1	+	1	1	1	1	+	V
<i>Poa bulbosa</i>	+	1	1	1	1	1	+	1	1		V
<i>Trifolium glomeratum</i>	1	1	1	1	+	1	1	1	1		V
<i>Biscutella didyma</i>	+	+	+	1	1	1		+	+		IV
<i>Erysimum grandiflorum</i>	+	+	+	1	1		+	1	+		IV
<i>Convolvulus cantabrica</i>		+	1	+	1	1	1	1			IV
<i>Dactylis glomerata</i>	1	1	1	1	1	1				1	IV
<i>Eryngium triquetrum</i>	1		+	+		+	+	+	+		IV
<i>Scabiosa columbaria</i>			1	+	+	+	+	+	+		IV
<i>Sherardia arvensis</i>	+	+	1	1			1	1	1		IV

<i>Alyssum granatense</i>	+	+		1		+	1	1	III	
<i>Lotus corniculatus</i>	+	+	+	+			+	+	III	
<i>Ornithogalum orthophyllum</i>			+	+	+	+	+	+	III	
<i>Rumex bucephalophorus</i>	+	+	1	1			1	+	III	
<i>Silene coelirosa</i>	+	+	+		+		+	+	III	
<i>Silene inflata</i>	1	1	1	1	+				III	
<i>Umbilicus rupestris</i>	+		+			1	+	1	1	III
<i>Anthemis pedunculata</i>	+		+	+	+	1			III	
<i>Bromus erectus</i>			+	+		+	+	+	III	
<i>Filago germanica</i>		+	1	1			1	1	III	
<i>Senecio leucanthemifolius</i>	+			+	+		+		+	III
<i>Asperula hirsuta</i>					+	+	+	+	II	
<i>Bromus hordeaceus</i>		+				+	+	+	II	
<i>Hyoseris radiata</i>	+		+	+					1	II
<i>Mantisalca salmantica</i>	+				1	+		+	II	
<i>Sedum caeruleum</i>		+				+	+	+	II	
<i>Trifolium campestre</i>			+			+	+	+	II	
<i>Andryala integrifolia</i>			+		+		+		II	
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	1	1			1				II	
<i>Bellis sylvestris</i>	+			+					+	II
<i>Bromus tectorum</i>						+	+	+	II	
<i>Carduus macrocephalus</i>						+	+	+	II	
<i>Filago spathulata</i>						+	+	+	II	
<i>Helianthemum rubellum</i>						+	+	+	II	
<i>Catapodium rigidum</i>						+	+	+	II	
<i>Taraxacum laevigatum</i>	+			+					+	II
<i>Thymus willdenowii</i>						+	+	+	II	
<i>Trifolium stellatum</i>						+	+	+	II	
<i>Astragalus numidicus</i>					+			1	I	
<i>Briza maxima</i>		+			+				I	
<i>Cerastium glomeratum</i>	+	+							I	
<i>Cerastium pentandrum</i>	+								+	I
<i>Coleostephus myconis</i>				+					+	I
<i>Cynosurus elegans</i>	+								+	I
<i>Orchis tridentata</i>	+			+					I	
<i>Sedum villosum</i>	+						+		I	
<i>Verbascum rotundifolium</i>		+		+					I	
<i>Veronica arvensis</i>	+								+	I
<i>Anagallis arvensis</i>								+	I	
<i>Cardamine hirsuta</i>				+					I	
<i>Crepis vesicaria</i>						+			I	
<i>Fedia graciliflora</i>					+				I	
<i>Myosotis ramosissima</i>					+				I	
<i>Orobanche crenata</i>							+		I	
<i>Papaver dubium</i>							+		I	
<i>Paronychia argentea</i>							+		I	
<i>Plantago coronopus</i>	+								I	
<i>Rumex thyrsoides</i>									+	I
<i>Sanguisorba verrucosa</i>						+			I	
<i>Tulipa sylvestris</i>	+								I	
<i>Vicia sativa</i>				+					I	

Tableau 79. <i>Rubo incanescens-Quercetum canariensis cytisetosum villosi</i> Quézel 1958 em. Aimé & al. 1986																		
Numéros des relevés	a6	a5	b6	b1	b4	b10	b9	b3	b7	b2	b5	a7	a2	a4	a1	a3	Pr	Fr
Altitude (x 10 m)	80	82	111	109	122	113	120	142	135	108	110	100	124	130	134	135		
Exposition	NW	NE	SW	N	NE	W	NW	E	N	N	NE	NE	NW	NW	NW	N		
Pente (%)	15	10	20	30	20	25	20	10	20	40	30	40	25	5	30	10		
Recouvrement (%)	70	80	60	90	80	90	80	80	90	80	70	60	60	60	70	70		
Surface du relevé (m²)	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200		
Nombre de taxons	16	9	14	24	15	15	14	13	8	25	19	38	30	11	37	40		5
Caractéristiques et différentielles d'association et du <i>Paeonio atlanticae-Cedron atlanticae</i>																		
<i>Quercus canariensis</i>	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	3	4	4	4	4	4	V	V
<i>Rubus incanescens</i> (& <i>Rubus ulmifolius</i>)	2							+			+	+	1	+			II	V
<i>Potentilla micrantha</i>	+			+	+			+		+	+	1		+	1	+	IV	V
<i>Myosotis latifolia</i>								+					+		1	+	II	I
<i>Vicia ochroleuca subsp. atlantica</i>																+	I	II
<i>Saxifraga carpetana subsp. atlantica</i>																		I
Différentielles de la sous-association et transgressives du <i>Quercion suberis</i>																		
<i>Cytisus villosus</i>	2		1	3	3	2	2	1	2	1	3	1	2	2	1	2	V	V
<i>Plagius maghrebinus</i>				2	1	1				+	1	+	+				III	II
<i>Melica minuta subsp. major</i>	1	1	+	+		+				+			+				III	I
<i>Pulicaria odora</i>			+		+	+	+									+	II	III
<i>Teucrium kabylicum</i>						+	+				+						I	II
Caractéristiques des <i>Quercetea pubescentis</i> et <i>Querceto-Cedretalia atlanticae</i>																		
<i>Clinopodium arundanum</i>				+	+	+	+	+	+	+	+		+			1	IV	III
<i>Acer obtusatum</i>						+				2				+	+	+	II	II
<i>Polystichum aculeatum</i>				+						+		+			1	1	II	IV
<i>Asperula laevigata</i>		+												1	+	+	II	II
<i>Scutellaria columnae</i>				+	+								+		1		II	
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	+						+				+						I	V
<i>Luzula forsteri</i>												1			1	+	I	III
<i>Hedera algeriensis</i>											+	1			+		I	III
<i>Alliaria petiolata</i>													1		1	1	I	I
<i>Galium tunetanum</i>					+			+								+	I	V
<i>Primula acaulis subsp. atlantica</i>															1	+	I	
<i>Geranium atlanticum</i>								+				+					I	II
<i>Ranunculus ficaria</i>												+				+	I	III
<i>Solidago virgaurea</i>															+	+	I	II
<i>Dioscorea communis</i>												1					+	III
<i>Prunus avium</i>				+													+	II
<i>Prunella vulgaris</i>								+									+	I
<i>Sanicula europaea</i>										+	1						I	
<i>Hypericum montanum</i>													+		+		I	
<i>Platanthera bifolia</i>	+											+					I	
<i>Viola reichenbachiana</i>												+	+				I	
<i>Arabis turrita</i>															+		+	
<i>Prunus domestica subsp. insititia</i>	+																+	
<i>Rumex tuberosus</i>																+	+	
<i>Sorbus torminalis</i>															+		+	
<i>Viola odorata</i>												+					+	
<i>Bunium alpinum subsp. atlanticum</i>																+	+	
<i>Silene mellifera</i>																+	+	
<i>Geum sylvaticum</i>					+												+	
<i>Limodorum abortivum</i>										+							+	
<i>Polypodium cambricum</i>												+					+	
<i>Ranunculus spicatus</i>																1	+	IV
<i>Lamium flexuosum</i>																		V
<i>Scilla aristidis</i>																		IV
<i>Hyacinthoides cedretorum</i>																		III
<i>Doronicum atlanticum</i>																		III
<i>Geum urbanum var. mauritanicum</i>																		II
<i>Cystopteris fragilis</i>																		II
<i>Agrimonia eupatoria</i>																		II
<i>Crataegus monogyna</i>																		I
<i>Campanula trachelium subsp. mauritanicum</i>																		I
<i>Smyrniolus olusatrum</i>																		I
<i>Arum italicum</i>																		I
<i>Bromus benekenii</i>																		I
<i>Lathyrus niger</i>																		I
Transgressives des <i>Quercetea ilicis</i>																		
<i>Galium scabrum</i>		+	+	1	+		+	+	+	+	+	2	+	+	1	2	V	V
<i>Asplenium onopteris</i>	1	+	+							+	+	+			+		III	IV
<i>Pteridium aquilinum</i>	+			+						+	+	1	+		+		III	III
<i>Cyclamen africanum</i>				+			+			+	+		+		+		II	V
<i>Rubia peregrina</i>	+					1		+	+			1					II	II

[illegible]

Tableau 80. *Plagio maghrebin-Quercetum canariensis* Laribi 1999 nom. corr.

Numéros des relevés	b8	c26	c31	c32	c33	c34	c18	c30	c7	c17	c19	c20	c23	c4	c21	c22	c12	c8	c13	c25	c9	c10	c15	c27	c28	c16	c24	c11	c14	c5	c6	c29	c1	c2	c3	b11	b12	b13	b14	b15	Pr	q9			
Nombre de taxons	14	20	21	24	28	26	26	15	24	28	22	27	15	29	23	24	28	36	31	37	27	40	28	28	25	31	29	36	24	23	22	11	19	22	24	24	21	24	25	16		24			
Caractéristiques et différentielles de l'association et du <i>Quercion suberis</i>																																													
<i>Quercus canariensis</i>	3	3	4	3	2	3	2	3	4	4	4	3	2	4	3	3	4	4	4	2	4	4	3	2	2	2	2	4	3	3	3	2	3	4	4	3	2	+	1	1	V				
<i>Quercus afares</i>	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	3	2	2	2	+	1	+	1	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	3	2	3	1	1	3	3	4	4	4	V	4			
<i>Erica arborea</i>	3	1	+	2	3	1	4	1	2	+		3	+		+	+	1	1	1	3	+	+	1	1	3	1	1	2	1	2	1	1	2	2		1	+	3	+	+	V	1			
<i>Cytisus villosus</i>	1	1	1		1	3	1	2	3	1	1	1	4	3	1	4	3	4	2	1	3	3	1	1		1	3	3	1	2	2		2	3	3	4	3		4	+	V	1			
<i>Pulicaria odora</i>				1			+		1	+				1	+	+	+	+	+	1	1	1	+	1	1	1	1	1		+	1		1	1	1	+	+	+	+	+	IV	+			
<i>Carex distachya</i>			+		+	+	+	+	+	1	+	+		+	+	1	1	1		+	1		+								1	1		1	1	1					III	1			
<i>Eryngium tricuspidatum</i>				+	+		+		1	+				+					1	1		1					+	+			1		+	1	1		+	+	+		III	+			
<i>Plagius maghrebinus</i>					1	1												1	1	1		+	1					1	1	1			1	1	1		+	1			III				
<i>Teucrium kabylicum</i>					+	+			+												+	1		1		1		1	1						+	+	+	+			II				
<i>Melica minuta</i> subsp. <i>major</i>	+																																			1	+	+			I				
Caractéristiques des <i>Quercetea</i> et <i>Quercetalia ilicis</i>																																													
<i>Galium scabrum</i>					1	1	1	1	+										1	+		1		+				+	1	1		+			1	+	+	+	+			III			
<i>Cyclamen africanum</i>				+	+	+						+			1	+	+	+		1			+					+	+	1				1	+	+						II			
<i>Geranium purpureum</i>					+	+	1		1	1					1	1	1	1			+		1			1		1		+	+												II		
<i>Asplenium onopteris</i>									+	+	+			+	1	+	1	1										+	+	+					+	+							II		
<i>Rubia peregrina</i>			1	1					1		+	1				1	+			1	+															+		+				II			
<i>Phlomis bovei</i>									1				1				+					+	1			1	+														+		I		
<i>Lonicera etrusca</i>														+			+		1		1												+		+	1		+				I			
<i>Carex hallerana</i>		+											1						+	1	1							+														I			
<i>Smilax aspera</i> var. <i>mauritanica</i>					+	+												+						+											+	+							I		
<i>Arisarum vulgare</i>									+	+			1	1	+																												I		
<i>Conopodium glaberrimum</i>																		1	+			1			+			1	+														I		
<i>Pteridium aquilinum</i>															1	+		1	+																								I		
<i>Aristolochia fontanesii</i>												+									+			+																			I		
<i>Asparagus acutifolius</i>	+																																										+		
<i>Festuca caerulea</i>																																											+		
<i>Centaurea africana</i> var. <i>tagana</i>	+																																										+		
<i>Arabis pubescens</i>																							+																				+		
Transgressives du <i>Genisto-tricuspidatae-Calicotomion spinosae</i> et des <i>Cisto-Lavanduletea stoechadis</i>																																													
<i>Calicotome spinosa</i>							1			+		+							1	+	+	1	+	+	+	1	2	3	1		2	+	1	1	+	1		2	+				III		
<i>Ampelodesmos mauritanica</i>		+			+	+	+	+		+	+	+		1				1			1	+	1		+	+	3	2	2					1	1	2							III		
<i>Genista tricuspidata</i>		+		+	1	1	+		+	+	+	+					1	1		1	1	+	1	+	+		1		+		+	3	2	1	1			+	+			IV			
<i>Thymus numidicus</i>																																	+		1	+	1						I		
<i>Hypericum australe</i>																					+	+								+					1	+	1						I	1	
<i>Origanum vulgare</i> subsp. <i>glandulosum</i>																						+		+																		+			
<i>Iris juncea</i>																														+					+	+							I		
<i>Cistus salvifolius</i>																																				+	+						+		
Transgressives des <i>Quercetea pubescentis</i>																																													
<i>Galium tunetanum</i>		1	1	1	1	1	1	+	1	1	1	1			1	+		1	1	+	+	+	+	1	1	+	+			1	+	+	+		+	+	+	+	+				IV	+	
<i>Clinopodium arundanum</i>	+	1	+	1	1	+	1	1	1	1	1	1			+	1		1	1	+	1	1	+		+								+		+	1		+	+				IV		
<i>Geranium atlanticum</i>			+							1	+	+		1		+					1	1	1	1	+		+	1	+	1		+				+	+	+					III		
<i>Rubus incanescens</i> (& <i>R. ulmifolius</i>)							+	1		1	1	2	1	2	2	2	+	2			+						+	1													+	+		III	
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	+	+		1			1	1	1					1	1	1	1	1	1	+								+	1	1					+					+				III	
<i>Vicia ochroleuca</i> subsp. <i>atlantica</i>				+		+			+		1	1		+					+		1	+		+	+	1	+	+		1		+		+									III	+	
<i>Lamium flexuosum</i>		+	1		1	1	1	1	1	1							+	1		+		1						+	+														II		
<i>Ranunculus ficaria</i>			+						1						1	+	+					1											1			1							II		
<i>Potentilla micrantha</i>				+	1	1					+	+			1	+									1	+														+				II	
<i>Prunella vulgaris</i>																		1		1			1	1												+		+				I			

[illegible]

Tableau 82. *Festuco triflorae-Quercetum suberis* ass. nova

N° des relevés	d2	d1	d3	d4	d7	d5	d6	Pr
Altitude (x 10 m)	99	105	100	95	106	108	108	
Exposition	N	N	N	N	SW	SW	SW	
Pente (%)	50	30	50	60	30	40	40	
Recouvrement (%)	60	60	70	70	70	60	70	
Surface du relevé (m²)	250	250	250	250	250	250	250	
Nombre de taxons	52	45	49	37	28	33	25	
Caractéristiques et différentielles de l'association								
<i>Quercus suber</i>	4	4	4	4	4	4	4	V
<i>Quercus rotundifolia</i>	+		+	+		+	+	IV
<i>Festuca triflora</i>	2	+	+	1	+	+	+	V
<i>Cephalaria mauritanica</i>		+	1	+	1	2	2	V
<i>Silene imbricata</i>	+		+	+	+	+	+	V
<i>Euphorbia cuneifolia</i>	+			+	1		1	III
<i>Andryala laxiflora</i>			+	+		+		III
Différentielles des variantes								
<i>Conopodium glaberrimum</i>	+	+	2					III
<i>Moehringia pentandra</i>	+	1	+					III
<i>Lamium flexuosum</i>	+	+	+					III
<i>Geranium purpureum</i>	1	+	+					III
<i>Asplenium onopteris</i>	+		+					II
<i>Cyclamen africanum</i>	1		+					II
<i>Rubus ulmifolius</i>	2	2						II
<i>Prunella vulgaris</i>	+		+					II
<i>Alliaria petiolata</i>		+	+					II
<i>Rosa canina</i>	+		1					II
<i>Plagius maghrebinus</i>	+	+						II
<i>Viola odorata</i>	+							I
<i>Epipactis tremolsii</i>		+						I
<i>Ranunculus spicatus</i>	+							I
<i>Juniperus oxycedrus</i>				1	1	2	1	III
<i>Cistus salvifolius</i>				+	+	+	+	III
<i>Lavandula stoechas</i>				+	+	+		III
<i>Aira caryophyllea</i>					+	1	+	III
<i>Daphne gnidium</i>				+		+		II
<i>Erica arborea</i>					+			I
<i>Osyris alba</i>				+				I
Caractéristiques des Quercetea et Quercetalia ilicis								
<i>Cytisus villosus</i>	4	4	4	4		4	1	V
<i>Galium tunetanum</i>	+	+	+	+	1	+	+	V
<i>Calicotome spinosa</i>	+	1	+	3	3	2	3	V
<i>Pulicaria odora</i>		+	+	+	+		+	IV
<i>Crataegus monogyna</i>	+	+	+	+			+	IV
<i>Galium scabrum</i>	+	+	1		+		+	IV
<i>Arabis pubescens</i>		+	+		+	+	+	IV
<i>Eryngium tricuspidatum subsp. bovei</i>	+	+	+			+		III
<i>Silene mellifera</i>				+		+		II
<i>Ampelodesmos mauritanica</i>	+							I
<i>Piptatherum miliaceum</i>		+						I
<i>Carex hallerana</i>					+			I
<i>Pteridium aquilinum</i>							+	I
Compagnes								
<i>Dactylis glomerata</i>	1	1	1	1	1	1	1	V
<i>Biscutella didyma</i>	+	+	+	+	+	+	+	V
<i>Cynosurus elegans</i>	+	+	+	+	2		1	V

<i>Myosotis ramosissima</i>	+	1	+		+	+	+	V
<i>Hypochoeris laevigata</i>	+	+		+	+	+	+	V
<i>Briza maxima</i>			+	1	1	+	1	IV
<i>Andryala integrifolia</i>	1	1	1	1	1			IV
<i>Hyoseris radiata</i>	+	1	+		+	+		IV
<i>Legousia falcata</i>	+	2	1		+			III
<i>Sinapis pubescens</i>		1			+	+	+	III
<i>Daucus carota</i>	+	+	+			+		III
<i>Sedum pubescens</i>	+	+	+			+		III
<i>Filago spathulata</i>	+	+		+		+		III
<i>Avena sterilis</i>	1	1	1					III
<i>Thymus numidicus</i>	+		+	1				III
<i>Galactites elegans</i>		+	+	+				III
<i>Umbilicus rupestris</i>		+	+	+				III
<i>Silene coelirosa</i>	+		+		+			III
<i>Lolium rigidum</i>	1	1	1					III
<i>Bellis sylvestris</i>		+	+			+		III
<i>Veronica arvensis</i>			+		+			II
<i>Sisylx atropurpurea subsp. maritima</i>			+	+				II
<i>Fumaria capreolata</i>			+	+				II
<i>Torilis arvensis</i>		+	+					II
<i>Bromus rubens</i>		1		+				II
<i>Evax argentea</i>	+			+				II
<i>Gastidium ventricosum</i>	+					+		II
<i>Scleropoa rigida</i>		+	+					II
<i>Scolymus hispanicus</i>			+			+		II
<i>Sedum acre</i>				+			+	II
<i>Sherardia arvensis</i>	+	+						II
<i>Genista tricuspidata</i>	+							I
<i>Galium aparine</i>				+				I
<i>Avena barbata</i>	+							I
<i>Sonchus oleraceus</i>			+					I
<i>Stellaria pallida</i>	+							I
<i>Campanula rapunculus</i>			+					I
<i>Leontodon tuberosus</i>		+						I
<i>Anthemis pedunculata</i>		+						I
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	+							I
<i>Crucianella angustifolia</i>				+				I
<i>Eryngium dichotomum</i>		+						I
<i>Ferula communis</i>	+							I
<i>Helichrysum stoechas</i>			+					I
<i>Herniaria glabra</i>	+							I
<i>Knautia mauritanica</i>	+							I
<i>Linaria heterophylla</i>				+				I
<i>Medicago hispida</i>	+							I
<i>Ornithogallum orthophyllum</i>	+							I
<i>Plantago coronopus</i>						+		I
<i>Poa bulbosa</i>						1		I
<i>Silene inflata</i>				+				I
<i>Trifolium pratense</i>	+							I
<i>Veronica agrestis</i>		+						I
<i>Ammoides atlantica</i>						+		I

Tableau 83. *Cytiso villosi-Quercetum suberis* Br.-Bl. 1953 corr. Serra & al. 2002 *quercetosum canariensis* El Afsa 1978

Numéros des relevés	b7	c2	b21	c3	b8	b9	c1	c12	c6	c4	c5	c10	c8	b18	b23	b22	c11	b17	c7	b2	b5	c13	b20	c19	c27	Pr		
Altitude (x 10 m)	90	87	72	71	76	73	76	66	67	72	75	65	84	78	73	73	69	76	83	73	77	88	76	71	53	V		
Pente (%)	25	25	15	5	25	30	25	10	10	10	5	5	35	20	15	15	10	10	40	10	20	30	20	15	10	V		
Exposition	NW	NW	NW	NE	N	NE	N	SE	NE	NE	NE	NE	NE	N	NW	NW	NE	NW	NW	N	SE	W	NW	N	SW	III		
Recouvrement (%)	80	80	80	70	70	40	75	80	60	80	80	90	70	60	75	70	80	50	60	75	70	50	70	80	50	III		
Surface du relevé (m²)	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	III		
Nombre de taxons	13	23	30	14	20	21	38	29	20	24	27	23	27	14	28	23	29	28	17	37	28	32	25	26	28	Pr		
Caractéristiques et différentielles de l'association et du <i>Quercion subseris</i>																												
<i>Quercus suber</i>	3	4	4	5	3	3	3	4	4	5	5	5	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	V		
<i>Cytisus villosus</i>	2	4	4	2	2	3	3	4	2	2	2	2	3	3	3	1	1	2	1	4	3	1	3	4	2	V		
<i>Pulicaria odora</i>			+			+	+	1	+			+				1	1	1		1	+	+	1		+	III		
<i>Plagius maghrebinus</i>	+		+			+	+				1		+				+		1	1		+	+			III		
<i>Teucrium kabylicum</i>								+												1	+							
<i>Melica minuta subsp. major</i>	+	1																1				+						
Caractéristiques des <i>Quercetea</i> et <i>Quercetalia ilicis</i>																												
<i>Erica arborea</i>	1	2	1	1	1	2	1	3	+	1				1	2	3	2	+	3	1	2	4	2	3	2	2	V	
<i>Crataegus monogyna</i>		+	+	+	+	+	1	+	+	2	1	1	+		+	+	+	+	+	+	2	1	1	2	+	V		
<i>Galium scabrum</i>	+		2		+	+	+	+	+	1	1	1	+	+	+			+	1	1	1				+	IV		
<i>Asparagus acutifolius</i>		1	+	+			+	+		1	+		+		+	+		+	+	1			1	2	+	IV		
<i>Rubia peregrina</i>		1		1	+	+	+	+	1	1	1		+		+			1			1				+	III		
<i>Asplenium onopteris</i>	+	1			+		+			+	1		+		+	+		+	+		+		+			III		
<i>Rosa sempervirens</i>			+			+	+	1			+	1					+	+		2			+	+		III		
<i>Eryngium tricuspidatum subsp. bovei</i>		+				+		+								+					1	+	+	+	+	II		
<i>Geranium purpureum</i>		+	1				1	+		+					+		+			1				+	+	II		
<i>Arisarum vulgare</i>			+	1			+	+			1	1				+						+		+	+	II		
<i>Daphne gnidium</i>		+										1	+	+			+	+			+	+	+			II		
<i>Carex hallerana</i>			2												2	2	1	2			1	2	+			II		
<i>Carex distachya</i>			+				+	1	1					+						1				1	1	II		
<i>Arbutus unedo</i>		+			+					1					+			+				+			1	II		
<i>Pteridium aquilinum</i>					+		+	2	+		1	1														II		
<i>Ruscus hypophyllum</i>						+				1	1						+								+	II		
<i>Aristolochia fontanesii</i>					+	+	+	+														+				I		
<i>Clematis flammula</i>		+									1	1							1							I		
<i>Piptatherum miliaceum</i>		+									2		1						2							I		
<i>Smilax aspera</i>					+			1							+											I		
<i>Cyclamen africanum</i>		+				+			1																	I		
<i>Lonicera etrusca</i>										1							+									+		
<i>Phillyrea media</i>																									1	+		
<i>Myrtus communis</i>																									2	+		
<i>Olea europaea subsp. sylvestris</i>																						1				+		
<i>Teucrium pseudoscorodonia</i>																		+								+		
<i>Centaurea africana var. tagana</i>																						1				+		
<i>Moehringia pentandra</i>							+																			+		
<i>Phillyrea latifolia</i>											+															+		
<i>Phlomis bovei</i>		+																								+		
<i>Viola dehnhardtii</i>		+																								+		
Transgressives du <i>Genisto-tricuspidatae-Calicotomion spinosae</i> et des <i>Cisto-Lavanduletea stoechadis</i>																												
<i>Calicotome spinosa</i>			+			+							+	+	+	1		+				1	2	1	2	2	III	
<i>Genista tricuspidata</i>													+								1	1	2	1		+	II	
<i>Cistus salviifolius</i>						+										+					1	2	1	2	+	+	1	II
<i>Hypericum australe</i>							+	+						+			+	+					+	+	+	+	II	
<i>Lavandula stoechas</i>						+																	+				I	
<i>Cistus monspeliensis</i>																										+	I	
<i>Ampelodesmos mauritanica</i>		+																							1	1	I	
Transgressives des <i>Quercetea pubescentis</i> et différentielles de la sous-association																												
<i>Rubus ulmifolius</i>		3	3	2	+	+	2	+	2	3	1	1	2	+	1	1	1	+		3	2	1	1	1	+	V		
<i>Quercus canariensis</i>		3	3	+	2	2	+	+	2	+	+	1	+	+	1	1	1	+		1				+		IV		
<i>Clinopodium arundanum</i>		+		+		+	+				1	1	1		+		+	+	+	1	1	1				III		
<i>Brachypodium pylvaticum</i>					1	+	+		1	2	+	1	+				1			1	2					III		
<i>Dioscorea communis</i>			+		1		+	+	1	1	1		1									1	+		+	III		
<i>Prunella vulgaris</i>					+		+		1	1	1		1	+			+	+			1	+				III		
<i>Prunus avium</i>		2		1	+		+			1			1		+		+	+	+							II		
<i>Viola reichenbachiana</i>							1	1			+	+	+					+	+		+					II		
<i>Ranunculus ficaria</i>			+				+	+						+	+		+									II		
<i>Vicia ochroleuca subsp. atlantica</i>			+						+	1					2	+							+			II		
<i>Geum urbanum var. mauritanicum</i>							+				1	1						1								I		
<i>Lamium flexuosum</i>			+			+							1	1						1						I		
<i>Galium tunetanum</i>						+		+							+		+									I		
<i>Luzula forsteri</i>				+						+						+		+								I		
<i>Potentilla micrantha</i>							+				+								+				+			I		
<i>Scutellaria columnae</i>					1	+				+									+							I		
<i>Prunus domestica subsp. insititia</i>									2	1		+														I		
<i>Polystichum aculeatum</i>					+		+					1														I		
<i>Asperula laevigata</i>														+				+								I		
<i>Epipactis tremolsii</i>											+	+														I		
<i>Arum italicum</i>		+				+																				I		
<i>Agrimonia eupatoria</i>											1															I		

[illegible]

Tableau 84. *Cytiso villosi-Quercetum suberis* Br.-Bl. 1953 corr. Serra & al. 2002 *arbutetosum unedonis* subass. nova

Numéros des relevés	a7	b19	c25	c21	c22	c23	b6	c24	c16	a6	b3	c26	a4	b4	a5	a3	c9	b11	b13	b14	b10	b15	Pr
Altitude (x 10 m)	40	80	54	58	55	54	58	60	82	88	59	55	85	60	75	85	71	87	27	33	95	90	
Exposition	N	NW	SW	NW	NW	NW	SW	SE	SW	NW	W	SW	SE	SE	SE	NW	NE	W	NE	E	NE	NE	
Pente (%)	25	10	5	10	20	30	30	20	15	30	10	20	10	25	10	30	5	35	40	30	15	25	
Recouvrement (%)	60	70	70	60	60	60	80	80	80	90	80	60	70	70	90	90	60	90	70	90	70	90	
Surface du relevé (m²)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	
Nombre de taxons	33	46	20	27	34	34	34	30	17	21	20	20	27	18	26	24	24	10	12	10	11	8	
Caractéristiques et différentielles de l'association et du <i>Quercion suberis</i>																							
<i>Quercus suber</i>	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	4	3	2	4	4	3	2	2	4	2	V
<i>Cytisus villosus</i>	3	1	3	1	2	2	3	+	3	2		1	3	3	2	4	3	+			2	1	V
<i>Plagius maghrebinus</i>		+		+	+	+	1				1		1		1	2	1	+	1		+		III
<i>Pulicaria odora</i>		1	1	+	+							+	1		1		+						II
<i>Teucrium kabylicum</i>							+	+									+						I
Différentielles de la sous-association																							
<i>Arbutus unedo</i>	4	2		1	+	+	2	+	1	1	2	2	3	2	2	3	1		1	+	2	2	V
<i>Erica arborea</i>	4	1		3	3	3	3	3	4	2	3	2	3	1	3	2	1	4	2	4	+	2	V
<i>Piptatherum miliaceum</i>	+			1		+						1	+		+								II
Caractéristiques des <i>Quercetea</i> et <i>Quercetalia ilicis</i>																							
<i>Asparagus acutifolius</i>		+	+	+	+	+	1	+	2			1	2	1	+	1	1						IV
<i>Calicotome spinosa</i>		+			+	1	2	2		2		1	2	3		2		+	+	+			III
<i>Phillyrea media</i>	2	2	2	2	1	1	2	3			1	2	2		1				+				III
<i>Rubia peregrina</i>	1	+		+		1	+	1		2			1	2		1	+						III
<i>Lonicera implexa</i>		1	1	+	1	+	+			1	1	+											III
<i>Eryngium tricuspidatum</i> subsp. <i>bovei</i>	1	1				+	1	+				+						+	+				II
<i>Myrtus communis</i>	1	+	3	4	3	2	1	1				1							+	+			III
<i>Galium scabrum</i>	+		+	1	+	1	1	1			1					1					+		III
<i>Smilax aspera</i>	1	+	1	1	1	+	2	2	1														III
<i>Ruscus hypophyllum</i>	+	+		+	+											+							II
<i>Asplenium onopteris</i>	+			1	+	1																	I
<i>Lonicera etrusca</i>	1	+					1						1										I
<i>Carex distachya</i>				1	1				+														I
<i>Viburnum tinus</i>	2	2						+															I
<i>Ampelodesmos mauritanica</i>										2	2		2	1		1		2	+	+	+		III
<i>Daphne gnidium</i>	1						2		+	1	1	+	+	1									II
<i>Carex hallerana</i>	+		+								1			1			1						II
<i>Clematis flammula</i>		+			+			+			+												I
<i>Geranium purpureum</i>	1	1				+									1	+							II
<i>Rosa sempervirens</i>					1		1			2							1						I
<i>Pistacia lentiscus</i>	2																		+	+			I
<i>Cyclamen africanum</i>	1				+											1							I
<i>Pteridium aquilinum</i>							2										1						I
<i>Centaurea africana</i> var. <i>tagana</i>		+											+										I
<i>Arisarum vulgare</i>				+				+															I
<i>Olea europaea</i> subsp. <i>sylvestris</i>							+	+															I
<i>Teucrium pseudoscorodonia</i>													+										+
<i>Clematis cirrhosa</i>							1																+
<i>Rhamnus alaternus</i>																1							+
<i>Osyris alba</i>		+																					+
Transgressives des <i>Quercetea pubescentis</i>																							
<i>Crataegus monogyna</i>	1	+		+	2	+	1		+		1		2	1	2	2	1				+		IV
<i>Rubus ulmifolius</i>			1	1	+		2		+		1	1	2	1		2	1						III
<i>Clinopodium arundanum</i>	+			1		1	1		+		+		+	1	+	+							III
<i>Dioscorea communis</i>	1		1	+	+	+		+	+			+				1	1						III
<i>Quercus canariensis</i>		1								1			1	1		1	1						II
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	+				+	+	1	+							1								II
<i>Prunella vulgaris</i>				1	1	1		+															I
<i>Prunus avium</i>							1		+														I
<i>Agrimonia eupatoria</i>	+						1																I
<i>Galium tunetanum</i>		+			+																		I
<i>Polystichum aculeatum</i>										1						+							I
<i>Lamium flexuosum</i>	+																						+
<i>Viola odorata</i>													+										+
<i>Prunus domestica</i> subsp. <i>insititia</i>		+																					+
<i>Alliaria petiolata</i>																+							+
<i>Ranunculus spicatus</i>	+																						+
<i>Calystegia sepium</i>																+							+
<i>Rubus numidicus</i>										1													+
<i>Ranunculus ficaria</i>						+																	+
<i>Asperula laevigata</i>						+																	+
<i>Polypodium cambricum</i>						+																	+
<i>Luzula forsteri</i>																		+					+
<i>Geranium atlanticum</i>																		+					+

[illegible]

Tableau 85. *Erica arborea*-*Myrtetum communis* Quézel & al. 1988

Numéros des relevés	e1	e7	e5	e2	e6	e3	e4	a8	a1	a2	a10	b12	b16	a9	Pr
Altitude (x 10 m)	25	40	6	25	5	6	17	40	35	25	15	21	89	20	
Exposition	S	S	NE	E	N	E	E	S	E	W	N	NE	NE	S	
Pente (%)	20	25	45	45	20	5	50	15	10	15	15	45	25	10	
Recouvrement (%)	100	90	90	80	90	80	100	90	90	80	80	70	100	90	
Surface du relevé (m²)	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	100	200	
Nombre de taxons	14	13	14	14	17	15	13	24	21	25	23	12	8	18	
Caractéristiques et différentielles de l'association et de l'<i>Erica arborea</i>															
<i>Erica arborea</i>	2	2	2	3	2	2	3	4	4	3	2	2	5	3	V
<i>Myrtus communis</i>	2	1	1	2	1	2	2	1			+	+			IV
<i>Arbutus unedo</i>			+	+	1	1	2	3	3	3	+	+			IV
<i>Genista ulicina</i>	+	1	+	+	+	+	+	3		+					IV
Différentielles des variantes															
<i>Olea europaea</i> subsp. <i>sylvestris</i>	3	3		+	+										II
<i>Phillyrea latifolia</i>	+		1		+										II
<i>Ceratonia siliqua</i>			+	+											I
<i>Lonicera etrusca</i>								1	2	1	1			+	II
<i>Viburnum tinus</i>								2	2	2	2				II
<i>Plagius maghrebinus</i>								1	1	1		+			II
<i>Rubia peregrina</i>									1	1	+				II
<i>Cytisus villosus</i>									2	2					I
<i>Rhamnus alaternus</i>										1	3				I
<i>Dioscorea communis</i>								1	1						I
<i>Allium triquetrum</i>									+	+					I
<i>Ruscus hypophyllum</i>											1				I
<i>Pinus halepensis</i>														4	I
<i>Prasium majus</i>														+	I
Caractéristiques des <i>Quercetea ilicis</i> et <i>Pistacio lentisci</i>-<i>Rhamnetalia alaterni</i>															
<i>Pistacia lentiscus</i>	4	3	3	3	2	1	1	2	3	2	2		+	3	V
<i>Calicotome spinosa</i>	2	1	+		+	+	+	1	2	1	+	+	1	1	V
<i>Ampelodesmos mauritanica</i>	+	1	2	2	2	2	1	2	4	3	1	+			V
<i>Phillyrea media</i>	3	3		3	2	3	2	2		1	2	+		3	IV
<i>Quercus suber</i>			+	+				2	2	2	2	1	1	2	IV
<i>Eryngium tricuspdatum</i> subsp. <i>bovei</i>	+	+				+		1		+		+	+	+	III
<i>Pulicaria odora</i>	+			+				2	+	1	+			+	III
<i>Smilax aspera</i>					+	+	1		1	1	2			+	III
<i>Asparagus acutifolius</i>					+	+				+	1			+	II
<i>Daphne gnidium</i>				+	+				2	1					II
<i>Arisarum vulgare</i>							+				+				I
<i>Lonicera implexa</i>			+								2				I
<i>Piptatherum miliaceum</i>											+				I
<i>Rosa sempervirens</i>					+										I
<i>Carex hallerana</i>								1							I
<i>Clematis cirrhosa</i>											+				I
<i>Clematis flammula</i>											+				I
<i>Crataegus monogyna</i>														1	I
Transgressives des <i>Cisto-Lavanduletea stoechadis</i>															
<i>Cistus monspeliensis</i>	3	2	3	2	2	3	3	2		1		1	2	+	V
<i>Lavandula stoechas</i>	1	1	1	1	+	2		2	1	1			+		IV
<i>Cistus salviifolius</i>		+				1	2	2	2	2	1	+	+		IV
Compagnes															
<i>Rubus ulmifolius</i>					+	+									I
<i>Daucus carota</i>								1						+	I
<i>Gladiolus communis</i> subsp. <i>byzantinus</i>									+					+	I
<i>Centaurium erythraea</i>								+	+						I
<i>Scilla autumnalis</i>								+						+	I
<i>Asphodelus ramosus</i>	+														I
<i>Genista tricuspidata</i>												+			I
<i>Brachypodium sylvaticum</i>														+	I
<i>Prunus domestica</i> subsp. <i>insititia</i>											+				I
<i>Hypericum australe</i>								+							I
<i>Briza maxima</i>		+													I
<i>Dittrichia viscosa</i>			+												I
<i>Plantago serraria</i>														+	I
<i>Serratula cichoracea</i>											+				I
<i>Elaeoselinum thapsioides</i>											+				I
<i>Serapias lingua</i>									+						I
<i>Ammoides verticillata</i>								1							I

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

N°	Liste des figures	Pages
1	Limites territoriales naturelles de la Kabylie djurdjuréenne	7
2	Limites administratives de la Kabylie djurdjuréenne (MATET, 2008)	7
3	Carte des classes d'altitude de la Kabylie djurdjuréenne (MATET, 2008)	9
4	Carte des classes de pentes de la Kabylie djurdjuréenne (MATET, 2008)	9
5	Carte numérique des pentes du Djurdjura-Akfadou du projet SGIAR (Système de gestion intégrée de l'information agricole et rurale) (représentation en fausses couleurs)	10
6	Carte morphophysique en Modèle Numérique du Terrain montrant le relief de la Kabylie du Djurdjura (MATET, 2008)	11
7	Carte des divers géosystèmes de la Kabylie du Djurdjura	11
8	Aspect général de la chaîne du Djurdjura (d'après Quinif, 1978)	14
9	Carte géologique de la Kabylie du Djurdjura (d'après Flandrin, 1952)	16
10	Carte lithologique de la Kabylie du Djurdjura (MATET, 2008)	16
11	Carte géologique du Djurdjura et de la dépression de Boghni-Ouadhia (d'après Naak, 1988)	17
12	Carte géologique du massif ancien kabyle et de la chaîne des Flissa (massif de Sid Ali Bounab (d'après Hammor & al., 2006).	18
13	Carte de la zonation morphologique-tectonique de la Dorsale kabyle au Djurdjura (d'après Kotanski & al., 2004)	21
14	Carte géologique simplifiée de la chaîne du Djurdjura et du massif de Chellata (d'après Dommergues & al., 2008)	21
15	Carte pédologique de la Kabylie du Djurdjura (d'après Durand, 1954)	24
16	Réseau hydrographique de la Kabylie djurdjuréenne	26
17	Découpage en bassins et sous bassins versant de la Kabylie du Djurdjura	26
18	Carte d'occupation des sols de la Kabylie du Djurdjura (MATET, 2008)	28
19	Carte d'occupation des sols de la wilaya de Tizi Ouzou (CFTO, 2010)	28
20	Superficie des principales forêts domaniales de la Kabylie du Djurdjura (Boudy, 1955)	30
21	Taux de superficie brûlée au total au niveau des principales forêts domaniales (période 1970-87 versus 1986-2005)	34
22	Carte de localisation des stations climatiques de la zone d'étude (d'après Abdesselam, 1995, modifiée)	39
23	Carte de la pluviométrie moyenne annuelle de l'Algérie (ANRH, 1993) (réalisée sous l'autorité scientifique du Pr. Laborde, périodes 1922-60/1969-89)	44
24	Carte pluviométrique moyenne annuelle de la Kabylie djurdjuréenne (extraite de Chaumont & Paquin, 1971 ; période 1913-63)	47
25	Comparaison du volume des précipitations annuelles de quelques stations situées à altitudes égales en fonction de l'exposition des versants	49
26	Vue satellitaire du bassin versant Soummam-Hodna/ligne Chott el Hodna, Hammam el Biban et vallée de l'oued Sahel	51
27	Evolution de la pluviométrie moyenne mensuelle (période 1973/2000)	53
28	Régimes pluviométriques saisonniers (de type HPAE en haut et HAPÉ en bas)	56

29	Classement des stations pluviométriques de la région d'étude dans le système des domaines climatiques de Michalet	62
30	Plan factoriel principal $F_1 \times F_2$ de l'ACP des stations pluviométriques étudiées	65
31	Plan factoriel principal $F_1 \times F_2$ de l'ACP des variables pluviométriques étudiées (cercle de corrélation)	66
32	Comparaison des diverses valeurs obtenues pour la continentalité thermique (K' , A et A_{max}) des stations d'étude	81
33	Plan factoriel principal $F_1 \times F_2$ de l'ACP des stations thermiques étudiées	82
34	Plan factoriel principal $F_1 \times F_2$ de l'ACP des variables thermiques étudiées (cercle de corrélation)	82
35	Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls & Gaussen des stations d'étude	92
36	Projection des stations d'étude sur le climagramme d'Emberger (version Le Houérou)	100
37	Droite de régression de l'indice de thermicité (I_t/I_{tc}) sur l'altitude	109
38	Droite de régression des températures positives (T_p) sur l'altitude	109
39	Equivalence et limites altitudinales des étages de végétation en région tempérée et en région méditerranéenne (Ozenda, 1975)	110
40	Plan factoriel principal $F_1 \times F_2$ de l'ACP des variables ombrothermiques étudiées (cercle de corrélation)	113
41	Plan factoriel principal $F_1 \times F_2$ de l'ACP des stations étudiées	114
42	Carte des zones bioclimatiquement homogènes	114
43	Subdivisions phytogéographiques de l'Afrique méditerranéenne et du Sahara (Quézel, 1978)	119
44	Carte des sous-secteurs phytogéographiques de l'Algérie du Nord (Quézel & Santa, 1962)	121
45	Carte de la pluviométrie moyenne annuelle de l'Algérie du Nord (Chaumont & Paquin, 1971)	123
46	Carte bioclimatique de l'Algérie selon le système d'Emberger (ANAT, 2004 in Nedjraoui & Bedrani, 2008)	124
47	Carte du couvert végétal de l'Algérie du Nord (Benslimane & <i>al.</i> , 2008)	125
48	Carte du taux de boisement actuel de l'Algérie du Nord (Meddour-Sahar, 2008)	126
49	Carte de répartition du Chêne liège en Algérie (DGF, 2003 in Meddour-Sahar, 2008)	126
50	Importance des divers chorotypes de la flore du sous-domaine oro-algérien	142
51	Esquisse cartographique des districts phytochorologiques de l'Algérie du Nord	145
52	Répartition du nombre d'endémiques sensu lato au niveau des 15 districts phytogéographiques de l'Algérie du Nord	147
53	Carte de localisation géographique des 11 points chauds du bassin méditerranéen (d'après Médail & Quézel, 1997, modifiée Vêla & Benhouhou, 2007)	148
54	Projection des points-districts et des points-espèces sur le plan factoriel F_1 et F_2 de l'AFC (39 % d'inertie)	149
55	Dendrogramme de la CAH des unités phytochorologiques de l'Algérie du Nord	150
56	Carte des formations végétales du massif de Beni Ghobri et de l'Akfadou (D'après Messaoudène, 1989)	153
57	Ordinogramme de la démarche systémique de la phytosociologie sigmatiste	160

	(d'après De Foucault, 1985).	
58	Ordinogramme hiérarchique de la classe des <i>Quercetea ilicis</i> Br.-Bl. ex A. Bolos & O. Bolos 1950	191
59	Ordinogramme hiérarchique de la classe des <i>Quercetea pubescentis</i> Doing ex Scamoni & Passarge 1959	212
60	Localisation des alliances des <i>Quercu-Cedretalia atlanticae</i> sur les orosystèmes du Maghreb (Quézel, 1981, complété)	213
61	Ordinogramme hiérarchique de la classe des <i>Quercu roboris-Fagetea sylvaticae</i> Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937	219
62	Synsystème des forêts ripicoles planitiaires et montagnardes	265
63	Synsystème des forêts feuillues sempervirentes et caducifoliées mésoméditerranéennes	269
64	Synsystème des forêts résineuses et feuillues caducifoliées supra- et oroméditerranéennes	273
65	Analyse factorielle des correspondances de la matrice des données des cédraies du Djurdjura. Analyse globale (86 relevés x 163 espèces). Plan factoriel des axes F1 et F2 des points-relevés	283
66	Dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique de la matrice des données des cédraies du Djurdjura (86 relevés x 163 espèces)	284
67	Analyse factorielle des correspondances de la matrice des données des cédraies du Djurdjura. Analyse partielle 1 (72 relevés x 155 espèces). Plan factoriel des axes F1 et F2.	285
68	Analyse factorielle des correspondances de la matrice des données des cédraies du Djurdjura. Analyse partielle 1 (72 relevés x 155 espèces). Plan factoriel des axes F1 et F3.	286
69	Analyse factorielle des correspondances de la matrice des données des cédraies du Djurdjura. Analyse partielle 2 (48 relevés x 130 espèces). Plan factoriel des axes F1 et F2.	287
70	Analyse factorielle des correspondances de la matrice des données des cédraies du Djurdjura. Analyse partielle 2 (48 relevés x 130 espèces). Plan factoriel des axes F1 et F3.	287
71	Analyse factorielle des correspondances de la matrice des données des chênaies vertes du Djurdjura. Analyse globale (82 relevés x 221 espèces). Plan factoriel des axes F1 et F2 des points-relevés	315
72	Analyse factorielle des correspondances de la matrice des données des chênaies vertes du Djurdjura. Analyse globale (82 relevés x 221 espèces). Plan factoriel des axes F1 et F3 des points-relevés	316
73	Dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique de la matrice des données floristiques des chênaies vertes du Djurdjura (82 relevés x 221 espèces)	317
74	Analyse factorielle des correspondances de la matrice des données des chênaies vertes du Djurdjura. Analyse partielle (38 relevés x 150 espèces). Plan factoriel des axes F1 et F2 des points-relevés	318
75	Dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique de la matrice des données floristiques des chênaies vertes du Djurdjura (38 relevés x 150 espèces)	318
76	AFC de la matrice des données des chênaies caducifoliées du massif de Beni Ghobri-Akfadou. Analyse globale (62 relevés x 118 espèces). Plan factoriel des axes F1 et F3 des points-relevés	333
77	Dendrogramme de la CAH de la 334matrice des données floristiques des chênaies caducifoliées de Beni Ghobri-Akfadou (62 relevés x 118 espèces)	333

78	AFC de la matrice des données des chênaies caducifoliées du massif de Beni Ghobri-Akfadou. Analyse partielle (41 relevés x 87 espèces). Plan factoriel des axes F ₁ et F ₂ des points-relevés	342
79	Analyse factorielle des correspondances de la matrice des données des subéraies. Analyse globale (84 relevés x 129 espèces). Plan factoriel des axes F ₁ et F ₂ des points-relevés	343
80	Analyse factorielle des correspondances de la matrice des données des subéraies. Analyse partielle (77 relevés x 98 espèces). Plan factoriel F ₁ et F ₂ des points-relevés	343
81	Analyse factorielle des correspondances de la matrice des données des subéraies. Analyse partielle (77 relevés x 98 espèces). Plan factoriel F ₁ et F ₃ des points-relevés	345
82	Analyse factorielle des correspondances de la matrice des données des subéraies. Analyse partielle (63 relevés x 91 espèces). Plan factoriel F ₁ et F ₂ des points-relevés	346
83	Dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique de la matrice des données floristiques des subéraies (84 relevés x 129 espèces)	346
84	Dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique de la matrice des données floristiques des subéraies (63 relevés x 91 espèces)	346

N°	Liste des tableaux	Pages
1	Situation administrative de la Kabylie du Djurdjura (MATET, 2008)	6
2	Répartition générale des classes d'altitude à travers le territoire étudié	8
3	Répartition générale des différentes classes de pente (MATET, 2008)	8
4	Répartition générale des terres	27
5	Les principales forêts domaniales de la Kabylie du Djurdjura, leur surface et leur composition dendrologique (Boudy, 1955)	29
6	Importance des différents types d'occupation et d'utilisation du sol (Dagorne & al., 1984)	32
7	Situation des incendies de forêts dans la wilaya de Tizi Ouzou (période 1998-2007)	33
8	Importance surfacique des incendies dans les principales forêts domaniales de la wilaya de Tizi Ouzou (Meddour-Sahar, 2008)	34
9	Les stations climatiques de référence, coordonnées géographiques, périodes et sources des données	38
10	Données pluviométriques moyennes annuelles et mensuelles des stations climatiques de la zone d'étude	40
11	Données relatives aux températures mensuelles et annuelles, moyennes, maximales et minimales (°C) des stations climatiques de la zone d'étude	41
12	Les paramètres climatiques et bioclimatiques à analyser pour chaque station	43
13	Données réduites relatives aux moyennes mensuelles (mois secs et mois humides), aux pluviométries annuelles et extrêmes et au nombre annuel moyen de jours de pluies (NJP)	45
14	Valeurs comparatives des précipitations annuelles en fonction des topoclimats	49
15	Régime pluviométrique saisonnier des stations de la région d'étude	54
16	Données nivopluiométriques annuelles pour les stations d'altitude du Djurdjura	59
17	Valeurs de l'indice de Gams et continentalité pluviale au Maroc et sur les Alpes (France)	60
18	Valeurs de l'indice de Gams modifié Michalet 1991 et domaines climatiques des stations d'étude	60
19	Matrice de corrélation des variables pluviométriques et géographiques	64
20	Tableau réduit des données thermiques moyennes des stations étudiées	67
21	Classement et types thermiques des stations d'étude en fonction des valeurs de la température moyenne annuelle (T°C)	68
22	Classement des stations étudiées en fonction des valeurs de M'	72
23	Nombre moyen annuel de jours de gelées blanches dans quelques stations de la Kabylie djurdjuréenne (d'après Seltzer, 1946)	73
24	Valeurs mensuelles de m et celles des nombres de jours de gel (NJG) correspondants de la station de Mchedallah (d'après Fourey & Seltzer in Seltzer, 1946)	73
25	Gradients thermiques et corrélations entre l'altitude et les divers paramètres thermiques pour les stations de la zone d'étude	74
26	Températures réduites à l'altitude 0 m des stations thermométriques d'étude	76
27	Amplitudes thermiques annuelles moyenne (A) et extrême (A max) des stations d'étude	77
28	Valeurs de l'indice de Gorczynski des stations d'étude	80

29	Matrice de corrélation des variables thermométriques et géographiques	81
30	Valeurs de l'indice de sécheresse estivale d'Emberger-Giacobbe pour les stations pluviométriques de la région d'étude	85
31	Valeurs de l'indice d'aridité de De Martonne et bioclimats correspondants	86
32	Indices mensuels d'aridité de De Martonne des stations d'étude	87
33	Valeurs du rapport P/T et typologie ombrothermique de Rivas-Martinez (1987)	88
34	Valeurs du rapport ombrothermique P/T pour les stations d'étude et typologie de l'arido-humidité mensuelle selon Rivas-Martinez (1987)	88
35	Intensité de la sécheresse et nombre de mois secs des stations étudiées	90
36	Valeurs de l'indice xérothermique et bioclimats de quelques stations d'étude	91
37	Valeurs de l'indice d'aridité annuel de De Martonne pour les stations pluviométriques et pluviométriques de la zone d'étude	94
38	Valeurs du quotient pluviométrique d'Emberger, bioclimats et variantes thermiques d'hiver pour les stations étudiées	97
39	Les ombrotypes selon les valeurs de l'indice ombrothermique (Rivas-Martinez, 1996, 2005)	102
40	Valeurs de l'indice ombrothermique annuel et ombrotypes des stations d'étude	103
41	Les thermotypes selon les valeurs de l'indice de thermicité (It), de l'indice de thermicité compensé (Itc) et des températures positives (IoTp) (Rivas-Martinez, 2005)	106
42	Détermination de l'indice de thermicité (It), de l'indice de thermicité compensé (Itc) et des thermotypes des stations de la zone d'étude	106
43	Matrice de corrélation des variables bioclimatiques et géographiques	112
44	Système phytogéographique proposé par Braun-Blanquet	117
45	Divisions et nomenclature des unités phytochorologiques de l'Algérie du Nord	120
46	Répartition du nombre d'endémiques sensu lato au niveau des 15 districts phytogéographiques de l'Algérie du Nord (Véla & Benhouhou, 2007)	147
47	Variations internes de l'association végétale territoriale, syntaxonomie et synnomenclature (d'après Géhu, 1998, 2000)	164
48	Comparaison et correspondances entre les coefficients d'abondance-dominance (AD) et les valeurs de recouvrements moyens (R%) selon divers auteurs	173
49	Transformation des notes d'abondance-dominance (AD) en valeurs ordinales	182
50	Répartition des syntaxons dans les divers territoires phytochoriques d'Algérie	235
51	Association à <i>Limonium gougetianum</i> et <i>L. psilocladon</i> Pons & Quézel 1955	241
52	Association à <i>Isoetes velata</i> et <i>Myosotis sicula</i> (relevés 1 à 4) & association à <i>Isoetes hystris</i> et <i>Radiola linoides</i> (relevés 5 et 6) [Chevassut & Quézel 1956]	243
53	Pelouse à <i>Trifolium</i> sp. pl. (Chevassut & Quézel, 1956)	245
54	<i>Biscutello didymae</i> - <i>Lonetum annuae</i> Guinochet 1977	245
55	<i>Campanulo jurjurenensis</i> - <i>Galiatum perralderii</i> Quézel 1957	247
56	<i>Poo alpinae</i> - <i>Saxifragetum numidicae</i> Romo 2008	248
57	Association à <i>Alopecurus gerardi</i> et <i>Romulea battandieri</i> Quézel 1957	250
58	Mégaphorbiaie à <i>Campanula trichocalycina</i> (Quézel 1957)	251
59	<i>Ranunculo millefoliati</i> - <i>Ptilotrichetum</i> (<i>Alysetum</i>) <i>spinosi</i> Quézel 1957	252
60	<i>Anthyllido montanae</i> - <i>Helianthemetum cani</i> Quézel 1957	254
61	<i>Pimpinello djurdjurae</i> - <i>Senecietum gallerandiani</i> Quézel 1957	255

62	<i>Bupleuro spinosi-Astragaletum numidici</i> Quézel 1957	257
63	Groupement à <i>Artemisia absinthium</i> (Wojterska in Wojterski, 1988)	259
64	Végétation des agoulmines de l'Akfadou (Gauthier-Lièvre, 1931)	260
65	Groupement à <i>Polygonum lapathifolium</i> subp. <i>verum</i> Wojterska in Wojterski 1988	262
66	Liste des plantes les plus fréquentes dans les cédraies du Djurdjura	281
67	<i>Sileno atlanticae-Cedretum atlanticae</i> ass. nova	Annexe
68	<i>Physospermo verticillati-Cedretum atlanticae</i> ass. nova	Annexe
69	<i>Potentillo micranthae-Cedretum atlanticae</i> ass. nova	Annexe
70	<i>Junipero hemisphaericae-Cedretum atlanticae</i> ass. nova	Annexe
71	<i>Cynosuro balansae-Juniperetum hemisphaericae</i> Quézel & Barbero 1989	Annexe
72	Liste des plantes les plus fréquentes dans les chênaies vertes du Djurdjura	314
73	<i>Conopodio glaberrimi-Cedretum atlanticae</i> Barbero, Quézel & Rivas-Martinez 1981 nom. corr.	
74	<i>Cytiso villosi-Quercetum rotundifoliae</i> (Meddour 1994) Dahmani 1997	Annexe
75	<i>Calicotomo spinosae-Quercetum rotundifoliae</i> Dahmani 1997	Annexe
76	<i>Ptilostemone riphaei-Quercetum rotundifoliae</i> ass. nova	Annexe
77	<i>Genisto tricuspidatae-Calicotometum spinosae</i> ass. nova	328
78	Liste des plantes les plus fréquentes dans les chênaies caducifoliées de Beni Ghobri-Akfadou	331
79	<i>Rubo incanescens-Quercetum canariensis</i> Quézel 1956 em. Aimé, Bonin, Chaabane, Loisel & Saoudi 1986 <i>cytisetosum villosi</i> Quézel 1956 em. Aimé & al. 1986	Annexe
80	<i>Plagio maghrebini-Quercetum canariensis</i> Laribi 1999 nom. corr.	Annexe
81	Liste des plantes les plus fréquentes dans les subéraies de la Kabylie djurdjuréenne	341
82	<i>Festuco triflorae-Quercetum suberis</i> ass. nova	Annexe
83	<i>Cytiso villosi-Quercetum suberis</i> Br.-Bl. 1953 corr. Serra, Loddo & Bacchetta 2002 <i>quercetosum canariensis</i> El Afsa 1978	Annexe
84	<i>Cytiso villosi-Quercetum suberis</i> Br.-Bl. 1953 corr. Serra, Loddo & Bacchetta 2002 <i>arbutetosum unedonis</i> subass. nova	Annexe
85	<i>Erico arboreae-Myrtetum communis</i> Quézel, Barbero, Benabid, Loisel & Rivas-Martinez 1988	Annexe
86	<i>Aceri monspessulani-Ulmetum procerae</i> Meddour 1999	358

RESUME

Après un exposé des caractéristiques physiques et biotiques (végétation forestière) de la zone étudiée, le district phytochorologique de la Kabylie djurdjuréenne, et plus spécialement le massif montagneux du Djurdjura, l'auteur aborde la climatologie locale et régionale et la bioclimatologie de cette région (variabilité des conditions climatiques, analyse de la sécheresse sur le plan spatial et temporel, intérêts et pertinence de divers indices bioclimatiques, système d'Emberger, système de Gaussen, gradients altitudinaux, continentalité...). Il met en évidence, d'une part, divers ombrotypes (humide, subhumide, sec et semi-aride) et thermotypes (thermo-, méso- et supraméditerranéen) au sens de Rivas-Martinez, et, d'autre part, une sectorisation en 5 zones bioclimatiquement homogènes, à l'aide des analyses multivariées, permettant de comprendre l'organisation de la végétation forestière.

Par une approche polythétique de la phytogéographie de l'Algérie du Nord, l'auteur aboutit à déterminer, sur la base de critères écologiques, floristiques et phytosociologiques, une nouvelle nomenclature et définition des districts phytochorologiques et, plus spécialement, la position de la Kabylie djurdjuréenne et ses subdivisions, qui sont au nombre de quatre.

Une présentation conceptuelle de la méthode phytosociologique braun-blanketo-tuxenienne et de l'analyse multivariée de la végétation conduit l'auteur à adopter ces méthodologies et à individualiser différentes communautés forestières et préforestières (cédraies, chênaies vertes, subéraies, zénaies, pineraies de pin d'Alep, aulnaies, etc.), du territoire de la Kabylie djurdjuréenne. Auparavant, l'auteur précise le cadre synsystématique dans lequel s'inscrivent les divers groupements forestiers et préforestiers zonaux et azonaux, mis en évidence par les méthodes de classification et d'ordination numériques et appartenant à 3 classes phytosociologiques (*Quercetea ilicis*, *Quercetea pubescentis* et *Querceto-Fagetea sylvaticae*). Il met l'accent sur leur description normalisée (physionomie et structure, synécologie, syntaxonomie et valeur synsystématique, variations et syndynamique naturelle ou induite par l'anthropisation, affinités floristico-écologiques avec d'autres syntaxons).

Un essai de présentation synthétique des groupements forestiers, préforestiers et forestiers présteppiques de l'Algérie du Nord est proposé par l'auteur. Tous les syntaxons connus à ce jour (une centaine) et définis depuis un demi-siècle par la méthode sigmatiste sont ainsi placés dans le synsystème phytosociologique et décrits de façon standardisée (synnomenclature, caractère physionomico-structural, synécologie, synchorologie, espèces caractéristiques et différentielles). De la même manière, une synthèse de tous les groupements végétaux forestiers et non forestiers est entreprise pour faire le point sur l'état actuel de nos connaissances syntaxonomiques sur le territoire de la Kabylie djurdjuréenne et mettre en évidence les lacunes en la matière.

Enfin, l'auteur réalise à partir de nouvelles données phytosociologiques (des centaines de relevés) sur la Kabylie djurdjuréenne, une identification de l'ensemble des groupements forestiers et préforestiers, ayant trait à toutes les formations, à l'exemple des cédraies, chênaies vertes, subéraies, zénaies, pineraies de pin d'Alep, aulnaie et ormaie, identifiés dans la région d'étude, à l'aide de l'analyse numérique des données phytosociologiques. Il aborde la description des groupements forestiers et préforestiers sur la base pour chacun d'eux d'un tableau d'association élaboré, détaillant sa variabilité jusqu'à la sous-association et parfois la variante. Certains des groupements végétaux sont traités plus longuement en raison de leur importance dans le paysage végétal et de leur valeur phytogéographique et patrimoniale.

Mots-clés : Algérie du Nord, Kabylie djurdjuréenne, Djurdjura, Akfadou, climat méditerranéen, indices de sécheresse, bioclimats, thermotypes, ombrotypes, étages de végétation, analyse syntaxonomique, synsystème phytosociologique, phytosociologie braun-blanketo-tuxenienne, phytochorologie, groupements forestiers et préforestiers, ripisylves, endémiques algériennes, endémiques maghrébiennes, chorotypes, phytochores, dynamique de la végétation, anthropisation, thérophytisation.

SUMMARY

After describing the physical and biotic characteristics of the study area, the district of djurdjuran Kabylia, especially the mountain of Djurdjura, the author discusses the local and regional climatology and bioclimatology of this region (variability of climatic conditions, analysis of drought over space and time, interest and relevance of various bioclimatic, altitudinal gradients, continentality ...). It highlights, firstly, various ombrotypes (humid, subhumid, dry and semi-arid) and thermotypes (thermo-, meso- and supramediterranean) according to Rivas-Martinez classification, and, secondly, a sectoring in five homogeneous bioclimatic zones, using multivariate analysis, to understand the organization of forest vegetation.

By polythetic way, the phytogeography of Northern Algeria, the author leads to determine on the basis of ecological, floristic and phytosociological, a new classification and definition of phytochorologic districts and, more specifically, the position of djurdjuran and its subdivisions, which are four in number.

A conceptual presentation of phytosociological method and multivariate analysis of vegetation led the author to adopt these methodologies and to distinguish different forest and preforest communities (cedar forests, green oak forests, cork oak forests, alder forests, etc.), of djurdjuran Kabylia territory. Previously, the author specifies the framework within which synsystematic various groups of forest and preforest, highlighted by the methods of classification and ordination digital and belonging to two phytosociological classes (*Quercetea ilicis* and *Quercetea pubescentis*). It focuses on their standardized description (physiognomy and structure, community ecology, syntaxonomic signification, synsystematic, variations and syndynamic natural or induced by human impact, floristic affinities with other syntaxa).

A trial of synthetic presentation of forest, preforest and presteppic communities of Northern Algeria was realized by the author. All syntaxa known up to date (one hundred) and defined the last half-century by the "sigmatiste" method are well placed in the phytosociological system and described in a standardized way (synnomenclature, physiognomico-structural character, community ecology, synchorology, characteristics and differential species). Similarly, a synthesis of all forest plant communities and non-forest is undertaken to provide an update on the current state of our knowledge syntaxonomic of the territory of Kabylia and highlight the gaps in this area.

Finally, the author realized from new phytosociological data (hundreds of records) on the djurdjuran Kabylia, identification of all forest and preforest communities, relating to all training, like the cedar, green oak, cork oak forests, zéen oak, and elm groves, identified in the study area, using the numerical analysis of phytosociological data. It addresses the description of forest and preforest communities on the base for each of an array of association developed, detailing its variability to the sub-association and sometimes variant. Some plant groups are covered more extensively because of their importance in the landscape and their phytogeographical and patrimonial value.

Keywords: Northern Algeria, Kabylia, Djurdjura, Akfadou, Mediterranean climate, drought indices, bioclimates, thermotypes, ombrotypes, vegetation levels, syntaxonomical analysis, phytosociological synsystem, phytosociology, phytochorology, forest and preforest communities, endemic plants, chorotype, phytochoria, vegetation dynamics, human impact, therophytisation.