

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur
Université des Sciences et de la technologie
Houari-Boumediène U.S.T.H.B.Alger.

Faculté des Sciences Biologiques

THESE

Présentée par

IHADDADEN AKLI

Pour l'Obtention du diplôme de

MAGISTER

**En Biologie Végétale
Option Ecologie**

Sujet :

**ETUDE PHYTOEDAPHIQUE DES GROUPEMENTS A
CHENE VERT LE LONG D'UN TRANSECT NORD-SUD
« DES MONTS DU CHENOUA » AUX « MONTS
D'AFLOU »**

Soutenue le :24 Avril 2002 devant le jury composé de :

Nadia BOUGUEDOURA	Professeur USTHB Alger Présidente
Halima Kadi HANIFI	Maître de conférences USTHB Alger..... Directeur de thèse
Malika DAHMANI	Maître de conférences USTHB Alger Examinatrice
Youcef DAOUD	Professeur INA El Harrach Examineur
Abdelaziz GAOUAR	(Maître de conférences Directeur Général CRSTRA) Examineur

Remerciements

Au nom d'ALLAH, le très miséricordieux, le tout miséricordieux

Ce travail a été entrepris il y a quelques années, mais fut malheureusement interrompu pour une longue période pour des raisons dont la narration n'a pas de place ici.

Lorsque j'étais encore étudiant en 2^{ème} année du tronc commun de biologie, j'avais eu quelques discussions avec le Professeur Djebaili sur la filière d'écologie, elles furent très amicales, et m'ont conduit à choisir cette spécialité, aujourd'hui j'en garde un très bon souvenir.

Je rends hommage au professeur Salah Djebaili qui a initialement dirigé ce présent travail.

En 4^{ème} année d'écologie végétale, lorsque je devais préparer mon mémoire de D.E.S, Madame Kadi Hanifi accepta sans hésitation de me donner un thème qui coïncide avec mon choix pour l'étude des relations sol-végétation. Depuis, elle dirige ce travail.

Je peux dire que l'essentiel de mes connaissances en pédologie, je le dois à Madame Kadi Hanifi avec qui j'ai réalisé, au Djurdjura, le premier profil pédologique.

Madame Kadi Hanifi voulait toujours que nos discussions soient d'égal à égal, sans la relation professeur-étudiant, c'était un grand encouragement pour moi et une grande modestie de sa part.

Je lui exprime toute ma reconnaissance et lui présente mes sincères remerciements.

Madame Dahmani a été co-promotrice de mon mémoire de D.E.S, c'est pourquoi le chêne vert fait aujourd'hui l'objet de cette étude.

Madame Dahmani, dont j'ai pu admirer ses larges connaissances sur la végétation en général et le chêne vert en particulier, me fait honneur d'examiner ce travail.

Je lui témoigne toute ma gratitude pour avoir revu pour moi toute la liste floristique.

Je lui adresse mes plus sincères et vifs remerciements.

Madame Bouguedoura que j'ai eu la chance d'avoir comme enseignante du module de botanique, m'honore aujourd'hui de sa présence en qualité de présidente du jury.

Je lui présente mes sincères remerciements.

Monsieur Gaouar a bien voulu examiner ce travail malgré ses nombreuses préoccupations, je le remercie très vivement.

Il y a quelques années, Monsieur Daoud m'a très aimablement reçu au département de pédologie de l'I.N.A, il a bien voulu alors répondre à mes interrogations sur la pédologie.

Au terme de ce travail, je lui adresse mes plus vifs remerciements pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Je remercie Mademoiselle Benchenaf Ahlam, informaticienne à l'U.R.B.T pour l'aide qu'elle m'a donnée lors de mes premiers traitements d'analyses numériques.

Mes remerciements vont aussi à Monsieur Korsi Achour, technicien à l'U.R.B.T.

J'exprime ma reconnaissance à Monsieur Beloued du département de botanique de l'I.N.A, pour sa disponibilité lors de mes séances de détermination.

*L'analyse diffractométrique des argiles n'aurait pu être effectuée sans le bienveillant concours de Monsieur Belkadi, responsable du laboratoire des rayons x au C.R.D.
Qu'il en soit vivement remercié.*

Je remercie vivement monsieur Talbi Abdelhak, Maître de conférences à l'I.S.T pour sa très précieuse aide.

Je remercie très sincèrement Monsieur Oudineche Rabah pour son aide lors de mes dernières mises en forme.

Ce travail je le dois avant tout à mon très cher et regretté père. Je dédie ce travail à sa mémoire et lui réserve mes prières les plus pieuses.

Que ma très chère mère et ma sœur Fatima trouvent ici l'expression de ma profonde et affectueuse reconnaissance, ainsi que mes frères, mes nièces et neveux et leurs dédie ce travail.

J'exprime ma reconnaissance également à mon beau père, ma belle mère et mes beaux frères.

J'exprime ma sincère et chaleureuse reconnaissance à ma femme pour sa patience et son dévouement au cours de ma longue période de convalescence.

Je lui dédie ce travail ainsi qu'à mes enfants Syrine, Rabah Khoubeib et Ikram.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
1- Caractères généraux du chêne vert.....	3
1.1 aspects botaniques du chêne vert.....	4
1.2 répartition géographique du chêne vert	6
1.3 répartition altitudinale	7
1.4 caractères écologiques du chêne vert	7
1.4.1 le climat	7
1.4.2 le bioclimat	7
1.4.3 l'édaphisme.....	8
1.5 caractéristiques du chêne vert.....	9
2 – Présentation du cadre physique et climatique de la zone d'étude.	11
2.1 situation de la zone d'étude.	12
2.2 le climat	12
2.2.1 les précipitations	12
2.2.1.1 moyenne annuelle et mensuelle des précipitations	12
2.2.1.2 gradients pluviométriques altitudinaux.....	17
2.2.1.3 le régime saisonnier des précipitations	17
2.2.2 la température	19
2.2.2.1 moyenne des maximums du mois le plus chaud (M).....	19
2.2.2.2 moyenne des minimums du mois le plus froid (m).....	19
2.2.2.3 la température moyenne mensuelle et annuelle (t).....	19
2.2.2.4 les gradients thermiques altitudinaux.....	19
2.2.2.5 l'amplitude thermique	20
2.2.3 diagrammes ombrothermiques.....	21
2.2.4 les étages de végétation	24
2.2.5 l'indice xérothermique	24
2.2.6 la continentalité pluviale	25
2.2.7 la neige.....	25
2.2.8 quotient pluviothermique et étages bioclimatiques	27
2.2.9 conclusion	29
2.3 géologie de la zone d'étude	30
3 – Méthodologie.....	32
3.1 l'échantillonnage	33
3.1.1 introduction.....	33
3.1.2 l'échantillonnage floristique	33
3.1.3 l'échantillonnage pédologique.....	34
3.2 phase d'analyse au laboratoire.....	35
3.2.1 préparation des sols.....	35
3.2.2 analyse chimique	35
3.2.3 analyse physique	36

3.2.4	détermination des argiles par analyse diffractométrique	38
3.2.4.1	généralités sur les argiles (structure et propriétés).....	38
3.2.4.1.1	introduction	38
3.2.4.1.2	la structure générale	38
3.2.4.1.3	la stabilité du réseau	39
3.2.4.1.4	la maille et le feuillet élémentaire	39
3.2.4.2	introduction aux rayonnements électromagnétiques.....	41
3.2.4.3	conditions de diffraction : loi de Bragg	42
3.2.4.4	caractéristiques du diffractomètre utilisé	42
3.2.4.5	préparation des échantillons.....	42
3.2.4.5.1	les poudres.....	42
3.2.4.5.2	les argiles.....	42
3.2.4.6	détermination des minéraux argileux.....	43
3.2.4.6.1	traitements spéciaux	43
3.2.4.6.2	détermination des interstratifiés	45
3.2.4.6.3	l'enregistrement.....	45
3.3	analyse des données.....	47
3.3.1	introduction.....	47
3.3.2	l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C)	47
3.3.3	l'analyse en composante principale (A.F.C).....	48
3.3.4	la classification ascendante hiérarchique (C.A.H).....	48
4	– Résultats	49
4.1	structure et propriétés des minéraux argileux rencontrés	50
4.2	signification écologique des axes factoriels de l'A.F.C espèces-relevés.	54
4.2.1	Introduction.....	55
4.2.2	axe 1	
4.2.2.1	carte des relevés	55
4.2.2.2	carte des espèces	57
4.2.3	axe 2	
4.2.3.1	carte des relevés	60
4.2.3.2	carte des espèces	63
4.2.4	axe 3	
4.2.4.1	carte des relevés	65
4.2.4.2	carte des espèces	67
4.2.5	conclusion	68
4.3	individualisation des groupements végétaux et leur caractérisation floristique et écologique.....	69
4.3.1	individualisation des groupements végétaux	70
4.3.2	caractérisation physionomique et floristique des groupements individualisés.	74
4.3.3	Caractérisation écologique des groupements végétaux individualisés	85
4.3.4	Conclusion	94
4.4	Signification des composantes principales de l'A.C.P variables édaphiques relevés.	95

4.4.1	Introduction.....	96
4.4.2	Méthodologie	96
4.4.3	Etude de la 1 ^{ière} couche : 83 relevés x22 variables (H1).....	99
4.4.3.1	signification de la 1 ^{ière} composante principale.....	99
4.4.3.1.1	liens et corrélations entre variables	99
4.4.3.1.2	milieux édaphiques discriminés par la 1 ^{ère} composante principale.....	102
4.4.3.2	signification de la 2 ^{ème} composante principale.....	108
4.4.3.2.1	liens et corrélations entre variables	109
4.4.3.2.2	milieux édaphiques discriminés par la 2 ^{ème} composante principale.....	109
4.4.3.3	signification de la 3 ^{ème} composante principale.....	113
4.4.3.3.1	liens et corrélations entre variables	113
4.4.3.3.2	milieux édaphiques discriminés par la 3 ^{ème} composante principale.....	114
4.4.3.4	signification de la 4 ^{ème} composante principale.....	116
4.4.3.4.1	liens et corrélations entre variables	117
4.4.3.4.2	milieux édaphiques discriminés par la 4 ^{ème} composante principale.....	117
4.4.3.5	signification de la 6 ^{ème} composante principale.....	120
4.4.3.5.1	liens et corrélations entre variables	120
4.4.3.5.2	milieux édaphiques discriminés par la 6 ^{ème} composante principale.....	121
4.4.3.6	conclusion	123
4.4.4	étude de la 2 ^{ème} couche : 52 relevés x 18 variables (H2)	125
4.4.4.1	signification de la 1 ^{ière} composante principale.....	125
4.4.4.1.1	liens et corrélations entre variables	127
4.4.4.1.2	milieux édaphiques discriminés par la 1 ^{ère} composante principale.....	127
4.4.4.2	signification de la 2 ^{ème} composante principale.....	132
4.4.4.2.1	liens et corrélations entre variables	133
4.4.4.2.2	milieux édaphiques discriminés par la 2 ^{ème} composante principale.....	133
4.4.4.3	signification de la 3 ^{ème} composante principale.....	137
4.4.4.3.1	liens et corrélations entre variables	137
4.4.4.3.2	milieux édaphiques discriminés par la 3 ^{ème} composante principale.....	137
4.4.4.4	signification de la 4 ^{ème} composante principale	139
4.4.4.4.1	liens et corrélations entre variables	139
4.4.4.4.2	milieux édaphiques discriminés par la 4 ^{ème} composante principale.....	139
4.4.4.5	signification de la 6 ^{ème} composante principale.....	141
4.4.4.5.1	liens et corrélations entre variables	142

4.4.4.5.2	milieux édaphiques discriminés par la 6 ^{ème} composante principale.....	142
4.4.4.6	conclusion	143
4.4.5	étude de la 1 ^{ière} et 2 ^{ième} couches simultanément (H1 + H2).....	146
4.5	individualisation des groupements phytoédaphiques et leur caractérisation écologique et floristique.	149
4.5.1	Introduction.....	150
4.5.2	individualisation des groupements phytoédaphiques de la 1 ^{ière} couche (H1).....	150
4.5.2.1	caractérisation écologique et floristique des groupements phytoédaphiques de la 1 ^{ière} couche.....	155
4.5.2.2	Relation synthétique entre certains paramètres édaphiques et le recouvrement de la végétation	167
4.5.2.3	Conclusion	168
4.5.3	individualisation des groupements phytoédaphiques de la 2 ^{ième} couche (H2).....	170
4.5.3.1	caractérisation écologique et floristique des groupements édaphiques.....	173
4.5.3.2	Relation synthétique entre certains paramètres édaphiques et le recouvrement de la végétation	180
4.5.3.3	Conclusion	182
4.5.4	individualisation des groupements édaphiques de la 1 ^{ière} et 2 ^{ième} couches simultanément (H1 + H2)	183
4.5.4.1	caractérisation écologique et floristique des groupements édaphiques.....	185
4.5.4.2	Relation synthétique entre certains paramètres édaphiques et le recouvrement de la végétation	191
4.5.4.3	conclusion	191

DISCUSSIONS ET CONCLUSION -----193

Listes des Tableaux et Figures

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Stations météorologiques englobant notre zone d'étude	15
Tableau 2 : précipitations moyennes mensuelles et annuelles (en millimètre)	16
Tableau 3 : Régime pluviométrique saisonnier.....	18
Tableau 4 : Enumération des mois secs des différentes stations.....	18
Tableau 5 : Moyenne des maximums du mois le plus chaud (M).....	20
Tableau 6 : Moyenne des minimums du mois le plus froid (m).....	21
Tableau 7 : Température moyenne mensuelle et annuelle (t)	22
Tableau 8 : Amplitudes thermiques au niveau des stations	22
Tableau 9 : Etages de végétation correspondants à nos stations.....	24
Tableau 10 : Indice Xérothermique de quelques stations (Bagnouls et Gaussen, 1953).....	25
Tableau 11 : continentalité pluviale.....	26
Tableau 12 : nombre de jours d'enneigement pour quelques stations.....	26
Tableau 13 : valeurs du Q2, m et bioclimats correspondants aux stations.....	27
Tableau 14 : valeurs en Angstrom des raies caractéristiques des minéraux argileux simples après différents traitements.....	46
Tableau 15 : comportement des phyllites suivant la nature de l'ion interfoliaire. Pedro (1965) (Les valeurs sont données en Angstroms)	46
Tableau : 16 Relevés à fortes contributions absolues pour l'axe 1.....	57
Tableau 17 : Espèces à fortes contributions absolues pour l'axe 1 positif.....	59
Tableau 18 : Espèces à fortes contributions absolues pour l'axe 1 négatif.....	60
Tableau 19 : Relevés à fortes contributions absolues pour l'axe 2.....	61
Tableau 20 : Espèces à fortes contributions pour l'axe 2 négatif.....	64
Tableau 21 : Espèces à fortes contributions pour l'axe 2 positif.....	64
Tableau 22 : Relevés à fortes contributions absolues pour l'axe 3.....	65
Tableau 23 : Espèces à fortes contributions absolues pour l'axe 3.....	67
Tableau 24 : les différents groupements individualisés et leurs relevés correspondants	72
Tableau 25 : Auto écologie des espèces du groupement I.	75
Tableau 26 : Auto écologie des espèces du groupement II 1	76
Tableau 27 : Auto écologie des espèces du groupement II2	77
Tableau 28 : Auto écologie des espèces du groupement III.....	78
Tableau 29 : Auto écologie des espèces du groupement IV1	79
Tableau 30 : Auto écologie des espèces du groupement IV2	79
Tableau 31 : Auto écologie des espèces du groupement IV3	80
Tableau 32 : Auto écologie des espèces du groupementV1.....	81
Tableau 33 : Auto écologie des espèces du groupementV2.....	82

Tableau 34 : Auto écologie des espèces du groupement VI	83
Tableau 35 : Auto écologie des espèces du groupement VII.....	83
Tableau 36 : Caractérisation écologique des groupements végétaux.....	89
Tableau 37 : caractérisation écologique des groupements végétaux.....	90
Tableau 38 : caractérisation écologique des groupements végétaux.....	91
Tableau 39 : caractérisation écologiques des groupements végétaux.....	92
Tableau 40 : ensembles de variables traitées en ACP	97
Tableau 41 : les différentes étapes du traitement de la 1 ^{ère} couche en ACP	97
Tableau 42 : corrélation entre variables actives et composante principale n°1.....	99
Tableau 43 : matrice des corrélations	99
Tableau 44 : corrélations entre variables actives et composante principale n°2	108
Tableau 45 : matrice des corrélations	109
Tableau 46 : corrélations entre les variables actives et la 3 ^{ème} composante principale	113
Tableau 47 : matrice des corrélations	113
Tableau 48 : corrélation entre les variables actives et la 4 ^{ème} composante principale.....	116
Tableau 49 : matrice des corrélations	117
Tableau 50 : corrélation entre les variables actives et la 6 ^{ème} composante principale.....	120
Tableau 51 : matrice des corrélations	120
Tableau 52 : Corrélations entre variables actives et composante principale n°1	125
Tableau 53 : Matrice des corrélations des variables.....	127
Tableau 54 : teneurs en MO des 2 horizons pour les relevés désignés comme isohumiques.....	128
Tableau 55 : Répartition sur l'axe 1 (aux deux pôles) des valeurs moyennes d'eau utile, de la matière organique et des sables totaux (SF+SG) pour les deux horizons	130
Tableau 56 : Répartition sur l'axe 1 (aux deux pôles) des valeurs moyennes de l'azote et de la capacité d'échange cationique pour les deux horizons.....	130
Tableau 57 : corrélations entre variables actives et la 2 ^{ème} composante principale	132
Tableau 58 : Matrice des corrélations	133
Tableau 59 : variation de pH et valeurs moyennes du calcaire actif, des sables fins, des sables grossiers et de la kaolinite pour l'ensemble des individus de l'horizon 2 se situant de part et d'autre de l'axe2 (H2)	133
Tableau 60 : valeurs moyennes des fractions sableuses des individus du 2ème horizon se situant de part et d'autre des axes 1 et 2 et leur relation avec la qualité trophique et l'état de la végétation	134
Tableau 61 : valeurs moyennes des fractions sableuses des individus se situant de part et d'autre des axes1 et 2 (1 ^{er} horizon) et leur relation avec la qualité trophique et l'état de la végétation	135
Tableau 62 : corrélations entre variables actives et la 3ème composante principale	137
Tableau 63 : corrélations entre variables actives et la 4 ^{ème} composante principale	139

Tableau 64 : variation de C/N avec le 1 ^{er} et le 2 ^{ème} horizon	139
Tableau 65 : corrélation entre variables actives et composante principale n°6.....	141
Tableau 66 : comparaison des moyennes entre variables actives de H1 et H2	148
Tableau 67 : caractères écologiques des groupements édaphiques de l'horizon 1 Les deux premiers chiffres indiquent l'intervalle de variation de la variable, le chiffre entre parenthèses indique sa moyenne.....	156
Tableau 68 : Autoécologie des espèces du groupement 1 (H1)	158
Tableau 69 : Autoécologie des espèces du groupement 2.....	159
Tableau 70 : Autoécologie des espèces du groupement 3.....	160
Tableau 71 : Autoécologie des espèces du groupement 4.....	161
Tableau 72 : Autoécologie des espèces du groupement 5.....	163
Tableau 73 : Autoécologie des espèces du groupement 6.....	164
Tableau 74 : Autoécologie des espèces du groupements 7	165
Tableau 75 : Autoécologie des espèces du groupement 8.....	166
Tableau 76 : Répartition des différentes régions échantillonnées au sein de chaque groupement. Le pourcentage indique la part de relevés par région	168
Tableau 77 : caractères écologiques des groupements édaphiques de l'horizon 2	173
Tableau 78 : auto écologie des espèces du groupement 1	174
Tableau 79 : Autoécologie des espèces du groupement 2.....	175
Tableau 80 : Auto écologie des espèces du groupement 3.....	176
Tableau 81 : Autoécologie des espèces du groupement 4.....	177
Tableau 82 : Autoécologie des espèces du groupement 5.....	178
Tableau 83 : Autoécologie des espèces du groupement 6.....	179
Tableau 84 : répartition des différentes régions échantillonnées au sein de chaque groupement. Le pourcentage indique la part de relevés par région	181
Tableau 85 : caractères écologiques des groupements édaphiques de H1 et H2	187

LISTE DES FIGURES

Figure1 : Carte représentant la tranche centre nord – sud de la zone étudiée.....	13
Figure 2 : Localisation des relevés	14
Figure 3 : Diagrammes ombrothermiques	23
Figure 4 : Localisation des relevés sur le climagramme d’Emberger	28
Figure 5 : Coupe géologique simplifiée sur le transect d’étude	31
Figure 6 : Types cristallographiques de base.	40
Figure 7 : représentation schématique des différentes phases de la préparation des échantillons	44
Figure 8 : Carte relevés 1-2. Relevés à forte contribution pour l’axe 1 représentés par la pluviosité moyenne annuelle.	58
Figure 9 : Carte relevés 1-2. Relevés à forte contribution pour l’axe 2 représentés par leur bioclimat.	62
Figure 10 : Carte relevés 1-3. Relevés à forte contribution pour l’axe 3 représentés par l’altitude.	66
Figure11 : Représentation de la dispersion des relevés – carte 1 – 2 AFC.....	71
Figure 12 : Les différentes étapes de la discrimination des 11 groupements	72
Figure 13 : Carte 1-2 AFC. Représentation des groupements végétaux	73
Figure 14 : Carte ACP 1-2 des variables édaphiques de l’horizon 1	100
Fig. 15 : Carte ACP 1-2 des relevés ; Représentation des relevés suivant leur appartenance à l’un des 11 groupements issus de l’AFC.....	104
Figure 16 : Taux de MO chez les individus représentés par ACP carte ½	105
Figure17 : variation de la teneur en sable totaux (ST ou SFG = sables fins + sables grossiers) Le long de l’axe1 – les valeurs de ST expriment le pourcentage moyen pour l’ensemble des relevés situés du côté négatif et positif de l’axe1.....	105
Figure 18 : valeurs moyennes des taux d’humidité pour l’ensemble des relevés aux PF4.2, 3 et 2.5 suivant les 4 plans définis par les 2 axes et valeurs moyennes de ces paramètres suivant l’axe 1.....	107
Figure 19 : Individus corrélés suivant l’axe 2 et valeurs des variables % SF ; % SG et % CHLO de la carte ACP 1-2.....	110
Figure 20 : Individu corrélés suivant axe 2 et valeurs des variables pH eau, % CA, V de la carte ACP 1-2.....	111
Figure 21 : valeurs moyennes des variables liées à l’axe2 pour les relevés corrélés de part et d’autre de cet axe.....	112
Figure22 : Carte ACP 1-3 Individus corrélés suivant axe 3 et valeurs des variables % FF, % FG, % CT et % CA.....	115
Figure 23 : Carte ACP 1/3, valeurs moyennes des variables liées à l’axes 3.....	116
Figure24 : Individus corrélés suivant axe 4 de la carte ACP 1-4 et valeur de C/N et types d’humus.	118
Figure 25 : Individus corrélés suivant axe 6 de la carte ACP 1-6 et valeurs en pourcentages de la kaolinite.....	122

Figure 26 : Représentation schématique de la signification des différentes composantes principales et lien entre variables ou groupe de variables d' H1 avec la végétation suivant les différents plans	124
Figure 27 : Carte ACP 1-2 des variables édaphiques de l'horizon 2.	126
Figure 28 : valeurs moyennes des taux d'humidité pour l'ensemble des relevés aux PF4.2 – PF3 et PF 2.5 suivant les 4 plans définis par les 2 axes et valeur moyennes de ces variables suivant l'axe 1	131
Figure 29 : représentation graphique du tableau 60 suivant le plan des axes 1 et 2 (H2).....	136
Figure 30 : représentation graphique du tableau 61 suivant le plan des axes 1 et 2 (H1).....	136
Figure31 : Individus corrélés suivant axe 3 de la carte ACP 1-3 et valeurs des variables liées à cet axe suivant l'ordre ci-après : % FG, % FF et % LG.....	138
Figure 32 : carte 1/4. Valeurs de C/N, MO, Ca, CEC et A de quelques relevés disposés selon les 4 plans formés par les deux axes.....	140
Figure 33 : représentation schématique de la signification des différentes composantes principales et lien entre variables ou groupe de variables d'après H2 avec la végétation suivant les différents plans	145
Figure 34 : Carte ACP 1-2.Traitement simultané de H1 et H2. Positionnement des relevés de H1 et H2	147
Figure35 : Discrimination des 8 groupements édaphiques d'après H1 et variables distinctives...	152
Figure 36 : Carte ACP 1-2. Individualisation des 8 groupements édaphiques d'après H1	154
Figure 37 : Carte ACP 1-2. Correspondance entre groupements floristiques et les 8 groupements édaphiques	157
Figure 38 : Relation entre la qualité trophique des groupements édaphiques (H1) représentée par la teneur en matière organique, le recouvrement de la végétation et le pourcentage des fractions sableuses.	167
Figure39 : Individualisation des 6 groupements édaphiques d'après H2	171
Figure 40 : Discrimination des 6 groupements édaphiques d'après H2 et variables distinctives..	172
Figure 41 : Relation entre la qualité trophique des groupements édaphiques (H2), représentée par la teneur en MO, le recouvrement de la végétation et les pourcentages des fractions sableuses.....	180
Figure 42 : Discrimination des 8_groupements édaphiques d'après H1+H2 et variables distinctives	184
Figure 43 : Carte ACP 1-2 Individualisation des 8 groupements édaphiques d'après H1+H2.....	186
Figure 44 : relation entre la qualité trophique des groupements édaphiques (H1+H2) Représentée par la teneur en MO, le recouvrement de la végétation et les pourcentages des fractions sableuses.	191

ABREVIATIONS

Ep : épaisseur de l'horizon
FF : fraction fine inférieure à 2mm
FG : fraction grossière supérieure à 2 mm
pHe : pH eau
pHk : pH KCL
CA : calcaire actif
CT : calcaire total
N : azote total
C/N : rapport carbone azote
C : carbone
MO : matière organique
Ca : calcium échangeable
Mg : magnésium échangeable
K : potassium échangeable
Na : sodium échangeable
C.E.C : capacité d'échange cationique
V : taux de saturation
A : argile
ALF : argiles + limons fins
LF : limons fins
LG : Limons grossiers
L : limons fins + grossiers
SF : sables fins
SG : sables grossiers
ST ou SFG : sables fins + grossiers
PF 4, 2 : point de flétrissement
PF 3 : capacité de rétention
PF 2, 5 : capacité au champ
KAOL : Kaolinite
ILL : illite
MONT : montmorillonite
CHLO : chlorite
Verm : vermiculite
IM : interstratifiés illite – montmorillonite
AHT : acides humiques totaux
AF : acides fulviques
AH : acides humiques

A : aride
SA : semi aride
SH : subhumide
H : humide

AFC : Analyse factorielle des correspondances
ACP : Analyse en composantes principales
CHA : Classification hiérarchique ascendante

INTRODUCTION

L'importante répartition du chêne vert dans le bassin méditerranéen liée à sa très grande plasticité a suscité l'intérêt de nombreux botanistes et phytoécologues parmi lesquels nous pouvons citer Camus (1936), Lossaint et Rapp (1978), Achhal (1979) et parmi les plus récents, Michaud *et al* (1995), Blondel et Aranson (1995).

En Algérie, et sur tout le territoire, la chênaie verte a été étudiée par Dahmani (1997) qui a élaboré une typologie des chênaies vertes d'Algérie. Les caractères floristiques, biologiques et biogéographiques des structures organisées par le chêne vert ont été considérés en relation avec le bioclimat, le sol et l'action anthropique.

La plasticité du chêne vert et sa résistance, lui permettent également de coloniser divers types de substrats géologiques ; cependant l'impact de la lithologie diminue à mesure que les sols évoluent et prennent de l'épaisseur.

Les facteurs prépondérants dans l'évolution des sols, sont le climat et la végétation auxquels collaborent les éléments minéraux hérités de la roche mère.

Toutefois, un autre élément est tout aussi prépondérant et qui peut même contrarier l'évolution bioclimatique des sols, il s'agit de l'action anthropozoïque.

L'action de l'homme et des animaux sur la végétation méditerranéenne qui remonte aux temps les plus lointains a été décrite par Barbero *et al* (1984 et 1990) notamment, et plus récemment par Quezel (2000) au Maghreb, celle-ci peut inverser le rôle des principaux facteurs pédogénétiques en les orientant dans le sens de la dégradation.

Afin de cerner l'inter-relation entre les facteurs édaphiques et les groupements organisés par la chênaie verte, nous considérerons l'action de ces groupements eux-même, celle des variables édaphiques, celle du climat et enfin celle de l'action anthropozoïque.

Pour atteindre cet objectif, nous avons réalisé systématiquement un échantillonnage pédologique à chaque échantillonnage floristique.

Le transect Nord-Sud (Chenoua- Aflou), nous permet d'étudier l'influence de la variation relative du climat sur la végétation, sur les variables édaphiques et sur les rapports chênaie verte-sol.

En considérant d'abord, uniquement la floristique, nous essayerons d'étudier les différents milieux qu'individualise la végétation, une signification par l'édaphisme sera réalisée sur ces milieux.

Par la suite, nous rechercherons les différents milieux édaphiques de notre transect en considérant uniquement les variables édaphiques, une signification par la floristique sera également réalisée.

Cette correspondance de $\leftrightarrow$ milieux floristiques $\approx$ ou groupements végétaux avec les paramètres édaphiques et la correspondance des milieux édaphiques ou groupements édaphiques avec la floristique nous permettra de mieux comprendre les relations sol – végétation ainsi que la reconnaissance d'écosystèmes sol – végétation en équilibre, les plus stables et des variables édaphiques les plus discriminantes dans la répartition de la végétation.

Après la revue des caractères botaniques et taxonomiques du chêne vert ainsi que ses caractéristiques en général et son écologie, nous avons réalisé une étude climatique du transect.

Nous avons développé la méthodologie adoptée dans l'opération d'échantillonnage, indiqué les méthodes d'analyse physico-chimique ainsi que la méthode de détermination des argiles et leurs propriétés.

L'analyse des données floristiques et édaphiques nous a amené à utiliser les techniques d'analyses numériques multivariées dont nous avons donné un aperçu.

Avec l'AFC, nous avons recherché les variables écologiques les plus prépondérantes sur la répartition de la chenaie verte.

Avec la C.A.H sur l'AFC, nous avons individualisé les différents groupements végétaux.

L'A.C.P sur les variables édaphiques nous a permis d'identifier les variables les plus discriminantes ; la C.A.H sur A.C.P a facilité l'individualisation des différents groupements édaphiques.

Enfin nous avons procédé à la caractérisation floristique et écologique des groupements individualisés

CARACTERES GENERAUX DU CHENE VERT

1. CARACTERES GENERAUX DU CHENE VERT

1.1 Aspect botanique du chêne vert

C'est en 1753 que Linné décrit pour la première fois le chêne vert, il se rattache à l'embranchement des phanérogrammes, à l'ordre des fagales, famille fagaceae, genre quercus L., sous genre sclerophyllodrys Schwartz, (1936)* section ilex Endl(1847)*, Oerst (1866)*.

En 1785 Lamarck distingue une nouvelle espèce, Quercus rotundifolia, très proche de celle découverte par Linné.

Le polymorphisme du chêne vert a suscité l'intérêt de nombreux chercheurs qui ont été amenés à étudier sa variabilité morphologique dans le but soit de relever les caractères distinctifs de chacune des deux espèces, soit de considérer alors le Quercus ilex (s.l) sans distinction avec le rotundifolia. Rothomaler (1941)*, a été le premier à observer une différence de la forme des feuilles chez le chêne vert, celles-ci sont plus longues chez le Quercus ilex. SaenzDeRivas (1970, 1972) et Madjidieh (1982) ont distingué pour le Quercus rotundifolia des feuilles arrondies avec 6 à 8 nervures et des feuilles allongées avec 8 à 9 nervures chez le Quercus ilex.

Quezel (1979) caractérise le Quercus rotundifolia par des rameaux tortueux et des feuilles courtes et paucinervées et le Quercus ilex par des feuilles longues et à nervures nombreuses.

Pour S.Rivas Martinez et C.Saénz Rain (1991), les feuilles de Quercus rotundifolia présentent moins de 8 paires de nervures secondaires et une longueur du pétiole inférieure à 6mm, alors que celles du Quercus ilex sont plus nervurées, plus de 8 paires de nervures secondaires et la longueur du pétiole est plus grande, supérieure à 6mm.

Quercus ilex Baldy et al. (1987) ont distingué chez le Quercus ilex L. une variabilité qui est fonction de l'éclairement, ainsi les feuilles éclairées petites et rondes sont situées sur les sommets des couverts alors que les feuilles ombrées, longues et très larges avec un index de la surface foliaire élevé sous la couronne.

Dans ce cas la variabilité apparaît même au sein du Quercus ilex (s.s) et dans la même population (forêt domaniale de Gardiole de Rians).

Les mesures de la surface planimétrée moyenne des limbes de chêne vert effectuées par Baldy et al (1984) ont donné des valeurs croissantes dans l'ordre de 5 positions ci-après retenues : la cime, le nord, l'est et l'ouest.

* In MAIRE (1952-1980)

* In DEL VILLAR (1947)

Dans une autre étude Baldy et al. (1988) ont montré l'adaptation du *Quercus ilex* aux conditions plus ou moins favorables grâce à la forme de la feuille qui peut dans le temps se développer différemment sous couvert d'un même chêne.

Il a été montré que les classes de petites surfaces foliaires se trouvent dans les zones à forte évapotranspiration alors que pour des expositions plus favorables, les classes des surfaces foliaires sont plus larges.

Cette variabilité morphologique peut être ainsi une stratégie développée par le système foliaire contre des conditions plus ou moins contraignantes (Gratani et al.1992).

Ces travaux sur la variabilité morphologique ont conduit à la recherche du polymorphisme sur la base de critères biochimiques et génétiques (Yacine, 1984 ,1987; Rafii et al.1991, 1992,1993; Michaud et al. 1992, 1995 ; Toumi, 1995).

Yacine (1984, 1987) a observé un polymorphisme enzymatique.

Rafii et al. (1991b) ont observé une différenciation chimiosystématique entre *Quercus rotundifolia* et *Quercus ilex* basée sur les stérides des glands de 11 emplacements en Espagne et en Italie. Les beta stérol sont plus abondants dans toutes les populations ; la concentration des stigmastérol et delta avena stérol varie entre chaque population des deux pays. Les delta 7 stigmastérol n'ont pas été détectés chez les populations italiennes.Par contre Les Brassicastérol sont absents chez les spécimens espagnols et présents chez les populations d'Italie.

Rafii et al. (1991a) ont obtenu une séparation entre les populations de *Quercus rotundifolia* espagnol et *Quercus ilex* italien par leur teneur totale en acides gras insaturés.

Rafii et al. (1992) ont également étudié cette variabilité des glands du point de vu morphologique, mais aussi du point de vue chimique.

La distinction entre les deux espèces a également été établie sur une base biométrique selon Rivas martinez (1975) ; en Espagne le *Quercus ilex* occupe les endroits tempérés, sub-humides et humides des zones littorales et sub littorales aussi bien que les montagnes humides.

Quercus rotundifolia occupe les sites caractérisés par un climat continental sec avec de fréquentes gelées tardives.

Selon Barbero et Loisel (1980), le *Quercus rotundifolia* s'étend du semi-aride jusqu'à l'humide et même le perhumide au Maroc.

Sur le plan édaphique, Barbero et Loisel (1980) ne font aucune distinction entre les deux espèces qui ont une très grande plasticité édaphique, par contre, selon Quezel (1979) le *Quercus ilex* est nettement préférentiel des substrats calcaires, le *Quercus rotundifolia* est indifférent aux substrats.

La taxonomie du chêne vert a fait l'objet d'une grande controverse, cependant aucune étude n'a pu sans équivoque faire une distinction à sa dualité.

La variabilité morphologique apparaît souvent sur le même pied comme l'avait déjà remarqué Del Villar (1947) ; à cet effet la fragmentation du chêne vert par Barbero et Lebreton (1996) basée sur le polymorphisme flavonique en trois sous espèces, l'une pour la France et l'Italie, une deuxième ibérique et la troisième pour le Maroc et l'Algérie n'est pas justifiée selon Dahmani (1997)

L'étude de Baldy et al. (1984) nous a bien montré cette variabilité qui constitue en fin de compte une stratégie de développement.

Nous rejoignons alors Madjidieh (1982) dans sa conclusion : $\leftrightarrow$ il est impossible de dire à la suite de ce travail si les variations constatées sont d'origine uniquement génétique ou bien s'il s'agit d'accommodations aux facteurs du milieu... $\approx$.

La séparation entre deux taxons exige des caractères distinctifs nets qui en plus ne doivent pas varier avec les conditions du milieu, sinon ils ne constitueraient qu'une sorte d'adaptation d'une espèce très répandue.

Le Med-Cheklist (Greuter et al.1996) et l'index synonymique de la flore de France citent le *Quercus ilex* L. au sens large sans aucune distinction avec le *Quercus rotundifolia*.

Dans le cadre de notre travail nous optons pour l'espèce *Quercus ilex* (s.l).

L'arbre du chêne vert a une hauteur moyenne de 8 à 15m et peut atteindre jusqu'à 20m. Ses feuilles persistantes 2 à 3 ans, sont luisantes et vertes foncées sur la face supérieure, tomenteuses et grises sur leur face inférieure. La floraison monoïque ne s'effectue que sur la première pousse de l'année pour les fleurs femelles, mais peut se retrouver également sur la pousse de l'année précédente pour les fleurs mâles (Floret et al.1984)

La fructification annuelle (Novembre – Décembre) qui ne commence que vers 12 – 13 ans devient appréciable vers 25 – 30 ans et abondante entre 50 et 100 ans (Boudy 1952).

Le chêne vert se régénère très bien par souches et drageons (Lappie et Maige, 1914 ; Ionesco et Sauvage, 1966.) et d'une moindre importance par semi ce qui lui permet d'être résistant au feu.

Le développement de puissantes racines lui permettent de coloniser des milieux peu favorables et aussi d'accepter la concurrence d'espèces à enracinement moins profond (Ionesco et Sauvage 1966).

Par ailleurs, on distingue la variété *Ballota* à glands doux et la variété *Guenina* à glands amers. (Santa et Quezel 1962).

1.2 REPARTITION GEOGRAPHIQUE DU CHENE VERT

La plasticité écologique du chêne vert lui a valu le qualificatif d'espèce circum méditerranéenne, en effet cette espèce est très répandue dans le bassin méditerranéen surtout dans sa partie occidentale. Quezel et Bonin (1980) citent le taillis de chêne vert comme l'une des biocénoses la mieux représentée dans cette partie de la méditerranée.

En méditerranée orientale, le chêne vert est remplacé par son homologue écologique le *Quercus caliprinos*.

Le *Quercus ilex* (s.l) occupe la France occidentale, l'Europe méridionale, surtout l'Espagne, l'Asie mineure, la Syrie, le Liban, la Cyrénaïque, les îles méditerranéennes (Ionesco et Sauvage 1966), et l'Afrique du nord où il colonise de très vastes régions particulièrement les montagnes (Boudy 1950).

En Algérie, le chêne-vert estimé à 700.000 ha par Boudy (1955) compte avec le pin d'Alep parmi les essences les plus abondantes. Malheureusement sa superficie a beaucoup régressé depuis par le fait de l'action humaine (défrichage, coupes, ...) et les incendies.

Dahmani (1988) en donne un exemple avec la vieille futaie du djebel ouargla, citée par Boudy en 1952, $\leftrightarrow$ celle-ci n'est plus qu'un souvenir, le chêne vert ayant cédé sa place à la roche mère affleurante sur les sommets... $\approx$. D'après le B.N.E.F (1984) sa superficie actuelle a beaucoup régressé, elle a été estimée à 354.000 ha.

1.3 REPARTITION ALTITUDINALE

La répartition altitudinale du chêne vert varie en fonction de la latitude. En méditerranée septentrionale, le chêne-vert atteint le bord de la mer, alors qu'en méditerranée méridionale, il ne débute que vers 400m en Algérie littorale et à plus de 1000m dans le haut Atlas occidental, (Quezel 1976).

En Afrique du Nord le chêne-vert ne descend pas au dessous de 400m selon Barry et al.(1976), c'est donc une essence essentiellement montagnaise.

Au Chenoua (littoral) nous avons rencontré des individus épars de chêne vert à 310m.

Dans les Aurès, ses limites varient entre 1200 à 1900m et dans l'Atlas saharien entre 1500 et 2200m (Dahmani 1988).

Au Maroc, dans le haut Atlas, il constitue des forêts denses entre 900 et 2500m et quelques petits bouquets peuvent même être observés jusqu'à 2900m (Barbero et al. 1989 et 1992).

1.4 CARACTERES ECOLOGIQUES DU CHENE-VERT

1.4.1 Le Climat

Le chêne vert est une espèce très plastique, Quezel, (1976) ; Barbero et Loisel, (1980) ; très abondant en méditerranée, il supporte bien le contraste climatique entre l'été et l'hiver de cette région.

Selon Ionesco et Sauvage (1966) : « le chêne-vert supporte les chaleurs torrides de l'été et résiste à une grande sécheresse estivale. Il a toujours besoin de froids hivernaux, ce qui l'écarte rigoureusement du littoral marocain et des rivages méridionaux de la méditerranée. ».

Le chêne-vert accepte une température minimale du mois le plus froid variant entre -3°C et $+7^{\circ}\text{C}$ et résiste à une température minimum jusqu'à -15°C , Barry et al. (1976).

Pour Trabaud et Mety (1994) qui ont étudié la résistance des feuilles de *Quercus ilex* au stress hydrique, cette espèce supporte des températures extrêmes de $+50^{\circ}\text{C}$ à -20°C avec une amplitude thermique de 70°C , grâce à la résistance de son appareil photosynthétique. Selon ces mêmes auteurs, cette résistance confère au chêne vert la possibilité de la colonisation de vastes territoires.

La pluviosité varie de 348mm à 1462mm et ne peut être inférieure à 250mm.

Dans une étude menée en Espagne sur les effets du froid sur les relations hydriques de *Quercus ilex*, Savé et al. (1988) après avoir constaté que la vitesse de transpiration diminue avec la température du sol, et que le potentiel hydrique diminue avec l'altitude alors que la transpiration cuticulaire et l'index d'affectation (lixiviation d'électrolytes) augmentent, ont émis l'hypothèse que c'est le « stress » hydrique et non pas l'effet létal de la congélation qui limite la distribution du chêne-vert.

Selon Terradas (1992), la sécheresse estivale et le froid hivernal sont les facteurs abiotiques importants qui limitent la distribution du *Quercus ilex*.

1.4.2 Le bioclimat

Le chêne-vert occupe une large amplitude bioclimatique, allant du semi-aride à l'hyperhumide. (Sensu Emberger 1955). Selon Barbero et al. (1992), dans le sub-humide, le chêne-vert est présent des régions froides aux régions chaudes.

Dans le bioclimat humide, on le retrouve de la variante fraîche à la variante chaude, cependant dans la variante froide il est sévèrement concurrencé soit par les chênes caducifoliés en méditerranée septentrionale soit par le cèdre en Afrique du Nord.

Le chêne-vert du bioclimat perhumide est localisé surtout au Maroc dans la région du Rif ainsi qu'en Espagne.

Dans le semi-aride, le chêne-vert occupe les variantes froides et extrêmement froides sous des conditions nettement continentales ou dans les hautes altitudes (Barbero et al. 1992), pour Dahmani 1988 : $\leftrightarrow$ le semi-aride représente le type xérophile de la chénaie verte. $\approx$

1.4.3 L'édaphisme

Le chêne vert colonise tous les types de substrats, il est considéré par plusieurs auteurs : Lappie (1909); Maire (1926); Barry et al.(1974); Quezel (1976); Barbero et Loisel (1980) comme indifférent à la nature chimique du substrat. Il est très fréquent sur sols calcaires, mais colonise aussi les grès, les roches métamorphiques et les roches magnésiennes, (Quezel, 1976). Cette préférence des substrats calcaires est probablement due beaucoup plus au besoin d'un milieu chaud et sec, d'une espèce thermophile et que procure justement ce type de substrats qu'à une quelconque préférence.

Dans ce contexte, Duchaufour (1952) a désigné le chêne vert comme calcicole thermique.

Le chêne vert colonise aussi bien les sols profonds que superficiels, la profondeur du sol est positivement corrélée à la productivité du chêne vert (Bichard 1982); selon Aubert et Thinon (1981) le tronçage des sols a permis l'installation du chêne vert à la place du chêne pubescent. La texture est prépondérante pour cette essence qui affectionne selon Quezel, (1976) les substrats compacts et bien drainés, mais qui végète mal sur les sols lourds, les marnes et les argiles, c'est à dire sur les sols qui drainent relativement mal. A l'inverse du *Quercus rotundifolia*, le *Quercus ilex* (s.s) supporte une légère hydromorphie d'après S.Rivas Martinez et C. Saénz (1991).

L'indifférence du chêne vert au substrat, lui permet de coloniser les espaces inoccupés par les espèces qui ont une préférence stricte comme le chêne liège, cette observation a été faite par Benabid (1982) au Maroc et qu'on retrouve évidemment partout où le chêne vert et le chêne liège coexistent et où le substrat est hétérogène.

Chêne vert et sols fersiallitiques sont caractéristiques du climat méditerranéen, ainsi l'évolution du sol et de la végétation sont convergents et peuvent constituer un climax climatique (au sens de Duchaufour 1966)*. A ce propos Gaouar (1980) indique qu'il faut considérer l'interaction des trois paramètres entre eux à savoir : climat-végétation-sol et dont la résultante constitue le climax.

Cependant Emberger (1939) indique que ces sols caractérisent uniquement les « étages méditerranéens » les plus humides à ambiance nettement sylvatique. Toutefois, selon Duchaufour (1983) lorsque la pluviosité diminue, et la saison sèche devient plus longue, les sols marrons caractériseront alors une forêt claire ou une formation buissonnante de type « maquis ou garrigue ». Néanmoins, on doit retenir que les sols marron, ne sont pas caractéristiques de la chénaie verte, ils constituent seulement un intergrade avec les sols fersiallitiques lorsque le climat devient plus rigoureux. Ces sols caractérisent une végétation plus thermophile à *Oleo-lenticetum*.

Dans un écosystème à chêne-vert, Barbero et al. (1992) observent en fonction du type bioclimatique les sols suivants :

* Pour Duchaufour, le climax climatique est un état d'équilibre stable entre la végétation et le sol, indépendamment des conditions locales, l'évolution de la végétation et des humus sont convergents.

Dans le perhumide et l'humide : les sols bruns méditerranéens

Dans le sub-humide, les sols rouges bruns méditerranéens

Dans le semi-aride, les sols rouges fersiallitiques.

Gaouar (1980) décrit dans la région de Tlemcen le *Quercus ilex* dégradé sur sols bruns rouges fersiallitiques dits terra-calcis (terra rossa, terra fusca) ; la terra fusca est tronquée, faute de couverture végétale protectrice.

Il décrit également la rendzine au subhumide dans la région du chêne vert dégradé sous Doum.

Dans les monts de Tlemcen, Dahmani (1988) a décrit le chêne vert bien venant sur sols bruns fersiallitiques ou rouges fersiallitiques lessivés ou non, ainsi que sur sols bruns calcaires.

Dahmani (1997) a décrit le chêne vert en Algérie sur sols fersiallitiques, calcimagnésiques et sur sols peu évolués sur matériaux récents.

Au Djurdjura Ihaddaden (1988) a trouvé le chêne-vert sur sols bruns fersialiques, bruns calcaires, bruns calciques, regosols et sur rendzine. Les chenaies les plus sylvatiques ont été observées sur sols profonds, frais et riches en humus.

Dans notre présent travail, nous avons trouvé le chêne vert et ses stades de dégradation sous les sols suivants : REGOSOLS – RENDOSOLS – RENDISOLS – CALCOSOLS – CALCISOLS – FERSIALSOLS et BRUNISOLS. (Classification d'après référentiel pédologique 1992).

Nous donnons en annexe 1 la description de profils types.

1.5 CARACTERISTIQUES DU CHENE VERT

Le chêne vert est mieux adapté aux contraintes hydriques du climat méditerranéen, il supporte de ce fait la colonisation d'espaces dégradés et secs, (Bonin et Romane 1996).

Selon Terradas (1992) le chêne vert conserve l'eau grâce à une basse transpiration cuticulaire, une grande capacité d'ajustement osmotique et grâce aux caractères xérophytiques des feuilles et de l'arrangement de la couronne.

Le taillis de chêne vert résiste bien au feu (Trabaud 1996) ; après incendie, la végétation suit le modèle de la « composition floristique initiale » appelé Egler (1954) : après le feu, toutes les espèces sont présentes dans les peuplements ; il y a réapparition des espèces présentes antérieurement ; la végétation antérieure au feu succède à elle même. Hanes (1971) est arrivé aux mêmes résultats sur le chaparral californien.

Le chêne vert est soumis chaque année en Algérie et dans toute la méditerranée aux risques d'incendies qui sont comme l'a souligné Trabaud (1979) : $\leftrightarrow$ d'autant plus grands que la saison sèche est plus longue et que la végétation est plus sensible et inflammable. Les feux de forêts sont particulièrement importants au Maghreb ; en 1983, les feux ont ravagés 9% de la surface boisée en Algérie selon Maret (1999)

Pour Le Houerou (1980) les plus grands ravages s'exercent dans les végétations à résineux.

L'étude de Ferran et Vallejo (1992) indique que la couverture végétale atteint presque 100% deux années après incendie; durant les vingt premières années, herbes et arbustes recouvrent la plus grande partie de la surface ; bien après, les chênes verts deviennent dominants.

Enfin, l'action anthropique qui s'exerce depuis au moins 6000ans en région méditerranéenne (Reille et al. 1996), favorise lorsque les sols sont tronqués par disparition brutale de la forêt, l'installation du chêne vert, apte à occuper des sols à faible capacité de rétention à la place d'espèces plus exigeantes.

A l'instar des formations sclérophilles de l'Afrique du nord qui sont soumises à l'influence du pâturage (Quezel et al 1992), le chêne vert compte parmi les espèces appréciées (Le Houerou 1980).

Le chêne vert constitue une ressource pastorale appréciable, diversifiée et disponible à chaque saison de l'année selon Bellon et Guerin (1993) et Bellon et al. (1996).

Le chêne vert constituait auparavant une ressource plus importante (Bonneval 1996) (écorce de chêne vert pour sa valeur élevée en tannins dans l'industrie du cuir, production de fumier par l'intermédiaire des troupeaux pour la fertilisation des cultures), ceci a disparu avec l'apparition de tannins de synthèse et d'engrais.

La production du chêne vert est évaluée à 1m³ /ha/an selon Quezel(1979) ; celle du taillis de chêne vert de 5 ans (après coupe à blanc) en région semi aride à El Hassasna est estimée à 0.35 t / ha /an, dont 0.31t de bois et 0.04 t de feuilles (Benzine- Chalam, à paraître).

Selon Boudierba (1989), en conditions arides, la production du chêne vert est moins importante.

CADRE PHYSIQUE ET CLIMATIQUE DE LA ZONE D'ETUDE

2. PRESENTATION DU CADRE PHYSIQUE ET CLIMATIQUE DE LA ZONE D'ETUDE

2.1 SITUATION DE LA ZONE D'ETUDE (fig.1 et 2)

Notre zone d'étude est une bande au centre de l'Algerie d'un transect Nord – Sud.Elle est délimitée par les longitudes 2° Ouest et 3°37' Est et par les latitudes 34° au Sud et 36°36' au Nord.

La végétation à chêne vert étudiée concerne les régions suivantes : Chenoua –Atlas Blidéen – Miliana –Berrouaghia jusqu'à Sour El Ghozlane – Theniet El Had et plus au sud Aflou.

2.2 LE CLIMAT

L'importance du climat méditerranéen sur la végétation est révélée par la richesse de la flore et par le nombre d'endémiques (50% des 25000 espèces sont endémiques), selon Quezel (1995) la région méditerranéenne actuelle peut être définie par des critères floristiques.

Le climat crée l'environnement où se développe le végétal et dont il est le miroir

Le sol subit lui aussi l'influence de ce paramètre qui selon Duchaufour (1970) joue un rôle dans l'altération, l'évolution de la matière organique et les migrations.

En fait si nous étudions les rapports sol – végétation, le climat est le paramètre essentiel et prépondérant non seulement dans leur développement, mais aussi dans leur complexe interaction.

Les données climatiques (tabl.1) sont extraites principalement du Seltzer (1946) ; Halimi (1980). Djellouli (1991) n'a pas décelé de différences notables entre données récentes de certaines stations et celles du Seltzer.

A l'issue de cette étude, nous observerons la variabilité climatique de notre région qui s'étend du nord au sud et les effets de cet important paramètre seront évalués afin d'aborder l'étude du complexe sol – végétation.

2.2.1 Les précipitations

2.2.1.1 moyenne annuelle et mensuelle des précipitations

Le tableau 2, nous montre que l'Atlas blidéen est la région la plus arrosée de notre zone d'étude. Aflou et Laghouat sont les moins arrosées.

La région de Miliana reçoit une pluviosité relativement appréciable alors que les stations de Theniet El Had et ceux du littoral sont de pluviosité moyenne.

Nous constatons aussi que c'est à partir de la région de Berrouaghia que la quantité des précipitations diminue assez nettement pour devenir faible à Aflou.

En région méditerranéenne l'été qui est la saison la moins arrosée, correspond pour nos stations aux mois de Juin – Juillet – Aout, c'est à dire à un été précoce sauf pour Aflou et Bordj el emir A.E.K où l'été est tardif.

La période de plus grande pluviosité correspond aux mois de Novembre, Décembre, Janvier sauf pour les stations de Merdja et Theniet El Had où elle correspond aux mois de Décembre, Janvier et Février c'est à dire à l'hiver et les stations de Aflou et Laghouat où les mois les plus pluvieux sont Octobre, Novembre et Décembre.

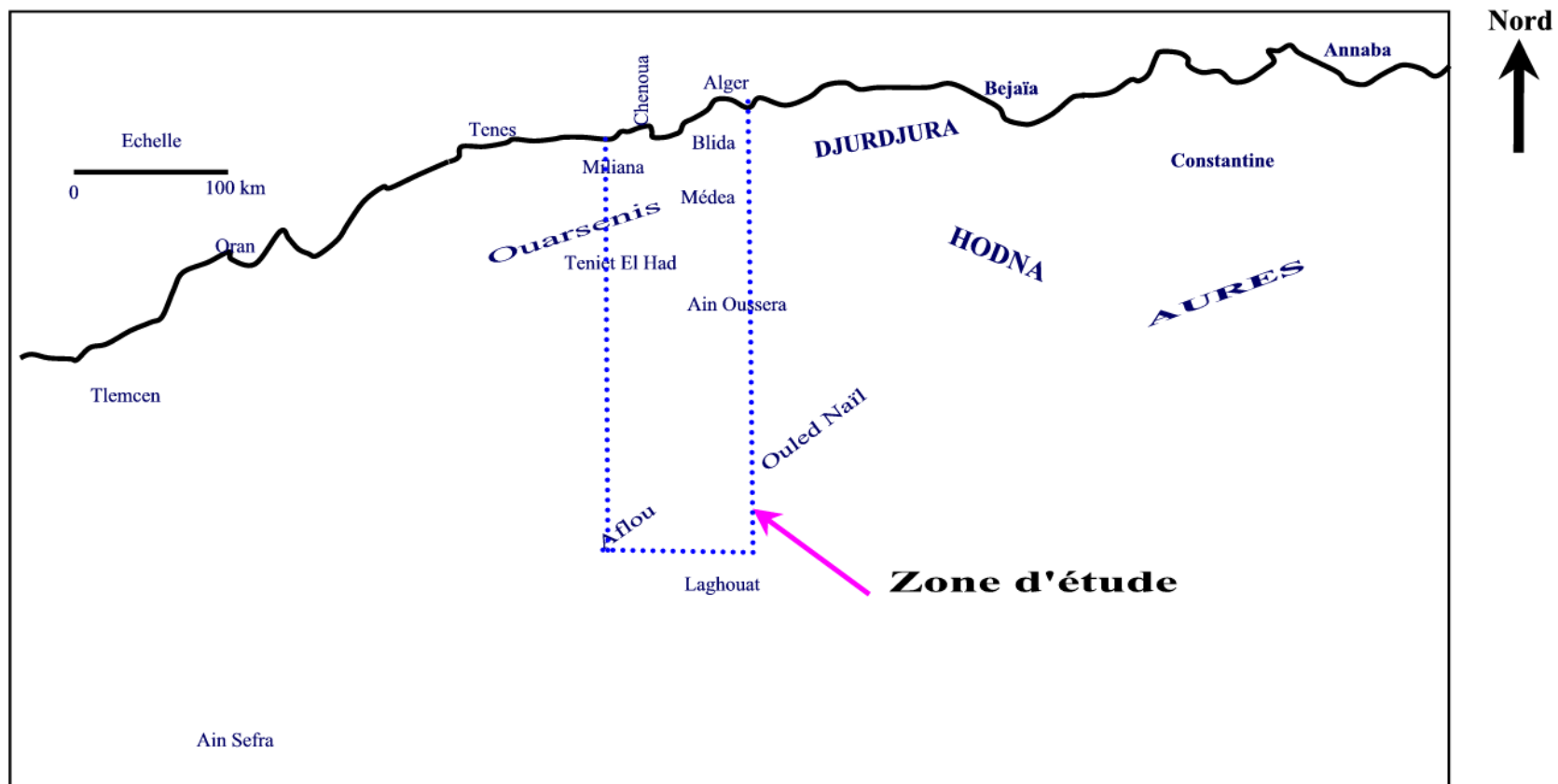


Fig 1 : Carte de l'Algérie septentrionale représentant la tranche centre Nord-Sud du transect de la zone étudiée

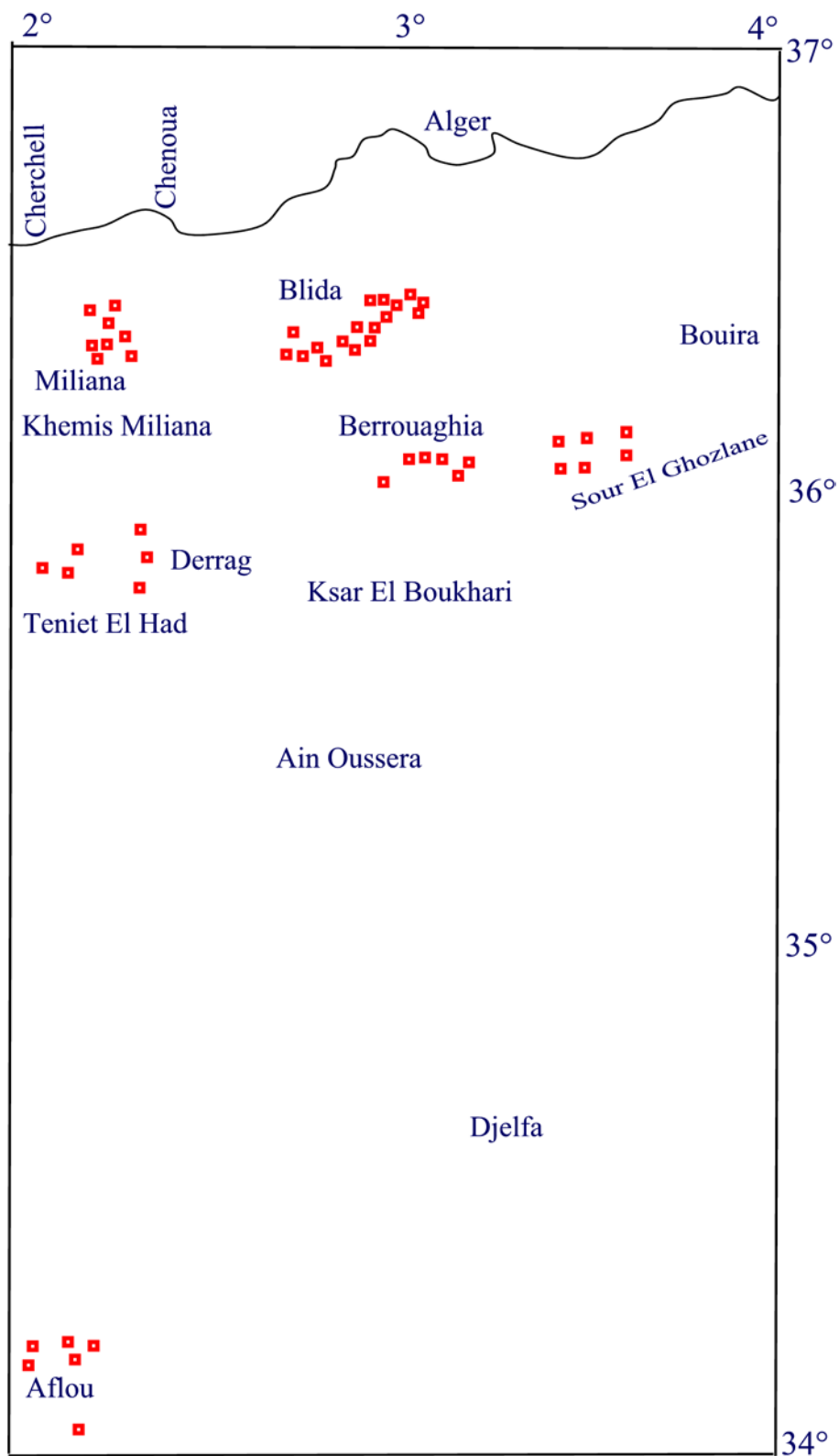


Fig 2 : Localisation des relevés (d'après la carte Barry et al)

■ Ce point peut représenter sur le terrain un, deux ou trois relevés

Echelle 1/1 000 000 0 50 100 km

Tableau 1 : Stations météorologiques englobant notre zone d'étude

Station	Longitude	Latitude	Altitude (m)	Emplacement	Période
Cherchell	2°11'E	36°37'	33- 22	Hopital militaire, commune mixte	1919-1918 1931-1938
Tipaza	2°26'E	36°36'	50 – 80	Ferme, propriété coulombel	1913-1919 1919-1938
Blida	2°50'E	36°28'	267	Mairie	1913-1938
Chr��a	2°53'E	36°2'	1550	Maison forrest��re-Mairie	1910-1912- 1962
Camp des chênes	2°47'E	36°22'	360	Maison forestière	1952-1962
Lac mouzaia	2°41'E	36°22'	1270	Maison forresti��re	1915-1938
Tablat	3°19'E	36°24'	450	Village	1920-1935
Médéa	2°45'E	36°16'	928- 917	Hopital militaire, ��cole de garçons,	1913-1916 1926 – 1938
Omaria	2°46'E	36°17'	850	Village	1956-1960
Sidi medjahed	2°10'E	36°20'	905	Maison forestière	1916-1938
Miliana	2°14'E	36°19'	750 – 750	Presbytère Protest. Direction des mines du Zaccar	1934-1938
Benchicao	2°51'E	36°12'	1129	Gare	1913-1938
Berrouaghia	2°55'E	36°8'	928	Gare	1913-1938
Beni slimane	3°18'E	36°14'	600	D. de Beni slimane	1920-1938
Bir g��balou	3°35'E	36°16'	642	Maison Cantonni��re	1914-1938
Theniet el had	2°1'E	35°52'	1160	Hopital militaire et ponts et chaussées	1913-1922 1922-1934
Bordj el emir A.E.K	2°16'E	35°52'	1050	Propriété Pouland	1922-1938
Derrag	2°23'E	35°55'	1150	Mairie	1914-1938
Aflou	2°6'E	34°7'	1425-1406	Hopital militaire commune mixte	1913-1916 19923-1938
Laghouat	2°53'E	33°48'	796-767	Hopital militaire	1913-1918 1919-1938

Tableau 2 : précipitations moyennes mensuelles et annuelles (en millimètre)

STATION	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D	AN
Cherchel	105 10	72 8	47 8	35 6	45 5	15 2	1 1	3 1	42 4	70 6	94 9	104 10	633 70
Tipaza	94 11	68 9	64 9	37 7	44 6	14 3	2 1	3 1	32 4	73 7	95 10	104 10	630 78
Meurdja	165	119	133	132	109	18	9	14	50	126	108	176	1157
Blida	132 11	96 10	111 10	84 8	84 7	39 4	3 1	5 1	48 4	77 7	133 11	142 11	954 85
Chr��a	142	143	142	149	113	43	2	25	83	160	188	192	1382
Camp des chênes	211	95	108	70	61	7	4	7	40	86	101	200	999
Lac mouzaia	142 9	82 9	109 12	77 9	75 8	30 4	2 1	5 1	32 5	81 8	155 12	143 10	933 88
Tablat	147	78	76	53	48	13	3	4	39	54	61	133	703
Médéa	119 13	94 11	85 12	55 8	61 8	26 5	2 1	5 1	27 5	70 9	113 12	143 12	800 97
Omaria	111	46	69	47	32	8	5	11	36	44	42	99	550
Sidi medjahed	137 10	107 10	108 11	66 7	68 6	22 4	5 2	9 2	32 4	64 7	116 9	146 11	880 83
Miliana	149 13	121 11	107 12	80 9	66 8	19 5	2 1	3 2	35 4	71 8	130 12	167 13	950 98
Benchicao	81 8	71 9	71 9	51 7	49 5	16 3	3 1	3 1	33 3	52 6	93 9	102 9	625 70
Berrouaghia	97 8	76 7	69 8	45 6	46 6	19 2	1 1	4 1	21 3	43 6	80 7	92 8	593 63
Beni slimane	77 9	45 8	44 10	36 7	38 7	29 5	3 1	3 1	21 3	35 7	56 8	61 9	448 75
Bir g��balou	92	60 7	54 6	39 6	47 6	19 3	6 1	10 1	28 4	41 5	66 7	88 8	542 62
Theniet el had	89 11	76 11	70 11	51 7	56 7	24 4	7 2	7 2	40 6	51 7	74 12	83 10	628 90
Bordj el emir A.E.K	82 12	41 11	56 12	46 9	45 8	32 6	7 3	8 3	30 6	42 7	56 12	82 11	527 100
Derrag	85 9	61 8	75 9	53 7	53 6	26 3	4 1	9 2	26 4	46 6	74 8	84 8	596 71
Aflou	31 5	33 7	38 7	32 5	28 6	28 5	9 4	11 4	24 4	45 7	30 7	33 7	342 68
Laghouat	12 3	12 3	16 3	12 3	19 4	12 2	5 2	7 2	23 4	17 3	18 4	14 3	167 36

La première ligne indique la pluviosité totale pour chaque mois et pour l'année

La deuxième ligne indique le nombre de jours de pluie

2.2.1.2 Gradients pluviométriques altitudinaux

C'est surtout pour l'Atlas blidéen que plusieurs gradients ont été calculés par différents auteurs, notamment Halimi (1980), Nedjahi (1988), Derridj (1990) et Meddour (1994) ; tous donnent un gradient qui varie entre 40mm et 45mm/100m.

Dans un souci d'homogénéité des valeurs des précipitations que nous aurons à calculer pour chacun de nos relevés, nous avons opté pour le gradient de Seltzer (1946) qui est de 50mm/100m pour toute l'Algérie septentrionale et qui englobe donc, toute la partie nord de notre zone d'étude.

La partie sud du transect, c'est à dire la région de Aflou aura un gradient à part, à cause des faibles précipitations.

Notons enfin que l'accroissement de la pluviosité n'est pas dû seulement à l'effet de l'altitude, la distance par rapport à la mer influe sur les précipitations qui diminuent au fur et à mesure qu'on s'éloigne du littoral à cause de l'appauvrissement progressif de l'atmosphère en vapeur d'eau.

Plusieurs auteurs ont donné un gradient à cette partie du sud algérien.

Dubief (1963) a donné 27mm/100m, Baldy (1965) : 20mm/100m, Gharzouli (1977) a déterminé 3 gradients, pour l'ouest : 25mm, l'est : 33mm et le centre 20mm/100m. Selon Pouget (1980) la

Valeur moyenne serait de 20 à 30 mm/100m avec P compris entre 300 et 400mm. Djellouli (1981) a calculé un gradient de 25mm/100m qui englobe notre région (Aflou) et pour lequel nous optons.

2.2.1.3 Le regime saisonnier des précipitations

Suivant le tableau 3, on voit que la saison la moins arrosée est l'été pour toutes les stations, de même l'hiver est la saison la plus arrosée sauf pour les deux stations du sud où l'automne est le plus pluvieux.

Hormis Aflou et Laghouat qui présentent un indicatif saisonnier de la forme APHE toutes les autres stations présentent soit un régime HPAE, soit un régime HAPE qui est caractéristiques du littoral et du tell algérien selon Zeraia (1981)

Les deux stations Aflou et Laghouat du fait de leur situation à l'extrême sud de notre zone de travail se démarquent donc nettement par leur régime pluviométrique saisonnier de l'ensemble des autres stations.

Camp des chênes, Chréa, Meurdja et Miliana présentent par ordre décroissant les hivers les plus pluvieux parmi nos stations alors que les étés les plus rigoureux ne coïncident pas aux deux stations extrêmes du sud mais avec les stations situées à l'autre extrémité à savoir : Cherchell et Tipasa (stations du littoral) et Camp des chênes (station de montagne).

Nous avons vu que pour nos stations l'été est le moins arrosé, cependant il faut aussi que ce dernier soit sec comme l'a souligné L. Emberger (1955).

D'après Koppen (1918), un mois est sec s'il reçoit un total des précipitations inférieurs à 30mm.

Aussi Turc (1961) a apporté une explication à la limite de Koppen en montrant qu'un sol s'il est porté à sa capacité de rétention au champ, il est capable d'évaporer 1 mm par jour pendant un mois ensuite l'évaporation ralentit et ne dépassera plus 0.1mm par jour.

Pour notre zone d'étude les stations suivantes présentent les mois secs ci-après : (Tabl.4) Ainsi Blida et Chréa sont secs pendant 2 mois seulement par contre Aflou avec 5 mois et Laghouat 12 mois détiennent les périodes les plus sèches. Là encore ces deux stations se démarquent par rapport à celles situées plus au nord.

Tableau 3 : Régime pluviométrique saisonnier

STATION	HIVER	PRINTEMPS	ETE	AUTOMNE	TYPE
Cherchell	281	127	18	206	HAPE
Tipaza	266	145	19	200	HAPE
Meurdja	460	374	41	284	HPAE
Blida	370	279	47	258	HPAE
Chr��a	477	404	70	431	HAPE
Camp des chênes	506	239	18	227	HPAE
Lac mouzaia	367	261	37	268	HAPE
Tablat	358	177	20	154	HPAE
Médéa	356	201	33	210	HAPE
Omaria	256	148	24	122	HPAE
Sidi medjahed	437	253	24	236	HPAE
Miliana	390	242	36	212	HPAE
Benchicao	254	171	22	178	HAPE
Berrouaghia	265	160	24	144	HPAE
Beni slimane	183	118	35	112	HPAE
Bir g��balou	240	140	35	135	HPAE
Theniet el had	248	177	38	165	HPAE
Bordj el emir A.E.K	205	147	47	128	HPAE
Derrag	230	181	39	146	HPAE
Aflou	97	98	48	99	APHE
Laghouat	38	47	24	58	APHE

Tableau 4 : Enumération des mois secs des différentes stations

Stations	Mois secs	Nbr.mois secs	Stations	Mois secs	Nbr.mois secs
Cherchell	Juin, juillet, aout	3	Sidi medjahed	Juin juillet aout	3
Tipasa	” ” ”	3	Benchicao	” ” ”	3
Meurdja	” ” ”	3	Berrouaghia	Juin juillet aout septembre	4
Blida	Juillet, aout	2	Benislmane	” ” ”	3
Chr��a	” ”	2	Birghbalou	” ” ”	3
Camp des chênes	Juin, juillet, aout	3	Theniet el had	Juin juillet aout	3
Lac mouzaia	” ” ”	3	Bordj el emir A.E.K	Juillet aout septembre	3
Tablat	” ” ”	3	Derrag	Juin juillet aout septembre	4
Médéa	Juin juillet aout septembre	4	Aflou	Mai à septembre	5
Omaria	Juin juillet aout	3	Laghouat	Janvier �� Décembre	12
Miliana	” ” ”	3			

2.2.2 La température

C'est un facteur important pour la vie du végétal ; quand elle est élevée, elle diminue la quantité d'eau disponible dans le sol au cours de l'évapo-transpiration ; quand elle est basse, elle peut constituer une limite pour le développement végétal.

De plus, la vie végétale se déroule entre deux extrêmes, la température minimale du mois le plus froid (m) et la température maximale du mois le plus chaud (M).

L. Emberger (1955) a déterminé les seuils de m en rapport avec la gelée, ainsi lorsque $m > +7^{\circ}\text{C}$ il ne gèle plus en région méditerranéenne. entre $+3^{\circ}\text{C}$ et 7°C , les gelées sont rares, entre 0°C et 3°C , elles sont fréquentes ; et lorsque $m < 0$ les gelées sont très fréquentes et enfin quand $m = -10^{\circ}\text{C}$, elles sont quotidiennes.

2.2.2.1 Moyenne des maximums du mois le plus chaud (M)

Le tableau 5, montre que pour les stations (Cherchell, Meurdja, Blida, Chréa, Lac Mouzaia, Tablat, Omaria, Miliana, Theniet El Had) c'est le mois d'août qui est le plus chaud, pour le reste des stations considérées c'est le mois de Juillet.

Laghouat, Benchicao et Berrouaghia sont les plus chauds avec respectivement 36°C - 35°C - 34.2°C .

La station du littoral (de Cherchell) et celles de chréa et du lac mouzaia sont les plus fraîches Avec respectivement 28.3°C , 26.3°C et 28.8°C .

2.2.2.2 Moyenne des minimums du mois le plus froid (m)

Suivant les valeurs figurant au tableau 6, Janvier est le mois le plus rigoureux pour presque toutes les stations sauf pour Tablat – Médéa – Omaria et Aflou qui présentent leur valeur la plus basse au mois de Février.

La station la plus froide est celle d'Aflou avec $m = -1,3^{\circ}\text{C}$ alors que la moins froide est la station du littoral, Cherchell avec $m = +7,7^{\circ}\text{C}$, ceci est dû principalement à l'effet de la distance à la mer, en été les stations maritimes sont plus fraîches que celles situées à l'intérieur loin de l'influence de la mer. En hiver c'est l'inverse, les stations plus chaudes sont maritimes et les plus fraîches à l'intérieur.

2.2.2.3 La température moyenne mensuelle et annuelle (t)

La température moyenne annuelle varie entre $11,5^{\circ}\text{C}$ au Lac Mouzaia à $18,30^{\circ}\text{C}$ à Blida, cette dernière station présente en effet les valeurs de température les plus élevées.

2.2.2.4 Les gradients thermiques altitudinaux

Meddour (1994) a calculé pour l'Atlas blidéen les gradients de m et M qui sont respectivement $0,55^{\circ}\text{C}$ avec un coefficient de corrélation = 0,87 et de $0,34^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ avec $r=0,97$.

Cependant, il est à noter que la décroissance de la température avec l'accroissement de l'altitude, n'est pas liée simplement et seulement à l'altitude, mais à d'autres facteurs qui ne manquent pas d'importance.

A altitude égale, la température varie avec le relief (Adrets, ubacs) c'est pourquoi Halimi (1980) conclut qu'il est difficile de déterminer les gradients thermiques dans l'Atlas blidéen à l'aide d'une droite de régression qui met en corrélation température et altitude uniquement.

Djellouli (1983) pour les hauts plateaux sud oranais, donne un gradient de 0,3°C pour m et 0.8°C pour M, ils sont nettement différents de ceux calculés par Meddour (1994) pour l'Atlas blidéen car s'agissant de régions différentes, mais qui s'en rapprochent plus ou moins bien des gradients calculés par Seltzer pour toute l'Algérie où $m=0,4^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ et $M=0,7^{\circ}\text{C}/100\text{m}$. Nous avons renoncé à utiliser des gradients différents pour chacune des régions de notre zone d'étude et nous avons opté pour ceux de Seltzer (1946) qui ne sont pas remis en cause et qui nous permettraient d'avoir des résultats de température avec la même variabilité pour toute notre zone d'échantillonnage

Tableau 5 : Moyenne des maximums du mois le plus chaud (M)

Stations	J	F	M	A	M	J	J'	A	S	O	N	D	Année
Cherchell	15,6	16,8	19	20,9	22,8	25,2	28	28,3	27,1	23,5	19,4	17,2	22
Meurdja	9,6	10,7	12,8	16	20,1	25,2	29,1	30,1	26,1	19,4	14,8	10,8	18,7
Blida	14,1	15,8	17,9	21,2	24,6	28,4	32,9	33,6	30,0	24,3	18,9	15,7	23,1
Chrèa	5,6	6,2	7,6	11,9	11	20,8	26	26,3	22,3	14,9	10	6,3	14,4
Lac mouzaia	6,5	7,6	9	11,4	16,8	21,8	28,8	28,8	23,7	17,2	10,4	7,7	15,8
Tablat	12,8	14,1	16,4	18,8	22,7	27	30,5	32,6	28,4	22,5	18,6	14,3	21,5
Médéa	10,3	10,7	14,3	17,7	24,4	27,1	32,2	31,8	27,0	21,1	14,7	9,7	19,8
Omaria	10	11,1	13,2	16,3	20,4	25,4	29,2	30,4	26,3	19,8	15,3	11,2	19
Miliana	10,4	11,7	13,3	17,1	21,0	26	30,7	31,1	26,5	20,5	14,6	11	19,6
Benchicao	7,9	10	13,1	16,1	22,3	28,5	35	33,3	26,7	20,3	13	8,7	19,6
Berroua-ghia	9,5	11,6	14,8	18,6	23,2	28,8	34,2	34,1	28,9	22,5	15,2	10,5	21
Theniet el-had	9,2	10,3	13	16,5	20	27,7	31,6	32	25,9	20,1	13,8	9,8	19,2
Aflou	8,6	8,3	14,2	17,4	23,4	28,3	33	32,6	26,4	20,1	13,6	9,1	19,6
Laghouat	12,5	15,1	18,4	22,8	26,2	31,8	36	35,2	30	24	16,9	13,0	23,50

2.2.2.5 L'amplitude thermique

Elle est obtenue en faisant la différence entre la température moyenne maximale du mois le plus chaud et la température moyenne minimale du mois le plus froid. Elle exprime aussi l'évaporation dans le quotient pluviotherme d'Emberger. En étudiant ce paramètre pour l'Atlas blidéen, Halimi (1980) a constaté une décroissance de l'amplitude à mesure que l'on

s'éloigne de la mer et cela, en faisant une comparaison vec des stations situées à l'intérieur ; cela influe selon Peguy (1970) sur les valeurs de M et am et dont la différence sera plus faible à proximité de la mer. L'amplitude thermique (tableau 8) varie de 20,6 (Cherchell) à 34,3 (Aflou).

Tableau 6 : Moyenne des minimums du mois le plus froid (m)

Stations	J	F	M	A	M	J	J'	A	S	O	N	D	Année
Cherchell	7,7	7,4	9,2	11,3	14,2	17,2	19,8	20,5	19	15,9	12,1	9,5	13,6
Meurdja	3,1	3,4	5,6	7,1	11,4	15	18,7	19,4	16,4	11,1	7,1	4,5	10,2
Blida	7,3	8,0	9,4	11,2	14	17,3	20,2	21	19	15	11,3	8,4	13,5
Chr��a	0,4	0,4	2,4	4,2	9,4	12,4	17,6	18,1	14,3	7,9	3,8	1,1	7,6
Lac mouzaia	1,0	1,1	2,2	4,8	8,2	12,6	17	17,5	13,8	8,8	4,3	1,7	7,8
Tablat	5,3	5,2	7,3	8,9	12,4	16,1	18,9	19,8	17,7	13,0	9,1	6,7	11,7
M��d��a	3,2	2,7	5,2	6,9	9,4	13,7	17	17	14,6	9,8	7,3	3,2	9,2
Omaria	3,8	3,6	5,7	7,3	11,5	15,1	18,7	19,4	16,6	11,3	7,3	4,8	10,4
Miliana	4,6	5,4	7,0	8,9	12,4	16,8	20,3	20,6	17,5	13,3	8,9	5,5	11,8
Benchicao	1,3	2,4	3,7	5,8	9,1	13,2	16,2	17,2	12,3	3,9	4,0	2,7	8,1
Berrouaghia	0,6	1,3	3,4	5,4	8,5	11,9	15,2	15,3	12,3	8,7	4,5	1,5	7,4
Theniet el-had	0,2	1,2	4,0	0	9,5	12,8	15,9	16,3	13,4	9,4	4,1	2,2	7,9
Aflou	00	1,3	2,4	4,3	8,0	12,5	15,1	15,3	11,7	7,8	3,1	0,5	6,6
Laghouat	2,3	3,6	6,5	9,4	13,2	18,1	21,2	20,4	16,8	11,6	5,9	3,1	11

2.2.3 Diagrammes ombrothermiques (fig.3)

Bagnouls et Gaussen (1957) ont déterminé la période sèche grâce à la combinaison dans un diagramme de deux courbes : celle des précipitations et celle des températures. Un mois est défini comme étant sec lorsque la pluviosité mensuelle est égale ou inférieure au double de la température moyenne mensuelle $P \leq 2T$, ceci apparaît graphiquement lorsque les 2 courbes se croisent, celle des précipitations passent au dessous de celle des températures.

Tableau 7 : Température moyenne mensuelle et annuelle (t)

Station	J	F	M	A	M	J	J'	A	S	O	N	D	AN
Cherchell	11.6	12.1	14.1	16.1	18.5	21.2	23.9	24.4	23	19.7	15.7	13.3	17.8
Meurdja	6.3	7	9.2	11.5	15.8	20.1	23.9	24.7	21.2	15.2	10.9	7.6	14.4
Blida	10.7	11.9	13.6	16.2	19.3	22.8	26.5	27.3	24.5	19.6	15.1	12	18.3
Chr��a	3	3.3	5	8	12.7	16.6	21.8	22.2	18.3	11.4	6.9	3.7	11
LacMouzaia	3.7	4.3	5.6	8.1	12.5	17.2	22.6	22.9	18.7	13	7.3	4.7	11.7
Tablat	9.05	9.6	11.8	13.8	17.5	21.5	24.7	26.2	23	17.7	13.8	10.5	16.5
Médéa	6.7	6.7	9.7	12.3	15.4	20.4	24.6	24.4	20.8	15.4	11	6.4	14.5
Omaria	6.9	7.3	9.4	11.8	15.9	20.2	23.9	24.9	21.4	15.5	11.3	8	14.7
Miliana	7.5	8.5	10.4	13	16.7	21.4	25.5	25.8	22	16.9	11.7	8.2	15.7
Benchicao	4.6	6.2	8.4	10.9	15.7	20.8	25.6	25.2	19.5	14.6	8.5	5.7	13.8
Berrouaghia	5.	6.4	9.1	12	15.8	20.3	24.7	24.7	20.6	15.6	9.8	6	14.2
Theniet el had	4.7	5.7	8.5	11.2	15.2	20.2	23.7	24.1	19.6	14.7	8.9	6	13.5
Aflou	4.3	3.5	8.3	10.8	15.7	20.4	24	23.9	19	13.9	8.3	4.8	13.1
Laghouat	7.4	9.35	12.4	16.1	19.7	24.9	28.6	27.8	13.4	17.8	11.4	8.05	17.2

Tableau 8 : Amplitudes thermiques au niveau des stations

Station	Amplitude thermique	Station	Amplitude thermique
Cherchell	20,6	Omaria	26,8
Meurdja	27	Miliana	26,5
Blida	26,3	Benchicao	33,7
Chr��a	25,9	Berrouaghia	33,6
Lac mouzaia	27,8	Theniet el had	31,80
Tablat	27,4	Aflou	34,3
Médéa	29,5	Laghouat	33,7

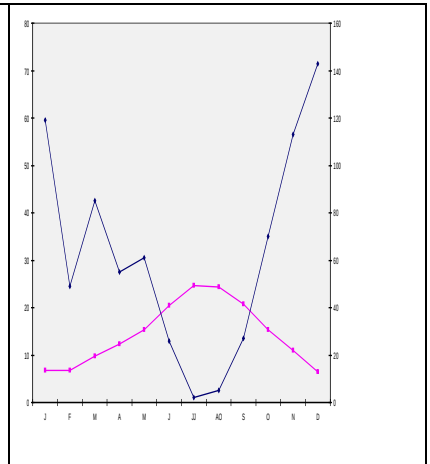
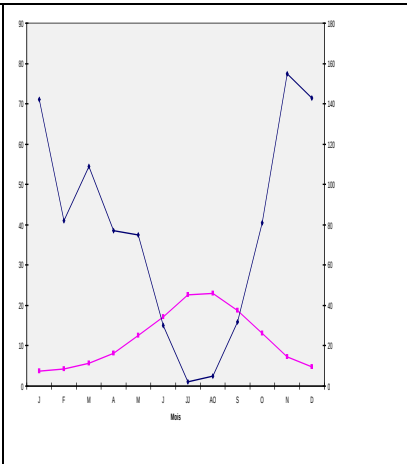
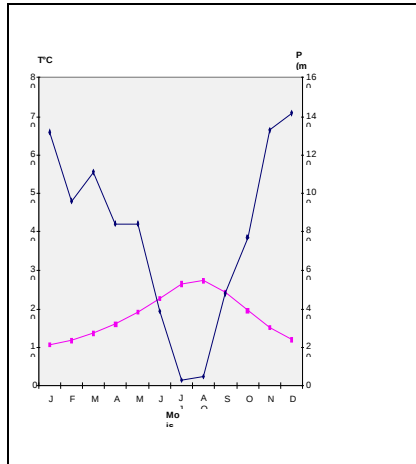
T°C

Blida

P (mm)

Lac Mouzia

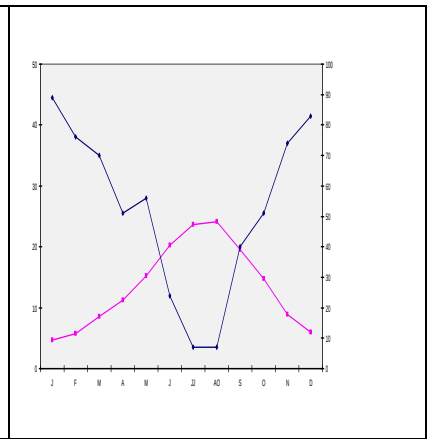
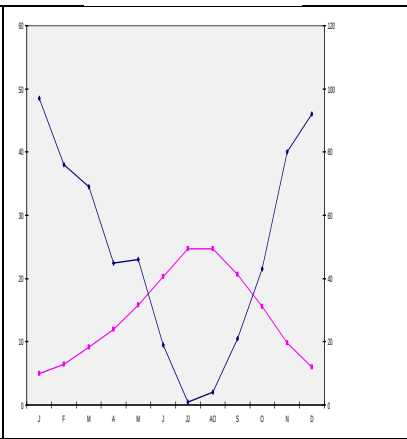
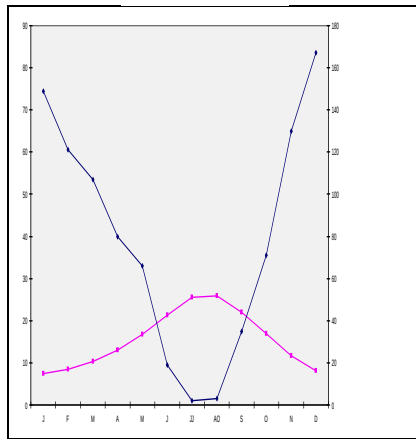
Médeä



Miliana

Berrouaghia

Téniet El Had



Aflou

Benchicao

Chr  a

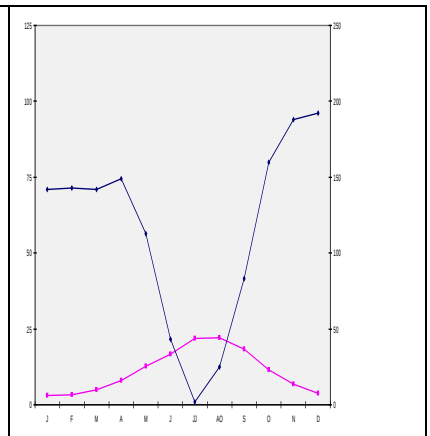
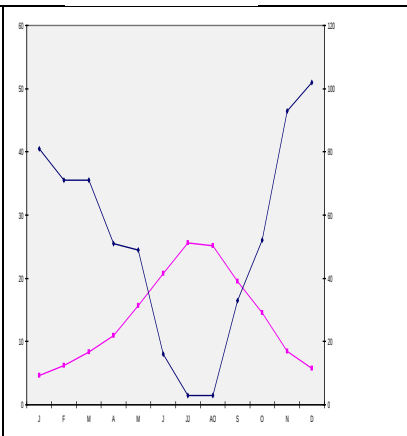
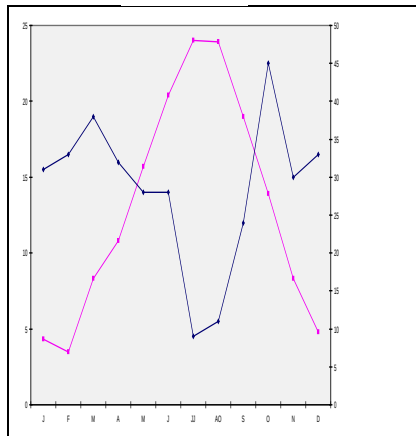


Fig 3 : Diagrammes Ombrothermiques



Température



Pluviosité

2.2.4 Les étages de végétation

Plusieurs auteurs ont discuté sur ce concept depuis L. Emberger 1936 et Gaussen 1963 jusqu'aux plus récents Rivas-martinez (1994) et Dahmani (1997), il y a aussi les travaux de Daget(1977) ;Donadieu(1977) ;Quezel(1976,1979,1997)et Rivazmartinez (1981,1982,1985, 1991).

Rivas-martinez (1981) a utilisé la valeur de la température moyenne annuelle (T) pour la détermination de l'étage de végétation qui représente « un ensemble de groupements végétaux Reunis par affinités écologique dans une tranche altitudinale variant suivant la latitude » Ozenda (1975).

Quezel (1974, 1976,1979) Barbero et Quezel (1984) ainsi que d'autres auteurs, utilisent la température minimale du mois le plus froid pour la détermination de la variante thermique.

Afin de classer nos stations dans l'étage bioclimatique qui leur correspond, nous avons suivi les valeurs de T et m données par Rivas-martinez (1991,1994) et Dahmani (1997) pour l'Algérie.

Tableau 9 : Etages de végétation correspondants à nos stations

Etages de végétation	Stations
Thermoméditerranéen	Cherchell- Blida – Tablat
Mesoméditerranéen	Medéa – Benchicao – Berrouaghiaa – Omaria – Theniet el-had – Miliana – Meurdja – Aflou
Supraméditerranéen	Chrèa

Nos stations appartiennent soit au thermoméditerranéen qui est l'étage des forêts de conifère avec le Ceratonia siliqua et l'Olea europea soit au Mésoméditerranéen qui est consitué par les forêts de chênes sclerophylles. Soit enfin au supraméditerranéen, étage des chênes caducifoliés, représenté dans notre cas par la station du Lac mouzaia et de Chrèa.

2.2.5 Indice Xérothermique

La saison sèche est une caractéristique du climat de type méditerranéen et cet indice est applicable justement aux climats à saison sèche bien marquée.

Bagnoul et Gaussen (1953) ont établi cet indice qui caractérise l'intensité de cette sécheresse qui est différente d'une région à l'autre.

Ces auteurs tiennent compte des jours sans pluie, ainsi que de tout apport d'eau sous forme de brouillard, d'humidité atmosphérique ou de rosée.

Le tableau10, montre que la valeur de cet indice est comprise entre 52 et 107, donc nos stations appartiennent bien au climat méditerranéen.

Une pluviosité même très importante n'est pas profitable à la végétation si la durée des précipitations est courte ; l'indice xérothermique en tenant compte des jours biologiquement secs, donne en quelque sorte une idée sur le manque d'eau pour le végétal.

A cet effet, on constate finalement que c'est Berrouaghia qui est plus xérique, pourtant Aflou qui reçoit les précipitations les plus faibles, a un indice relativement moyen.

On peut penser donc que l'attitude du climat à l'égard de la végétation est trop complexe pour que l'on puisse se limiter à l'analyse de la hauteur des précipitations.

2.2.6 La continentalité pluviale

Afin de mesurer la continentalité pluviale, Angot (1906) a fait le rapport entre les précipitations des six mois les plus chauds sur les six mois les plus froids, il est désigné par la lettre C et donne la concentration estivale des précipitations.

Une station à climat méditerranéen présentera une valeur de $C < 1$

Notons enfin que pour le calcul de C, les six mois les plus chauds s'étalent de mai à octobre, les plus froids de novembre à avril.

Suivant le tableau 11, nous remarquons que notre zone est non continentale, le rapport est inférieur à 1 pour toutes les stations ce qui confirme ainsi l'appartenance de cette zone au climat méditerranéen.

Les stations de Aflou et de Laghouat présentent un rapport de C élevé ce qui rapproche ces deux stations du climat semi-continental, où l'influence maritime est presque nulle

Tableau 10 : Indice Xérothermique de quelques stations (Bagnouls et Gaussen, 1953)

Stations	Altitudes	Indices xérothermiques
Lac mouzaia	1270	52
Blida	267	75
Blida	1425	77
Theniet El Had	1160	79
Cherchell	33	81
Miliana	750	90
Médéa	928	99
Benchicao	1129	99
Berrouaghia	928	107

2.2.7 La neige (tabl.12)

Selon Pahaut (1956)[†] l'action de la neige sur le sol est différente de celle des précipitations sous forme de pluie, en couvrant le sol, elle le protège des froids très rigoureux, en plus elle constitue une réserve d'eau appréciable au printemps.

De ce fait, le sol et donc la végétation bénéficient de cet apport d'eau ; pour Carabiener (1956) ; le tassement des horizons organiques et leurs humification au printemps, influe sur la composition floristique des peuplements.

Seltzer (1946), retient la durée d'enneigement comme paramètre essentiel, en pratique c'est cette période qui a une importance pour le sol. Selon cet auteur, la couverture neigeuse assure une inhibition continue de sol et son humectation en profondeur, à condition que la température ne soit pas trop basse.

Nous estimons effectivement que si le sol possède une bonne capacité de rétention, ce paramètre sera alors d'un apport bénéfique pour le végétal. Nous donnons ci dessous la durée d'enneigement fourni par Seltzeir (1946) pour les stations suivantes

[†] In SELTZER (1946)

Tableau 11 : continentalité pluviale

Stations	Précipitations des 6 mois les plus chauds	Précipitations des 6 mois les plus froids	C
Cherchell	176	457	0.38
Meurdja	326	833	0.39
Blida	256	698	0.37
Chr��a	426	956	0.44
Lac mouzaia	225	708	0.32
Tablat	161	548	0.29
Médéa	191	609	0.31
Omaria	136	414	0.32
Miliana	196	754	0.26
Benchicao	156	469	0.33
Berrouaghia	134	459	0.29
Theniet El Had	185	443	0.42
Aflou	145	197	0.74
Laghouat	83	84	0.99

Tableau 12 : nombre de jours d'enneigement pour quelques stations.

Stations	Nombre moyen de Jours d'enneigement
Lac mouzaia	23,1
Col de Chr��a	25,1
Miliana	3,9
Médéa	18,1
Benchicao	22,6
Berrouaghia	10,2
Bir g��balou	3,5
Ain bessam	4,9
Theniet el had	22
Bord el emir A.E.K	13
Derrag	27,2
Aflou	15,8

2.2.8 Le Quotient pluviothermique d'Emberger : Q2 et Etages bioclimatiques.

Emberger (1955) a élaboré un quotient climatique désigné par Q2. Celui-ci comporte les éléments du climat qui sont prépondérants pour la végétation. Il utilise la moyenne $\frac{M+m}{2}$

des maximums et minimums sachant que la vie végétale, oscille entre les limites de ces deux paramètres

Donc, la pluviosité moyenne annuelle dont l'importance a été déjà soulignée, est utilisée dans ce quotient. L'évaporation est introduite par l'amplitude thermique ($M - m$).
P = précipitations moyennes annuelles (mm)

$$Q2 = \frac{1000 P}{\frac{M+m}{2} (M - m)}$$

M = moyenne des maximums le plus chaud (° kelvin)
m = moyenne des minimums du mois le plus froid (°kelvin)

Pour la détermination des étages bioclimatiques, nous avons utilisé dans un système à 2 axes, les valeurs du Q2 en ordonnées et celles de m en abscisse.

Le climagramme établi par Emberger (1955) (figure 4) distingue cinq étages bioclimatiques : le saharien, l'aride, le semi-aride, le sub-humide et l'humide. Chacun de ces étages pouvant occuper suivant la valeur de m une des variantes thermiques suivantes :

$$\begin{aligned} 0^{\circ} C < m < -3^{\circ} C &= \text{hiver froid} \\ 0^{\circ} C < m < 3^{\circ} C &= \text{hiver frais} \\ 3^{\circ} C < m < 7^{\circ} C &= \text{hiver tempéré} \\ m > +7^{\circ} C &= \text{hiver chaud} \end{aligned}$$

Dans le tableau 13, nous donnons la valeur du Q2 ainsi que le bioclimat pour chacune de nos stations dans le climagramme d'Emberger (1955).

Le tableau 13 montre que nos stations sont représentées dans les étages bioclimatiques suivants :

- . L'humide à vairante fraîche et tempérée
- . Le sub humide à vairante fraîche, tempérée et chaude
- . Le semi aride froid et tempéré

La figure 4, montre la localisation des relevés sur le climagramme d'Emberger

Tableau 13 : valeurs du Q2, m et bioclimats correspondants aux stations

Stations	Q2	m	Bioclimat
Cherchell	105	7,4	Sub humide chaud
Meurdja	147,96	3,1	Humide tempéré
Blida	124,43	7,3	Sub humide chaud
Chr��a	186,34	0,4	Humide frais
Lac mouzaia	118,65	1,0	Humide frais
Tablat	87,89	5,2	Sub humide tempéré
Médéa	94,26	2,7	Sub humide frais
Omaria	70,76	3,6	Semi aride tempéré
Miliana	124,09	4,6	Sub humide tempéré
Benchicao	64,62	1,3	Sub humide frais
Berrouaghia	61,40	0,6	Sub humide frais
Theniet el had	68,88	0,2	Sub humide frais
Aflou	34,83	1,3	Semi aride froid

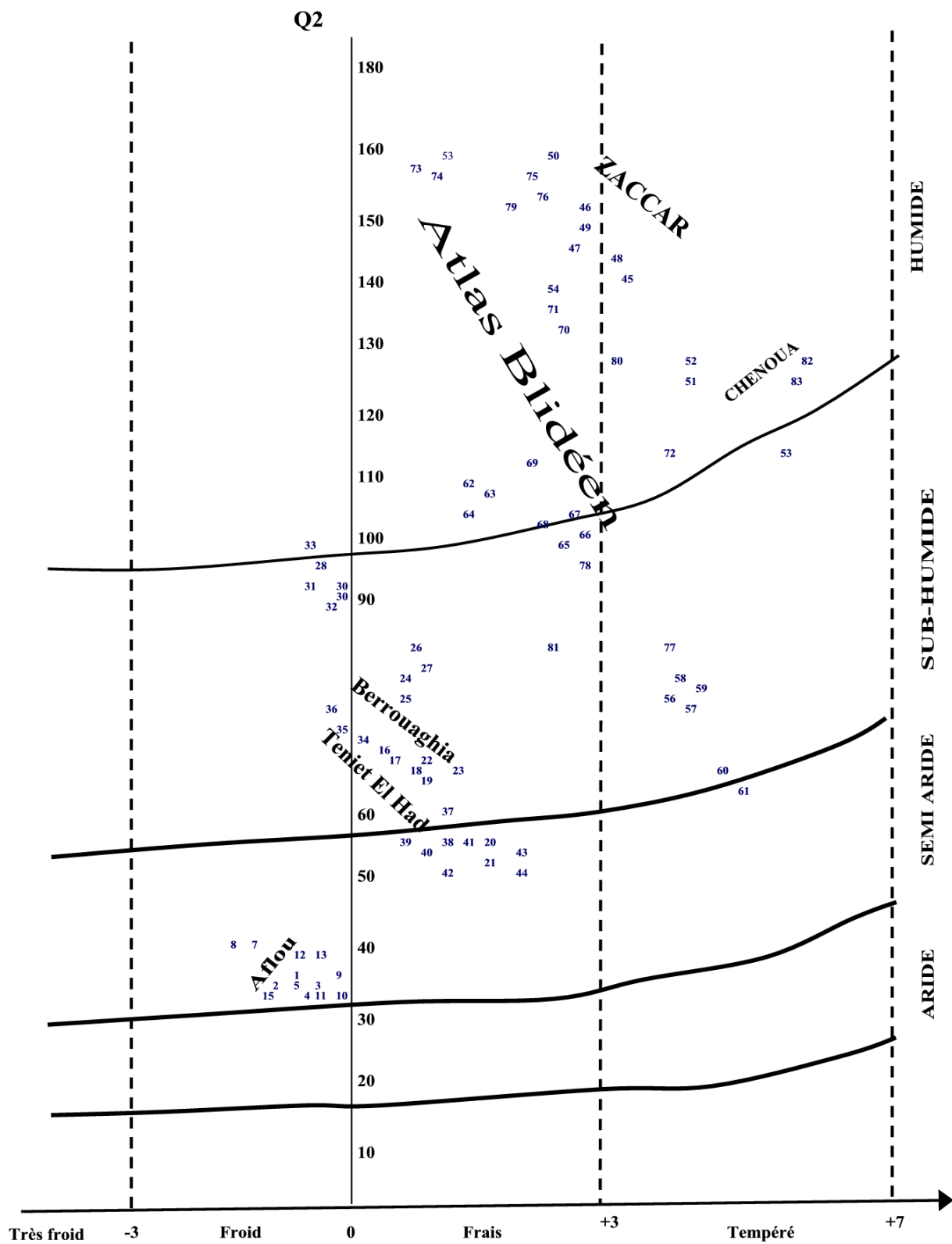


Figure 4: Localisation des relevés sur le Climagramme d'Emberger

2.2.9 Conclusion

Notre transect est caractérisé par le type climatique méditerranéen où les fortes chaleurs coïncident avec la sécheresse.

Toutefois du nord au sud on remarque la variabilité des paramètres climatiques telles que pluviosité et température puisqu'il est connu par exemple que la pluviosité diminue à mesure que l'on s'éloigne de la mer.

A l'intérieur de ce type climatique méditerranéen, on observe donc des différences importantes de la pluviosité et de la température.

A cet effet le climagramme élaboré par Emberger place nos stations du semi aride à l'humide et des variantes thermiques chaudes à fraîches.

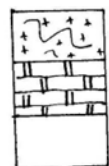
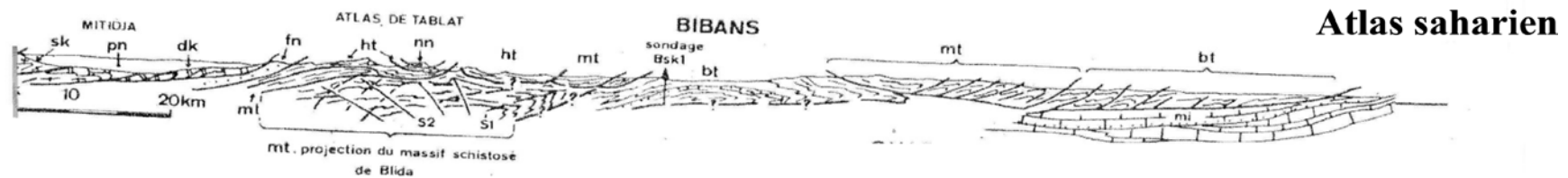
Ce décalage climatique du nord au sud se reflète, comme on le verra sur la végétation.

2.3 GEOLOGIE DE LA ZONE D'ETUDE

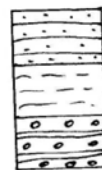
La coupe du transect d'étude (Fig.5), montre du Nord au Sud

- Un bassin post nappe avec un comblement mio-plio-quatenaire en gouttière dont le flanc sud est constitué de nappes de flysches indifférenciées
- On passe ensuite aux monts de Blida qui sont constitués d'une épaisse série schisteuse qui admet à son sommet des nappes appartenant à la série haut-tellienne (ht) et les nappes de flysches numidiennes (nn), son versant sud est surmonté par les unités bas-telliennes (bt)
- On passe ensuite aux domaines des Bibans qui sont en fait constitué de nappes telliennes du type bas-tellienne(bt) chevauchées dans la partie sud par des unités mi-telliennes(mt) les plus méridionales.
- Enfin la zone autochtone atlassique qui est en fait constituée de grands plis coiffés chevauchés dans leur partie nord par les unités bas telliennes (bt)

Nous avons déterminé la lithologie des zones étudiées à partir des cartes géologiques indiquées dans la partie échantillonnage ainsi que de l'étude de Glangeaud (1932)



SK socle Kabyle
di dorsale interne
dm dorsale médiane
de dorsale externe
Dorsale Kabyle
Pn sédiments post-nappes



fn nappes des flysches (indiferenciées)
ht unités haut-telliennes
mt unités mi-telliennes
bt unités bas-telliennes
nn nappes numidiennes

Fig 5: Coupe géologique simplifiée sur le transect d'étude et passant par les différents domaines structuraux de la chaîne tellienne d'Algérie centrale (d'après W. WILDI 1983)

METHODOLOGIE

3. METHODOLOGIE

3.1 L'échantillonnage

3.1.1 Introduction.

L'évolution d'un sol, ses principaux caractères, est sous la dépendance étroite du climat, du substratum géologique ainsi que de la végétation, objet de notre étude.

Nous avons donc opté pour un échantillonnage mixte, c'est à dire stratifié avec l'intégration de la lithologie et du bioclimat.

Selon Nahal (1982), Le climat méditerranéen marque très nettement la végétation, mais il est incapable de masquer l'influence de la roche mère sur la végétation naturelle qui devient ainsi un facteur écologique principal dans l'orientation des séries de succession de la végétation vers le climax. La végétation étant quant à elle, les formations à chêne vert, nous procéderons à l'intérieur de ces zones à un échantillonnage subjectif suivant le changement de la végétation et du sol.

En rapport avec la problématique de notre thème, à chaque relevé floristique correspond systématiquement un relevé pédologique.

3.1.2 L'échantillonnage floristique

C'est une étape très importante pour notre étude et dont dépendra en grande partie les résultats qu'on aura à discuter par la suite de notre travail.

Une fois la station choisie, on effectue alors dans une aire minimale de 100 m² un relevé floristique et pédologique sous chaque strate existante, c'est à dire arborescente, arbustive et herbacée.

Dahmani, 1984 ; a également échantillonné sur 100 m² dans les monts de Tlemcen, cette surface est définie selon Lemée, 1967 ; comme étant « la plus petite surface nécessaire pour que la plupart des espèces y soient représentées ».

A l'intérieur de cette surface on peut avoir à réaliser un, deux ou trois relevés selon que ces strates soient intimement liées et imbriquées formant ainsi une couverture végétale unique sur le sol, qu'elles recouvrent, ou au contraire chaque strate bien distincte et individualisée à elle seule.

Les cartes utilisées pour cette étape sont :

- Des cartes topographiques :

- Carte d'Algérie 1/200.000 feuille d'Alger

- Feuille de Blida

- Feuille de Ksar el boukhari

- Feuille d' Aflou

- Carte au 1/50.000 de Tipasa (Negre 1964)

- La carte bioclimatique de l'Algérie au 1/1.500.000 (Stewart 1969)

-Des cartes géologiques :

Carte géologique du Nord-Ouest de la province d'Alger 1/200.000
Carte géologique de Berrouaghia 1/50.000
Carte géologique de Souagui 1/50.000
Carte géologique de Aumale 1/50.000
Carte géologique de Theniet el had 1/50.000
Carte géologique de Laghouat 1/200.000

Au total 83 relevés floristiques ont été réalisés. Pour la description de nos stations sur le terrain, nous avons élaboré un modèle à partir du « code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu » Godron et al, 1968.

Sont indiquées l'altitude, la pente, l'exposition, la position topographique, la géomorphologie et la lithologie, ce dernier paramètre quand il n'a pu être décrit sur place, a été effectué avec l'aide des cartes géologiques et des notices explicatives les accompagnant.

Nous avons également noté la réaction à HCL de la roche affleurante, le recouvrement (en %) des roches et blocs, des pierrailles, du sol nu, de la litière et de la végétation.

Concernant la végétation, nous avons noté le type de formation végétale d'après la définition donnée par Ionesco et Sauvage (1962).

Le terme de forêt, indique qu'il s'agit d'une formation végétale à arbres dominant ≥ 7 m qui se concurrencent les uns les autres soit par leurs appareils radiculaires, soit par leur frondaisons.

Le terme espagnol de matorral, désigne aussi une formation végétale ligneuse, mais dont la hauteur n'excède pas 7m, elle dérive d'une forêt, et résulterait d'une dégradation provoquée soit par coupe, incendie ou pâturage.

Sont englobés sous ce terme les maquis et garrigues afin de rendre compte au mieux l'aspect de la végétation décrite.

3.1.3 L'échantillonnage pédologique

Pour les données édaphiques, nous nous sommes inspirés en grande partie des études fournies par G. Aubert (1978) ; Ph. Duchauffour (1970) et R. Maignien (1969 et 1980).

Le travail commence évidemment par l'établissement du profil et quand la tranchée existe déjà, le profil est alors rafraîchi, ensuite et après avoir délimité les différentes couches qui peuvent exister, nous avons procédé aux descriptions suivantes :

On note la couche de litière, la couche de fermentation et la couche humifère avec leur épaisseur respective.

Pour les autres couches, organo minérales et minérales, on note :

L'épaisseur (on prend l'épaisseur moyenne de la couche)

La couleur d'après le « Munsell soil color chart » à l'état humide

La structure.

L'activité biologique appréciée par un adjectif bonne, moyenne ou mauvaise et selon la présence éventuelle de toutes sortes d'animaux ou de leur traces.

L'enracinement avec la distinction des racines moyennes, grosses, petites et chevelus des poils absorbants ainsi que leur direction qui peut-être verticale, oblique ou latérale.

La texture appréciée au toucher : une sensation de talc indique les limons, la rugosité les sables et si on arrive à façonner un anneau cela indique la présence d'argiles

La réaction à HCL : bonne, moyenne ou nulle.

Un échantillon de sol est prélevé au niveau de chaque couche ainsi distinguée en prenant la précaution d'éviter les zones de transition afin d'enlever tout risque de contaminer le prélèvement avec la couche voisine.

Lors du prélèvement nous veillerons à avoir un échantillon représentatif de la morphologie générale de ce dernier en évitant de soustraire les pierres, graviers, cailloux et autres. Dans chaque couche nous prélèverons environ un kilogramme.

3.2 Phase d'analyses au laboratoire

3.2.1 Préparation des sols

L'échantillon est d'abord étalé sur des feuilles en papier jusqu'à séchage à l'air ambiant. La séparation entre la fraction fine <2 mm et la fraction grossière est réalisée à l'aide d'un tamis à mailles rondes, on calcule ensuite et après pesée, le pourcentage de chacune des deux fractions. La terre fine <2mm est conservée dans des boîtes en carton. Analyses effectuées selon protocoles fournis par G. Aubert, et Kaouritchev, 1980.

3.2.2 Analyses chimiques

★**La matière organique** : dosage indirect, on dose le carbone par la méthode Anne. Le carbone représente alors 58% de la matière organique. C'est une oxydation du carbone par le bichromate de potassium en milieu sulfurique. Le bichromate en excès est dosé par le sel de Mohr.

★**Azote total** : le dosage de l'azote est réalisé selon la méthode Kjeldahl. Combustion de l'azote des composés organiques par l'acide sulfurique concentré et à chaud, l'azote est transformé en ammoniacque et se fixe sous forme de sulfate d'ammonium. Nous procédons au dosage de l'azote ammoniacal par distillation et après l'avoir substitué à l'aide de NaOH en excès sur $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. L'ammoniacque recueillie est fixée par le borate d'ammonium et titrée par H_2SO_4 à 0,2N.

★**Calcaire total** : le carbonate de calcium CaCO_3 en présence d' HCl 1/2 se décompose en eau + CO_2 , le gaz carbonique recueilli est proportionnel à la quantité de CaCO_3 utilisée. On réalise de cette façon une courbe étalon qui nous permettra de déduire la quantité de CaCO_3 dans notre sol. Pour cette expérience nous avons utilisé le calcimètre de Bernard

★**Calcaire actif** : le calcium du calcaire actif se combine aux oxalates pour donner de l'oxalate de calcium. L'excès d'oxalate qui n'a pas réagi est dosé avec une solution de permanganate de potassium en milieu sulfurique. Pour les sols peu humifères on a utilisé la méthode de Drouineau et Galet, pour les sols très humifères, la méthode de Drouineau –Galet modifiée par Gehu-Franck.

★**Le complexe absorbant** :

-Bases échangeables : Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+

-Capacité d'échanges cationiques C.E.C.

Les bases échangeables : extraction réalisée selon la méthode Schollenberger et Dreibelbis. Par percolation avec une solution normale et neutre d'Acetate d'ammonium. Dosage du Ca^{2+} et Mg^{2+} par complexométrie avec l'E.D.T.A. (ou complexon III). Dosage du Na^+ et K^+ par spectrophotométrie à flamme.

Capacité d'échange cationique : Selon la méthode Metson. La colonne ayant servi à l'extraction des bases échangeables est percolée par l'alcool éthylique pour éliminer NH_4^+ en excès.

Les cations NH_4^+ fixés sur le complexe absorbant sont déplacés par une solution normale de KCl. Le dosage est réalisé par distillation.

Remarque importante : les résultats nous donnent un taux en bases échangeables (la somme des bases échangeables S) nettement supérieurs à la capacité d'échange cationique. Pour les sols contenant du calcaire la teneur en calcaire a été surévaluée par percolation des Ca^{2+} libres. Une correction a été apportée au taux de Ca^{2+} comme suit :
 teneur en $\text{Ca}^{2+} = \text{C.E.C} - (\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Mg}^{2+})$

★**Acides humiques totaux, acides humiques simples, acides fulviques :** l'extraction est réalisée en milieu basique à l'aide du pyrophosphate de sodium 0,1 M, la séparation des deux fractions est faite en milieu acide où les acides fulviques sont solubles, alors que les acides humiques sont insolubles à pH acide. Les acides humiques totaux, les acides humiques simples sont dosés par la méthode Anne en déterminant la quantité de carbone qui les constitue. Le taux en acides fulviques est obtenu en faisant la soustraction entre les acides humiques totaux et les acides humiques simples.

3.2.3 Analyses physiques

★**L'analyse granulométrique :** méthode internationale, modifiée par l'emploi de la pipette Robinson. Elle est réalisée sur la fraction fine, c'est à dire inférieure à 2 mm. On déterminera le pourcentage de chacune des fractions composant la terre fine selon la classification internationale d'Atterberg adoptée également par l'association internationale de la science du sol, on y distingue :

Argile < 0,002 mm	
Limon 0,002 à 0,05 mm	[L. fins 0,002 à 0,02 mm L. grossiers 0,02 à 0,05 mm
Sables : 0,05 à 2 mm	[S. fins 0,05 à 0,2 mm S. grossiers 0,2 à 2 mm

La texture a été déterminée suivant le diagramme américain (11^{ème} proportionnelle)

★**Mesure du pH ou acidité du sol :** on a mesuré le pH à l'aide d'un pHmètre. La mesure est basée sur la différence de potentiel créée entre une électrode de mesure en verre et une électrode de référence au calomel. Le potentiel de l'électrode de référence ne dépend pas du

pH de la solution testée. Le potentiel de l'électrode de mesure est en relation avec le pH de la solution du sol.

Nous avons déterminé l'acidité actuelle qui est le pH du sol dans l'eau et l'acidité potentielle (pH du sol dans l'eau additionnée de KCl)

★**Le potentiel matriciel ou PF du sol** : le potentiel matriciel, ou encore appelé potentiel capillaire, représente la diminution d'énergie subie par l'eau du sol pour qu'elle s'échappe à l'action de la gravité pour recueillir cette eau, il faut alors fournir une certaine force afin de compenser cette diminution d'énergie.

Le potentiel matriciel noté ψ peut avoir des valeurs élevées, Schofield (1935) a proposé d'utiliser la notation PF qui représente le logarithme décimal du potentiel matriciel

$$PF = \text{Log } \psi$$

Le potentiel matriciel s'exprime en pression g/cm² ou en atmosphère

$$\text{Pour } 1000 \text{ g / cm}^2 = 1 \text{ atmosphère} = pF3$$

$$330 \text{ g / cm}^2 = 0,33 \text{ atmosphère} = pF2,5$$

★**La capacité au champ et la capacité de rétention** : La capacité au champ est la limite entre un drainage rapide et un drainage lent. Selon Duchaufour (1970), elle est d'un grand intérêt agronomique puisque les plantes utilisent une grande proportion de cette eau.

Le pF de la capacité au champ est variable selon la nature du sol en particulier sa texture.

La variation de la capacité au champ suivant la texture a été étudiée par (Bonneau, 1961 ; Perigaud, 1963 ; Marly, 1970) ; elle est de

1 bar (pF3) pour les terres argileuses (diamètre maximal des capillaires : 3 μ)

0,33 bar (pF2,5) pour les terres limoneuses (diamètre 9 μ)

0,1 bar (pF2) pour les terres sableuses

0,01 bar (pF1) pour des échantillons organiques

La capacité de rétention correspond au PF3 pour tous les types de sols.

★**Le point de flétrissement** ↔ c'est la quantité d'eau qui correspond à la limite inférieure de l'eau capillaire absorbable par les racines, lorsque cette limite est atteinte, le végétal se fane rapidement, elle est en première approximation indépendante de la plante et caractérise le type de sol $\approx$ Duchaufour, (1970) ; Henin, (1977) s'il admet qu'elle est la même pour tous les végétaux, il est aussi probable selon lui qu'il y ait des différences.

Pour le même auteur le pF4,2 est inférieur à la pression osmotique qui engendre la plasmolyse des tissus et leur déshydratation est causée par une circulation trop lente de l'eau au point que les tissus déshydratés ne peuvent plus absorber l'eau pour leur réhydratation.

Effectivement, nous avons remarqué sur des plantes en pots non arrosées, que peu à peu elles se fanent et jusqu'à une certaine limite elles peuvent se réhydrater après arrosage, parfois et à une certaine limite de déshydratation, l'eau apportée n'est plus d'aucun secours pour la plante. Domergues, (1962) a montré que certains microorganismes sont actifs à des pF supérieurs à 5. Enfin, l'humidité au point de flétrissement et à la capacité de rétention varie avec la granulométrie du sol.

L'expérience en question a été réalisée à l'aide de presse à membrane.

3.2.4 Détermination des argiles par analyse diffractométrique

3.2.4.1 généralités sur les argiles (structure et propriétés)

3.2.4.1.1 Introduction

la fraction argileuse constitue par sa finesse une caractéristique très importante du sol, sa nature l'est encore plus dans la mesure où chaque type d'argile réagit différemment dans le milieu édaphique, en fonction des propriétés de chaque argile.

Djili (2000) rapporte que c'est le type et non seulement le taux d'argile qui détermine les caractéristiques d'un sol.

3.2.4.1.2 La structure générale

Afin de mieux apprécier l'importance de l'étude des minéraux argileux, il est nécessaire de bien connaître leurs structures et propriétés. Ceci est également une condition pour leur étude en diffractométrie.

Caillière et Henin (1963) ; ont décrit avec détails la structure des argiles.

La structure de base des minéraux argileux est formée par les ions oxygènes et les hydroxyles qui ont une grande taille par rapport à la majorité des cations. Leur tassement crée des interstices où viennent se loger des ions plus petits.

Selon Caillière et Henin (1963), il y a deux arrangements possibles, l'un valable exclusivement pour les ions oxygènes et l'autre pour les ions oxygènes et hydroxyles ce qui donnera alors soit une couche hexagonale, soit une couche compacte.

Les ions se disposent selon leur rayon, selon les règles établies par Pauling et Laméyre : quatre arrangements tridimensionnels sont possibles : tétraèdre, octaèdre, cube et dodécaèdre. La structure des phyllosilicates correspond à des feuilletés formés par la superposition de couches de tétraèdres et d'octaèdres.

Le tétraèdre SiO_4 : est obtenu par superposition d'une couche hexagonale et d'une couche compacte. Les ensembles des trois sphères constituant la couche hexagonale coiffent une sphère de la couche inférieure compacte ; ces 4 éléments constituent le tétraèdre.

Trois boules sont placées sur un plan en disposition triangulaire en contact l'une de l'autre. Le tétraèdre est obtenu en plaçant la quatrième boule sur les trois boules de la base.

Cette construction ménage en son centre un espace qui permet de placer une boule assez grosse pour ne pas s'échapper par l'interstice des 3 boules de base.

« Le rapport des rayons est celui des boules de pétanques et du cochonnet » Laméyre, (1975)

L'oxygène a un gros rayon : $1,4\text{\AA}$; le silicium : $0,40\text{\AA}$

Les cations Si^{4+} sont situés au centre des tétraèdres et peuvent être substitués par Al^{3+} .

L'octaèdre : est formé par la superposition de deux couches compactes l'une sur l'autre. 3 sphères qui forment un triangle équilatéral de la couche supérieure sont superposées sur 3 sphères en position inverse de la couche inférieure. Ces 6 sphères forment l'octaèdre. Les octaèdres sont formés par deux plans d'ions oxygènes ou hydroxyles (OH). Dans les cavités laissées par 6 oxygènes ou hydroxyles voisins, se logent des cations tels que Al^{3+} , Fe^{3+} , Mg^{2+} , et Fe^{2+} qui sont en position hexacoordonnée

3.2.4.1.3 La stabilité du réseau

Les ions oxygènes et hydroxyles formant la structure des minéraux argileux sont chargées négativement et c'est grâce aux cations qui viennent se loger à l'intérieur des cavités que la stabilité du réseau est obtenue.

On appelle le nombre de coordinance, le nombre d'anions qu'il faut pour entourer un cation donné. L'intensité de la liaison entre le cation et l'anion voisin est exprimée par le potentiel ionique qui est le quotient de la valence de l'ion par son diamètre. Ainsi le tétraédre silice oxygène a une grande stabilité, la valence de Si est élevée (4) et son diamètre faible.

La stabilité d'une structure cristalline diminue donc lorsque la valence de l'ion diminue et que son diamètre augmente.

3.2.4.1.4 La maille et le feuillet élémentaire.

↔La maille est le plus petit volume présentant toutes les caractéristiques du cristal électriquement neutre » Caillère et Henin (1963).

Le feuillet élémentaire est formé par l'empilement de couches d'oxygènes hexagonales ou compactes ou aussi par l'assemblage des couches tétraédriques et octaédriques.

Les minéraux phylliteux sont classés suivant l'épaisseur du feuillet élémentaire qui peut être de 7A°, 10A° ou 14A° (fig.6).

Les minéralogistes distinguent d'après l'épaisseur du feuillet élémentaire trois types cristallographiques de base sur lesquels sont construites toutes les variétés de minéraux argileux.

Ces variétés sont dues à la composition cristallochimique de la couche octaédrique, on a ainsi dans chacune des structures cristallographiques de base deux séries cristallochimiques distinctes. Lorsque les ions occupant la couche octaédrique sont au nombre de 4, ils sont trivalent et caractérisent la série diocatédrigue.

Lorsqu'ils sont au nombre de 6, il s'agit d'éléments divalents et caractérisent la série triocatédrigue.

Des substitutions se déroulent dans les couches tétraédriques et octaédrique, et qui induisent des compensations qui peuvent s'effectuer entre les deux couches en question.

On peut avoir une compensation dans la couche hexagonale avec de gros ions tels que K, Ca, Na. Lorsqu'il y a un déficit de charge tétraédrique dans le feuillet de mica dû à une substitution SiAl.

Feuillet à 7 A° : constitué par un tétraédre et un octaédre : feuillet de type T.O ou 1/1

Feuillet à 10A° : constitué par un tétraédre un octaédre et un tétraédre : feuillet T.O.T ou 2/1

Feuillet à 14A° : constitué par un tétraédre, un octaédre, un tétraédre et un octaédre : feuillet de type T.O.T ou 2/1 ou 2/2.

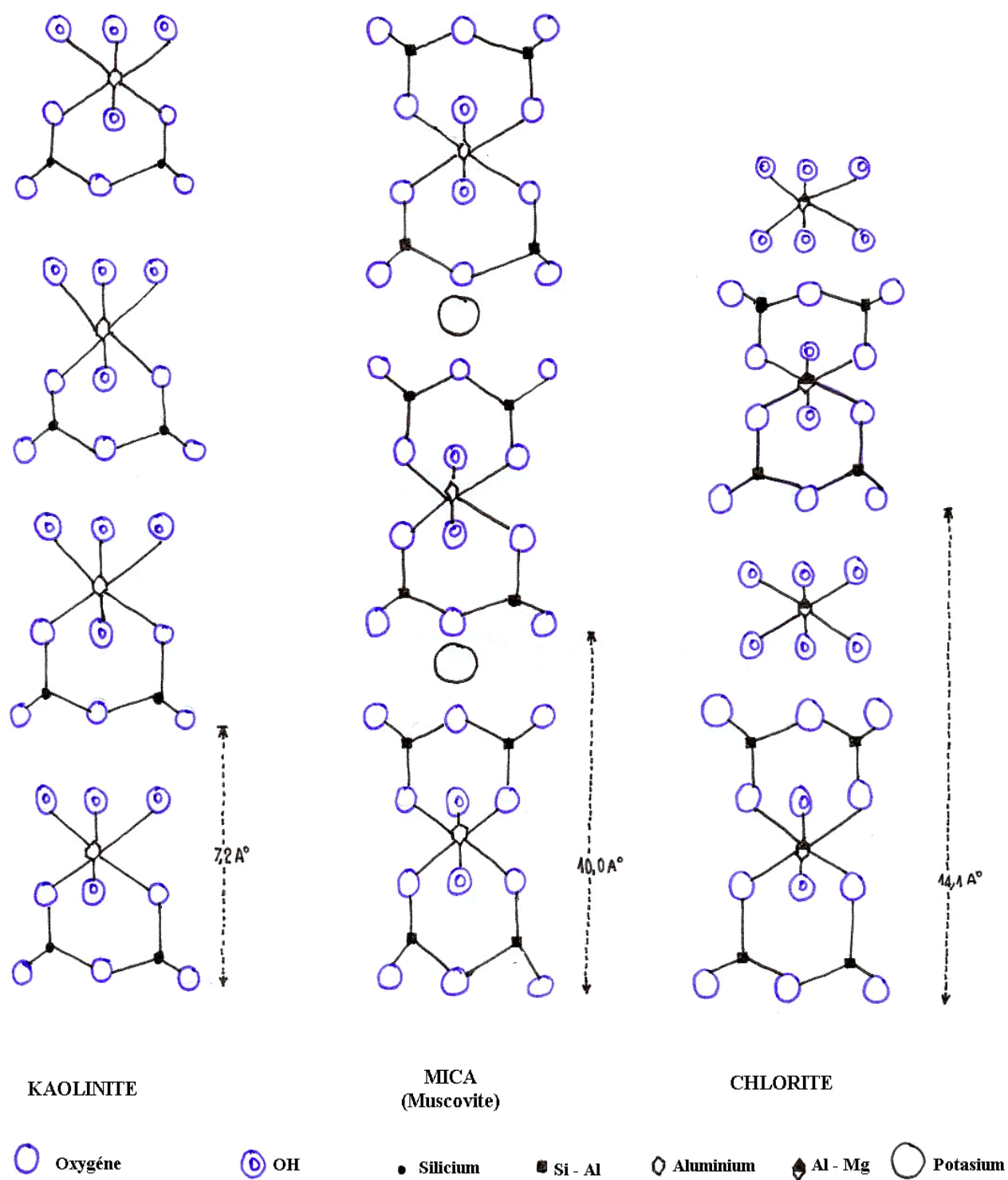


Fig. 6 : Types cristallographiques de base.

3.2.4.2 Introduction aux rayonnements électromagnétiques

La diffraction des rayons x est la méthode la plus employée dans l'identification des réseaux cristallins et plus particulièrement les particules inférieures à 2μ qui constituent les minéraux argileux. Cette méthode d'identification a été décrite par plusieurs auteurs, notamment Henin et Caillère (1963) ; Robert (1975), et Henin et Caillère (1982).

Les rayons x ont apporté un progrès certain dans l'étude des minéraux argileux. Le physicien allemand Lave a utilisé le premier ces rayonnements et obtint le spectre d'un cristal irradié. Ce sont des rayonnements électromagnétiques de très courtes longueurs d'onde. Lorsqu'un faisceau d'électrons est freiné brutalement par un support métallique, il y a production d'un rayonnement x, sa longueur d'onde dépend de l'élément émetteur par la loi de Mosely, plus le numéro atomique est élevé, et plus la radiation émise est de courte longueur d'onde.

Au cours du déplacement d'électrons d'un atome de la couche K à la couche L (ou inversement), il y a émission ou absorption d'un photon que l'on nomme raie K_{α} .

La raie K_{β} est obtenue par le passage de la couche K à la couche M.

La raie K_{α} la plus intense, est la plus utilisée en diffractométrie. L'utilisation d'un filtre permet éliminer la raie K_{β} .

On aura un faisceau monochromatique de Rx émis par l'anticathode.

Henin et al (1982) donnent les différents filtres utilisés en fonction des différentes sources de Rx. La matière soumise aux Rx émet une radiation diffusée due aux électrons présents dans la matière, cette diffusion est dite cohérente lorsqu'elle a la même longueur d'onde que les rayons incidents. Lorsque cette longueur d'onde est légèrement supérieure à celle des rayons incidents, la diffusion obtenue est dite incohérente ou de Compton.

La diffraction des rayons x, c'est l'utilisation de la diffusion cohérente par les couches électroniques des atomes du minéral irradié. La loi de Bragg en définit le principe

3.2.4.3 Conditions de diffraction : loi de Bragg

Quand un faisceau de rayons x monochromatique tombe sur un cristal avec une longueur d'onde λ , la diffraction est réalisée lorsque la différence de marche D_m des rayons qui émergent des plans réticulaires : $\leftrightarrow$ est égale à un nombre entier de fois la longueur d'onde, les rayonnements sont en concordance de phases, leurs amplitudes s'ajoutent, l'éclairement est alors maximum. Caillère et Henin (1963).

Selon les mêmes auteurs : $\leftrightarrow$ s'il n'y a pas de concordance de phases, les amplitudes ne s'ajoutent que partiellement, elles peuvent se soustraire et même s'annuler quand il y a déphasage d'une demi longueur d'onde.

Une famille d'un plan réticulaire d'un cristal ne donnera une raie de diffraction x que si le faisceau de Rx réfléchi par ces plans, les rencontre sous un angle d'incidence θ Satisfaisant à la loi de Bragg : $n\lambda = 2d \sin \theta$ (Théobald et Gammer 1969)

n : ordre de réflexion pour une direction incidente donnée, entier naturel

λ : Longueur d'onde incidente en $\text{\AA}$

d : distance réticulaire, en $\text{\AA}$

θ : Angle de diffraction

3.2.4.4 Caractéristiques du diffractomètre utilisé

Le laboratoire des Rx où nous avons effectué l'analyse de nos échantillons est équipé d'un diffractomètre PHILIPS PW 1710, avec anticathode en cuivre et filtre en Nickel, l'intensité du courant = 30mA, tension=30KV.

L'énergie dégagée est donc importante et le tube à Rx est fortement chauffé, ce qui nécessite son refroidissement par un courant d'eau.

3.2.4.5 Préparation des échantillons

La méthode décrite ci-dessous est celle utilisée par le laboratoire des rayons x du CRD (centre de recherches et développement) celle-ci est également décrite par BRINDLY G.W et BROWN G. (1980)

Les échantillons de sols sont d'abord broyés, une partie de cette poudre sera utilisée pour la préparation des poudres et l'autre pour l'extraction des minéraux argileux (particules $<2\mu$)

3.2.4.5.1 Les poudres

La poudre doit être assez fine afin d'avoir une répartition statistique sinon l'intensité relative des raies obtenues ne seront pas représentatives de l'échantillon.

En effet, sur une poudre assez fine, où les grains ont une orientation statistique, un rayonnement monochromatique trouvera toujours une famille de plans réticulaire qui satisfait à la condition de Bragg et qui peut conduire à des réflexions décelables, Robert (1975).

3.2.4.5.2 Préparation des argiles

★ Echantillon non calcaire : 30 g sont versés dans 100 ml d'eau distillée pour être passés au mixer. Cette opération contribuera à désagréger et disperser les particules argileuses dans l'eau. Mixage à 2000 t/mn pendant 05 minutes. La solution obtenue est ensuite affectée au lavage.

★ Echantillon calcaire : l'échantillon est reconnu calcaire, s'il fait effervescence avec HCl 10%. 30 g de cet échantillon broyé sont versés dans un becher de 300 ml, on ajoute 50 ml d'eau distillée puis on verse par petite quantité une solution HCl 0,5N. Lorsqu'il n'y a plus d'effervescence et qu'il y a un excès d'acide dans la solution, cela signifie que tout le carbonate a été éliminé. On fera attention dans cette opération de ne pas laisser séjourner trop longtemps les échantillons en milieu acide qui peut attaquer les minéraux argileux. La suspension est ensuite affectée aux opérations de lavage

★ Destruction de la matière organique : dans une suspension de 100 ml, on verse 10 ml de H₂O₂ à 110 volumes puis on chauffe à 70°C jusqu'à disparition de toute effervescence.

★ Lavage des échantillons à l'eau distillée : les échantillons sont ensuite lavés, afin d'éliminer les sels qui peuvent empêcher par floculation d'avoir des suspensions stables. Une suspension est considérée stable si la sédimentation des particules n'est pas totale après 12 heures ou après centrifugation à 2500t/mn pendant 10mn. On centrifuge pendant 5 mn, puis on verse

l'eau de rinçage, on ajoute de l'eau distillée et le culot est remis en suspension, ces deux opérations sont répétées jusqu'à obtention d'une suspension stable.

★ Mise en suspension : après lavage, le culot de centrifugation est remis en suspension puis versé dans des bouteilles de 25 ml.

★ Pipetage de la phase argileuse $< 2\mu$: l'extraction des argiles à partir d'une suspension dans l'eau est basée sur la loi de Stocks. Pour les particules d'argiles de 2μ , on pipette à 2 cm de profondeur après un temps de chute de 1h40mn et à 20°C.

★ Confection des lames orientées par étalement de la fraction pipetée sur trois lames de verre rectangulaires. Les lames sont laissées pour un séchage à température ambiante ce qui est très lent mais qui permet une sédimentation des particules argileuses suivant leur grande surface (001). « L'analyse aux Rx des minéraux argileux est basée sur la connaissance des distances réticulaires (001), on cherche donc à renforcer les réflexions (001) en orientant les particules suivant le plan (001), qui est le plan de développement des minéraux » Brindley G.W et Brown G.(1980)

3.2.4.6 Détermination des minéraux argileux

Selon Robert, (1975); l'application de la loi de Bragg, nous permet de déterminer l'épaisseur du feuillet anhydre qui correspond à la réflexion basale du 1er ordre d001, celle-ci se produit pour les plus petites valeurs de l'angle de réflexion θ .

Ainsi, et d'après l'épaisseur réticulaire obtenue, on reconnaîtra la nature du minéral étudié. On distingue les minéraux $7\text{\AA}^\circ$ (1/1) à $10\text{\AA}^\circ$ (2/1) et à $14\text{\AA}^\circ$ (2/1/1). Le même auteur souligne l'importance de la réflexion sur les plans 001 dans la détermination des minéraux argileux. Cependant, comme le précisent Caillière et Henin (1963), cette démarche reste valable uniquement lorsqu'il s'agit d'un échantillon ne renfermant qu'une seule espèce et bien cristallisé. Quand il s'agit de mélanges de minéraux certains tests sont alors indispensables pour la détermination du type d'argile.

3.2.4.6.1 Traitements spéciaux

Ces traitements sont appliqués afin de trancher sur la nature du minéral. Sachant que les distances réticulaires (001) varient d'une manière caractéristique après l'application de certains traitements (tabl. 14).

Dans la détermination des minéraux, on se base sur la variabilité et le comportement du feuillet pour chaque traitement. Ceci nous amène à bien connaître la structure ainsi que les propriétés de chaque type d'argile que nous étudierons dans le paragraphe suivant.

Pour notre analyse, nous avons appliqué le chauffage et l'éthylène glycol. Nous avons donc pour chaque échantillon de sol trois diagrammes si l'on compte l'essai normal, c'est à dire sans aucun traitement. L'échantillon ou la lame est séchée à l'air libre et à température ambiante.

Essai thermique : chauffage de l'échantillon à 550°C pendant 1 heure. Ce traitement détruit complètement la kaolinite alors que sur les chlorites les effets sont variables. Les familles des vermiculites et des smectites sont déshydratées de façon irréversible.

Essai à l'éthylène glycol : ce traitement a pour effet de faire gonfler les smectites et dans certains cas la vermiculite. Les équidistances sont spécifiques si on connaît la nature du cation interfoliaire (tabl.15)

De l'éthylène glycol est vaporisé sur la lame, puis on laisse le temps au produit de pénétrer entre les feuillets.

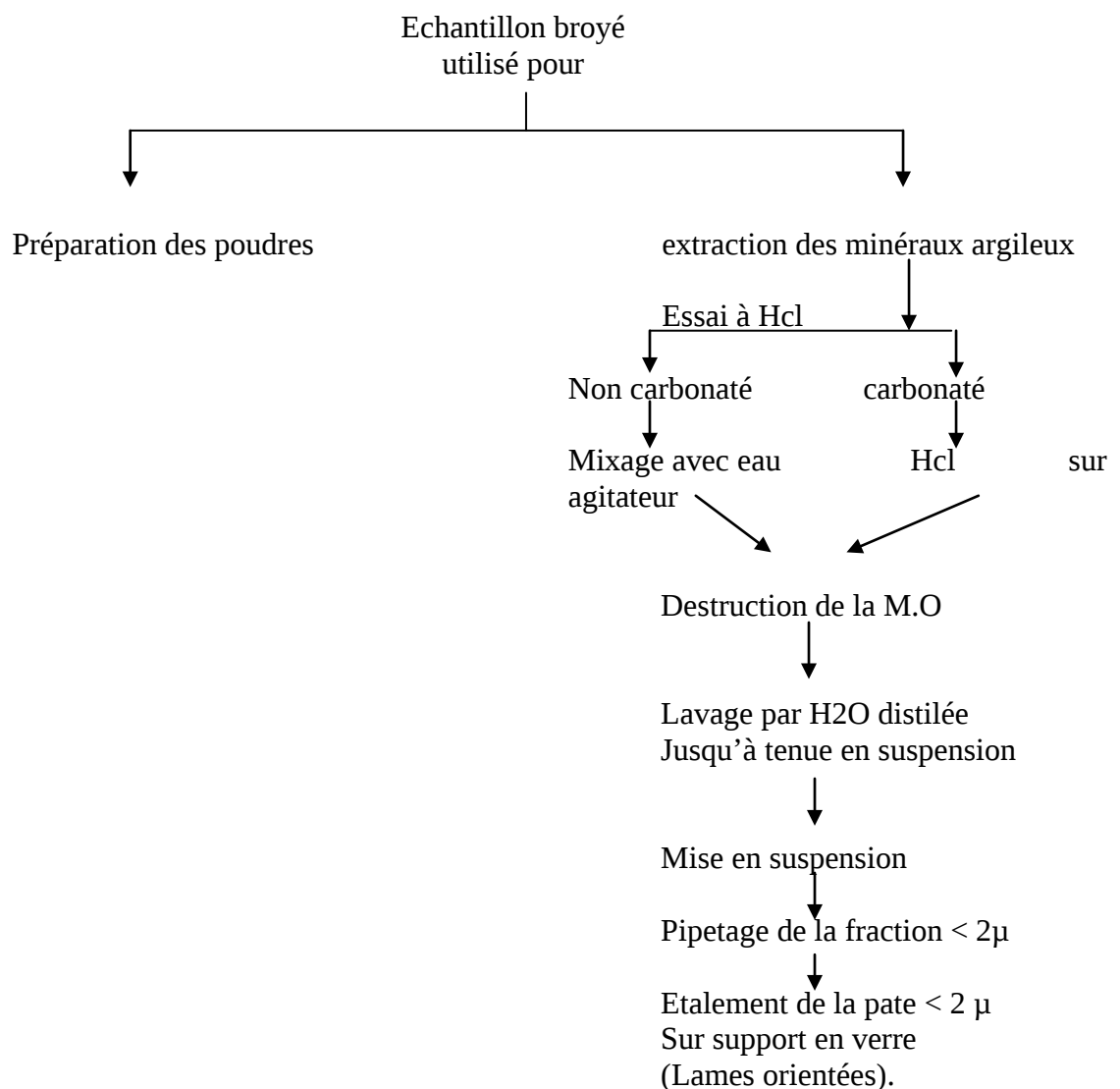


Figure 7 : représentation schématique des différentes phases de la préparation des échantillons

3.2.4.6.2 Détermination des interstratifiés

Les minéraux argileux peuvent être rencontrés sous une forme complexe par empilement de feuillets de nature et proportions différentes. On peut avoir une composition régulière de deux feuillets par exemple ABABABAB... ou BBBABBBABBBBA... ou également une composition irrégulière : ABBAAABABBABABAA...

On aura donc les interstratifiés réguliers et les interstratifiés irréguliers.

Interstratifiés réguliers : lorsque l'empilement des feuillets est régulier, l'interstratification est dite régulière. Les plus fréquents sont formés par l'empilement de deux types de feuillets. Leurs comportements aux Rx sont la somme de périodes formant le motif. Si l'on a une combinaison régulière entre un feuillet à $10\text{\AA}$ et un feuillet à $14\text{\AA}$, la première réflexion se situe à $24\text{\AA}$.

Leurs comportements aux différents traitements sont égaux à la somme des comportements de chaque type de feuillet. « Tout se passe à certains égards comme si l'on était en présence d'un minéral particulier ... » Caillère et al. (1980)

Ils sont représentés par la désignation de la nature de leurs feuillets consécutifs.

Interstratifiés irréguliers : lorsque l'empilement des feuillets est sans aucun ordre précis, c'est à dire sans loi de répétition, la stratification est dite irrégulière. Aux Rx, l'absence de régularité se traduit par des réflexions irrationnelles, mais en relation avec les réflexions des feuillets constituants.

3.2.4.6.3 L'enregistrement

L'analyse diffractométrique des minéraux argileux aboutit à un enregistrement des raies sur un papier millimétré qu'on appelle diffractogramme et qui reflète la structure du minéral étudié.

« Deux minéraux différents, n'ont jamais strictement les mêmes distances inter atomiques, et ils n'ont donc jamais le même diffractogramme ».

Le fichier ASTM (American Society for Testing and Material) permet à l'aide des trois réflexions plus intenses, l'identification des minéraux. Quand l'échantillon est un mélange de minéraux, leurs différentes raies sont juxtaposées.

Tableau 14 : valeurs en Angstroms des raies caractéristiques des minéraux argileux simples après différents traitements. N : normal ; EG : éthylène glycol ; CH : chauffage.

Kaolinite	N		7.1		3.58	2.33
	EG		7.1		3.58	2.33
	CH					
Illite	N	10	5	3.33	2.5	
	EG					
	CH					
Chlorite normale	N	14	7-7.2	4.7	3.5	2.83 2.33
	EG					
	CH490°C					
	CH550°C	14		4.7	2.83	
Montmorillonite	N	15-14		5.1	3.05	
	EG	17	8.5	5.7	4.2	3.4
	CH550°C		10	5		
Vermiculite	N	14				
	EG					
	CH		10			

Tableau 15 : comportement des phyllites suivant la nature de l'ion interfoliaire. Pedro (1965) (Les valeurs sont données en Angstroms)

Ion interfoliaire	Traitement	Illite	Vermiculite	Smectite
K⁺	EG			
Na⁺	EG		16.3	17
Ca 2⁺	EG		15.2-16.1	17
Mg 2⁺	EG		15.2	17

3.3 ANALYSE DES DONNEES

3.3.1 Introduction

Notre étude qui consiste en la détermination des groupements végétaux et leur caractérisation floristique et écologique ainsi qu'à la détermination des groupements édaphiques et leur caractérisation écologique et floristique, nous a amenés à utiliser les techniques d'analyses multivariées adaptées, en l'occurrence deux méthodes d'ordination : AFC (Analyse factorielle des correspondances), ACP (Analyse en composante principale), complétées à chaque fois par une méthode de classification CAH (Classification ascendante hiérarchique). Nous aurons aussi à déterminer la signification des axes factoriels du point de vu floristique et écologique et principalement édaphique.

Ces techniques de traitement ont été utilisées dans de nombreuses études phytoécologiques et phytosociologiques, notamment par Romane, (1972) ; Celles, (1975); Djebaïli, (1978); Aimé, (1991); Pouget, (1980); Bonin et al. (1983) ; Kadi Hanifi, (1998). Nous en rappellerons les principales propriétés.

3.3.2 L'analyse factorielle des correspondances

Cette méthode est décrite par Dagnelie, (1960); Benzecri, (1973); Legendre et Legendre, (1983); Robert, (1989).

Les détails donnés, notamment par Benzecri (1973) sont trop complexes et d'un aspect purement mathématique, nous préférons donner une description plus simplifiée, nécessaire à son utilisation.

Selon Cordier, (1965), cette méthode s'applique aux cas où deux ou plusieurs ensembles se trouvent en relation et quel que soit leur nature.

Les données sont introduites sous forme d'un tableau de contingence où nous avons mis en correspondance un ensemble d'espèces avec un autre ensemble constitué de relevés. Chacun des éléments du premier ensemble est indiqué par (+) ou (-) selon qu'il est présent ou absent dans le relevé correspondant.

Cette correspondance, définit une notion de proximité entre les éléments d'un ensemble avec ceux de l'autre ensemble, et deux éléments de l'un seront proches, si leur comportement avec l'autre est identique.

Dans le même ordre d'idées et afin de mieux saisir l'intérêt des phytoécologues pour une telle analyse, nous citons l'étude de Romane, (1972) d'un ensemble d'espèces avec un autre ensemble constitué d'états de variables ; pour cet auteur deux espèces sont considérées comme proches, si elles ont été trouvées pour les mêmes états de variables. Du même auteur aussi : << cette correspondance définit également une notion de proximité entre les éléments d'un ensemble et ceux de l'autre ensemble : un état de variables est « proche » des espèces qu'il « attire » et une espèce, des états de variables qui la provoquent >>.

Enfin l'originalité de cette méthode réside dans l'utilisation de la métrique du χ^2 . C'est la pondération des éléments des deux ensembles ; le poids d'un relevé est fonction du nombre d'espèces présentes, le poids de l'espèce c'est sa fréquence absolue.

L'analyse aboutit à un nuage de points relevés et de points espèces dans un espace multidimensionnel. L'interprétation des résultats est réalisée sur la carte factorielle qui est une

projection du nuage de points dans un espace à deux dimensions suivant deux axes orthogonaux appelés axes factoriels.

Les axes factoriels n'auront pas la même valeur à cause de la fidélité de chacun à rapporter la projection du nuage de points dans un repère orthonormé. Ce nuage aura alors tendance à suivre un allongement privilégié.

Le premier axe est le plus fidèle à cette projection, et il aura le taux d'inertie le plus élevé.

Les autres axes se succéderont avec un taux d'inertie décroissant et au nombre égal à celui des variables moins un.

L'avantage de l'AFC c'est aussi la possibilité de représenter les individus des deux ensembles dans une même carte, chaque point d'un ensemble, se situera au voisinage des points de l'autre ensemble qu'il caractérise le plus.

3.3.3 L'analyse en composante principale (A. C. P)

Décrite aussi par plusieurs auteurs, principalement Benzecri et al, 1973 ; Bonnin et Roux, 1978 .C'est une méthode d'ordination très proche de l'A.F.C. et qui fonctionne suivant le principe déjà décrit. A l'inverse de l'A.F.C, l'A.C.P ne nous permet pas une représentation simultanée des deux ensembles. En outre elle est utilisée dans le cas où le tableau des données n'est pas considéré comme de contingence.

Chaque individu de l'ensemble objets est représenté par des variables quantitatives hétéroclites dans l'autre ensemble.

Nous avons utilisé cette méthode car elle permet l'utilisation de valeurs brutes, sans aucun découpage des variables quantitatives en classes car ceci induirait déjà à notre avis une orientation des résultats en fonction des classes qu'on aurait établies.

Cette attitude nous a contraint d'éliminer de l'analyse certaines variables qualitatives comme la couleur du sol, la texture et la lithologie. Cependant la texture reste tout de même représentée par le pourcentage de ses différents constituants.

Pour l'interprétation de l'analyse, il est préférable de considérer en premier lieu l'image du nuage des variables, l'étude du nuage des individus sera faite par référence à la première interprétation.

Signalons enfin que l'hétérogénéité des unités des variables quantitatives est éliminée puisque le tableau des données est centré et réduit, l'écart type devient ainsi une mesure unique et homogène.

A retenir aussi que la proximité de deux points des deux ensembles analysés et contrairement à l'A.F.C., n'a aucune signification.

3.3.4 La classification ascendante hiérarchique (C.A.H.)

C'est une méthode de classification, selon Dagnélie (1966) elle consiste à subdiviser un échantillon d'individus en un nombre limité de groupes d'individus semblables.

Pour Tomassone, (1970) ; les méthodes d'ordination doivent précéder les méthodes de classification afin de justifier la nécessité d'utilisation de ces dernières.

On ne peut réaliser des groupements dans le cas des milieux non tranchés, c'est pourquoi on a eu recours à la C.A.H. qui permet, par ascendance et en considérant chaque individu comme étant une classe à part, de procéder à des regroupements successifs basés sur le degré de ressemblance des individus.

RESULTATS

LES MINERAUX ARGILEUX RENCONTRES

4. RESULTATS

4.1 STRUCTURE ET PROPRIETES DES MINERAUX ARGILEUX RENCONTRES

Les minéraux argileux rencontrés sont principalement la kaolinite, l'illite, les interstratifiés illite-montmorillonite et plus rarement la montmorillonite et la vermiculite.

Lahmar (1988) au massif de Thenia a rencontré les illites, la kaolinite, les smectites, les vermiculites, les chlorites ainsi que des interstratifiés.

Daoud (1993) dans les sols de la plaine du Chelif a rencontré des interstratifiés gonflants et irréguliers (smectite-illite), la kaolinite, les chlorites et la vermiculite.

Minéraux à 7A°, T.O ou 1/1

Ces minéraux sont formés par la superposition d'une couche hexagonale et de deux couches compactes, soit une couche tétraédrique et une couche octaédrique.

La kaolinite : de formule générale (de la demie-maille) $(\text{Si}_2)(\text{Al}_2)\text{O}_5(\text{OH})_4$

C'est une argile à équidistance stable. Aux rayons x, on observe la raie principale d001 ainsi que d001/2 et d001/3.

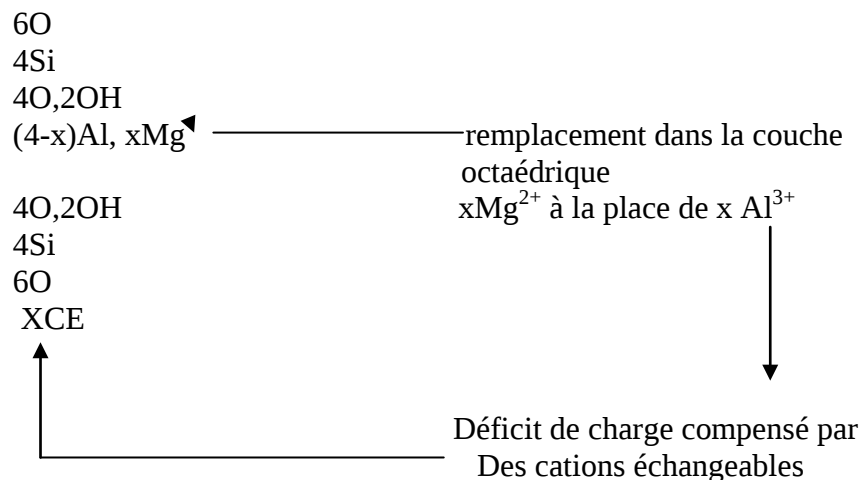
Selon Henin et Caillère et Rutereau (1982) c'est un minéral généralement blanc gris ou blanc légèrement jaunâtre.

Les minéraux de la famille de la kaolinite se forment dans des milieux acides et pauvres en cations.

Minéraux à 10A°, T.O.T ou 2/1

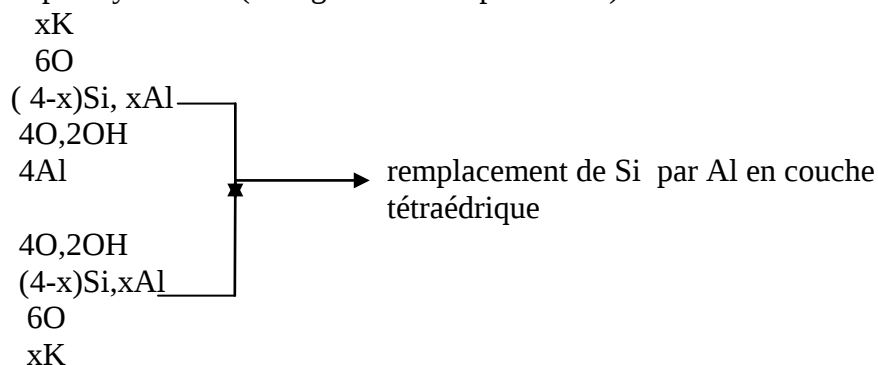
Ces minéraux sont constitués par une couche octaédrique prise en sandwich entre deux couches tétraédriques.

La montmorillonite : du nom de la localité de Montmorillon à Vienne de formule générale $\text{Si}_{(4)}(\text{Al}_{(2-x)}\text{R}_x^{2+})\text{O}_{10}(\text{OH})_2\text{CE}_x \cdot n\text{H}_2\text{O}$



Selon Henin et Caillère (1963) la montmorillonite est dominante dans les chernozems et parfois aussi dans les rendzines.

C'est une argile dioctaédrique avec remplacement en couche tétraédrique et à équidistance stable. Contient le K peu hydratable (rétrogradation du potassium)

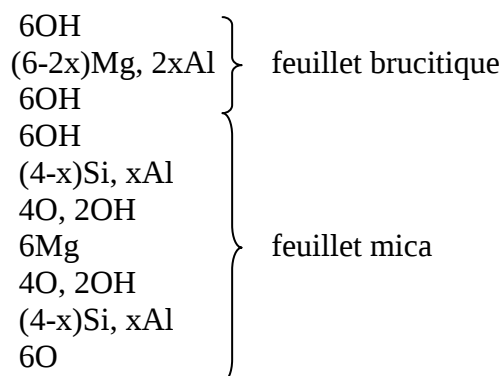


En diffractométrie, l'illite présente une équidistance de $10 \pm 0,2 \text{ \AA}$ elle est très fréquente dans les sols des pays tempérés selon Caillère et Henin et Rutureau (1982)

Il semble que ce minéral est le produit de l'altération des micas et peut être même des chlorites.

Minéraux à 14Å° : T.O.T ou 2/1/1 ou 2/2OH

La Chlorite : la structure de la chlorite est formée par un feuillet de type mica et un feuillet brucitique



S'il n'y a aucune substitution au niveau de la couche brucitique, c'est à dire si $x=0$, l'octaèdre comprendra 6 Mg et le déficit de charge du feuillet mica au niveau de la couche tétraédrique sera compensé par l'apport de cation échangeable qui se logent dans les cavités hexagonales sous le feuillet brucitique, ce qui favorisera la pénétration de l'eau et on aura des pseudo chlorites ou chlorites gonflantes ce qui n'est pas le cas pour nos échantillons.

Le déficit de charge est compensé par une substitution de Mg par Al c'est le cas des chlorites vraies qu'on a identifiées pour nos sols.

Aux Rx, on observe sur le diffractogramme une équidistance qui varie de 14 à 14,3 Å° la capacité d'échange est faible de 10 à 15 meq/100g.

SIGNIFICATION DES AXES FACTORIELS DE L'AFC

4.2 SIGNIFICATION ECOLOGIQUE DES AXES FACTORIELS DE L'AFC ESPECES-RELEVES

4.2.1 Introduction

L'analyse factorielle des correspondances met en contingence les relevés avec les espèces, elle nous permet de donner une signification à la répartition des relevés suivant les différents axes. Cette analyse nous amènera à déduire les facteurs les plus influents sur la distribution de la chênaie verte. Les données floristiques qui sont des marqueurs biologiques du milieu contribuent aussi à mieux distinguer les facteurs de cette répartition.

4.2.2 AXE 1

4.2.2.1 Carte des relevés (fig. 8)

L'axe 1 réunit dans sa partie positive (tabl.16) des relevés d'Aflou essentiellement à bioclimat semi-aride froid, les formations végétales sont des taillis bas et moyens clairs à très clairs ainsi que des forêts également très claires notamment à chêne vert, *Juniperus turbinata* et *Juniperus oxycedrus*. Le pourcentage de recouvrement de la végétation est compris entre 15% et 75%.

La partie négative de cet axe rassemble notamment des relevés (tabl.16) de l'Atlas Blidéen à bioclimat humide de la variante fraîche. Le recouvrement de la végétation varie de 60% à 95%, il s'agit de taillis et matorrals assez denses à denses à chêne vert -cytise et chêne vert-lavande.

Cet axe sépare des formations très ouvertes donc plus dégradées et xériques comme l'indique surtout la présence de *Stipa tenacissima* connue comme heliophile et *Juniperus turbinata* aux formations plus fermées, à ambiance forestière.

La présence de cytise qui affectionne les sols riches en humus montre bien qu'il s'agit de formations plus serrées qui empêchent la pénétration de lumière nécessaire à une bonne minéralisation de la matière organique humifiée.

Ces deux espèces (alfa et cytise) expliquent à elles seules déjà cette opposition d'une extrémité à l'autre de l'axe 1.

L'alfa et le genévrier de phoenicea indiquent une certaine xéricité ou un certain seuil de pluviosité qui est assez faible, effectivement celle-ci est comprise entre 328 mm et 363 mm dans la partie positive ; de la même façon *Cytisus triflorus* qui recherche l'humidité et la fraîcheur caractérise des relevés à pluviosité plus importante, elle est comprise entre 833 mm et 1214 mm.

La moyenne des minimums du mois le plus froid montre bien la différence climatique qui existe d'une extrémité à l'autre de cet axe ; elle varie de 2,20°C à 3,40°C et caractérise les variantes thermiques tempérées et fraîches d'un côté et de -0,84°C à -1,64°C caractérisant la variante froide du côté positif de l'axe 1.

L'axe 1 a une signification bioclimatique et traduit donc un gradient d'aridité. L'opposition entre deux milieux nettement tranchés conduit non seulement à la distinction d'une végétation spécifique à chacun des deux milieux, mais aussi l'écart des paramètres bioclimatiques, tel que la pluviosité, conduit également à la distinction de deux milieux édaphiques définis par les paramètres suivants :

A gauche de l'axe 1, la texture est fine (argileuse, limoneuse) en raison d'une part de conditions favorables à l'altération et d'autre part d'une lithologie schisteuse.

A droite de cet axe, la texture est équilibrée.

Du côté négatif, la teneur en calcaire total et actif est nulle ou négligeable avec un complexe absorbant moyennement saturé, le calcium est donc principalement sous forme échangeable, dans ces conditions selon Duchaufour 1952, les ions calcium moins nombreux sont retenus plus énergiquement et la nutrition en calcium se fait mal et celle du phosphore et de l'azote est défectueuse.

Le relevé 54 présente encore un complexe saturé, ceci est dû à la couche sous-jacente encore riche en calcaire actif et qui fournit par remontée les ions calcium, pour ce relevé l'horizon superficiel est entièrement décarbonaté. L'évolution de ce sol permettra une décarbonatation totale du profil. Le relevé 70 présente par contre un horizon superficiel assez riche en calcaire total et actif, ceci montre donc que ces éléments ne constituent pas un frein à ces formations sylvatiques.

En conséquence les valeurs de pH pour cette partie de l'axe 1 sont nettement inférieures que pour les relevés situés du côté positif, elles sont mêmes acides, Bonin *et al* (1980), ont montré que le calcaire total et le pH sont directement corrélés et évoluent inversement au taux d'argile. Seul le relevé 76 présente un pH élevé.

Du côté positif, les relevés présentent tous un complexe absorbant saturé, un pH nettement supérieur à 7 et des taux de calcaire actif élevés. Bonin *et al*. (1980), ont montré que le calcaire total et le pH sont directement corrélés et évoluent inversement au taux d'argile.

En définitive l'axe 1 traduit une aridification croissante du milieu. Le calcaire auquel est corrélé le pH croit dans le sens de l'aridification. La texture est plus fine lorsque le climat est plus humide. La végétation est plus humide au nord et plus xérique au sud. Il est évident dans ce cas que l'influence du bioclimat est très nette, toutefois nous évitons de conclure trop hâtivement à l'action des seuls paramètres liés au bioclimat dont la pluviosité sans tenir compte de l'étroite corrélation de plusieurs facteurs entre eux-mêmes. Gounot 1969 a propos de la pluviosité écrit « elle n'a pas d'action directe, mais elle est en corrélation plus ou moins étroite avec le ou les facteurs physiologiquement dominants ».

Aussi, selon Pouget 1980, la mise en évidence des facteurs édaphiques ne peut se concevoir sans tenir compte de l'ensemble des facteurs écologiques. L'eau disponible dépend de la capacité de rétention du sol, elle même dépend de la texture et selon le même auteur de la somme argiles + limons fins et de la matière organique.

Dans la partie négative de l'axe 1, l'importance de la pluviosité qui induit une altération assez poussée est conjuguée avec une texture plus fine qui permet de retenir un maximum d'eau dans le sol.

Pour la partie positive de cet axe, aux faibles précipitations est ajoutée une texture qui ne favorise pas une bonne rétention en eau.

Tableau 16 : Relevés à fortes contributions absolues pour l'axe 1

N° Relevés coté positif	Contributions absolues	N° Relevés coté négatif	Contributions absolues
1	11.87	49	4.28
2	6.35	54	5.52
3	16.05	65	4.01
4	6.47	70	4.57
5	11.47	76	4.76
7	17.78		
9	14.21		
10	10.69		
11	18.31		
12	12.91		
13	17.37		
15	17.18		

4.2.2.2 Carte des espèces (tabl.17 et 18)

Dans la partie négative de l'axe 1, (tabl.18) sont présentes des espèces indicatrices d'une ambiance nettement forestière à l'exemple de *Galium rotundifolium*, *Geranium robertianum* et *Cytisus triflorus* ainsi que la présence des lianes telles que *Tamus communis* et *Smilax aspera*. *Galium rotundifolium* et *cytisque triflorus* indiquent une affinité pour les sols profonds, frais et riches en humus (Khelifi, 1987) *Geranium robertianum* est également humicole (Gounot et Schoenberger, 1967) *Geranium robertianum* (Debazac 1952) et *Cytisus triflorus* (Zeraia 1981) recherchent l'humidité du sol. Selon Aimé 1976, cette dernière espèce est à tendance fraîche forestière. *Smilax aspera* et *Tamus communis* se développent dans des milieux très fermés et difficilement pénétrables. *Geranium robertianum* préfère des lieux humides (Quezel et Santa 1963) ainsi que *Galium rotundifolium* qui est aussi révélatrice d'un milieu humide (Khelifi 1987).

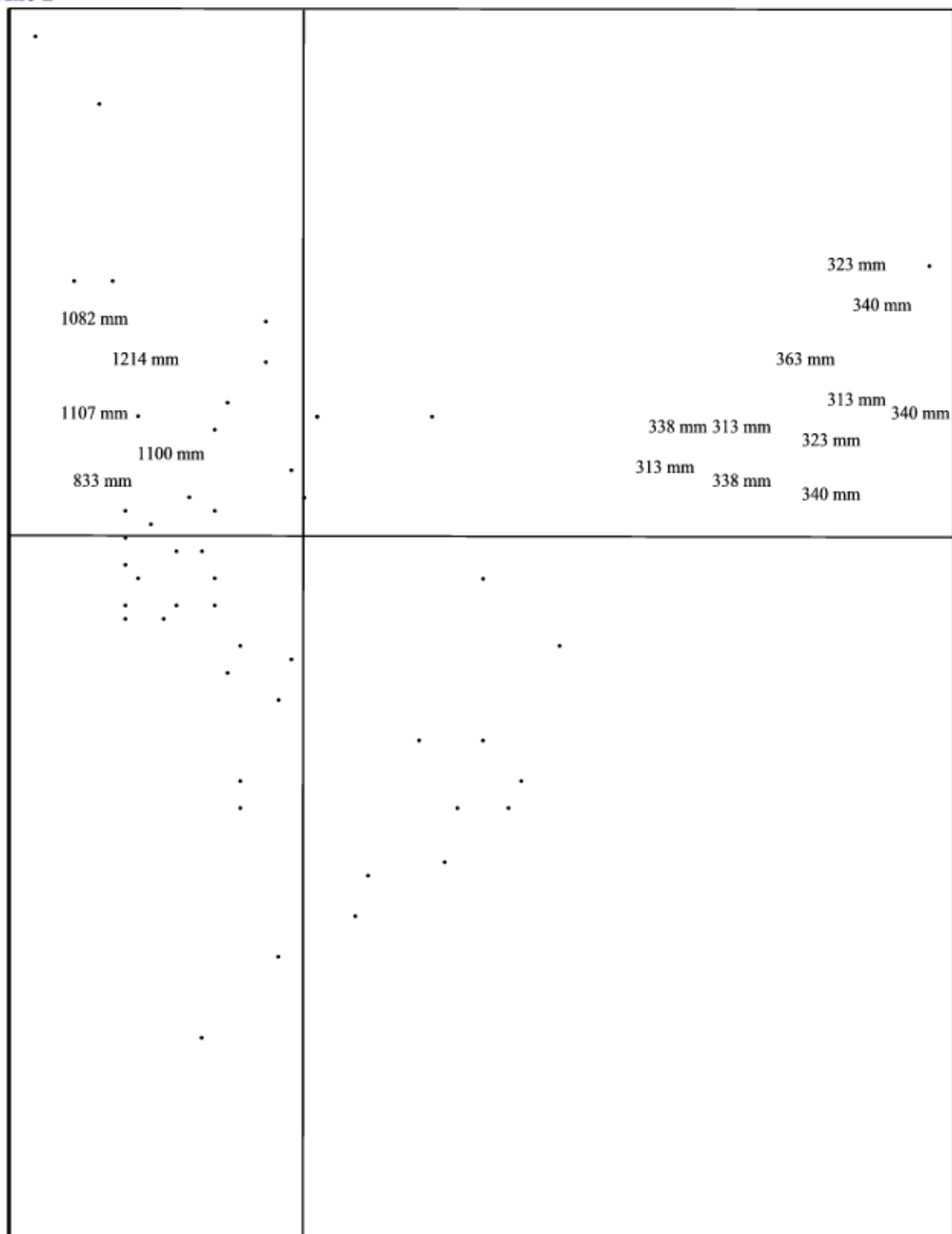
L'ensemble d'espèces localisées au pôle positif de l'axe 1 (tabl.17) caractérise surtout des milieux ouverts et steppes arborées, ce sont des formations de dégradation des groupements forestiers.

Herniaria hirsuta, caractérise la steppe arborée (Kadik B 1983) ; *Teucrium polium* (Aimé 1976), *Filago spathulata* et *Paronychia argentea* sont liées aux milieux ouverts telles que les steppes arborées, *Alysum macrocalyx* est caractéristique des steppes algero-oranaise (Quezel et Santa 1963).

Ces milieux sont donc plus xériques comme l'indique aussi la présence de *Launaea nudicaulis* qui est propre aux pâturages des régions sèches et désertiques (Quezel et Santa 1963) ; *Helianthemum virgatum* est citée par Kadik (1983) parmi les espèces xériques. Ces espèces montrent donc essentiellement l'aspect xérique de ces formations représentées dans la partie positive de l'axe 1

Echinaria capitata, espèce du semi-aride froid (Djebaili 1978), *Ziziphora hispanica* et *Xéranthemum inapertum* espèces du semi -aride inférieur à moyen froid (Djellouli 1981) ;

Axe 2



Axe 1

Figure 8 : Carte relevés 1-2. Relevés à forte contribution pour l'axe 1 représentés par la pluviosité moyenne annuelle.

Juniperus turbinata (Djebaili 1978) *Rosmarinus tournefortii* (Alcaraz 1969), selon ces auteurs caractérisent ces formations également par le bioclimat semi-aride à vairante principalement froide.

Echinaria capitata, *Hordeum murinum*, *Paronychia argentea*, *Launaea nudicaulis*, *Plantago psyllium*, *Plantago albicans*, *Silene nocturna*, *Helianthemum virgatum* sont des espèces de pâturages (Quezel et Santa 1963).

Il est clair que l'action anthropozoïque est importante dans la dégradation de ces formations surtout dans la région d'Aflou ou ont été effectués ces relevés et où le pâturage est intensif à cause du mode de vie des populations autochtones.

Au pôle positif la richesse du milieu en carbonates est confirmée par la présence d'espèces calcicoles comme *Helianthemum cinereum rubellum* (Gounot et Schoenberger 1967, Lehouerou 1969), *Rosmarinus tournefortii* (Alcaraz 1969) et *Polycnemon fontanesi* (Kadik B. 1983). *Euphorbia falcata* est indicatrice des rochers et rocailles calcaires (Quezel et Santa 1963)

Ce sont là quelques espèces qui montrent la richesse de ce milieu édaphique en calcaire.

Ces groupes d'espèces montrent l'aspect dégradé de ces formations, ils caractérisent pour la plupart les matorrals et steppes dégradées, ainsi que des milieux ouverts et xériques.

L'action anthropozoïque est apparente grâce à la présence d'espèces de pâturages dont certaines sont propres au milieu froid.

Tableau 17 : Espèces à fortes contributions absolues pour l'axe 1 positif

Espèces	Contributions absolues	Espèces	Contributions absolues
<i>Micropus bombycinus</i>	10.62	<i>Achillea santolina</i>	9.78
<i>Minuartia campestris</i>	37.24	<i>Leuzea conifera</i>	11.48
<i>Bromus rubens</i>	38.78	<i>Launaea nudicaulis</i>	13.69
<i>Echinaria capitata</i>	14.04	<i>Euphorbia falcata</i>	11.07
<i>Polycnemon fontanesii</i>	25.81	<i>Ephedra major</i>	14.18
<i>Rosmarinus tournefortii</i>	9.79	<i>Filago spathulata</i>	13.11
<i>Teucrium polium</i>	9.81	<i>Herniaria hirsuta</i>	39.92
<i>Helianthemum hirtum</i>	10.49	<i>Helianthemum virgatum</i>	27.80
<i>Helianthemum cinereum rubellum</i>	13.86	<i>Plantago psyllium</i>	19.67
<i>Hordeum murinum</i>	12.43	<i>Plantago albicans</i>	14.09
<i>Paronychia argentea</i>	9.28	<i>Silene nocturna</i>	10.66
<i>Thymus hirtus</i>	10.03	<i>Schismus barbatus</i>	18.96
<i>Alyssum macrocalyx</i>	16	<i>Ziziphora hispanica</i>	31.79
<i>Alyssum granatense</i>	45.22	<i>Juniperus turbinata</i>	12.68

Tableau 18 : Espèces à fortes contributions absolues pour l'axe 1 négatif

Espèces	Contributions absolues
<i>Geranium robertianum</i>	9.81
<i>Cytisus triflorus</i>	13.64
<i>Smilax aspera</i>	12.93
<i>Tamus communis</i>	11.25
<i>Galium rotundifolium</i>	11.51
<i>Anthemis pedunculata</i>	10.22
<i>Specularia perfoliata</i>	10.38

4.2.3 Axe 2

4.2.3.1 Carte des relevés (fig. 9)

Du côté positif de cet axe, (tabl.19) nous avons des formations à chêne vert- Erable et cytise, ces deux espèces sont connues comme fréquentant les milieux humides, de plus *Cytisus triflorus* indique une tendance fraîche forestière (Aimé 1976) ainsi qu'un sol profond et humide.

Du côté négatif de l'axe 2,(tabl.19) nous avons des matorrals et taillis à chêne vert, *Juniperus oxycedrus*, *Ampelodesma mauritanicum*, *Phillyrea angustifolia* et *Asphodelus microcarpus*. Ce sont des formations relativement plus ouvertes et moins humides. *Phillyrea angustifolia* montre une tendance thermophile, ce sont des formations de dégradation de la chenaie où le diss et l'asphodèle indiquent une dégradation anthropozoiue (Quezel et Santa 1963, Sadki 1988). Selon Quezel *et al.* (1992) le diss représente « un élément physionomique majeure du groupement préforestier traduisant un impact humain très élevé » cet impact est souligné également par l'asphodèle qui est une espèce des milieux surpâturés (Dahmani 1984).

L'axe 2 réunit dans sa partie positive des relevés à précipitations relativement plus élevées que celles représentant le côté négatif ; dans le même sens, le bioclimat est humide d'un côté et sub-humide de l'autre. Comme on le constate et par rapport à l'axe 1, l'écart climatique représenté par l'axe 2 est moins élevé, de plus la pluviosité et le bioclimat interviennent cette fois ci au niveau des formations non xériques.

Selon Makhoul (1995) la dégradation des ressources naturelles en Afrique du nord s'est accentuée dès le début du XXième siècle non seulement dans les zones arides mais également dans les zones à climat sub-humide et humide où son ampleur a été parfois plus importante ; le climat n'étant pas en cause, cet auteur attribue la dégradation de ces ressources naturelles principalement à l'homme.

Les relevés de la partie négative de l'axe 2 effectués dans la région de Berrouaghia – Sour El Ghoulane représentent surtout une zone soumise à une intense action humaine par rapport à la partie positive qui rassemble des relevés de l'Atlas Blidéen et de Miliana.

L'axe 2 représente surtout l'action anthropozoiique croissante de la partie positive vers la partie négative.

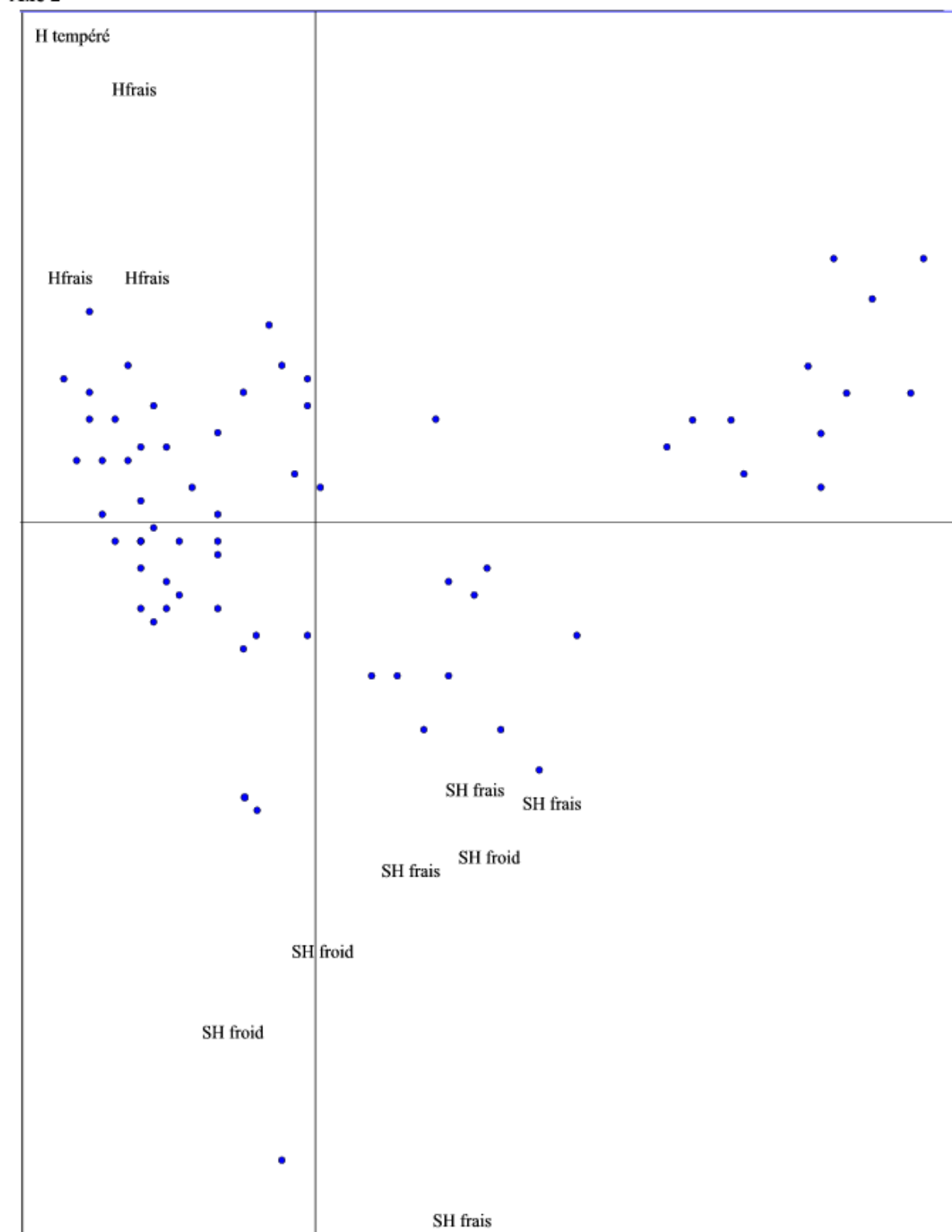
Concernant l'édaphisme, le type d'argile montre la présence de la montmorillonite dans la partie négative, celle ci est absente pour les relevés opposés. Les interstratifiés illite – montmorillonite sont absents dans les sols comportants de la montmorillonite, on pourrait supposer une transformation de l'illite interstratifiée en montmorillonite. En effet ce type de transformation par substitution d'ions a été décrit par Paquet et Tardy 1969 (*In* Duchaufour 1970) pour les sols fersiallitiques en présence de solution concentrée en silice et en alcalino-terreux.

Dans la partie négative le taux de kaolinite varie de 10% à 30%, dans la partie opposée il varie de 0% à 10% ; dans le même sens le calcaire est important à l'extrémité positive et pauvre ou nul vers l'autre extrémité.

Tableau 19 : Relevés à fortes contributions absolues pour l'axe 2

N°Relevés coté négatif	Contributions absolues	N°Relevés coté positif	Contributions absolues
24	4.16	46	7.55
25	5.3	71	10.11
26	7.32	75	4.04
27	13.27		
28	12.15		
32	15.27		
33	6.24		

Axe 2



Axe 1

Figure 9 : Carte relevés 1-2. Relevés à forte contribution pour l'axe 2 représentés par leur bioclimat.

4.2.3.2 Carte des espèces (tabl.20 et 21)

Les espèces qui définissent la partie positive de l'axe 2 (tabl.21) se développent en milieu humide frais, *Ruscus aculeatus* est rattaché au sub-humide frais (Kadik B. 1983) et aux forêts de chêne (Quezel et Santa 1963) ou elle se développe sur des sols riches en humus (Debazac, 1959 ; Gounot et Schoenberger, 1967) ; *Arisam vulgare* est également décrite comme humicole par ces deux derniers auteurs, et comme humicole plus ou moins sciaphile par Le Houerou, 1969. Selon Quezel et Santa (1962-1963) *Lamium flexuosum* colonise les forêts des montagnes, *Fumana capreolata* les forêts et broussailles.

A l'opposé (tabl.20), *Convolvulus cantabrica* traduit selon Gounot et Schoenberger (1967) une situation sèche, celle ci peut être due à une plus grande ouverture des arbres puisqu'on y rencontre *Brachypodium distachyum* qui se développe dans les milieux ouverts où la lumière est assez suffisante. *Sanguisorba minor* est thermophile et héliophile (Schoenberger 1967). Ces espèces héliophiles indiquent surtout l'effet de l'action anthropozoiq sur ce milieu et que traduit bien *Linum galicum* (Bran blanquet 1952)

L'action du surpâturage est indiquée par les espèces suivantes : *Rumex bucephalophorus*, *Euphorbia exigua*, *Crucianella augustifolia*, *Aegilops triuncialis*... (Quezel et Santa 1962 – 1963) pour ne citer que celles là.

Les milieux surpâturés peuvent présenter comme conséquence à cette action, non seulement une dégradation de la végétation avec perte d'eau par ruissellement comme l'a souligné Abdessemed (1982) , Kadi Hanifi (1998) mais aussi la réduction de la porosité du sol dû à son tassement par piétinement (Rognon 1994)

Le Houerou (1995), parle de processus de dégradation qui résultent de la réduction du couvert végétal pérenne ; la réduction de la production de matière organique induit une série de conséquences sur la surface et les horizons supérieurs du sol comme la réduction de la teneur du sol en matière organique, la réduction de la stabilité structurale, la compaction du sol, la réduction de la porosité, de l'oxygénation, de la perméabilité et de la capacité de stockage en eau ainsi que la diminution de l'activité des microorganismes. Amrani Sidi mohamed (à paraître) a cité la déflation des limons qui s'exerce sur sol mal protégé par la végétation, à faible teneur en matière organique et piétiné sans cesse par les troupeaux. Le même auteur indique aussi que les limons n'ont pas une liaison comme les argiles et sont aussi de plus faible densité que les sables. L'action des précipitations dans l'entraînement de la fraction fine vers les horizons inférieurs est également freinée, en général il a été vérifié que la fraction argile + limons fins qui joue un rôle important dans la rétention des éléments nutritifs est plus importante dans les horizons superficiels.

Ainsi *Aegilops triuncialis* est indicatrice des sols tassés à texture fine (Gounot et Schoenberger 1967) et *Ajuga iva* est limonophile (Le Houerou 1969). Cette fraction fine sera donc apte à être éliminée d'une manière progressive par les eaux de ruissellement notamment sur les pentes.

Le passé forestier de ce milieu est indiqué par *Galium tunetaum* et *Cephalanthera longifolia*, rattachés aux forêts des montagnes par Quezel et Santa (1962 – 1963).

Le pôle négatif de l'axe 2, montre ainsi une ouverture des formations forestières, thermophiles sous l'effet du surpâturage, coupes et incendies. Cette dégradation de la végétation est suivie d'une dégradation des sols.

La partie positive de cet axe regroupe les formations mésophiles de la chénaie verte à ambiance forestière.

Notons pour la carte des axes 1 et 2 la distribution des relevés selon une forme en « V » caractéristique de l'effet Guttman, l'aridité climatique du premier axe et l'action

anthropozoïque du second, conduisent au même effet qui est l'ouverture du couvert végétal et donc la dégradation de la végétation.

Tableau 20 : Espèces à fortes contributions pour l'axe 2 négatif

Espèces	Contributions absolues	Espèces	Contributions absolues
<i>Atractylis cancellata</i>	17.54	<i>Euphorbia exigua</i>	15.19
<i>Aegilops triuncialis ssp. Ovata</i>	12.11	<i>Elaeoselinum thapsioides</i>	15.76
<i>Ajuga iva</i>	15.72	<i>Galium valantia</i>	11.03
<i>Aegilops triuncialis</i>	11.56	<i>Genista tricuspidata</i>	7.20
<i>Achillea ligustica</i>	10.20	<i>Galium tunetaum</i>	21.16
<i>Brachypodium distachyum</i>	16.95	<i>Iberis linifolia</i>	15.76
<i>Catananche caerulea</i>	17.57	<i>Linum galicum</i>	10.20
<i>Convolvulus cantabrica</i>	16.86	<i>Plantago serraria</i>	11.83
<i>Convolvulus humilis</i>	9.85	<i>Rumex bucephalophorus</i>	10.20
<i>Trifolium scabrum</i>	9.84	<i>Sanguisorba minor</i>	28.95
<i>Carthamus lanatus</i>	9.85	<i>Silene colorata</i>	9.85
<i>Crucianella angustifolia</i>	15	<i>Silene cucubalis</i>	17.31
<i>Cephalanthera longifolia</i>	15.76	<i>Scabiosa stellata</i>	26.11
<i>Convolvulus tricolor</i>	15.76	<i>Silene imbricata</i>	7.25
<i>Crupina vulgaris</i>	10.20		
<i>Eryngium dichotomum</i>	10.26		

Tableau 21 : Espèces à fortes contributions pour l'axe 2 positif

Espèces	Contributions absolues	Espèces	Contributions absolues
<i>Arisarum vulgare</i>	8.73	<i>Stellaria media</i>	16.74
<i>Fumana capreolata</i>	9.35	<i>Lamium flexuosum</i>	8.85
<i>Galium aparine</i>	10.49	<i>Ruscus aculeatus</i>	8.85
<i>Mercurialis annua</i>	12.63		

4.2.4 Axe 3

4.2.4.1 carte des relevés. (fig.10 et tabl.22)

La partie positive de cet axe réunit les matorrals et taillis clairs à très clairs à chêne vert, *Juniperus oxycedrus*, *Ampelodesma mauritanicum* et *Asphodelus microcarpus*. *Juniperus oxycedrus* occupe les zones climatiques froides, le Diss et l'asphodèle indiquent que le milieu est dégradé par l'homme. Le taux de recouvrement de la végétation varie de 45% à 65%.

La partie négative de cet axe est caractérisée par une végétation plus dense à chêne vert et de deux espèces préforestières *Pistia lentiscus* et *Cistus monspeliensis*. Le taux de recouvrement de la végétation varie de 75 % à 95%.

L'axe 3 oppose dans sa partie négative des formations denses de basses altitudes (310m < alt < 510m) à variantes thermiques surtout tempérées aux formations dégradées à altitudes plus élevées (980m < alt < 1080m) et aux variantes thermique plus fraîches.

L'axe 3 sépare deux écosystèmes par la différence de leur température en corrélation avec l'altitude. Concernant l'édaphisme, la surface du sol montre que les blocs et pierrailles occupent une surface importante dans la partie positive, de 13% à 30% pour les blocs et de 5% à 35% pour les pierrailles. Dans la partie négative ces éléments sont quasi-nuls.

De plus la matière organique est corrélée positivement avec les formations denses à recouvrements élevés bien que m soit favorable à la dégradation de cette matière.

Tableau 22 : Relevés à fortes contributions absolues pour l'axe 3

N° Relevés côté positif	Contributions absolues	N° Relevés côté négatif	Contributions absolues
17	12.74	56	9.17
37	6.61	58	10.73
39	8.27	59	9.18
40	13.73	60	11.57
41	11.42	61	12.34
42	8.48	82	7.57

Axe 3

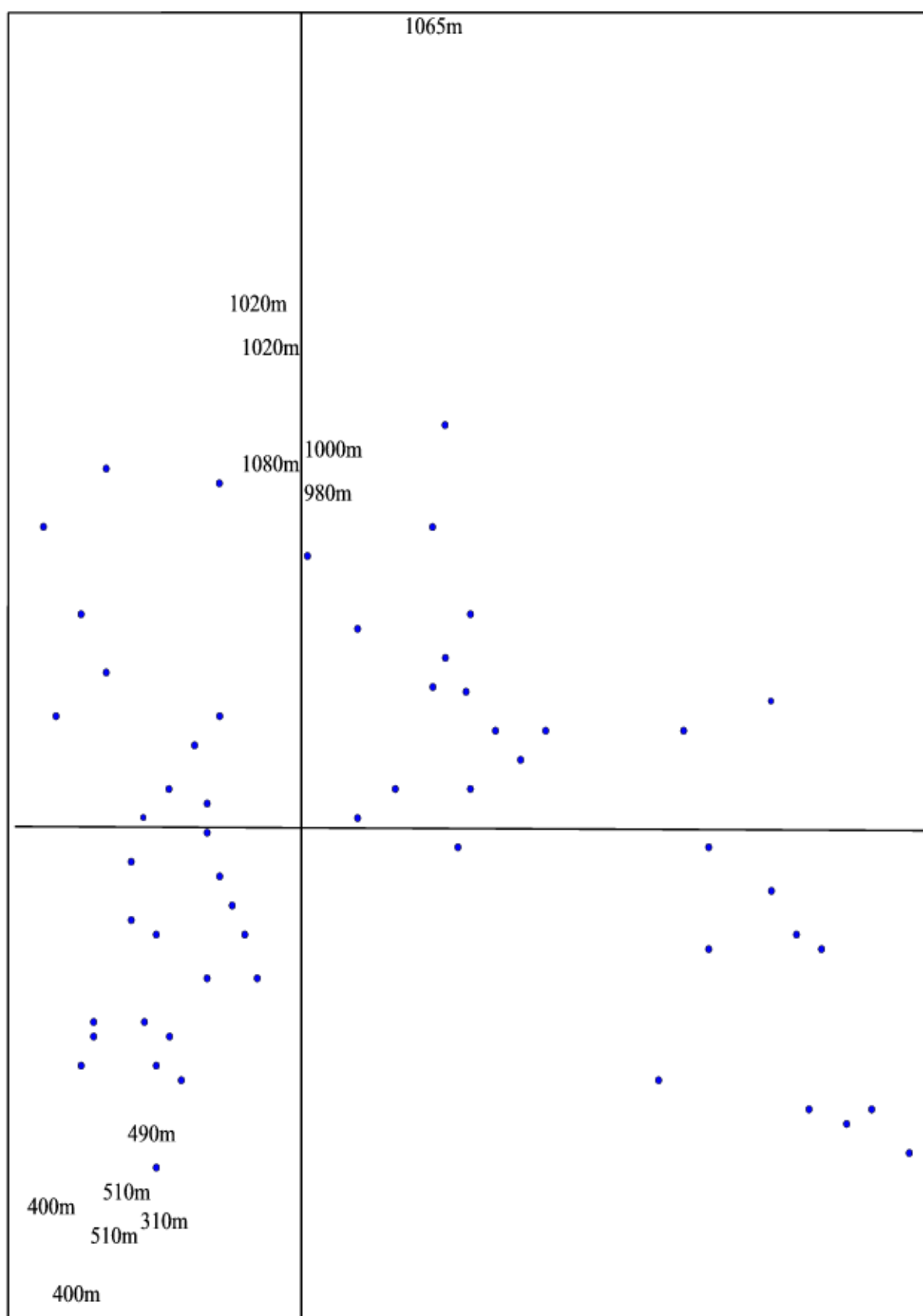


Figure 10 : Carte relevés 1-3. Relevés à forte contribution pour l'axe 3 représentés Axe 1
par l'altitude.

4.2.4.2 Carte des espèces (tabl.23)

La partie positive de cet axe (tabl.23) est représentée par des espèces forestières telles que : *Bellis sylvestris*, *Myosotis collina* et *Orckis coriophora* (Quezel et Santa 1962 – 1963).

Cynosorus elegans, fait partie du groupe humicole à chêne vert (Kadik B. 1983), elle est rattachée par le même auteur au semi -aride supérieur et sub- humide. Selon Khelifi (1987), cette espèce a une affinité pour les sols profonds, frais et riches en humus.

Sedum sediforme colonise les sols rocheux (Kadik B.1983), c'est une lithophile et acidophile (Le Houerou 1969), *Globularia alypum* colonise les forêts claires, les garrigues, mais aussi les rocailles (Djellouli 1981), elle se développe sur sols divers, bien drainés selon Pouget 1980 ainsi que sur sols peu profonds (Kadik B. 1983).

Thlaspi perfoliata, espèce rupicole, caractérise les hautes montagnes de l'Atlas saharien (Kadik B. 1983) on y rencontre des espèces de pâturage qui indiquent une action de dégradation notamment : *Myosotis collina*, *Orckis coriophora* et *Valerianella carinata*, *Scherardia arvensis* est liée à l'action des coupes et incendies, *Geranium molle*, liée au groupe humicole (Lehouerou 1969), *Leontodon tuberosus* est une espèce steppique.

Ce mélange d'espèces rupicoles, humicoles et d'espèces de dégradation expliquerait un bouleversement de l'écosystème suite à l'action de l'homme.

Tableau 23 : Espèces à fortes contributions absolues pour l'axe 3

Espèces côté positif	Contributions absolues	Espèces côté négatif	Contributions absolues
<i>Bellis sylvestris</i>	28.61	<i>Arbutus unedo</i>	15.72
<i>Cynosorus elegans</i>	19.05	<i>Blakstonia perfoliata</i>	14.73
<i>Geranium molle</i>	22.88	<i>Clematis cirrhoza</i>	11.01
<i>Globularia alipum</i>	9.19	<i>Dactylis glomerata</i>	13.28
<i>Gnaphalium luteo album</i>	9.19	<i>Galium mollugo</i>	12.35
<i>Leontodon tuberosus</i>	16.31	<i>Phillyrea media</i>	15.23
<i>Lamium amplexicaule</i>	11.89	<i>Rubia peregrina</i>	20.05
<i>Myosotis collina</i>	11.41	<i>Rubus ulmifolius</i>	17.05
<i>Orchis coriophora</i>	9.19	<i>Reichardia picroides</i>	9.64
<i>Sedum sediforme</i>	9.03	<i>Satureja vulgaris</i>	15.82
<i>Scherardia arvensis</i>	11.93		
<i>Thlaspi perfoliata</i>	21.35		
<i>Valerianella carinata</i>	11.72		

Dans la partie négative, *Rubus ulmifolius* et *Rubia peregrina* se développent sur sols riches en humus, et indiquent l'hygrophilie (Kadik 1983) ; *Rubia peregrina* indique une ambiance forestière (Alcaraz 1982) ; *Clematis cirrhoza*, thermophile (Khelifi 1987) est indicatrice des matorrals et d'une ambiance forestière (Alcaraz 1982), selon Kadik 1983, elle est exigeante en pluviométrie ; *Blakstonia perfoliata*, *Arbutus unedo* et *Dactylis glomerata* colonisent les forêts (Quezel et Santa 1962 – 1963)

Cet axe oppose une végétation thermophile de basse altitude, relativement dense à ambiance forestière, à une végétation claire, dégradée à altitude plus élevée, avec une corrélation de la température minimale du mois le plus froid avec l'altitude.

4.2.5 Conclusion

Les précipitations, la température et l'action anthropozoiique sont les principaux facteurs écologiques prépondérants dans la répartition de la chênaie verte.

Ces paramètres différencient selon leur importance des milieux édaphiques qui seront également déterminants dans la répartition de cette végétation.

L'importance des précipitations contribue à l'altération de la roche mère, à l'augmentation de la teneur en argiles lorsque la couverture végétale est plus ou moins importante et de la teneur en matière organique. Ceci aura pour effet l'amélioration des capacités nutritives et hydriques du sol ainsi que son évolution par décarbonatation.

L'action anthropozoiique dont l'effet est très visible sur la végétation différencie également un milieu édaphique qui se particularise sous l'action combinée avec la pluviosité par l'augmentation du ruissellement après ouverture de la couverture végétale et la diminution de la rétention après modification des caractéristiques physiques par piétinement.

Par ailleurs, nous soulignons l'influence de la qualité de la végétation ainsi que l'importance de la couverture végétale sur le milieu lui-même.

Notons enfin que le rôle de ces quatre facteurs a été signalé par Dahmani (1997) dans son étude sur le chêne vert à travers le territoire national.

**LES GROUPEMENTS VEGETAUX : INDIVIDUALISATION ET
CARACTERISATION ECOLOGIQUE ET FLORISTIQUE**

4.3 INDIVIDUALISATION DES GROUPEMENTS VEGETAUX ET LEUR CARACTERISATION FLORISTIQUE ET ECOLOGIQUE

4.3.1 Individualisation des groupements végétaux

L'utilisation de l'A.F.C relevés-espèces, nous a permis l'individualisation des groupements végétaux à chêne vert.

Dans une première étape, nous avons mis en contingence 83 relevés (R) avec 416 espèces (E) ; la carte factorielle du plan formé par les axes 1 et 2 montre un lot de relevés qui se démarquent nettement dans la partie positive de l'axe 1 de l'ensemble des autres relevés. Ce lot est formé exclusivement de relevés effectués dans la région d'Aflou (fig 11).

Les autres relevés sont étalés d'une façon plus ou moins continue le long de l'axe 2 et presque totalement dans la partie négative de l'axe 1.

Ainsi l'axe 1 oppose un ensemble de relevés bien distincts dans sa partie positive au reste des relevés regroupés en un ensemble allongé sur l'axe 2 dans sa partie négative.

Pour l'obtention d'ensembles significatifs de relevés, nous avons sollicité la CAH (classification hiérarchique ascendante) qui procède à leur classement de proche en proche sur la base de leur similitude floristique jusqu'à obtention d'un ensemble de relevés cohérents par rapport aux autres relevés.

Cette méthode nous permet l'individualisation des groupements végétaux. En effectuant la C.A.H avec les 83 relevés (fig.12), nous avons obtenu l'individualisation du groupement I qui correspond à l'ensemble bien isolé dans la partie positive de l'axe 1 et des groupements II et III (fig 13)

Par la suite, le diagramme montre la constitution d'un groupement avec un seul relevé (R30) et d'un autre groupement formé de 60 relevés ; après élimination du R30 nous avons effectué une C.A.H partielle avec 60 R et 350 E après cette deuxième analyse aucune individualisation n'est réalisée sauf le R6 et R14 qui se démarquent de l'ensemble des relevés.

Une seconde analyse partielle a été nécessaire mettant en contingence 58R et 340 E après élimination des R6 et R14. Celle-ci nous a permis l'individualisation des groupements IV, V, VI et VII

L'observation de la figure 13 montre quand même que les relevés du groupement IV ne sont pas aussi solidaires puisque positionnés en trois petits lots séparés les uns des autres.

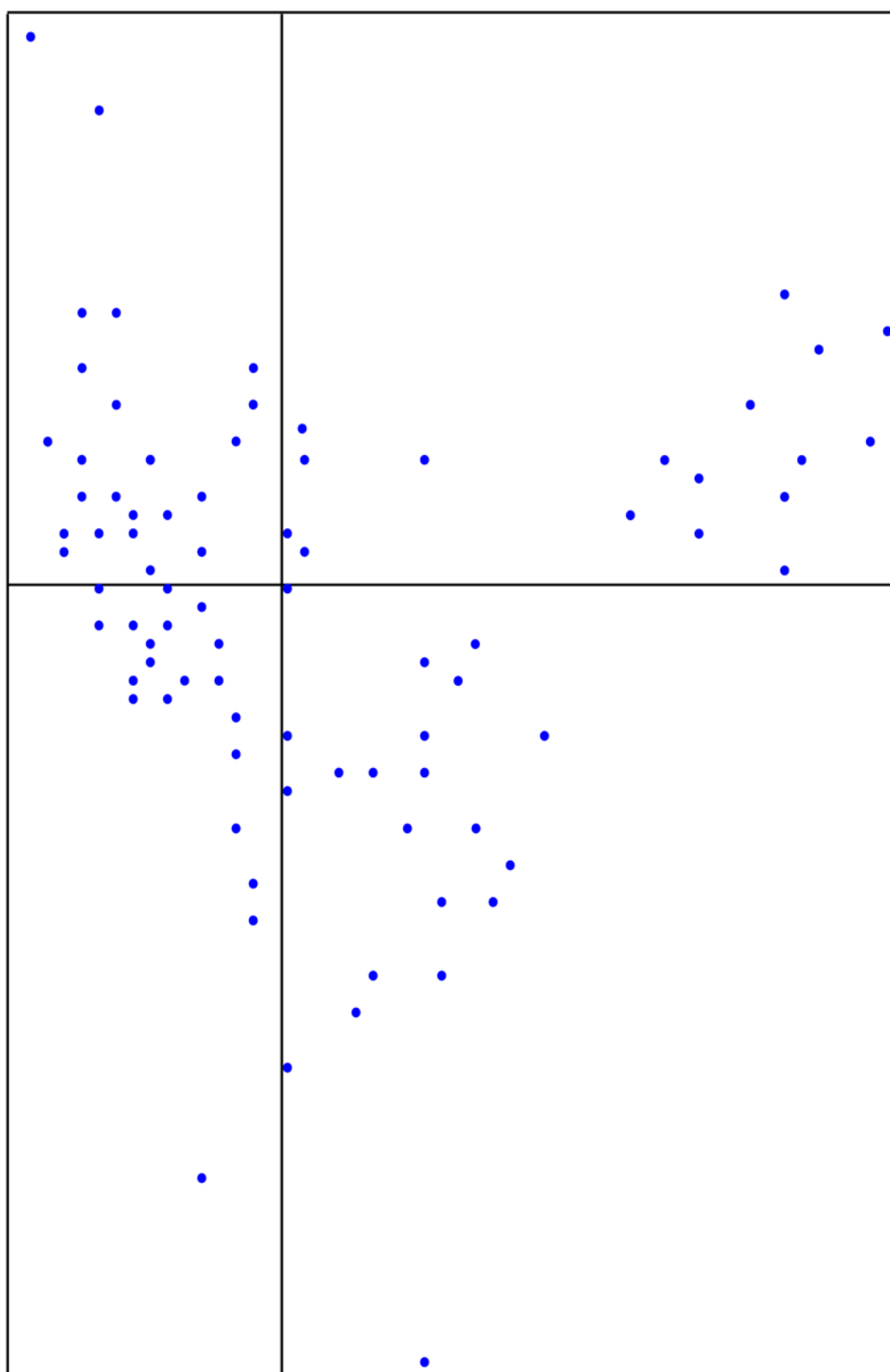
Ceci nous a amené à réaliser une A.F.C. pour les relevés du groupement IV et concernant 25 R et 240 E, cette A.F.C nous confirme encore cette distinction entre les relevés du groupement IV en trois groupements : IV1, IV2 et IV3.

Nous avons également de la même manière vérifié une possible partition du groupement V qui réunit 27 relevés. L'A.F.C de cet ensemble n'a pas donné lieu à une partition des éléments de ce groupement. Cependant, l'analyse de la végétation et de son état des différents relevés, nous a amené à scinder le groupement V en V1 et V2.

De la même façon en analysant la végétation et le bioclimat nous avons scindé le groupement II en II1 et II2

Le tableau 24 résume les différents groupements individualisés et leurs relevés respectifs

Axe 2



Axe 1

Fig.11 : Carte 1 - 2 AFC, Représentation de la dispersion des relevés

Tableau 24 : les différents groupements individualisés et leur relevés correspondants

Groupement	N° des relevés correspondants
I	1-3-5-7-9-10-11-12-13-15
II1	56-58-59-60-61
II2	17-40-41
III	27-28-32-71
IV1	46-54-55-70-73-74-75-76
IV2	37-39-42-43-44
IV3	2-16-19-21-22-24-25-26-29-33-35-36
V1	47-48-49-51-52-53-65-77-78-79-80-81
V2	20-31-34-38-45-50-57-62-63-64-66-67-68-69-72
VI	4 – 8 – 23
VII	18 – 82 – 83

A.F.C + C.A.H sur 83R x 416 E

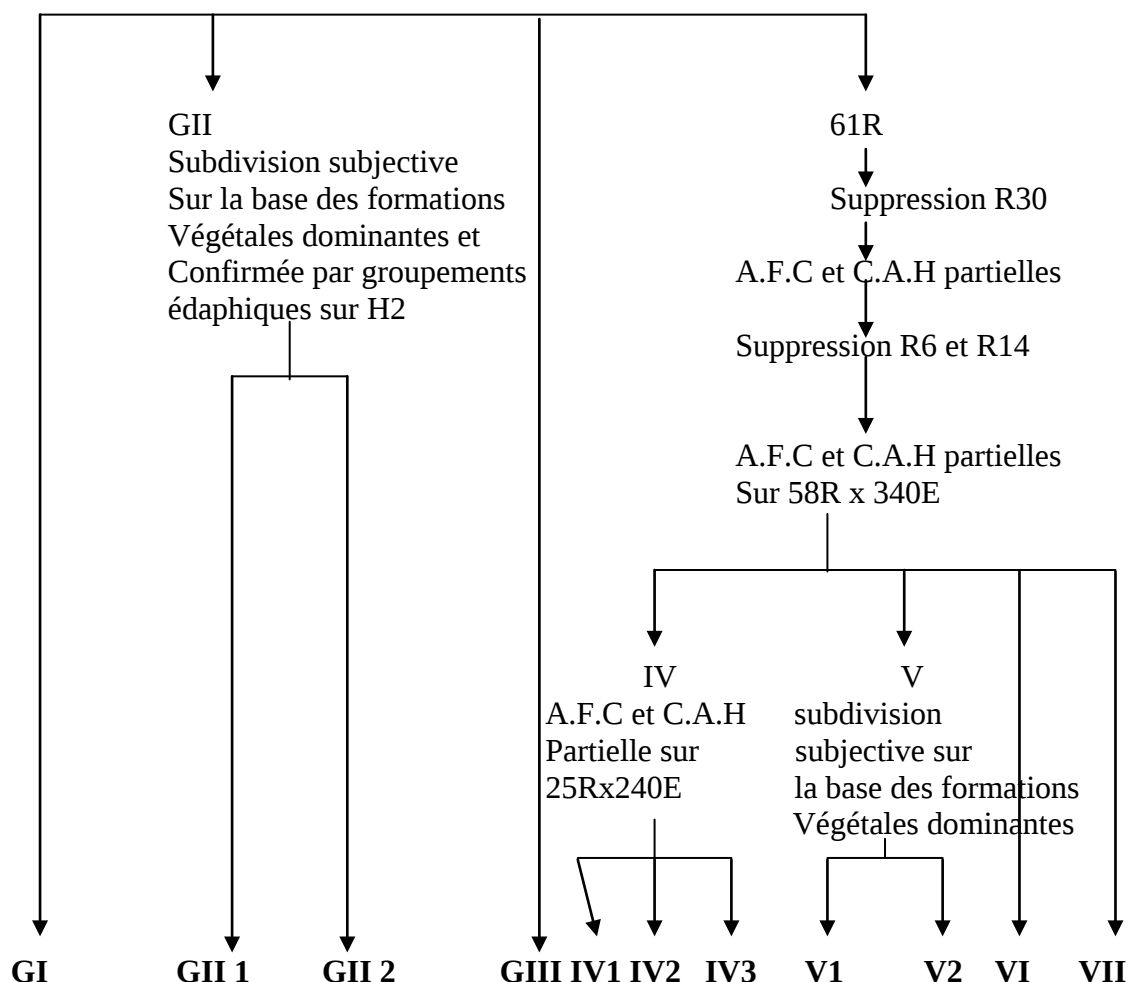
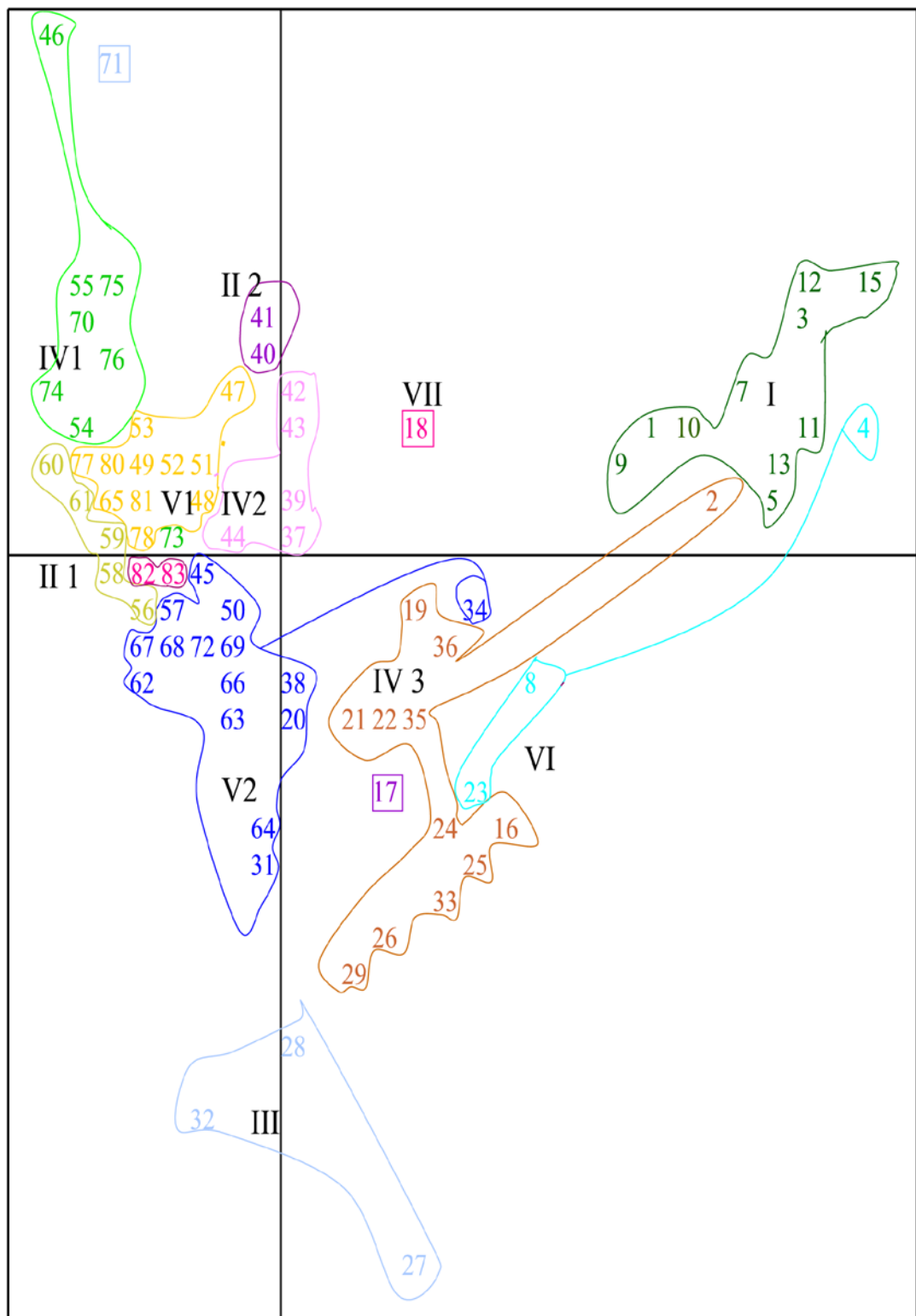


Figure 12 : Les différentes étapes de la discrimination des 11 groupements

Axe 2



Axe 1

FIGURE 13: Carte AFC 1-2. Représentation des 11 groupements végétaux

GI GII1 GII2 GIII GIV1 GIV2 GIV3 GV1 GV2 GVI GVII

4.3.2 Caractérisation phytionomique et floristique des groupements individualisés.

Pour caractériser floristiquement les groupements végétaux déterminés, nous avons tenu compte de la fréquence relative et absolue de chaque espèce et pour chaque groupement. Nous avons retenu les espèces particulièrement liées pour lesquelles la fréquence relative est la plus élevée ; lorsque celle ci est plus ou moins équivalente entre deux ou plusieurs groupements, nous avons tranché en ayant recours à la comparaison de leurs fréquences absolues. Nous avons également retenu les espèces exclusives.

Le groupement I réunit les taillis bas et clairs et forêts hautes très claires à chêne vert avec alfa ainsi que les taillis à *Juniperus oxycedrus* et *Juniperus turbinata*. Ce sont des formations xérophiles et pré-steppiques.

.

★Espèces exclusives

<i>Alyssum macroclyx</i>	<i>Leontodon hispanicus</i>
<i>Achillea santolina</i>	<i>Launea nudicaulis</i>
<i>Arabis auriculata</i>	<i>Minuartia compestris</i>
<i>Buffonia tenuifolia</i>	<i>Minuartia geniculata</i>
<i>Chenopodium mural</i>	<i>Medicago secundiflora</i>
<i>Chenopodium foliosum</i>	<i>Onopordon macracanthum</i>
<i>Catananche caespitosa</i>	<i>Plantago albicans</i>
<i>Cutandia dichotoma</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>
<i>Diplotaxis harra</i>	<i>Rosmarinus tournefortii</i>
<i>Diplotaxis pitardiana</i>	<i>Roemeria hybrida</i>
<i>Erysimum incanum</i>	<i>Sisymbrium torulosum</i>
<i>Ephedra major</i>	<i>Silene nocturna</i>
<i>Erodium cicutarium</i>	<i>Schismus barbatus</i>
<i>Hypocrepis scabra</i>	<i>trigonella polycerata</i>
<i>Xeranthemum inapertum</i>	

★Espèces liées ou caractéristiques du groupement I

<i>Alyssum granatense</i>	80%	<i>Micropus bombycinus</i>	40 %
<i>Bromus rubens</i>	70 %	<i>Plantago psyllium</i>	30 %
<i>Echinaria capitata</i>	50%	<i>Polycnemum fontanisei</i>	40%
<i>Euphorbia falcata</i>	50 %	<i>Paronychia argentea</i>	30 %
<i>Filago spathulata</i>	60%	<i>Stipa tenacissima</i>	30%
<i>Herniaria hirsuta</i>	70 %	<i>Ziziphora hispanica</i>	70%
<i>Helianthemum virgatum</i>	50%		
<i>Hordeum murinum</i>	40 %		
<i>Jasminum fruticans</i>	40%		

Tableau 25 : Auto écologie des espèces du groupement I.

Espèces	Auto écologie	Auteurs
<i>Medicago minima</i>	Espèces steppiques	Le Houerou 1969
<i>Hordeum murinum</i>		
<i>Herniaria hirsuta</i>		
<i>Echinaria capitata</i>		
<i>Xeranthemum inapertum</i>		
<i>Plantago albicans</i>	Liées aux groupements de steppes à alfa	Djebaili 1978
<i>Plantago psyllium</i>		Dahmani 1997
<i>Helianthemum virgatum</i>		Bouzenoune 1984
<i>Micropus bombycinus</i>	Espèce xérique Espece xérique	Kadik B.1983 Quezel et Santa 1963
<i>Hypocrepis scabra</i>	Espèces des milieux ouverts	Le Houerou 1969
<i>Rosmarinus officinalis</i>		” ”
<i>Rosmarinus tournefortii</i>		Alcaraz 1969
<i>Stipa tenacissima</i>		” ”

Ces espèces montrent la xéricité et la dégradation de ce groupement Celle ci est accentuée par l'action anthropozoïque, *Hypocrepis scabra*, *Launaea nudicaulis* *Medicago secundiflora*, *Filago spathulata*... Sont des espèces de pâturages (Le Houerou 1969).

Le groupement II 1 caractérise la chenaie thermophile, il s'agit de taillis à chêne vert, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea media*, *Rubus ulmifolius* et *Smilax aspera*, ces deux dernières espèces indiquent que le milieu est forestier.

★Espèces exclusives

<i>Anthyllis vulneraria</i>	<i>Scilla obtumnalis</i>
<i>Brachypodium silvaticum</i>	<i>Viburnum tinus</i>
<i>Blakstonia perfoliata</i>	<i>Viola sylvestris</i>
<i>Euphorbia cuneifolia</i>	
<i>Gnaphalium luteo album</i>	

★Espèces caractéristiques

<i>Arbutus unedo</i>	60%	<i>Phillyrea media</i>	80%
<i>Coronilla valentina</i>	40%	<i>Rubia peregrina</i>	100%
<i>Clematis cirrhoza</i>	80%	<i>Rosa sempervirens</i>	40%
<i>Daphne gnidium</i>	60%	<i>Rubus ulmifolius</i>	100%
<i>Ferula communis</i>	60%	<i>Satureja vulgaris</i>	100%
<i>Galium mollugo</i>	80%	<i>Smilax aspera</i>	80%
<i>Galium rotundifolium</i>	40%	<i>Tamus communis</i>	80%
<i>Valerianella coronata</i>	40%		

Tableau 26 : Auto écologie des espèces du groupement II 1

Espèces	Auto ecologie	Auteurs
<i>Gnaphalium luteo album</i>	Indiquent une ambiance franchement forestière et un milieu humide	Dahmani 1997, Quezel et Santa 1963
<i>Galium rotundifolium</i>		Dahmani 1997
<i>Rubia peregrina</i>		Debazac 1959
<i>Rubus ulmifolius</i>		Le Houerou 1969
<i>Viola sylvestris</i>		Khelifi 1987
<i>Viburnum tinus</i>		Dahmani 1997
<i>Galium rotundifolium</i>	Se développent sur sols frais riches en humus et profonds	Khelifi 1987
<i>Rubia peregrina</i>		
<i>Viola sylvestris</i>		

La forte densité des formations de ce groupement est indiquée par la présence de lianes tels que : *Clematis cirrhoza*, *Tamus communis* et *Smilax aspera*.

Le groupement II 2 correspond aux formations ouvertes et dégradées, il s'agit de taillis bas très clairs à *Juniperus oxycedre* et *asphodele*, de matorrals clairs à chêne vert et diss.

★Espèces exclusives

Orckis coriophora – *Trifolium stellatum* – *Veronica didyma*

★Espèces caractéristiques

<i>Ammoides verticilata</i>	66,66%	<i>Medicago hispida</i>	66,66%
<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	66,66%	<i>Myosotis collina</i>	33,33%
<i>Bellis sylvestris</i>	100%	<i>Ornithogalum umbellatum</i>	66,66%

<i>Globularia alypum</i>	33,33%	<i>Veronica arvensis</i>	66,66%
<i>Leontodon tuberosus</i>	66,66%		

Tableau 27 : Auto écologie des espèces du groupement II2

Especes	Auto écologie	Auteurs
<i>Globularia alypum</i>	Repandue dans forêts claires à pin d'alep et chene vert	Djebaili 1978
<i>Leontodon tuberosus</i> <i>Veronica arvensis</i>	Se développent dans milieux ouverts	Khelifi 1987
<i>Orchis coriophora</i> , <i>Myosotis collina</i>	Espèces de pâturage	Quezel et Santa 1963
<i>Trifolium stellatum</i>	Espèce de pâturage	Dahmani 1984 et 1997

Les espèces de pâturages et des milieux ouverts indiquent l'action anthropozoïque dans ce groupement.

Le groupement III correspond aux taillis bas clairs à denses à *Juniperus oxycedrus*, chêne vert, *phillyrea angustifolia* et *Asphodelus microcarpus*, il est aussi marqué par des espèces de surpâturage.

Ce groupement se particularise par le relevé R71 qui est une forêt d'Erable, chêne vert et Phyllaie ou l'ambiance est forestière.

★Espèces exclusives

<i>Achillea ligustica</i>	<i>Linum galicum</i>
<i>Alliaria officinalis</i>	<i>Plantago serraria</i>
<i>Allium trichetrum</i>	<i>Rumex bucephalophorus</i>
<i>Acer obtusatum</i>	<i>Silene colorata</i>
<i>Couvolvulus humilis</i>	<i>Silene disticha</i>
<i>Carthamus lanatus</i>	<i>Scabiosa stellata</i>
<i>Crupina vulgaris</i>	<i>Melandrium album</i>
<i>Euphorbia exigua</i>	<i>Viola mumbyana</i>
<i>Lactuca viminea</i>	

★Espèces liées ou caractéristiques

<i>Atractylis cancellata</i>	75%	<i>Lamium flexuosum</i>	20%
<i>Ajuga iva</i>	50%	<i>Rosa canina</i>	20%
<i>Aegilops triuncialis</i>	40%	<i>Rhamnus alaternus</i>	40%
<i>Convolvulus cantabrica</i>	40%	<i>Ruscus aculeatus</i>	20%
<i>Crucianella angustifolia</i>	40%	<i>Sanguisorba minor</i>	60%
<i>Cyclamen africanum</i>	20%	<i>Trifolium scabrum</i>	40%
<i>Fumana thymifolia</i>	20%	<i>Juniperus oxycedrus</i>	40%
<i>Brachypodium distachyum</i>	60%		

Tableau 28 : Auto ecologie des espèces du groupement III

Espèces	Auto écologie	Auteurs
<i>Rhamnus alaternus</i>	Thermophile	Khelifi 1987
<i>Sanguisorba minor</i>	Thermophile	Schoenberger 1970
<i>Convolvulus humilis</i>	Sur champs argileux	Quezel et Santa 1963
<i>Atractylis cancellata</i>	Espèce de pelouse sur sols argilo limono sableux	Alcaraz 1982
<i>Ajuga iva</i>	Limonophile	Lehouerou 1969
<i>Ajuga iva</i> , <i>Aegilops triuncialis</i>	Sols tassés à texture fine	Gounot et Schoenberger 1967
<i>Crucianella angustifolia</i>	Psammophile	Lehouerou 1969

Le groupement IV qui s'étale le long de l'axe 2, se subdivise en trois groupements distincts :
Le groupement IV1 La parite positive de l'axe 2, réunit les formations nettement forestières. Ce sont des forêts et matorrals à chêne vert et cytise, représentant la chenaie sylvatique mesophile. Le relevé 73 de ce groupement marque quant à lui le contact avec le cèdre.

★Espèces exclusives

<i>Asparagus officinalis</i>	<i>Trifolium glomeratum</i>
<i>Anthyllis tetraphylla</i>	<i>Smyrniololium olisatrum</i>
<i>Arabis alpina</i>	<i>Urginea maritima</i>
<i>Ammoides atlantica</i>	
<i>Cedrus atlantica</i>	
<i>Geranium lucidum</i>	
<i>Moehringia trinerva</i>	

★Espèces caractéristiques :

<i>Anthemis pedunculata</i>	75%	<i>Stellaria media</i>	62,5%
<i>Cynosorus elegans</i>	62,5%	<i>Lonicera implexa</i>	25%
<i>Cytisus triflorus</i>	75%	<i>Quercus ilex</i>	100%
<i>Geranium robertianum</i>	87,5%	<i>Chrysanthemum paludosum ssp glabrum</i>	37,5%
<i>Scherardia arvensis</i>	62,5%		

Nous remarquons dans ce groupement la présence d'espèces préférant les lieux humides et à ambiance franchement sylvatique

Tableau 29 : Auto ecologie des espèces du groupement IV1

Especes	Auto ecologie	Auteurs
<i>Lonicera implexa</i>	Ambiance sylvatique espèce forestière plus ou moins sciaphile	Kadik B. 1983 Dahmani 1997
<i>Cytisus triflorus</i>	à tendance fraîche forestière	Aimé 1976
<i>Geranium robertianum</i> <i>Moehringia trinerva ssp</i> <i>Pentandra</i>	Recherchent lieux ombragés frais et humides	Le Houerou 1969
<i>Arabis alpina</i>	Espèce de montagne, indique tendance froide de la chenaie	Dahmani 1997
<i>Cynosorus elegans</i> <i>Geranium robertianum</i> , <i>Cytisus triflorus</i>	Espèces humicoles Affectionnent sols profonds, frais et riches en humus	Kadik 1983 Le Houerou 1969

Le groupement IV2 localisé autour de l'origine du plan des axes 1 et 2 regroupe des formations plus ouvertes, il s'agit de matorrals clairs à chêne vert, *Juniperus oxycedre*, Diss et de forêts à chêne vert, Diss et *Calycotome*

★Espèces exclusives

<i>Carthamus pectinatus</i>	<i>Scandix australis</i>
<i>Erysimum boconei</i>	<i>Sinapsis arvensis</i>
<i>Medicago orbicularis</i>	<i>Valerianella morisonii</i>
<i>Picris echioides</i>	<i>Silene rubella</i>
<i>Ranunculus bulbosus</i>	

★Espèces caractéristiques

<i>Galium aparine</i> 100%	<i>Lamium amplexicaule</i> 40%
<i>Papaver rhoeas</i> 60%	<i>Geranium molle</i> 60%
<i>Thlapsi perfoliata</i> 100%	

Ce groupement occupe une position médiane se situant au voisinage de l'origine de la carte factorielle des axes 1 et 2. Sa position centrale entre groupements xériques du sud et groupements exigeants plus au nord est apparente avec la présence à la fois d'espèces xériques et humicoles plus ou moins sciaphiles.

Tableau 30 : Auto écologie des espèces du groupement IV2

Espèces	Auto écologie	Auteurs
<i>Erysimum bocconei</i>	Liée au groupement à alfa	Aidoud 1984
<i>Geranium molle</i>	Humicole plus ou moins sciaphile dans les forêts et matorrals	Le Houerou 1969
<i>Medicago orbicularis</i> <i>Picris echioides</i> , <i>Scandix australis</i> <i>Silene rubella</i>	Espèces cultigènes	Le Houerou 1969

Le groupement IV3 rassemble les taillis bas et moyens très clairs et matorrals clairs à chêne vert, Phyllaie, Oxycedre et Diss. Ce sont des formations ouvertes et plus dégradées.

★ **Espèces exclusives**

<i>Aristolochia altissima</i>	<i>Malope malachoides</i>
<i>Diplotaxis eruroides</i>	<i>Mautisalca salmantica</i>
<i>Helianthemum ledifolium</i>	<i>Onopordon arenarion</i>
<i>Helianthemum croceum</i>	<i>Onobrychis caput galli</i>
<i>Lotophylus argenteus</i>	<i>Psychine styloda</i>
<i>Silene cucubalus</i>	<i>Scolymus grandiflorus</i>

★ **Espèces caractéristiques :**

<i>Sedum sediforme</i>	33,33%	<i>Eryngium dichotomum</i>	33,33%
<i>Thymus hirtus</i>	83,33%	<i>Juniperus oxycedrus</i>	50%
<i>Teucrium polium</i>	33,33%	<i>Dactylis glomerata</i>	66,66%
<i>Leuzea conifera</i>	33,33%	<i>Helianthemum cinerum ssp rubellum</i>	66,66%
<i>Anagallis arvensis</i>	58,33%		

Tableau 31 : Auto écologie des espèces du groupement IV3

Especies	Auto écologie	Auteurs
<i>Diplotaxis eruroides</i>	rattaché à la steppe	Kadik B. 1983
<i>Lotophylus argenteus</i>	groupe sociologique à chêne vert, steppe alfa	Celles 1969 Djebaili 1978
<i>Scolymus grandiflorus</i>	Colonise les territoires démotoralisés	Barbero et al. 1990
<i>Sedum sediforme</i>	liée aux formations ouvertes telles que steppes arborées Lithophile	Djebaili 1978, Achour 1983 Le Houerou 1969
<i>Leuzea conifera</i>	forêts claires à chêne vert et pin d'alep	Djebaili 1978
<i>Dactylis glomerata</i>	forêts claires à chêne vert et pin d'alep	Djebaili 1978
<i>Helianthemum cinereum rubellum</i>	espèce de matorral espèce calcicole	Kadik B. 1983 Kadik L. 1984
<i>Teucrium polium</i>	Caractérise les milieux les plus ouverts	Aimé 1991
<i>Thymus hirtus</i>	sur les rocialles des montagnes	Quezel et Santa 1963

Ce groupement est donc caractérisé par des espèces de milieux ouverts ainsi que par des espèces de milieux xériques.

Le groupement V est subdivisé en V1 et V2 de part et d'autre de l'axe 1 négatif.

Nous obtenons en effet, d'une part des formations thermophiles denses à ambiances forestière constituant des taillis moyens et matorrals arborés à chêne vert en mélange avec *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia lentiscus* et *Olea europea* pour le groupement V1.

D'autre part, des formations plus ouverts, dégradées, également thermophiles constituant des taillis et matorrals bas et clairs à chêne vert en mélange avec le genêt, diss, ciste et l'oxycèdre pour le groupement V2

Le groupement V1

★Espèces exclusives

Aristolochia longa *Pteridium aquilinu*
Chrysanthemum fontanesii *Andryala integrifolia*
Asperula laevigata

★Espèces caractéristiques :

<i>Asparagus acutifolius</i>	41,66%	<i>Cotyledon umbelicus veneris</i>	33,33%
<i>Asplenium adiantum nigrum</i>	50%	<i>Hypochoeris laevigata</i>	41,66%
<i>Arisarum vulgare</i>	41,66%	<i>Pistacia lentiscus</i>	66,66%
<i>Clematis flammula</i>	41,66%	<i>Pulicaria odora</i>	50%
<i>Cerastium glomeratum</i>	41,66%	<i>Phillyrea angustifolia</i>	66,66%
<i>Chrysanthemum myconis</i>	41,66%	<i>Specularia falcata</i>	75%
<i>Tencrium pseudo scorodonia</i>	50%	<i>Origanum floribrundum</i>	41.66%

Tableau 32 : Auto écologie des espèces du groupementV1

Especes	Auto écologie	Auteurs
<i>Pistacia lentiscus</i>	Espèce préforestière	Aimé 1991
<i>Piscatacia lentiscus</i> , <i>Phillyrea angustifolia</i>	Thermophile et thermoxérophile	Aimé 1976
<i>Pulicaria odora</i>	se développe dans une humidité favorable et avec ambiance forestière	Kadik B.1983
<i>Tencrium pseudo scorodonia</i>	Occupe forêts des montagnes, calcifuges	Quezel et al. 1992
<i>Origanum floribundum</i>	Espèce de montagne	Dahmani 1997
<i>Asparagus acutifolius</i>	Indicatrice de matorral et d'ambiance fraîche forestière Mesophile	Aimé 1976 Barbero et loisel 1983
<i>Asplenium adiantum nigrum</i>	Humicole lieux ombragés	Khelifi 1987 Abdessemed 1981
<i>Arisarum vulgare</i>	Mesophile Franchement forestière	Barbero et loisel 1983 Khelifi 1987

Ce groupement est donc caractérisé par des espèces thermophiles, mais l'ambiance reste forestière.

Le groupement V2 :

★Espèces exclusives

Epipactis helleborine *Melilotus lupulina*

Echinops spinosus

Phagnalon saxatile

★Espèces caractéristiques :

<i>Cistus salvifolius</i>	60%	<i>Lavandula stoeckas</i>	46,66%
<i>Cistus monspeliensis</i>	33,33%	<i>Senecio vulgaris</i>	33,33%
<i>Genista tricuspidata</i>	46,66%	<i>Brassica amplexicaulis</i>	33,33%

Cistus salvifolius et *Lavandula stoeckas* montrent que le groupement est thermophile et correspond à un stade plus xérique puisque ces espèces annocent une dégradation du couvert végétal (Aimé 1976) et Quezel et Santa (1963) pour la seconde espèce.

Tableau 33 : Auto écologie des espèces du groupementV2

Espece	Auto écologie	Auteurs
<i>Genista tricuspidata</i>	Forêts claires à chêne vert et pin d'alep espèce forestière et préforestière	Djebaili 1978 Kadik 1983
<i>Cistus salvifolius</i>	Souligne une forte proportion en sable Acidophile	Aimé 1991 Passama 1970
<i>Lavandula staeckas</i>	Acidophile Decalcarification des horizons supérieurs Adapté à un assèchement précoce et prolongé du substrat	Passama 1970 Kadik B. 1983 Aimé 1976.

Ce groupement thermophile est donc plus xérique ; au niveau de l'édaphisme, les espèces citées indiquent une certaine intolérance au calcaire, elles sont calcifuges et se développent sur sols à texture grossière comme nous le constaterons avec la caractérisation écologique des groupements végétaux ou le groupement V2 est défini par la plus forte proportion en sables et par un complexe absorbant insaturé.

Le groupement VI constitué de matorrals clairs à *Juniperus phoenicea* et *Juniperus oxycedrus* et de taillis bas et clairs à chêne vert plus alfa qui sont des formations de milieu xérique.

★Espèces exclusives

Allium paniculatum

Lithospermum apulum

Stipa retorta

★Espèces caractéristiques :

<i>Atractylis humilis</i>	66,66%	<i>Limum strictum</i>	66,66%
<i>Asperula hirsuta</i>	66,66%	<i>Pallenis spinosa</i>	66,66%
<i>Astragalus incanus</i>	66,66%	<i>Paronychia capitata</i>	66,66%
<i>Cistus villosus</i>	33,33%		
<i>Dianthus caryophyllus</i>	66%		

Tableau 34 : Auto écologie des espèces du groupement VI

Espèce	Auto écologie	Auteurs
<i>Cynoglossum cherifolium</i>	Espèce steppique	Le Houerou 1969
<i>Lithospermum apulum</i>	Espèce steppique	Le Houerou 1969
<i>Atractylis humilis</i>	Rattachée aux formations dégradées Caractérise les milieux ouverts Indique comme <i>stipa retorta</i> un état de steppisation avancée	Kadik B. 1983 Dahmani 1997 Schoenberger 1970
<i>Stipa retorta</i>	indique un état de stéppisation avancée	Schoenberger 1970
<i>Astragalus incanus</i> ssp <i>pubescens</i>	steppe arborée	Kadik 1983
<i>Pallenis spinosa</i> <i>Cistus villosus</i>	marquent l'ouverture du couvert végétal qui aboutit à la dégradation du milieu	Dahmani 1997

Ce groupement est caractérisé par une dégradation du couvert végétal avec tendance à la steppisation.

Le groupement VII est constitué de taillis bas très clairs à chêne vert, de matorrals très clairs à chêne vert plus ciste ainsi que de matorrals à Pistacia, Ciste et Diss. C'est un groupement de dégradation de la chênaie.

★Espèces exclusives

Convolvulus altheoides

Erica multiflora

★Espèces caractérisitiques :

Catapodium oleaceum 33,33%

Reichardia picroides 33,33%

Crataegus oxyacantha 66,66%

Scolimus hispanicus 66,66%

Linum corymbiferum 66,66%

Trifolium angustifolium 33,33%

Linum usitatissimum 66,66%

Trifolium campestre 66,66%

Tableau 35 : Auto écologie des espèces du groupement VII

Espèces	Auto écologie	Auteurs
<i>Linim corymbiferum</i>	Forêts claires	Quezel et santa 1963
<i>Trifolium angustifolium</i>	Matorral bas très clairs à <i>Juniperus oxycedrus</i>	Dahmani 1984
<i>Trifolium campestre</i>	Milieux surpaturés Indique une dégradation d'origine anthropozoïque	Dahmani 1984 et 1997 Sadki 1988
<i>Crataegus oxyacantha</i>	Chenaie mesophile	Dahmani 1997

Trifolium angustifolium caractérise un milieu ouvert, chaud et sec et pauvre en matière organique (Khelifi 1987) c'est en fait l'ouverture du milieu, c'est à dire la disparition du

couvert végétal qui est à l'origine de la pauvreté en matière organique, ajouté à cela la forte minéralisation qui se déroule en milieu ouvert.

Ce groupement est sous l'influence de l'action anthropozoïque intensive qui a entraîné sa dégradation, en effet les relevés 82 et 83 sont des relevés du littoral et sont proches des agglomérations.

4.3.3 CARACTERISATION ECOLOGIQUE DES GROUPEMENTS VEGETAUX

Afin de donner une caractérisation écologique des groupements végétaux déterminés, nous avons retenu les valeurs extrêmes de chacune des variables pour chacun des groupements.(tabl.36-37-38-39)

L'importance de l'intervalle de variation de ces valeurs et leur chevauchement entre différents groupements, nous a amené à calculer pour chaque variable sa moyenne arithmétique, ceci nous permet d'une part de mieux l'apprécier et d'autre part de caractériser chacun des groupement par une valeur fixe.

La variabilité bioclimatique des groupements végétaux s'étale depuis le semi-aride pour le groupement I à l'humide pour le groupement IV1, ils correspondent respectivement à un groupement presteppique, xérique, dégradé par l'effet de l'aridité et à un groupement sylvatique sous l'effet également du climat mais qui lui est favorable.

Nous observons cette plasticité bioclimatique de la chenaie à l'intérieur d'un même groupement, c'est le cas notamment du groupement V2 qui s'étale des bioclimats humides, subhumides et semi-aride, et IV3 qui comprend aussi l'humide, le sub humide et le semi aride, cette différence bioclimatique se répercute sur la production végétale, en effet le recouvrement de la végétation varie de 10 à 75% pour le groupement I avec une moyenne de 59% et de 60 à 90% pour le groupement IV1 avec une moyenne de 76%.

Elle se répercute également sur le milieu édaphique par sa relation intime avec la végétation, ainsi le taux de M.O varie de 2,90% à 13,7% avec une moyenne de 7,4% et de 4,6 à 10,6 avec une moyenne de 8% respectivement pour les groupements I et IV1. Ces valeurs semblent néanmoins proches malgré une production végétale plus importante pour le second groupement.

Ceci pourrait s'expliquer par un ralentissement de la minéralisation de la M.O dans le groupement I sous l'effet du foid.

En effet le groupement V2 qui a un recouvrement de la végétation de 59% c'est à dire équivalente au groupement I mais avec des températures moins basses à un taux de M.O compris entre 1,70% et 8,40% avec une moyenne de 5,8%

Les taux de calcaires actif varient de 1% à 18% avec une moyenne de 10% pour le groupement I et de 0 à 10% avec une moyenne de 1% pour le groupement IV1. Comme l'a écrit Bottner (1982) c'est l'augmentation des précipitations et le développement de la végétation qui entraînent un accroissement de la solubilisation des carbonates. La lithologie de ces deux groupements est calcaire. Aux fortes précipitations qui sont de 313mm à 340mm/an et de 1082mm à 1257mm/an pour les groupements I et IV1 résulte une intensification des processus d'altération et de pédogénèse, à cet effet nous observons un taux d'argile variant de 9% à 59% avec une moyenne de 34% pour le groupement IV1 qui est le plus pluvieux et de 16% à 23% avec une moyenne de 20% pour le groupement I. L'importante couverture végétale dans le IV1 contribue également à amortir l'action de la pluviosité et empêche par là, l'entraînement de la fraction argileuse qui est alors plus ou moins maintenue en surface Gauqelin et Dagnac (1988) ont montré l'effet protecteur du couvert végétal sur les argiles.

Il semblerait que le calcaire du sol ne bénéficie pas de cette protection, celui-ci étant directement corrélé au pH qui évolue inversement au taux d'argile selon Bonin et Thinon (1980). Effectivement le pH du groupement I varie de 7,4 à 8 avec un taux de saturation de

100% alors que celui du groupement IV1 varie de 4,9 à 7,5 avec un taux de saturation du complexe absorbant compris entre 79% et 100%, d'après ces auteurs le pH diminue quand l'altitude augmente signifiant l'effet des précipitations sur ce facteur.

Nous avons vu l'influence du climat sur les deux groupements végétaux ainsi que son influence sur le sol soit directement ou par l'intermédiaire de la végétation.

A travers cet exemple concret sur deux groupements extrêmes de notre transect, l'un comprenant des relevés de l'Atlas blidéen, l'autre exclusivement les relevés de la région d'Aflou, nous avons décrit l'influence du climat sur la végétation et du climat et de la végétation sur les principaux facteurs pédogénétiques du milieu édaphique.

Nous constatons l'étroite relation qui existe entre le climat, la végétation et le sol et qui se manifeste sur les deux groupements précités.

Les groupements II1 et V1 regroupent respectivement des taillis hauts et denses et des matorrals et taillis moyens et hauts également denses, ils regroupent tous deux des formations à ambiance sylvatique avec un recouvrement moyen de 83% et 89%, les bioclimats évoluent du SA au SH tempéré pour le premier et du SH à l'H pour le second avec des variables fraîches à tempérées. Ils diffèrent cependant par leur situation altitudinale, le groupement II1 varie entre 400m à 510m et reçoit des précipitations comprises entre 498mm et 682mm alors que le groupement V1 varie de 490 m à 1270 m avec des précipitations comprises entre 708 mm et 1182 mm .

On peut remarquer que pour des précipitations moins importantes pour le groupement II1, nous avons un recouvrement important.

Le taux de M.O est élevé pour les deux groupements, il varie de 3,8% à 15% avec une moyenne de 10% pour le groupement II1 et de 2,15% à 19,40% avec une moyenne de 11% pour le V1.

Le taux de calcaire total est également faible pour les deux groupements, 1,8% pour le premier qui représente une lithologie constitué de schistes et parfois avec du calcaire intercalé et 2% pour le second avec une lithologie à base de schistes, de marnes et de calcaire.

Le pH_{eau} varie de 6,6 à 7,3 avec un taux de saturation variant de 63 à 100% pour le groupement II1 et de 5,6 à 7,6 avec un taux de saturation variant de 86% à 100% pour le V1.

Les groupements II2, III, IV2, IV3, V2, VI et VII sont plus ou moins dégradés et constituent avec le groupement I déjà décrit des stades de dégradation plus ou moins avancés de la chenaie verte.

Le groupement III se présente avec un relevé forestier et trois relevés à végétation basse et dense où la strate III (1 à 2 m) est dominante. Les précipitations avec une moyenne de 884 mm sont appréciables ainsi que les teneurs en M.O égales en moyenne à 10%, le calcium échangeable qui est de 23%, la capacité d'échange cationique varie de 16 à 45 m.e.q est la plus élevée avec une moyenne de 29 m.e.q, ceci est en relation avec l'importance de la M.O qui constitue le complexe argilo-humique.

Le taux d'argile 11% à 25% avec une moyenne de 19% est le plus faible de tous les groupements.

Le groupement II2 constitue un milieu ouvert, le pourcentage de recouvrement de la végétation égal à 48% est faible, on note la présence d'héliophiles telles que *Ampelodesma mauritanium* et *Asphodelus microcarpus*.

Le pourcentage de recouvrement du sol en blocs est élevé et égal à 24% en moyenne l'altitude est plus élevée que pour le groupement II1 : de 1020 m à 1065 m contre 400 m à 510 m ;

cependant la pluviosité est presque identique pour les deux groupements sous l'effet de la continentalité.

Le bioclimat varie du SH au SA à variante fraîche, la teneur en M.O égale en moyenne à 5,4% est faible en liaison avec la densité du couvert végétal, la capacité d'échange cationique varie de 12,4 m.e.q à 23,6 m.e.q avec une moyenne de 19,4 m.e.q est la plus faible de tous les groupements en conséquence évidemment du faible taux de M.O, le pourcentage d'eau utile est le plus élevé avec une moyenne de 16%, le calcaire actif égal en moyenne à 7%, le calcium échangeable important 16 m.e.q rend le complexe absorbant saturé.

Les groupements IV2 et IV3 constituent également des milieux ouverts, le pourcentage de recouvrement de la végétation est égal respectivement en moyenne à 65% et 59%, la M.O est moyenne 5,7% pour le IV2 et 6,5% pour le IV3 alors que la capacité d'échange cationique est importante 25,5 m.e.q et 29 m.e.q, le calcaire actif est plus important pour le IV3, il est égal en moyenne à 10% alors que pour le IV2 il est de 2% en moyenne, la moyenne de la teneur en eau utile est de 11% pour le IV2 et 12% pour le IV3, le bioclimat varie du SA à l'H aux variantes froides et fraîches pour le IV3 et du SA au SH aux variantes fraîches pour le IV2, ce dernier est formé exclusivement de Rendisols pachique, le IV3 est plus hétérogène, il rassemble les Calisols, Rendisols, Calcosols, Fersialisols et Brunisols.

Les précipitations reçues par le groupement V2 égales en moyennes à 834 mm sont presque égales à celles que reçoit le groupement V1 cependant le groupement V2 est plus dégradé puisque le pourcentage de recouvrement de la végétation de ce dernier qui est de 59% en moyenne est moins importante que celle du V1 qui est de 81%. Le taux de M.O égal à 5,8% est relativement moyen, les pourcentages de recouvrement du sol en blocs sont de 20% et de 14 % en terre fine, ils traduisent le degré d'ouverture de ce milieu.

Le groupement VI réunit une végétation claire à *Juniperus turbinata* et *Stipa tenacissima* notamment et témoignent d'un milieu xérique et dégradé ; en effet la pluviosité moyenne est de 452 mm ce qui est faible. Le taux de calcaire actif est en conséquence important en liaison bien sur avec une lithologie calcaire 14% en moyenne, le pH neutre ou légèrement basique, le complexe absorbant saturé.

Le groupement VII est constitué d'une végétation très claire où *Cistus monspeliensis*, *Ampelodesma mauritanicum* témoignent d'un milieu ouvert et dégradé. La quantité de pluie est appréciable comparativement aux autres groupements, la M.O égale en moyenne à 10% est importante, ceci est en relation avec l'importance du taux d'argile qui contribue à sa conservation, aussi la capacité d'échange cationique est la plus importante de tous les groupements, ceci montre que la qualité trophique des sols de ce groupement est importante, la dégradation est sans doute récente, résultant d'une pression humaine assez forte.

Les processus d'humification aboutissent à la synthèse principalement des acides humiques qui sont nettement plus abondants dans presque tous les groupements par rapport aux acides fulviques. Les argiles et surtout les ions calcium suffisamment disponibles dans tous les groupements stabilisent les acides humiques plus polymérisés que les acides fulviques. Bottner (1982) trouve que les complexes humiques sous chêne vert sont plus polymérisés que sous hêtraie mésophile sous l'action des alternances humectation dessiccation qui provoquent selon cet auteur une maturation de la matière organique.

Dans la plus part de nos relevés la couche humifère est absente, une mince couche de litière est directement superposée sur l'horizon A1, le type d'humus qui caractérise nos relevés est principalement le mull, l'activité biologique est donc intense ou appréciable au sein de tous les groupements et la minéralisation est rapide.

La zone bioclimatique sous laquelle évolue la chenaie offre donc les conditions stimulantes à la pédofaune et à l'activité microbienne ainsi que les conditions nécessaires qui favorisent beaucoup plus la néoformation d'acides humiques que d'autres composés humiques qui sont moins importants. Aussi les retombées de litière sont donc plus rapidement dégradées et restituées au végétal, une partie demeure néanmoins stockée principalement sous forme d'acides humiques pour constituer avec d'autres éléments minéraux une réserve nutritive appréciable pour le végétal.

Les valeurs moyennes des acides humiques totaux varient entre 8‰ et 14‰ sauf pour les groupements V2 où ce taux est le plus faible et égal à 4‰ et VII avec un taux de 30‰ donc le plus élevé.

Dans tous les groupements, nous avons obtenu un taux d'acides humiques plus élevé que les acides fulviques, ils varient dans le même sens que les acides humiques totaux, c'est à dire un taux variant entre 13‰ et 6‰ pour les groupements I, II1, II2, III, IV1, IV2, IV3 V1 et VI ; il est plus faible et égal à 4‰ pour le V2 et à 20‰ pour le groupement III qui est le plus élevé. Les acides fulviques sont faibles, les différents types d'humus pour chaque groupement sont (d'après Duchaufour 1970) :

Les groupements I-IV3- VI et VII, sont constitués exclusivement de mull calcique

Les groupements II1 et V2, constitués exclusivement de mull eutrophe

Le groupement IV1 constitué principalement de mull eutrophe, un sol à mull calcique et un sol à mull mésotrophe

Le groupement II2 est constitué surtout de mull eutrophe, le II1 constitué de mull eutrophe et calcique, le IV2 constitué surtout de mull calcique, le groupement V1 constitué surtout de mull eutrophe.

L'analyse de la composition du type d'argile montre l'absence totale de kaolinite dans le groupement II1 et une présence de 5% seulement dans le groupement IV1, ce sont les groupements les mieux développées, ils représentent la chenaie mesophile et coïncident avec une faible présence d'argile 1/1 connus pour leur faible capacité d'échange, les argiles du types 2/1 notamment Illite, chlorite et Illite montmorillonite (interstratifiées) sont donc plus nombreuses pour ces deux groupements.

Les autres groupements composent avec une valeur moyenne de kaolinite comprise entre 7 et 21% qui demeure cependant moindre par rapport aux autres types argiles. Notons enfin que la montmorillonite n'est présente que dans 6 relevés de l'horizon 1 et la vermiculite dans un seul relevé.

Tableau 36 : Caractérisation écologique des groupements végétaux

Groupe ment	Exposition	Pente	m°C	M°C	P (mm)	Altitude	Bioclimat
GI	N – NE – NNE – WWNS	5% - 16%	-1.6<m<-0.83	33<M<33.8	313<P<340 (329mm)	1290<alt. <1490	SA froid
GII1	N- NNE –NW	10% - 15%	4<m<4.40	34.1<M< 34.9	498<P<682 (606 mm)	400<alt. <510	SH tempéré SA tempéré
GII2	N – SF	12% - 15%	0.05<m<0.76	33<M<33.2	512<P<661 (561mm)	1020<alt. <1065	SH frais SA frais
GIII	N- S – SSW – EES	9% - 16%	-0.9<m<2.8	30.4<M< 32.3	733<P<1077 (884mm)	940<alt. <1300	SH froid SH frais H frais
GIV1	N- NNE- S- W	4% - 32%	1<m<3.2	28<M<30.5	1082<P< 1257 (1188mm)	650<alt. <1300	H frais
GIV2	N- NNW	18% - 25%	0.5<m<1.4	32.5<M< 34.1	478<P<548 (507 mm)	860<alt. <1080	SH frais SA frais
GIV3	N- NNE- NE- NW- S- SSE- SE –SSW	4% - 25%	-1.2<m<1.27	30.1<M< 34.1	338<P<891 (667mm)	760<alt. <1390	H froid SA froid SH frais SA froid, SA frais
GV1	N- NNE- NW- S- SE- E	8% - 32%	2<m<5.26	29<M<33.6	708<P< 1182 (865mm)	580<alt. <1150	H frais H tempéré SH frais, SH tempéré
GV2	N- NNE- NE- ENE- S- SSW- E	8% - 25%	-0.7<m<4.1	28<M<34.2	509<P< 1175 (834mm)	490<alt. <1270	H frais, H tempéré SH froid, SH frais SH tempéré, SA frais
GVI	NW- WNW- S	4% - 12%	-2<m<0.31	31.7<M< 33.5	340<P<629 (452mm)	100<alt. <1590	SA frais SA froid

Tableau 37 : caractérisation écologique des groupements végétaux

groupement	roches dures et blocs	% pierraille	% terre fine	% litière	% végétation	formation végétale	1 ^{ère} espèce dominante 2 ^{ème} espèce dominante	Lithologie
GI	1 – 85 (11.5)	1 – 35 (20.6)	2 – 21 (6.3)	1 – 5 (2.5)	10 – 75 (59)	forêt haute et claire taillis bas	Q. ilex Stpa tenacissima J. turbinata J. oxycedrus	calcaire-croute conglomératique polygénique -marnocalcaire gypseux - grés grossiers
GII1	0 – 1 (0.4)	0%	3 – 20 (7.2)	5 – 10 (7.8)	75 – 90 (83)	Taillis haut dense taillis assez dense	Q. ilex phillyrea media pistacia lentiscus	schistes et quartzites - schistes noirs à lentilles calcaires intercalaires de calcaire siliceux.
GIII	0- 28 (13)	0 – 77 (20)	3 – 18 (10.25)	0 – 5 (2.5)	60 – 95 (78)	forêt taillis moyen clair taillis bas t. clair	Q. ilex, Erable J. oxycedrus	marnes et calcaires, conglomérats et argiles rouges argiles et quartzites
GII2	13 – 30 (24)	15 – 35 (21.6)	5 – 7 (5.6)	0.5	45 – 50 (48)	matorral clair taillis bas t. clair	Ampelodesma m. J. oxycedrus, chene vert, Asphodèle	-marno.calcaire- grés et calcaire
GIV1	0 – 15 (4.5)	2 – 15 (10.5)	2 – 10 (5.9)	2 – 15 (5.6)	60 – 90 (76)	forêt matorral taillis moyen et haut dense et assez dense	Q. ilex cytiscus triflorus	couches argileuses calcaires- calcaire gréseux calcaire et schistes siliceux
GIV2	0 – 20 (11)	3 – 30 (11.2)	5 – 13 (10.4)	0 – 5 (2.4)	45 – 80 (65)	forêt matorral taillis assez clair taillis clair	Q. ilex A. mauritanien	- mornes - conglomérats - grés et calcaires
GIV3	0 – 28 (12)	0 – 45 (18)	3 – 21 (9)	0 – 5 (1)	35 – 95 (59)	matorral clair et t.clair taillis moyen et bas	Q. ilex J oxycedrus A. mauritanien	calcaires – marno.calcaire argiles et marnes grises.
GV1	0 – 30 (6)	0 – 5 (2)	0 – 30 (6)	0 – 20 (9)	60 – 95 (81)	matorral taillis moyen et haut assez dense et dense	Q. ilex -J. oxycedrus P. angustifolia P. lentiscus	mornes et calcaires schistes siliceux calcaires schisteux – schistes siliceux
GV2	0 – 75 (20)	0- 20 (4)	0 – 30 (14)	0 – 10 (5)	15 – 80 (59)	matorral – taillis haut, moyen et bas	Q. ilex – genet J. oxycdre Ciste	argiles et mornes grises avec bans de grés calcaires argile et quartzite marnes siliceux
GVI	3 – 25 (16)	0 – 25 (11)	4 – 9 (6)	1 – 5 (2)	60 – 70 (63)	matorral clair – taillis bas et moyen clair	Q. ilex- J. turbinata S. tenocissima J. oxycedre	- calcaire - éboulis formés de gros blocs de grés avec argiles
GVII	15	0 – 20	0 – 20	0	45 – 85 (71)	forêt – taillis bas et t.clair	Q. ilex Ciste - P. lentiscus A. mauritanien	calcaire gris en gros bancs et mornes grises - calcaire et mornes.

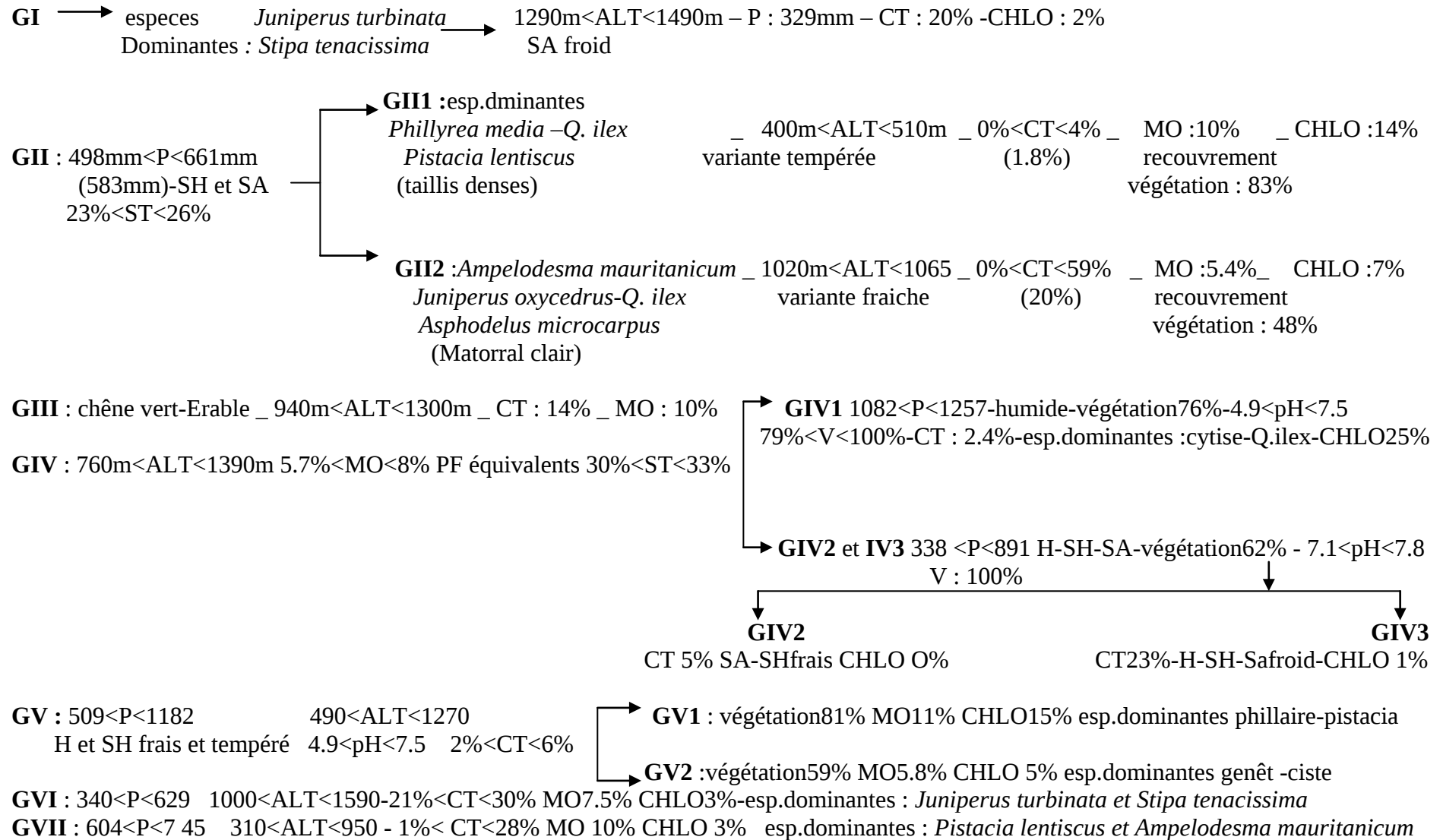
Tableau 38 : caractérisation écologique des groupements végétaux

Groupe ment	%FF	%FG	pHe	pHkcl	%CT	%CA	% C	% MO	%N	Ca me	Mg meq	K meq	Na meq	CEC meq	% V
GI	34- 98 (67.5)	2 – 66 (32.5)	7.4 – 8	7 – 7.8	2 – 50 (20)	1 – 18 (9.8)	1.7 – 7.6 (4.3)	2.92 – 13.1 (7.4)	0.24 –0.64 (0.38)	4 – 35 (17)	0 – 7 (3.2)	0.25 – 0.79 (0.46)	0.62 – 5.2 (1.93)	11 – 43 (23.2)	100
GII1	26-53 (38)	47 – 74 (62)	6.6 – 7.3	6.5 – 7.2	0 – 4 (1.8)	0 – 2 (0.8)	2.2 – 8.8 (6)	3.8 – 15 (10)	0.24 –0.76 (0.51)	6 – 19 (14)	1.5 – 5 (4)	0.3 – 0.46 (0.35)	1.4 – 2.8 (2)	16 – 36 (24)	63 – 100 <88>
GII2	71 – 82 (75)	18 – 29 (25)	7.2 – 7.4	7 – 7.1	0 – 59 (20)	0 – 21 (7)	1.75 – 4 (3.15)	3 – 6.9 (5.4)	0.25 –0.33 (0.29)	8.33 – 21 (16)	0 – 2.2 (0.75)	0.20 – 0.40 (0.34)	1.4 – 2.4 (1.9)	12.4 – 23.6 (19.4)	100
GIII	28 – 74 (57)	26 – 72 (43)	7.2 – 7.7	7 – 7.5	0 – 51 (14)	0 – 15 (4)	4 – 8.6 (5.9)	6.9 – 14.8 (10)	0.21 –0.78 (0.49)	8.2 – 37 (23)	0 – 5.5 (3.5)	0.18 – 0.33 (0.25)	1.4 – 3 (2.3)	16 - 45	100
GIV1	22- 54 (41)	46 – 78 (59)	4.9 – 7.5	4.3 – 7.3	0 – 18 (2.4)	0 – 10 (1)	2.7 – 6.2 (4.61)	4.6 – 10.6 (8)	0.11 –0.75 (0.40)	1.2 – 30 (1.6)	0 – 4 (1.25)	0.17 – 0.6 (0.30)	1.5 – 4.6 (2.40)	8.5 – 33.6 (22)	79 - 100
GIV2	33 – 98 (74)	2 – 67 (26)	7.1 – 7.8	6.9 – 7.5	0.4 – 9 (5)	0 – 6 (2)	2.2 – 4.45 (3.3)	3.78 – 7.65 (5.7)	0.19 –0.41 (0.30)	8.45 – 28.97 (22)	0 – 2 (0.4)	0.23 – 0.59 (0.40)	1.2 – 5.04 (2.6)	8.5 – 33.6 (22)	100
GIV3	27 – 93 (92)	7 – 73 (45)	7.3 – 7.8	7.1 – 7.5	0 – 60 (23)	0 – 21 (10)	1 – 6.4 (3.8)	1.72 – 11 (6.5)	0.19 –0.64 (0.37)	11.5 – 38.2 (23)	0 – 14 (3.3)	0.13 – 0.59 (0.3)	1 – 2.5 (1.7)	18 – 42 (28)	100
GV1	27 – 97 (55)	3 – 73 (45)	5.6 – 7.6	4.9-7.5	0 – 16 (2)	0 – 10 (1)	1.25 – 11.3 (6)	2.15 – 19.44 (11)	0.23 –0.89 (0.48)	9.55 – 35.4 (21)	0 – 6 (2)	0.09 – 0.45 (0.25)	1.10 – 3.02 (2)	14.5 – 41.8 (26.45)	86 – 100 <98>
GV2	14 – 97 (51)	3 – 86 (49)	6 – 7.7	5.1 – 7.4	0 – 30 (6)	0 – 14 (3)	1 – 4.9 (3.4)	1.7 – 8.4 (5.8)	0.2 – 0.62 (0.37)	9.46 – 34 (20)	0 – 6 (2)	0.09 – 0.79 (0.40)	1.2 – 3.6 (2)	13.2 – 40.4 (26.4)	59 – 100 <95>
GVI	32 – 60 (46)	40 – 68 (54)	7.5 – 7.7	7.3 – 7.5	21 – 30 (25)	13 – 15 (14)	3.7 – 5.4 (4)	6.36 – 9.29 (7.5)	0.25 –0.59 (0.36)	15.59 – 22.02 (20)	0 – 4.25 (2.4)	0.30 – 0.53 (0.45)	0.85 – 2.48 (1.8)	21.6 – 28 (24)	100
GVII	55 – 96 (71)	4 – 45 (29)	7.3 – 7.9	6.9 – 7.6	1 – 28 (10.2)	0.5 – 20 (7)	2 – 9.1 (6)	3.4 – 15.6 (10)	0.31 –0.48 (0.40)	4.4 – 39.79 (23)	0 – 6 (4)	0.28 – 0.76 (0.52)	2 – 3.3 (2.6)	12.4 – 49.4 (29.6)	<100>

Tableau 39 : caractérisation écologique des groupements végétaux
Les deux premiers chiffres indiquent l'intervalle de variation de chaque variable, le chiffre entre parenthèse indique sa moyenne.

Groupements	PF4,2 %	PF3 %	PF2,5 %	KAOL %	ILL %	MONT %	CHLO %		I.M %
I	11,4-29,1 (17)	9,3-31,6 (22)	14,3-39 (27)	10-15 (13)	30-60 (41)	R15=45	0-10 (2)	VERM %	30-50 (37)
II1	11-28,6 (22)	15,3-37,9 (31)	17,9-45 (37)	0	35-80 (52)	0	5-20 (14)	0	15-45 (34)
II2	10,2-16 (13)	20,2-26,8 (22)	35,2-34,35 (29)	5-20 (13)	30-60 (42)	0	0-10 (7)	0	20-50 (38)
III	13,4-30,5 (20)	18,6-35,2 (24)	22,4-44,5 (33)	10-30 (19)	15-55 (35)	R=70	R=15	0	0-50 (25)
IV1	10,1-23,8 (16,6)	17-30,8 (23,5)	19,9-35,5 (31)	0-15 (5)	40-75 (48)	0	0-45 (25)	R=40	15-45 (18)
IV2	14,8-20,7 (17)	18,9-24,2 (22)	23,4-31,1 (28)	10-40 (21)	20-50 (39)	R=60	0	0	0-40 (28)
IV3	11,3-26 (16)	15-31,6 (22)	21,9-39,6 (28)	0-20 (12)	10-50 (33)	R=	0-10 (1)	0	0-60 (42)
V1	8,2-29,2 (18,6)	15,9-38,2 (26)	18,9-45,2 (32)	0-50 (13)	20-70 (46)	0	0-65 (15)	0	15-60 (26)
V2	7,5-23,7 (15,4)	14,8-30,7 (22)	36,5-16,9 (27)	0-30 (10)	20-80 (39)	R=65	0-35 (5)	0	0-70 (41)
VI	14,3-19,7 (17)	19,2-26,1 (23)	24-30,6 (28)	15-20 (17)	35 (35)	0	0-5 (3)	0	40-50 (45)
VII	12,9-29,7 (23)	19,5-33,9 (29)	24,4-42,9 (36)	0-10 (7)	40-75 (63)	0	0-10 (3)	0	15-50 (27)

Nous indiquons ci-après les caractères distinctifs entre les différents groupements :



4.3.4 Conclusion

La classification hiérarchique ascendante nous a permis d'individualiser 11 groupements végétaux.

Le groupement I est considéré de par sa situation sur la carte factorielle ainsi que par sa composition floristique comme groupement pré-steppique sous l'influence de l'aridité.

Les groupements IV1, II1 et V1 sont plus ou moins sylvatiques, le IV1 appartient à la chênaie mésophile et le V1 à la chênaie thermophile.

Les autres groupements II2, III, IV2, V2, VI et VII sont des groupements de dégradation plus ou moins avancée de la chênaie sous l'effet de l'action anthropozoïque ou de l'effet combiné de celle-ci avec l'aridité. Pour tous ces groupements l'influence du sol est bien entendu tout aussi importante.

Les caractères écologiques montrent que le groupement pré-steppique I appartient exclusivement au bioclimat semi-aride froid et le groupement forestier IV1 exclusivement à l'humide frais ; ceci confirme l'étroite influence du climat sur la végétation ainsi que la plasticité climatique de la chênaie.

Le climat et la végétation influencent pour une très grande part la variabilité des paramètres édaphiques notamment la matière organique, la capacité d'échange cationique, le taux de saturation, le pH, le calcaire et les argiles, nous verrons à cet effet par la suite que les variables édaphiques sont tellement imprégnées par l'influence de la végétation qu'ils peuvent reconstituer au cours d'une analyse multivariable des ensembles végétaux cohérents

SIGNIFICATION DES COMPOSANTES PRINCIPALES DE L'ACP

4.4 SIGNIFICATION DES COMPOSANTES PRINCIPALES DE L'ACP VARIABLES EDAPHIQUES - RELEVES

4.4.1 Introduction

Afin de nous permettre d'étudier l'influence des paramètres édaphiques sur cette répartition nous avons adopté une démarche basée tout d'abord sur ces paramètres qui deviennent le support essentiel de notre démarche. La végétation ainsi que les caractéristiques du milieu sont pris en compte par la suite.

4.4.2 Méthodologie

Nous avons utilisé l'analyse en composante principale (ACP), ceci nous a amené à supprimer les variables qualitatives telles que la couleur, la texture et la lithologie.

Nous avons également supprimé les données relatives aux acides humiques, car elles ne concernent que certains relevés du premier horizon, l'ACP ne pouvant aboutir avec des données manquantes

Néanmoins nous introduirons ces variables dans notre interprétation.

Nous avons également éliminé la variable carbone qui est représentée par la matière organique ; leur utilisation conjointe donnerait évidemment une affinité entre deux éléments qui en fait sont identiques. Le tableau 40 donne l'ensemble des variables traitées en ACP.

Dans un premier traitement nous avons combiné 83 relevés de la première couche avec 35 variables (suppression des variables qualitatives et des acides humiques). L'inertie obtenue pour le plan des axes 1 et 2 est de 36.31%, nous estimons que le pourcentage d'informations pour le premier plan est insuffisant pour une bonne interprétation, c'est pourquoi nous avons tenté d'améliorer cette information par la suppression des variables les moins corrélées, c'est à dire celles qui, au niveau du traitement ACP n'apportent aucune signification.

Le tableau 41 reproduit les différentes étapes des traitements successifs que nous avons dû effectuer afin d'arriver à un pourcentage d'information assez appréciable et maximale pour les deux premiers axes. Au cours de ces étapes nous avons réintroduit certaines variables supprimées auparavant car ayant donné par la suite une bonne corrélation

Pour la 2^{ème} couche nous avons d'abord effectué une première ACP avec 52 relevés et 28 variables, l'inertie obtenue est de 32.76%.

Une deuxième ACP effectuée sur 18 variables et 52 relevés nous a permis d'obtenir une inertie de 43,45% pour le plan des deux premiers axes.

Pour le traitement en ACP de la 1^{ère} et la 2^{ème} couche conjointement nous avons effectué dans un premier temps une concaténation des deux ensembles suivants :

1^{ère} couche : 83 relevés * 28 variables

2^{ème} couche : 52 relevés * 28 variables

Tableau 40 : ensembles de variables traitées en ACP

Variables	Variables
Epaisseur de l'horizon (cm)	Argiles (%)
Fraction fine < 2mm (%)	Argiles + limons fins (%)
Fraction grossière > 2mm (%)	Limons fins (%)
pheau	Limons grossiers (%)
phkcl	Limons fins +limons grossiers (%)
Calcaire actif (%)	Sables fins (%)
Calcaire total (%)	Sables grossiers (%)
Azote (%)	Sables totaux (%)
C/n	Point de flétrissement (%)
Matière organique (%)	Capacité de rétention (%)
Carbone (%)	Capacité au champ (%)
Calcium échangeable m.e.q/100g	Kaolinite (%)
Magnesium échangeable m.e.q/100g	Illite (%)
Potassium échangeable m.e.q/100g	Chlorite (%)
Sodium échangeable m.e.q/100g	Montmorillonite (%)
Capacité d'échange cationique m.e.q/100g	Vermiculite (%)
Taux de saturation (%)	Illite-montmorillonite (%)

Tableau 41 : les différentes étapes du traitement de la 1^{ère} couche en ACP

N° ACP	Variables traitées pour les 83 relevés	Inerties axes 1/2
ACP 1	46 Variables-11 Variables (qualitatives est acides humiques) = 35	36,31%
ACP 2	35 Var.-(pH KCl, CT, C, S, ALF, L, SFG) = 28 Var.	34,39%
ACP 3	28 Var.-(mg, K, Na) = 25 Var.	38,16%
ACP 4	25 Var.-(ep, A, LG, ILL, MONT, VERM) = 19 Var.	48 %
ACP 5	19 Var.-(I.M) =18 Var.	50,01%
ACP 6	18 Var. + (CT, pH KCl, S, L, SFG) =23 Var.	48,27%
ACP 7	23 Var. + (ILL, VER) = 25 Var.	45,28 %
ACP 8	25 Var. – ILL = 24 Var.	46 %
ACP 9	24 Var. – LF = 23 Var.	47,61 %
ACP 10	23 Var. – L = 22 Var.	48,93 %

Nous obtenons un tableau de 135 relevés croisant 28 variables, le taux d'inertie est de 34.05% pour le 1^{er} plan.

De la même manière nous avons supprimé les variables ayant une faible corrélation et nous avons effectué une autre ACP croisant cette fois-ci 21 variables et 135 relevés, le taux d'inertie s'élève à 43.05 %.

Afin de déterminer les groupements phytoédaphiques nous avons eu recours à la classification hiérarchique ascendante CAH, ces groupements ont été déterminés pour la 1^{ère} couche, la 2^{ème} couche, et les 2 couches simultanément.

Nous appelons groupement phytoédaphique, les ensembles de relevés réunis sous des paramètres édaphiques actifs affines de sols échantillonnés sous une végétation préalablement déterminée.

4.3 ETUDE DE LA 1^{ère} COUCHE : 83 relevés x 22 variables (H1)

4.4.3.1 Signification de la première composante principale

On voit sur la représentation des variables dans le plan 1/2 (fig. 14) que la première composante principale oppose SFG avec une corrélation moyenne aux variables PF4.2-PF3-PF2.5-MO-S-CEC-Ca-N, avec une très bonne corrélation (Tabl.42). Ce sont des variables relatives au complexe absorbant à la matière organique et à l'eau dans le sol, ce sont des paramètres vitaux liés à la qualité trophique d'un sol.

Dahmani (1997), a trouvé une opposition entre les sables fins, le taux de calcaire total et actif et les variables suivantes : la matière organique, l'azote, la capacité d'échange, le point de flétrissement, la capacité au champ, les limons fins, le phosphore total et assimilable et le magnésium échangeable.

Kadi Hanifi (1998), a trouvé dans les formations de dégradation, une opposition entre la texture grossière (sables fins, sables totaux), et la texture fine.

La texture fine regroupe selon le même auteur, les valeurs élevées de capacité de rétention en eau, de PF2.5, de point de flétrissement, de capacité d'échange, de matière organique, de calcium échangeable, de C/N et d'azote.

Pour les formations relativement conservées de la chênaie verte ou dégradées de la steppe à alfa, nous obtenons les plus fortes corrélations avec presque les mêmes variables.

Tableau 42 : corrélation entre variables actives et composante principale n°1

Var.	FF	FG	PHE	PHKCI	CT	CA	N	C/N	MO	Ca	CEC
Axe1	-0,06	0,06	-0,15	-0,21	-0,0	-0,07	-0,61	-0,32	-0,82	-0,78	-0,80
Var.	V	S	SF	SG	SFG	PF4,2	PF3	PF2,5	KAOL	CHLO	
Axe1	-0,17	-0,82	0,23	0,39	0,56	-0,90	-0,90	-0,89	0,04	-0,05	

4.4.3.1.1 Liens et corrélations entre variables (Tabl. 43)

Tableau 43 : matrice des corrélations

	MO	N	Ca	CEC	S	SFG	PF4,2	PF3	PF2,5
PF 4,2	0.75	0.56	0.62	0.68	0.67	-0.42	1.00	0.88	0.88
PF3	0.81	0.59	0.51	0.57	0.56	-0.56	0.88	1.00	0.97
PF2,5	0.84	0.59	0.49	0.54	0.53	-0.56	0.85	0.97	1.00
MO	1.00	0.69	0.45	0.50	0.50	-0.33	0.75	0.81	0.84
Ca	0.45	0.42	1.00	0.93	0.96	-0.28	0.62	0.51	0.49
CEC	0.50	0.46	0.93	1.00	0.97	-0.25	0.68	0.57	0.54
S	0.50	0.42	0.96	0.97	1.00	-0.29	0.67	0.56	0.53
N	0.69	1.00	0.42	0.46	0.42	-0.11	0.56	0.59	0.59
SFG	-0.33	-0.11	-0.28	-0.25	-0.29	1.00	-0.42	-0.56	-0.56

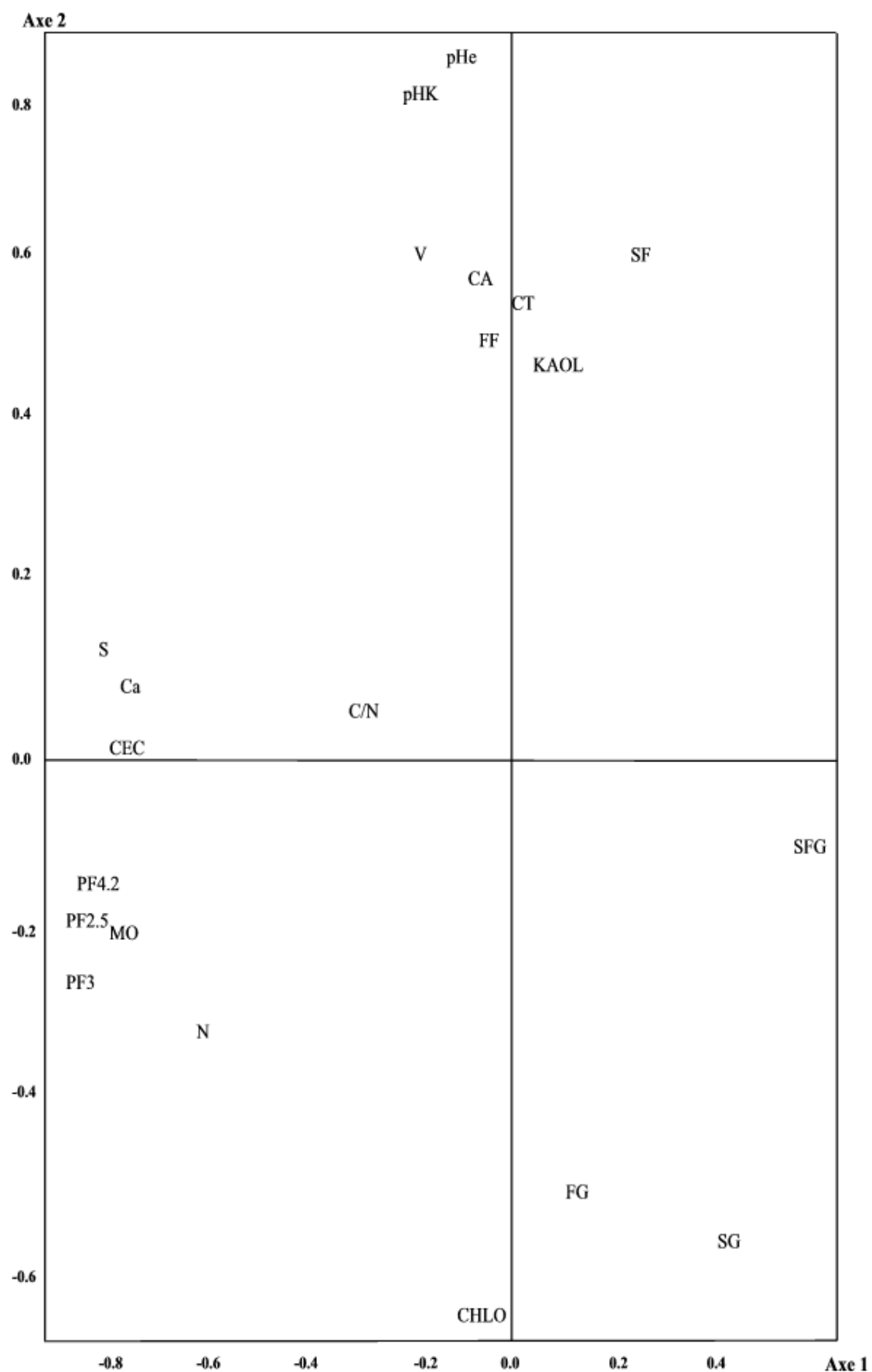


Figure 14 : Carte ACP 1-2 des variables édaphiques de l'horizon 1

L'eau représentée par les différents PF avec les plus fortes corrélations demeure le principal élément dans la vie d'un sol, elle est indispensable aux processus de pédogénèse ainsi qu'au maintien et à la vie d'une multitude de micro-organismes et d'organismes qui eux mêmes participent à leur tour à la vie et au fonctionnement du sol.

On peut supposer que l'eau représente le premier maillon dans le processus de fonctionnement d'un sol.

Dahmani (1997) a également trouvé que les PF avaient les meilleures corrélations.

Nous retrouvons également la MO – N – CEC – Ca – et S ; ces paramètres représentent la relation qu'entretient le sol avec le milieu extérieur en l'occurrence la végétation.

Nous considérons dès lors que l'ensemble de tous ces paramètres représentent au mieux un potentiel trophique satisfaisant pour la végétation.

A ces variables, sont opposés les sables totaux, effectivement, un sol avec une importante proportion en sables aura une mauvaise capacité de rétention, un faible taux d'argile, qui aura pour conséquence la diminution de la capacité d'échange cationique, de ce fait la végétation s'en trouvera affecté et l'apport de matière organique au sol ne peut qu'être également affecté.

Les deux ensembles de milieu : édaphique et végétation sont étroitement liés et représentent le fonctionnement de l'écosystème phytoédaphique.

La première composante principale représente le potentiel trophique du sol ; nous incluons dans le mot trophique non seulement la matière organique et les paramètres qui lui sont liés, mais également les variables relatives à l'humidité du sol.

Les PF ont la plus forte corrélation avec la première composante principale et sont les mieux corrélés à la matière organique (tabl.43), ceci démontre la relation qui existe entre potentialités hydriques d'un milieu édaphique et les capacités de production de la matière végétale induites notamment par ce milieu ; il est toutefois nécessaire que le climat subvienne à ces potentialités. Les variables relatives aux PF sont également bien corrélées à Ca, CEC et S.

Ces trois dernières variables sont très corrélées entre elles, la somme des cations échangeables (S) représente quelque peu le degré de saturation des sols car ceux ci sont en majorité en état de saturation, il existe donc de ce fait une corrélation entre cette variable et la capacité d'échange cationique.

Le calcium représente l'élément principal qui sature le complexe absorbant par rapport aux autres éléments tel que Na – Mg et K, qui sont en quantité insignifiante, ceci explique également la corrélation qui existe entre le calcium et la capacité d'échange cationique.

L'azote est beaucoup plus corrélé à la MO, sa corrélation avec les PF est relativement satisfaisante. Toutes ces variables sont négativement corrélées aux sables totaux.

Dahmani (1997) trouve une bonne corrélation entre les variables suivantes :

MO – N – T – PF4 – PF2.5 – LF – PT – PA – Mg, le phosphore n'a pas été introduit dans notre étude alors que le magnésium a été supprimé pour sa mauvaise corrélation avec le calcium ; par contre nous trouvons une corrélation avec le calcium alors qu'il n'apparaît pas dans l'étude précitée.

Kadi Hanifi (1998) trouve que les variables suivantes sont fortement corrélées entre elles : PF3, PF2.5, PF4.2, CEC, MO, Ca, C/N et N.

4.4.3.1 milieux édaphiques discriminés

En observant la carte 1-2 des individus (Fig 15) et connaissant l'appartenance floristique des relevés, on constate que le résultat est impressionnant ! l'axe 2 sépare dans sa partie négative les relevés pour la plus part appartenant aux groupements IV1 ; II1 , V1 et quelques uns du groupement V2, définit dans l'analyse phytoécologique, des autres groupements (I , II2 , III, IV2 , IV3, V2 , VI , VII).

Ainsi en mettant en confrontation dans une ACP des paramètres édaphiques uniquement nous obtenons d'une part des relevés qui caractérisent la chênaie dense sylvatique et d'autre part des relevés des formations ouvertes et dégradées, ceci démontre bien que la végétation marque son sol.

Kadi Hanifi (1997), trouve une relation homogène entre paramètres édaphiques et végétation.

Par contre, Bonin *et al.* (1984) dont la problématique était de savoir si l'information apportée par les données du « milieu édaphique » conforte celle concrétisée par l'analyse des données floristiques, aboutissent à la remarque suivante : «...l'information issue des résultats des analyses pédologiques ne concorde pas avec celle obtenue à l'aide des données floristiques. Il n'y a donc pas de relation directe entre la composition floristique du couvert végétal actuel et l'état du milieu édaphique ».

L'explication donnée par ces auteurs est la rapidité des variations du couvert végétal (anthropisation).

Il est vrai que lorsque la végétation varie rapidement sous l'effet de l'anthropisation, la relation entre l'information floristique et pédologique est rompue. A ce sujet il serait intéressant de rechercher s'il existe parmi les variables édaphiques celles qui suivent ce changement rapide de la végétation, ce seront évidemment celles qui seront cohérentes avec la végétation actuelle.

D'après Bonin *et al.*, (1984) l'approche pédologique globale ne permet pas d'établir une relation significative entre le sol et la végétation, la recherche des variables physico chimiques les plus pertinentes est nécessaire selon ces auteurs pour l'établissement d'une relation avec la végétation.

Pour notre part comme nous l'avons déjà souligné au début de ce chapitre (voir tableau 41), nous avons optimisé l'information apportée pour le traitement des variables pédologiques en supprimant celles à faibles corrélation.

Ces deux grands ensembles de groupements, chênaie sylvatique et chênaie dégradée sont à leur tour séparés par l'axe 1, suivant la richesse en MO, N, Ca et l'importance du complexe absorbant et des PF (Fig.16)

Nous remarquons que le taux de MO chez la chênaie sylvatique peut être faible (5.05%) ou élevé (11.70%) de même chez la chênaie dégradée (5.33%) et (10.21%).

La matière organique diminue du sens négatif vers le sens positif de la 1^{ère} composante principale, décroissent également dans le même sens l'azote, le calcium échangeable, la capacité d'échange cationique, le point de flétrissement, la capacité au champ et la capacité de rétention (Fig. 17)

Dans un écosystème forestier, le taux de MO peut être relativement faible (5.05%) si la minéralisation est rapide ; dans le cas d'un écosystème en dégradation où la matière végétale qui arrive au sol est faible, la MO du sol peut être élevée (exemple : 10.21 % de MO) si la minéralisation est lente.

Le taux de MO dépend étroitement de la vitesse de minéralisation mais celle ci ne peut constituer la seule explication à cette disproportion. Selon Billes *et al.*, (1975), dans un écosystème méditerranéen l'activité biologique sous taillis de chêne vert est importante.

Aussi, nous n'avons pas observé d'accumulations importantes de litière à la surface des relevés.

On peut aussi penser à la qualité de la matière végétale qui influe selon Billes *et al.* (1975) sur l'activité de la microflore.

La figure 15, montre que les relevés situés de part et d'autre du pôle négatif de l'axe 2 appartiennent aux mêmes groupements sylvatiques, donc de qualité végétale identique, la même chose pour la partie positive de l'axe 2, où l'ensemble des relevés appartiennent aux mêmes groupements de dégradation, la qualité végétale ne justifie donc pas cette disproportion.

Nous pouvons aussi supposer comme le montre la carte 1-2 des variables édaphiques (Fig. 14), où MO et PF évoluent dans le même sens, que c'est essentiellement l'état d'humidité du sol qui influe sur l'activité de la microflore et sur la minéralisation, les forts taux de MO se trouvent du côté où les PF sont favorables et ceci quel que soit l'état de la végétation (fig. 18).

D'après Martin *et al.* (1994), le facteur eau joue un rôle essentiel dans les processus de décomposition en climat méditerranéen suite à son action directe sur la microflore et la mésofaune du sol. Selon Rapp et Leonardi (1988) et Hernandez *et al.* (1992) les précipitations à l'instar des facteurs physiques jouent un rôle important dans la décomposition des feuilles de chêne vert.

Toutefois nous pouvons supposer dans le cas d'un recouvrement clair englobant des formations thermoxérophiles et à teneur moyenne de MO égale à 10.21% qu'il s'agit d'une dégradation récente.

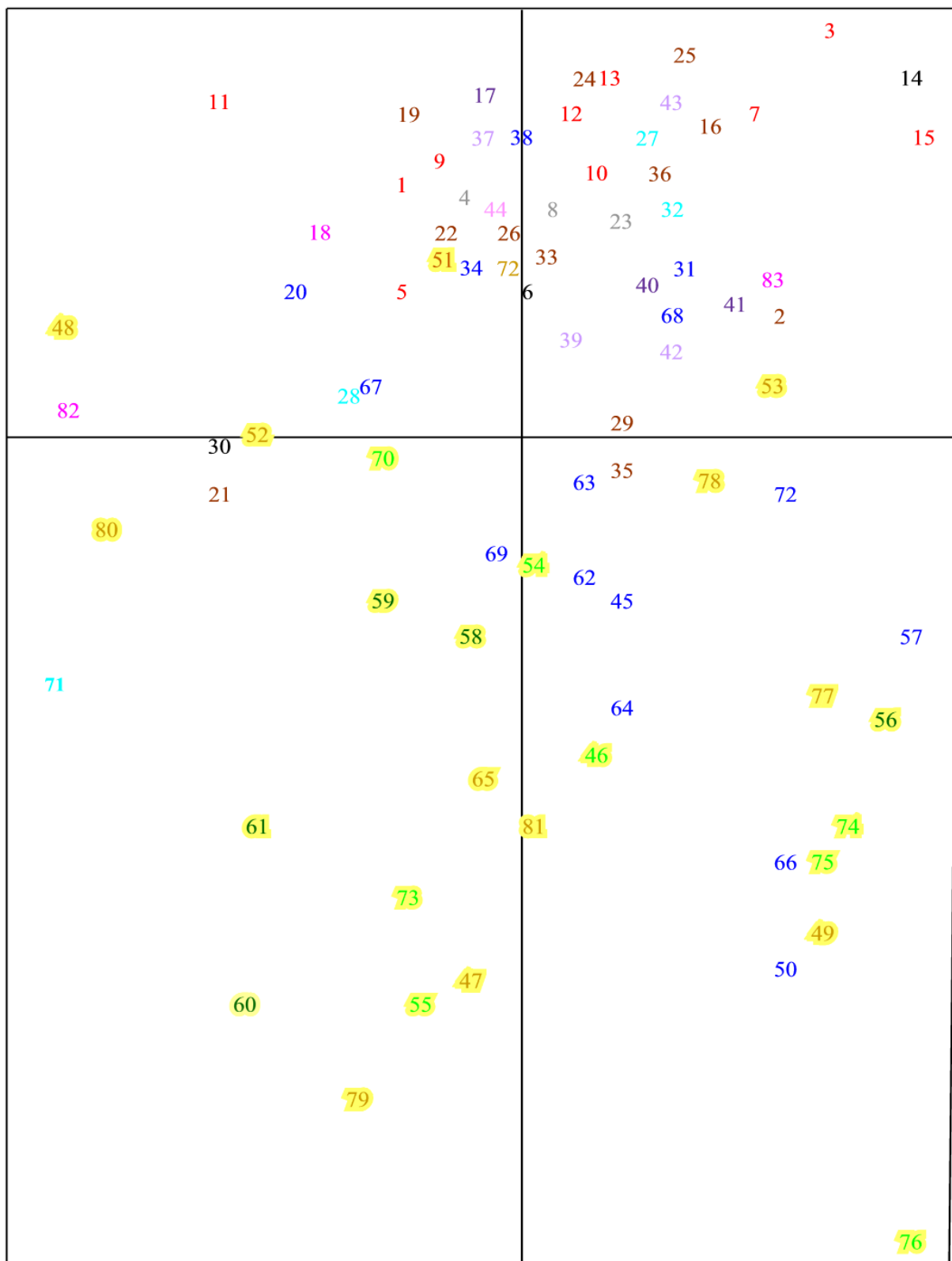
Dahmani (1997) trouve que l'hétérogénéité structurale des chênaies vertes est parallèle à une hétérogénéité édaphique, les sols des milieux ouverts sont de qualité trophique plus pauvres ; d'une manière générale cela est vrai, mais nos résultats montrent que cela n'est pas tout à fait évident car nous avons trouvé une végétation fermée reposant sur un milieu édaphique pauvre et une végétation claire reposant sur un sol riche. Résultat auquel a abouti également Kadi Hanifi (1998).

Dahmani (1997) pose aussi le problème de la dégradation anthropique et son effet sur les caractéristiques édaphiques de l'horizon de surface. La dégradation de la végétation aboutit à un appauvrissement en MO, une diminution de la capacité de rétention et de la capacité d'échange en relation avec une modification des propriétés physiques selon le même auteur, là aussi, nous admettons parfaitement que la modification des caractères édaphiques est inéluctable à la dégradation de la végétation mais encore une fois nos résultats montrent que ce n'est pas tout à fait une évidence puisque nous avons une végétation dégradée qui évolue sur un milieu édaphique riche (MO, CR... élevés) à moins qu'il ne s'agit d'une dégradation récente ou rapide, et une végétation préservée qui évolue sur un milieu édaphique assez pauvre.

Aux deux explications données à la qualité trophique d'un sol (hétérogénéité structurale et dégradation anthropique), nous ajoutons celle de la variable sables totaux, celle ci sépare un milieu riche d'un milieu pauvre au plan trophique.

Kadi Hanifi (1997) a trouvé que les formations les plus préservées sont de texture moyenne à fine et celles les plus dégradées (à alfa pur) sont de texture grossière, et sont plus pauvres en matière organique.

Axe 2



Axe 1

Fig. 15 : Carte ACP 1-2 des relevés ; Représentation des relevés suivant leur appartenance à l'un des 11 groupements végétaux issus de l'AFC.
(les relevés qui apparaissent sur fond en jaune appartiennent à la chênaie à ambiance sylvatique)

GI ■ GII1 ■ GII2 ■ GIII ■ GIV1 ■ GIV2 ■ GIV3 ■ GV1 ■ V2 ■ FVI ■ VII ■ VIII

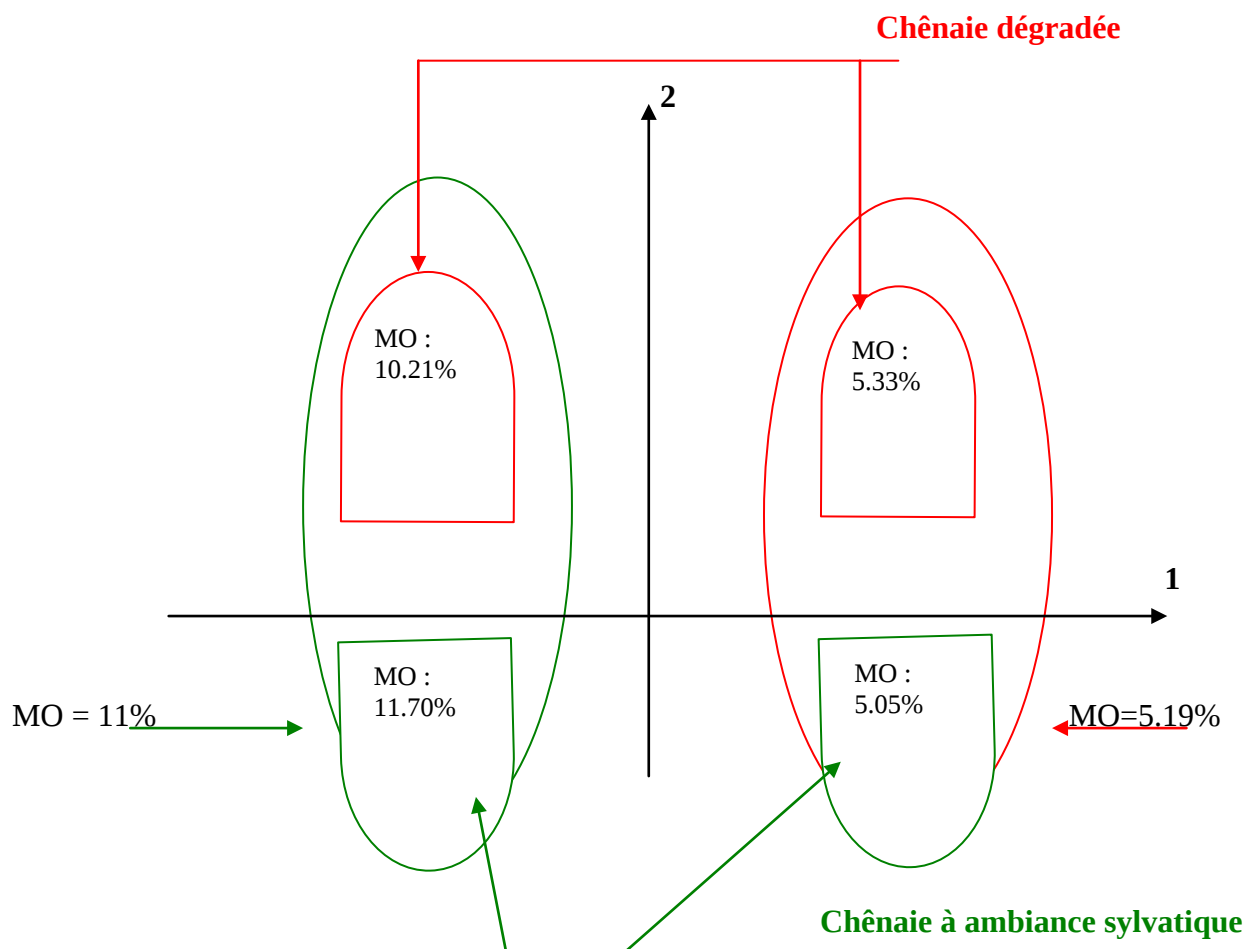


Figure 16 : Taux de MO chez les individus représentés par ACP carte 1/2

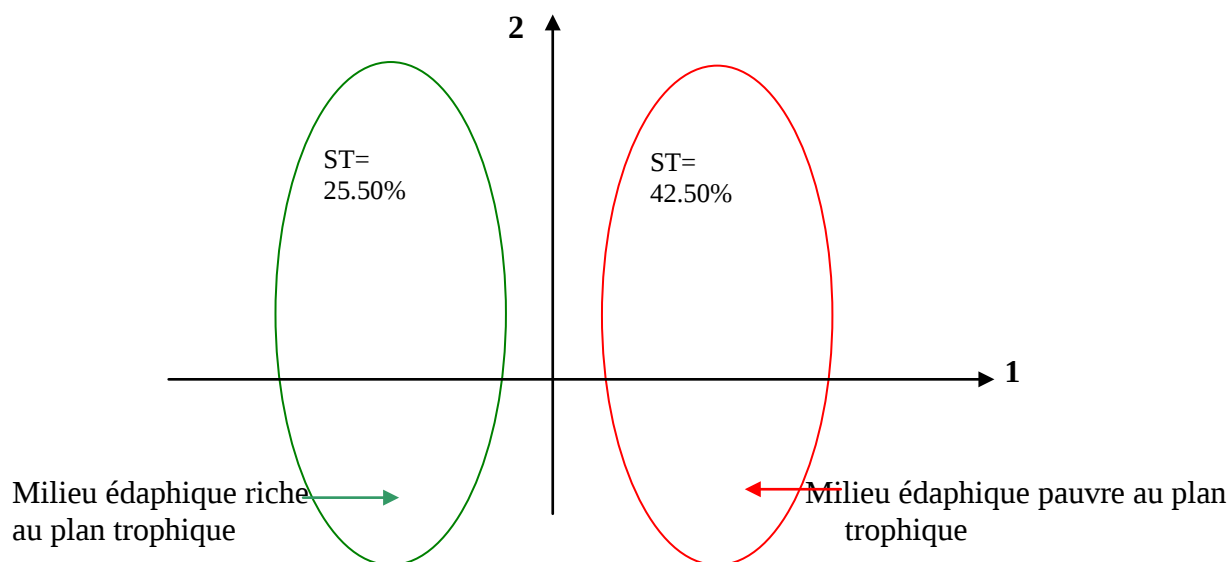


Figure 17 : variation de la teneur en sable totaux (ST ou SFG = sables fins + sables grossiers) Le long de l'axe 1 – les valeurs de ST expriment le pourcentage moyen pour l'ensemble des relevés situés du côté négatif et positif de l'axe 1

Aissa (2000) a trouvé que l'horizon 1 des sols sous préforêt et matorrals sont de texture moyenne à fine et d'une richesse relative en matière organique, par contre ceux sous alfa de steppe sont de texture grossière et pauvre en matière organique.

Certes Dahmani (1997) trouve aussi cette distinction en coïncidant les sables fins aux milieux édaphiques pauvres, cependant la corrélation faite entre structure végétale et milieu édaphique par cet auteur, nous amène à signaler que c'est d'abord la texture qui est la variable essentielle dans l'enrichissement et la conservation des potentialités trophiques et hydriques d'un sol, en effet, il faut d'abord que les qualités intrinsèque d'un sol soient en premier lieu aptes à son enrichissement et à son évolution.

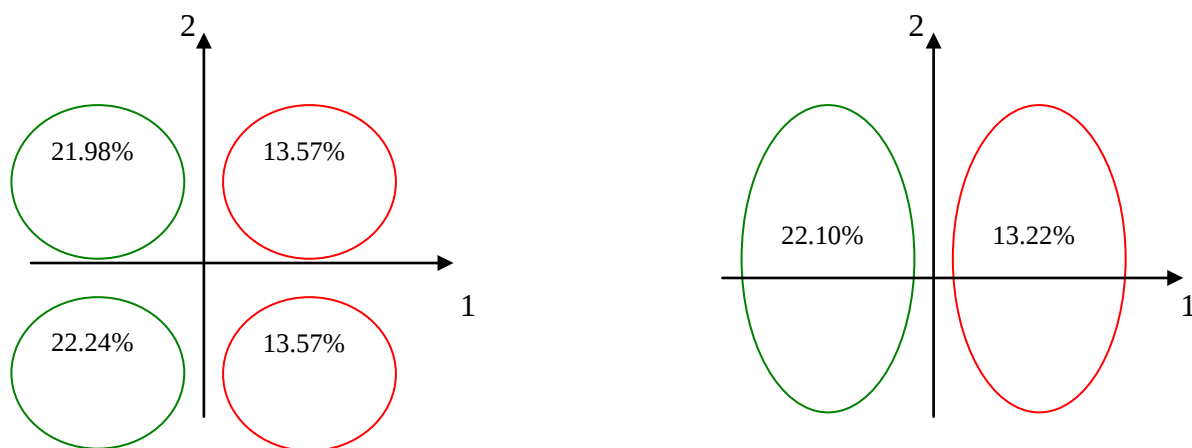
Une végétation bien développée aura alors dans ce milieu un bon support pour la conservation de la matière organique et la rétention de l'eau. La restitution optimale des éléments minéraux vers la végétation établira entre sol et végétation un équilibre stable.

Ceci confirme les résultats de Bottner (1982) : $\leftrightarrow$ la matière organique est mieux conservée en milieux argileux que sableux. $\approx$, par contre l'importance des sables totaux aura pour conséquence la diminution de la capacité de rétention et de la capacité d'échange, ainsi que la perte de la matière organique.

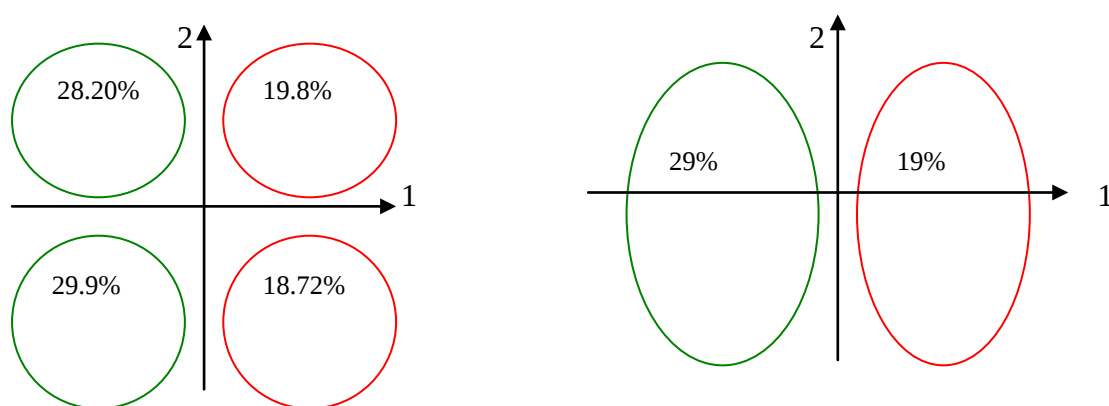
On constate ainsi que certains milieux (à sables totaux faibles), sont plus résistants à la dégradation, la réinstallation rapide de la végétation éviterait la perturbation du sol ; par contre d'autres milieux édaphiques (sables totaux importants sont moins résistants et leur dégradation est atténuée par une bonne couverture végétale.

Signalons enfin que la structure végétale contribue soit à renforcer les potentialités édaphiques lorsque les deux paramètres sont convergents (sols riches, couverture végétale bien développée) soit à la perte progressive de ces potentialités lorsque la dégradation de la végétation s'installe et persiste, même si dans ce cas le sol riche à texture fine est plus résistant.

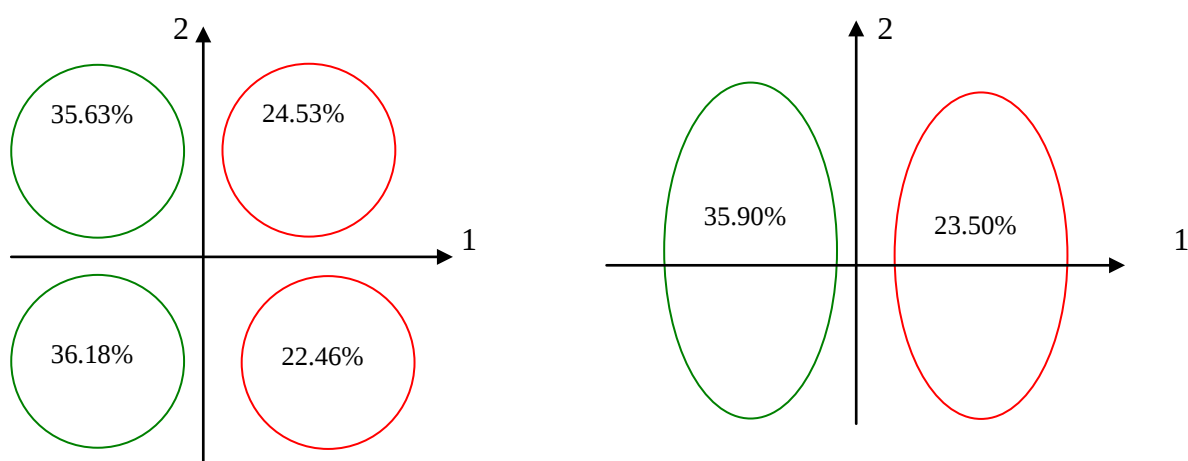
Les deux milieux (sol et végétation) peuvent retrouver leurs aptitudes une fois que cesse la dégradation et si celle-ci n'a pas été très prolongée



-Taux d'humidité a PF4.2 de l'ensemble des relevés



-Taux d'humidité a PF3 de l'ensemble des relevés



-Taux d'humidité a PF2.5 de l'ensemble des relevés

Figure 18 : valeurs moyennes des taux d'humidité pour l'ensemble des relevés aux PF4.2, 3 et 2.5 suivant les 4 plans définis par les 2 axes et valeurs moyennes de ces paramètres suivant l'axe 1.

4.4.3.2 Signification de la deuxième composante principale :

L'examen de la carte 1-2 (Fig.14) nous permet de distinguer déjà deux ensembles de variables qui semblent être liés à l'axe 2.

On a d'une part le pH, le taux de saturation, le calcaire actif et total et les sables fins du côté positif et d'autre part les sables grossiers et la chlorite normale du côté négatif.

En examinant la matrice des corrélations entre variables actives et composante principale n°2 (tableau 44) nous confirmons bien cette observation ; entre les deux ensembles de variables, il y a une relation de cause à effet.

Effectivement l'importance du calcaire actif d'un côté, réunit les individus à pH plutôt neutres à basiques, à complexe absorbant saturé et à texture moins percolante, de l'autre côté on aura, évidemment, puisqu'il s'agit d'un gradient, un taux de calcaire actif faible, des pH acides et généralement un complexe absorbant insaturé.

Un tel milieu ne peut qu'être percolant, c'est à dire à texture grossière, où les sables grossiers sont importants. Le type d'argile dominante est la chlorite, aussi ce milieu coïncide avec une pluviométrie plus importante que celui où le calcaire actif est prépondérant. Nous faisons remarquer là aussi que les argiles en tant que fraction granulométrique ne s'expriment pas, d'ailleurs leur mauvaise corrélation nous a conduit à les supprimer dans l'étude du 1^{er} horizon.

Dahmani (1997) qui oppose dans son étude les LF (limons) aux SF (sables fins), attribue la non participation des argiles à une surestimation des limons aux dépens des argiles. Nous estimons que l'absence des argiles ainsi que celle d'autres variables pourrait aussi être un fait issu des résultats de l'ACP, quant aux limons fins, ils sont faiblement corrélés.

Bonin *et al.*, (1984), attribuent la discrétion relative des éléments fins de la texture à un faisceau de variables qui masquent le rôle joué par d'autres variables. Nous soulignons néanmoins la participation des sables fins et grossiers dans la discrimination des deux milieux de la chèneise (plus ou moins bien conservée ou dégradée).

La 2^{ème} composante principale définit donc la nature chimique du milieu édaphique et par extension les variables qui lui sont liées ainsi que le type d'argile.

Tableau 44 : corrélations entre variables actives et composante principale n°2

Var	FF	FG	pHe	pHkcl	CT	CA	N	C/N	MO	Ca	CEC
Axe2	0,50	-0,52	0,84	0,80	0,55	0,58	-0,32	0,07	-0,19	0,10	-0,01
Var	V	S	SF	SG	SFG	PF4,2	PF3	PF2,5	KAOL	CHLO	
Axe2	0,60	0,13	0,60	-0,57	-0,10	-0,15	-0,23	-0,16	-0,48	-0,66	

4.4.3.2.1 Liens et corrélation entre variables

Tableau 45 : matrice des corrélations

VAR.	pHE	pHKCL	CT	CA	V	SF	SG	CHLO
pHE	1.00	0.69	0.38	0.41	0.60	0.40	-.039	-.048
Phk	0.96	1.00	0.38	0.42	0.62	0.35	-.037	-0.45
CT	0.38	0.38	1.00	0.94	0.24	0.15	-.037	-0.24
CA	0.41	0.42	0.38	1.00	0.26	0.19	-0.41	-0.27
V	0.60	0.62	1.00	0.26	1.00	0.16	-0.34	-0.27
SF	0.40	0.35	0.15	0.19	0.16	1.00	-0.36	-0.36
SG	-0.39	-0.37	-0.37	-0.41	-0.34	-0.36	1.00	0.28
CHLO	-0.48	-0.45	-0.24	-0.27	-0.27	-0.36	0.28	1.00

Le tableau 45 montre d'abord l'étroite corrélation entre les pHeau et pHkcl ensuite entre ceux ci et le taux de saturation ; effectivement le degré de saturation d'un sol est en relation avec son pH, il est basique en état de saturation et acide en état d'insaturation ; il est à remarquer aussi la corrélation entre CA et CT .

Cependant on est surpris de ne pas obtenir une bonne corrélation entre pH et calcaire, ceci s'explique probablement par la qualité tampon des sols qui ont en majorité un pH neutre, donc, réellement, il existe un lien entre pH et calcaire, mais ce lien est masqué par l'effet tampon du sol .

4.4.3.2.2 Milieux édaphiques discriminés

Les figures 19, 20, 21 montrent la répartition des individus corrélés suivant l'axe 2 et les variables qui lui sont liées ainsi que les valeurs moyennes de ces variables de part et d'autre de cet axe.

Ces individus représentent : -d'une part la chênaie mésophile et thermophile dense à ambiance forestière qui se situent à l'opposé des milieux calcaires.

Elle affectionne donc plutôt les milieux légèrement acides ou proches de la neutralité avec un complexe absorbant saturé et insaturé et une texture où les sables grossiers sont importants ainsi que la chlorite normale pour le type d'argile.

Dahmani (1997) trouve pour ces milieux une texture plutôt fine.

-D'autre part, des milieux ouverts à taillis et matorrals clairs de formations thermoxérophiles s'opposent à la chênaie mésophile par un milieu plus riche en calcaire actif a pH neutre ou basique et un complexe absorbant saturé, la texture est définie par l'importance des sables fins.

Axe 2

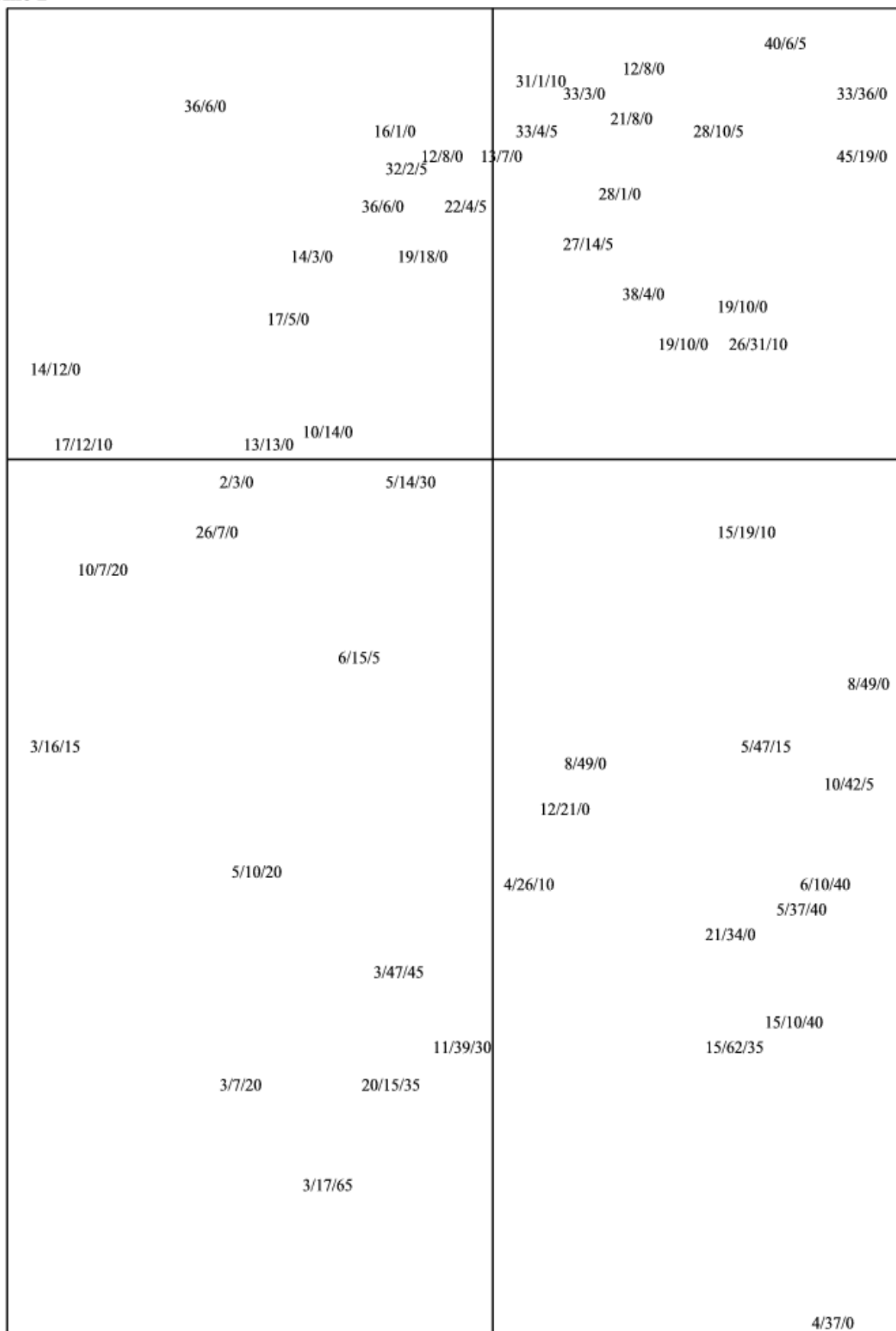
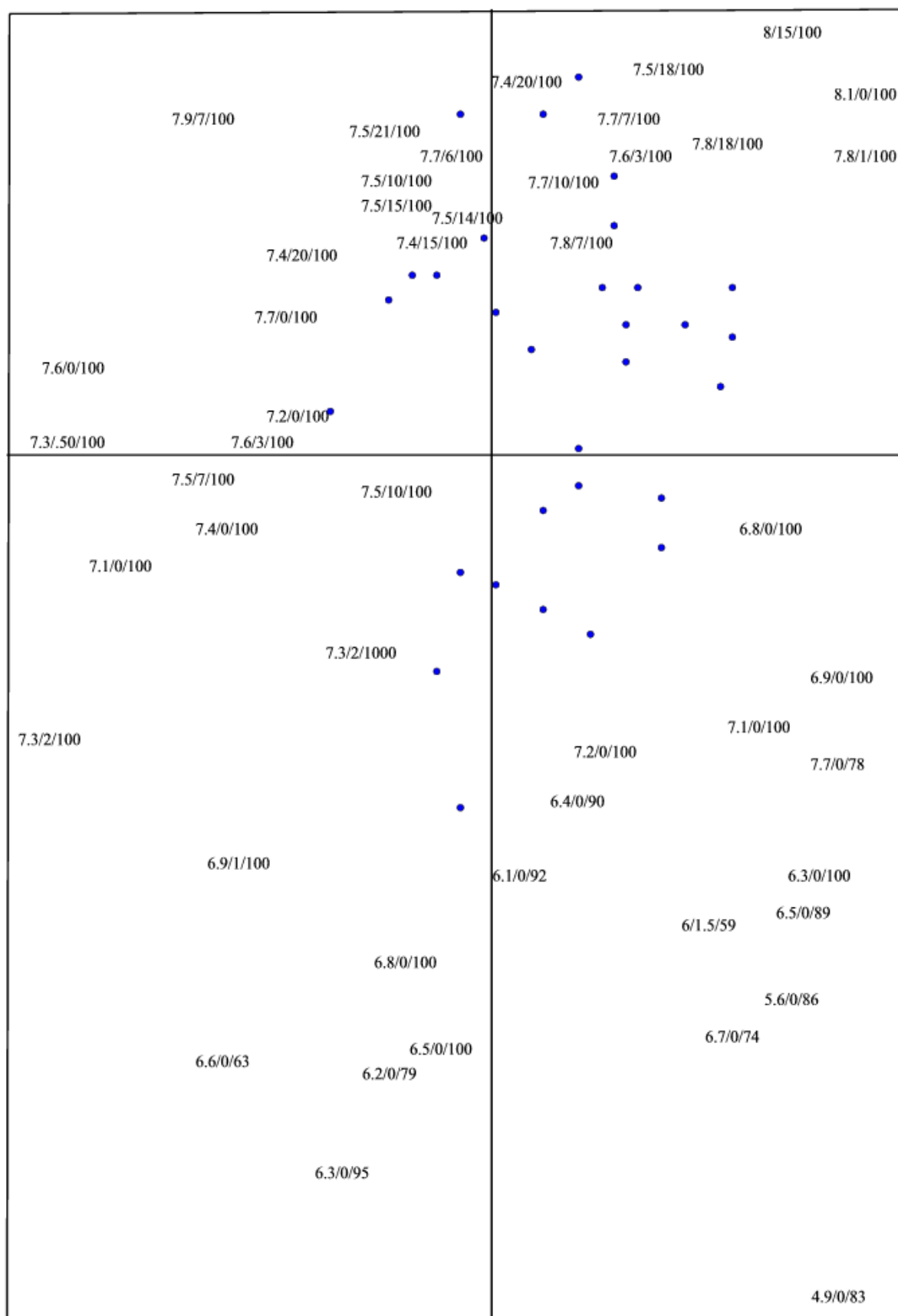


Figure 19 : Individus corrélés suivant l'axe 2 et valeurs des variables % SF ; % SG et % CHLO de la carte ACP 1-2.

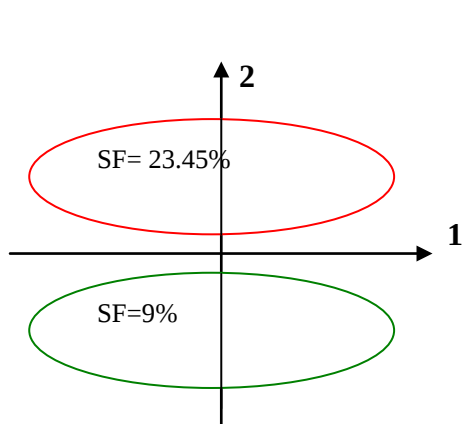
Axe1

Axe 2

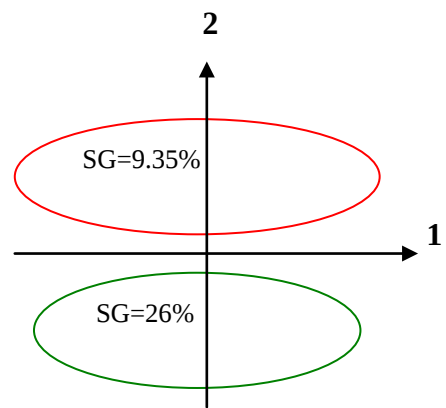


Axe1

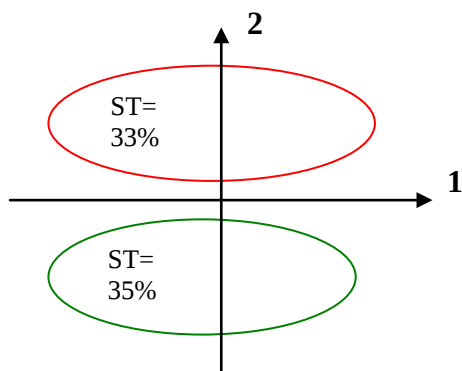
Fig. 20 : Individus corrélés suivant axe 2 et valeurs des variables pH eau, % CA, V de la carte ACP 1-2.



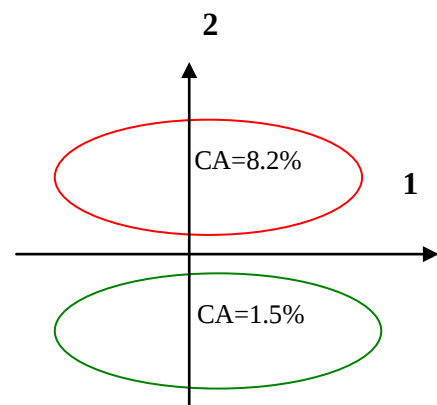
-valeurs moyennes du taux des sables
Fins (SF) pour les relevés
Corrélés de part et d'autre de l'axe 2



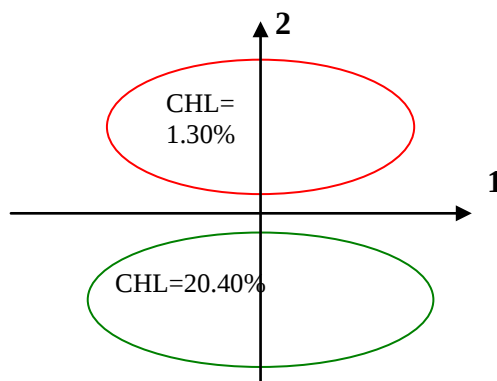
-valeurs moyennes du taux des sables
grossiers (SG) pour les relevés
corrélés de part et d'autre de l'axe 2



Valeurs moyennes du taux des sables
Totaux (ST) pour les relevés
Corrélés de part et d'autre de l'axe 2



Valeurs moyennes du taux de
Calcaire actif (CA) pour les
relevés corrélés de part et d'autre de l'axe 2



Valeurs moyennes du taux de chlorite normale (CHL) pour
Les relevés de part et d'autre de l'axe2

Figure 21 : valeurs moyennes des variables liées à l'axe2 pour les relevés corrélés de part et d'autre de cet axe

4.4.3.3 Signification de la troisième composante principale

Même si les deux premières composantes principales expriment une qualité globale satisfaisante du nuage, nous tentons de faire exprimer les autres variables qui possèdent une corrélation importante avec d'autres axes en les associant chaque fois avec l'axe 1. La qualité globale du nuage définie par les axes 1 et 3 n'est que faiblement diminuée, elle représente 39.62% d'inertie. Nous exprimerons donc, au mieux possible le maximum de variables.

Tableau 46 : corrélations entre les variables actives et la 3^{ème} composante principale

Var	FF	FG	pHE	pHKCl	CT	CA	N	C/N	MO	Ca	CEC
Axe3	-0,60	0,58	-0,01	0,04	0,59	0,58	-0,23	0,36	0,05	-0,36	-0,39
Var.	V	S	SF	SG	SFG	PF4,2	PF3	PF2,5	KAOL	CHLO	
Axe3	0,10	-0,36	-0,27	-0,31	-0,51	0,04	0,21	0,22	-0,08	0,09	

L'axe3 exprime la teneur en éléments fins et grossiers, c'est à dire inférieurs ou supérieurs à 2 mm qui composent le sol, ainsi que leur nature chimique avec l'importance du calcaire total et actif. (tabl.46)

L'importance de la fraction fine du côté négatif de l'axe3 avec une moyenne de 69 % est accompagnée par une présence négligeable de calcaire.

Le côté positif indique une légère prépondérance de la fraction grossière 54 % sur la fraction fine 46% on pourrait presque dire qu'il y a équilibre entre ces deux fractions.

Dans cette partie le calcaire total et actif sont importants. La fraction grossière est donc composée en majorité d'éléments calcaires.

L'importance de la fraction fine et la faible teneur du calcaire sont le signe d'une évolution avancée en considérant bien entendu le processus de décarbonatation et d'altération des éléments grossiers ce que semble indiquer l'axe3

4.4.3.3.1 Liens et corrélations entre variables actives

Tableau 47 : matrice des corrélations

VAR	FF	FG	CT	CA
FF	1.00	-1.00	0.01	0.01
FG	-1.00	1.00	-0.02	-0.02
CT	0.01	-0.02	1.00	0.94
CA	0.01	-0.02	0.94	1.00

Le calcaire actif et total (tabl.47) sont bien corrélés, les fractions fines et grossières n'indiquent aucune corrélation avec le calcaire, effectivement l'importance ou la faiblesse des deux fractions n'a aucun retentissement sur la nature chimique du sol et c'est essentiellement la nature chimique de la roche mère qui détermine l'importance ou non du calcaire.

Cependant l'importance de la fraction fine, dépend d'un climat favorable à l'altération et à l'action mécanique des différents organismes de la pédofaune, ce même climat agit aussi sur la décarbonatation des éléments de la terre fine libérés par l'altération.

4.4.3.3.2 Milieux édaphiques discriminés : (Fig. 22 et 23)

L'axe 3 sépare du côté positif les taillis clair à *Juniperus oxycedrus*, *Quercus ilex* et *Juniperus turbinata*, ainsi que des taillis clairs à chêne vert et alfa et un matorral dense à chêne vert et cytise qui évoluent sur un milieu édaphique calcaire et à fraction grossière légèrement importante. On remarque qu'il s'agit en majorité de formations ouvertes et dégradées et certaines sont xérophiles.

Il sépare également du côté négatif des taillis clairs à *Juniperus turbinata*, *Juniperus oxycedrus* et *Quercus ilex* et des taillis assez denses à chêne vert, des matorrals clairs à à chêne vert et diss et chêne vert et ciste et une forêt à chêne vert et cytise.

Ceux là évoluent sur un milieu édaphique où il y a absence ou très peu de calcaire et une quantité importante de fraction fine.

Il s'agit de formations ouvertes où denses, un tel milieu édaphique contient donc également des formations à faible couverture végétale alors que pour l'axe2 nous avons un milieu édaphique non calcaire correspondant à la chênaie dense à ambiance sylvatique.

Avec l'axe 3, nous trouvons que ce milieu édaphique correspond à la fois à une végétation dense et relativement sylvatique, ainsi qu'aux formations végétales ouvertes et dégradées ; en liaison, il faut le signaler avec une fraction fine importante.

Nous faisons ainsi remarquer avec cet axe, que la distinction faite entre milieux édaphiques calcaires et non calcaires ainsi que la végétation que ces milieux supposent abriter et définie avec l'axe2, n'est pas rigide .

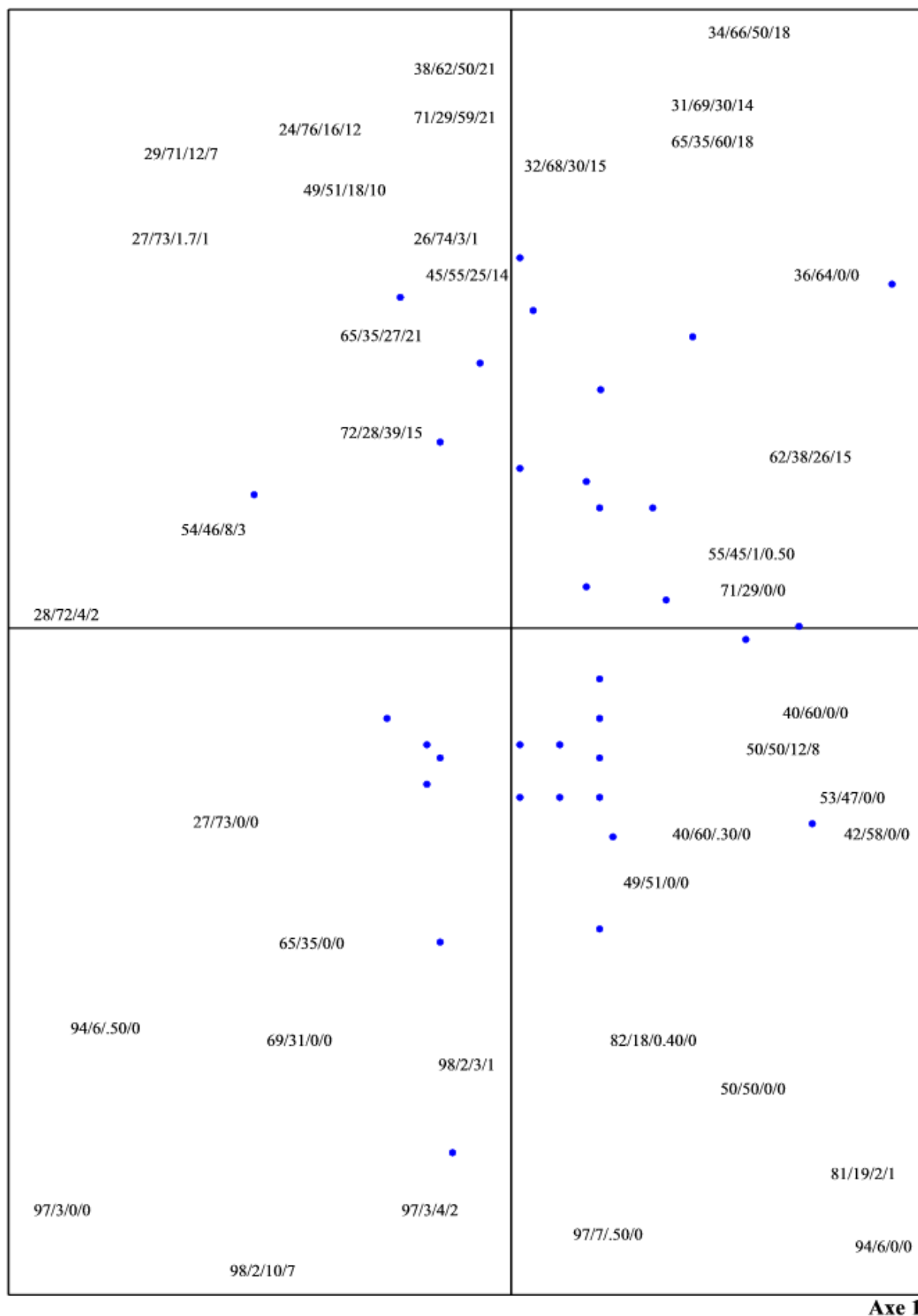
Cette distinction n'a pas une signification stricte, l'axe3 répond à cette remarque avec le relevé 70 qui occupe sa partie positive, il appartient au groupement IV1 donc de tendance sylvatique et il a une teneur en calcaire actif de 10%.

L'axe3, ne présente pas les relevés d'une manière homogène selon leur appartenance aux groupements floristiques car les variables fraction fine et fraction grossière considérées isolément ne montrent pas qu'elles agissent sur l'état de la végétation.

Toutefois, considérant qu'un milieu décarbonaté a une évolution plus importante et une fraction fine assez suffisante pour permettre le développement d'une végétation assez dense, nous déduisons que les formations claires que l'on peut y trouver (pôle négatif de l'axe3) sont sûrement issues d'une dégradation anthropozoiq ou sous l'effet de l'action de l'aridité.

A remarquer que la lithologie des relevées 14 et 15 est de nature gréseuse, ils n'ont pas de ce fait l'évolution indiquée

Axe 3



Axe 1

Fig. 22 : Carte ACP 1-3 Individus corrélés suivant axe 3 et valeurs des variables % FF, % FG, % CT et % CA.

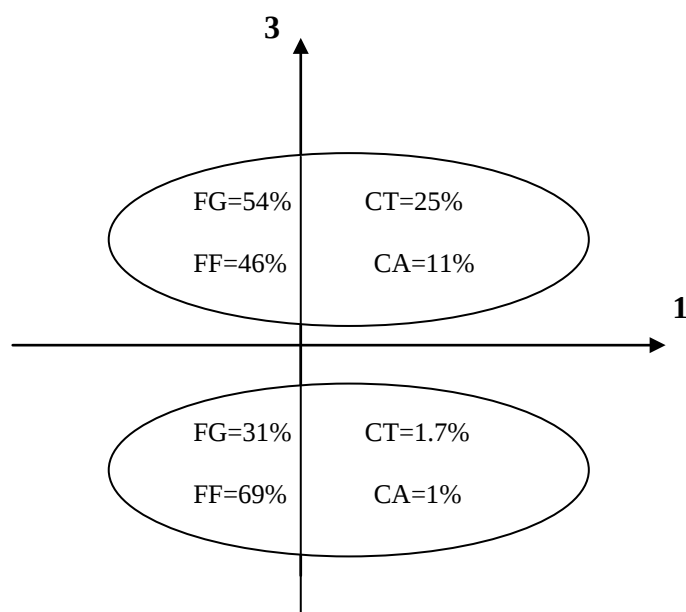


Figure 23 : Carte ACP 1/3, valeurs moyennes des variables liées à l'axe 3

4.4.3.4 Signification de la quatrième composante principale

L'inertie globale donnée par le nuage de la carte ACP des axes 1 et 4 est de 36.09%, nous considérons que l'interprétation de cette carte est encore possible dans la mesure où au début du traitement nous avons obtenu une inertie de 36.31% avec au total 35 variables.

Tableau 48 : corrélation entre les variables actives et la 4^{ème} composante principale

Var.	FF	FG	PHE	PHKCI	CT	CA	N	C/N	MO	Ca	CEC
Axe4	-0,46	0,45	0,35	0,37	0,01	0,00	0,28	-0,59	-0,14	0,11	0,07
Var.	V	S	SF	SG	SFG	PF4,2	PF3	PF2,5	KAOL	CHLO	
Axe4	0,18	0,09	-0,14	0,23	0,12	-0,04	-0,07	0,12	-0,15	0,15	

La carte des axes 1 et 4 (Fig. 24), montre des valeurs de C/N faibles dans sa partie positive et plus élevées dans sa partie négative quoique celles ci demeurent toujours moyennes et sont à rapprocher des valeurs données par Bottner (1970) sous chêne vert avec une moyenne de C/N avoisinant 15, seuls 2 relevés le R5 et le R76 ont un C/N élevé, égal respectivement à 32 et 25

Il est à rappeler que les individus situés du côté négatif de l'axe1 sont plus riches en matière organique comme on l'a déjà vu pour la première composante principale.

De ce fait, les individus auront un C/N bas ou élevé selon que la valeur de l'azote est basse ou élevée et que l'axe4 départage en C/N bas du côté positif et plus élevé du côté négatif.

De même les individus situés dans la partie positive de l'axe1 ont une teneur en MO faible, C/N est alors soit faible lorsque la valeur de l'azote est élevée, soit plus élevé lorsque l'azote est moins important, ces deux ensembles étant aussi séparés par l'axe 4 .

Cet axe traduit le degré de minéralisation de la MO qui est fonction de l'activité biologique et renseigne sur le type d'humus.

4.4.3.4.1 Liens et corrélations entre variables

Tableau 49 : matrice des corrélations

VAR.	C/N
MO	0.48
PF4.2	0.33
PF3	0.37
PF2.5	0.42

Le rapport C/N est corrélé aux différents PF et la capacité au champ est la mieux représentée. Il est également corrélé à la MO, à ce propos, nous avons déjà vu dans l'interprétation de la 1^{ère} composante principale le lien qui existait entre les caractéristiques hydriques du sol et la MO dont le carbone et l'azote y constituent les éléments essentiels.

4.4.3.4.2 Milieux édaphiques discriminés (Fig 24)

Le type d'humus (classification selon Duchaufour 1970) dans la partie positive est principalement le mull calcique, on y trouve aussi le mull entrophe et chernozémique

Dans la partie négative c'est aussi le mull calcique qui domine, mais il y a aussi le mull calcique de forêt avec une importante quantité de MO, le mull entrophe et le mull forestier mésotrophe pour le relevé 76 qui est le plus à l'écart des axes 1 et 4 et qui est caractéristique de la forêt feuillue climacique, ce relevé fait effectivement partie du groupement floristique IV1 qui englobe les chênaies sylvatiques mésophiles.

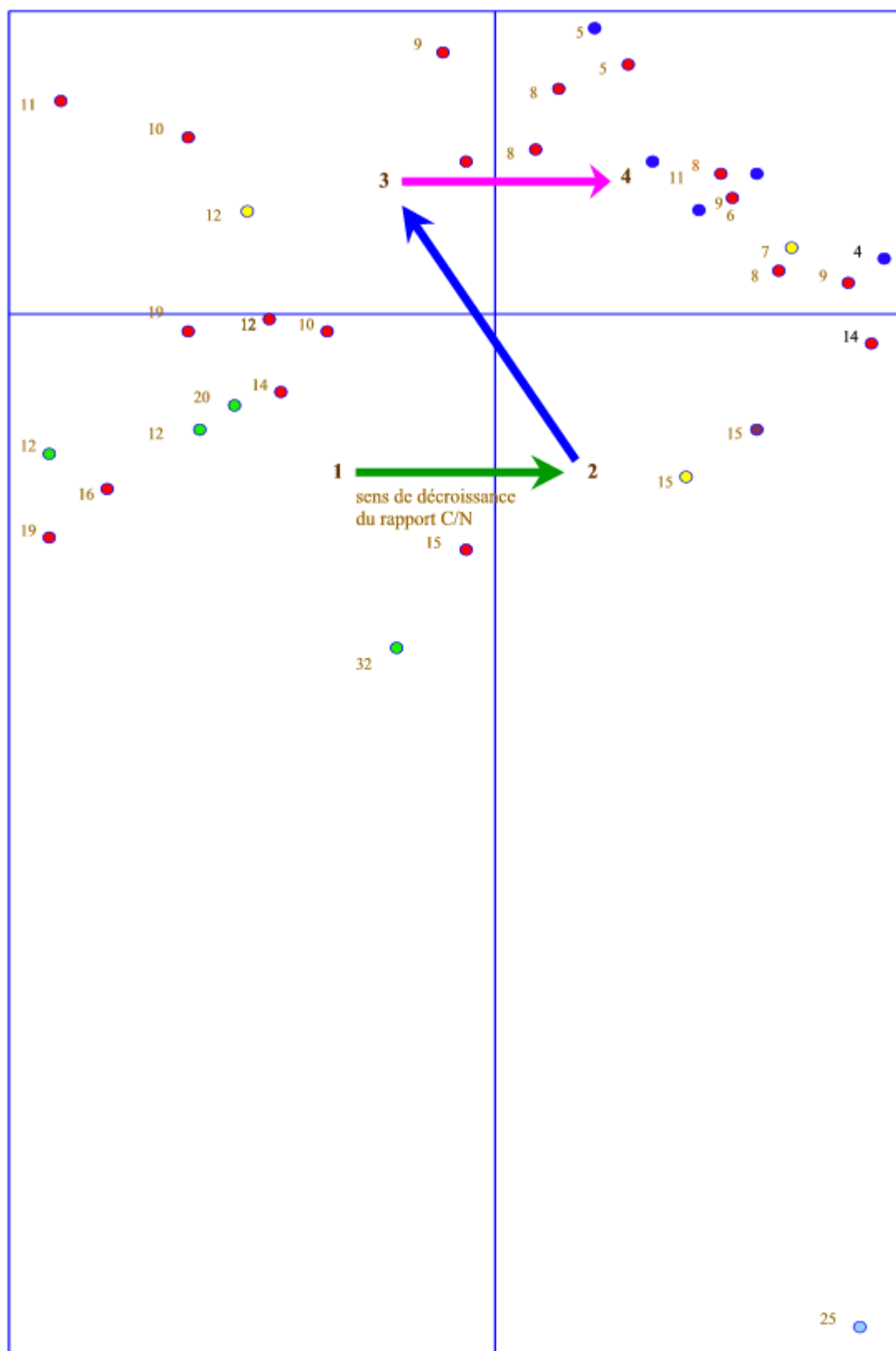
Toutefois les formations végétales qu'on y trouve de part et d'autre de l'axe 4 sont surtout claires dans la partie positives, elles sont également claires dans la partie négative, mais certaines sont denses, ceci signifie que le recouvrement de la végétation n'est pas seul responsable de la valeur C/N et le type d'humus propre au relevé 76 est sûrement le fait de la participation de plusieurs facteurs.

On observe en effet des valeurs C/N élevées pour des formations claires ou denses, comme c'est le cas pour le relevé 5 et le relevé 76, la pluviosité également, peut être faible (340mm) pour le R5 ou importante, (1214mm) pour le R76.

Nous pensons que c'est la combinaison de plusieurs facteurs comme la nature de la végétation, son importance, le climat, le microclimat, l'importance de la pédofaune et des microorganismes, la lithologie ainsi que les propriétés chimiques du sol qui donnent à chaque sol sa valeur du rapport C/N. Finalement, c'est une valeur intrinsèque de chaque sol.

Notons aussi dans cette combinaison de facteurs, la prépondérance de la qualité de la végétation, celle-ci est sûrement très importante pour que certains auteurs comme Bottner (1970) donne une valeur moyenne de ce rapport propre au chêne vert, la densité y est également prépondérante puisque ce rapport est faible sous pelouse.

Axe 4



Axe 1

Fig. 24 : Individus corrélés suivant axe 4 de la carte ACP 1-4 et valeurs de C/N et types d'humus

● mull calcique ● mull forestier eutrophe ● mull chernozemique ● mull calcique de forêt ● mull forestier mésotrophe

Dans les types d'humus définis précédemment, l'activité biologique est importante et la minéralisation est rapide.

Il n'ya pas une distribution homogène des individus de la carte des axes 1 et 4, suivant la 4^{ème} composante principale par rapport à celle des individus de la carte 1-2 de l'AFC définissant les groupements végétaux.

4.4.3.5 Signification de la sixième composante principale

La qualité de la représentation du nuage donnée par l'inertie des axes 1 et 6 est de 33.18%

Tableau 50 : corrélation entre les variables actives et la 6^{ème} composante principale

Variables	Axe6	Variables	Axe6
FF	-0.12	V	0.10
FG	0.12	S	-0.17
pHe	-0.03	SF	0.09
pHk	-0.02	SG	-0.35
CT	-0.43	SFG	-0.27
CA	-0.42	PF4.2	-0.09
N	0.10	PF3	0.09
C/N	-0.08	PF2.5	0.14
MO	0.05	KAOL	0.57
Ca	-0.20	CHLO	-0.13
CEC	-0.19		

L'axe 6, montre principalement l'importance relative de la kaolinite de la fraction argileuse. Cette argile à feuillet 1/1, à 7Å° de distance interfoliaire n'a pas la propriété d'absorber une ou plusieurs couches d'eau dans l'espace interfoliaire qui demeure une caractéristique propre aux argiles 2/1.

L'eau reste fixée sur les surfaces externe de l'argile, la kaolinite n'a pas de déficit de charges, elle est neutre, l'absorption de cations est alors très faible. La kaolinite a une capacité d'échange la plus faible : 10 m.e.q /100g

4.4.3.5.1 Liens et corrélations entre variables

Tableau 51 : matrice des corrélations

VAR	KAOLINITE
CEC	0.00
SF	0.32
SG	-0.32
CHLO	-0.52

Il n'y a aucune corrélation entre la CEC et la kaolinite, la faible propriété d'absorption de la kaolinite aboutit donc à une corrélation nulle.

Cette argile a une corrélation négative avec la chlorite normale.

4.4.3.5.2 Milieux édaphiques discriminés (Fig 25)

La végétation qui caractérise les individus ayant un pourcentage de kaolinite assez important est composée de forêt et taillis moyens ou denses à chêne vert – phyllaire- diss - cyste et asphodèle, les éléments héliophiles indiquent une dégradation du milieu.

Du côté opposé, la kaolinite est inexistante ou infime, nous avons des taillis clairs à très clairs à chêne vert, le recouvrement de la végétation étant plus faible

Il faut remarquer que peu d'individus participent à cet axe, de même que d'autres types d'argiles sont présents dans la fraction argileuse de ces individus, ce qui ne nous permet pas une interprétation assez aisée

En nous référant aux groupements floristiques nous constatons que les individus de la carte des axes 1 et 6 n'ont pas une distribution homogène par rapport à ces groupements, il n'y a pas une corrélation entre les groupements végétaux déterminés et la kaolinite.

Axe 6

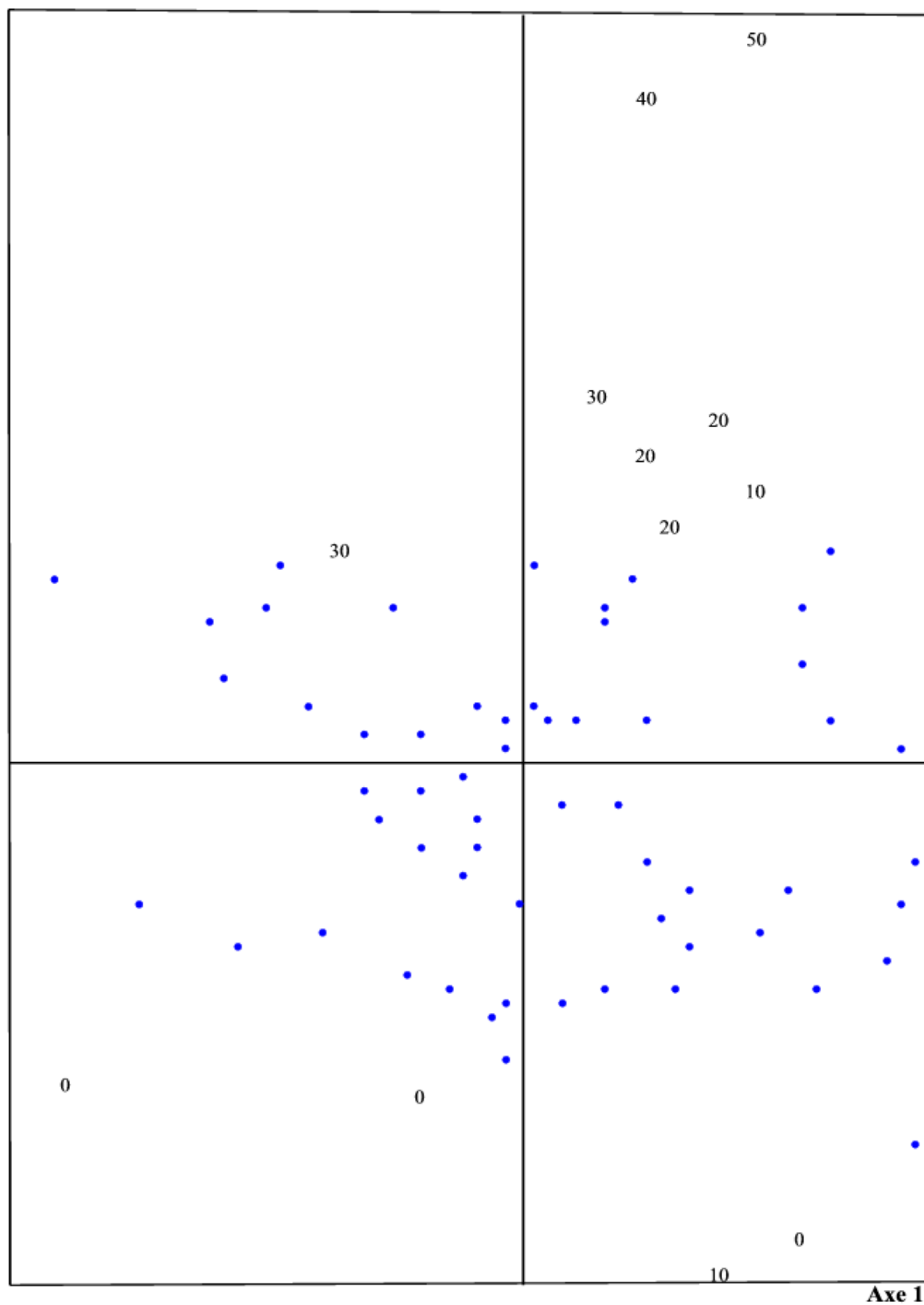


Fig. 25 : Individus corrélés suivant axe 6 de la carte ACP 1-6 et valeurs en pourcentages de la kaolinite.

4.4.3.6 CONCLUSION

La figure 26, résume la signification des différentes composantes principales.

L'axe1, sépare les milieux riches au plan trophique négativement corrélés aux sables totaux des milieux pauvres, positivement corrélés aux sables totaux, par l'importance relative des variables hydriques et trophiques telles que les PF, la matière organique, la capacité d'échange, le calcium échangeable et l'azote.

L'axe 2, est caractérisé d'une part par l'importance des variables relatives aux sables fins, au calcaire, au taux de saturation et au pH, qui différencient la chênaie thermo xérophile dégradée ; d'autre part par l'importance des sables grossiers et de la chlorite, qui différencient la chênaie mésophile et thermophile sylvatique.

L'axe3, montre que la variable calcaire seule, n'exprime pas cette différenciation significative selon la dynamique de la végétation.

A ce titre le relevé 70 constitue un bon exemple, sur la carte 1/3 (figure 22), ce relevé se positionne sur la partie des sols calcaires sans cohérence par rapport à la végétation ; sur la carte 1/2 (fig.20et21) ce relevé se positionne suivant un ensemble de variables (PH, CA, Y, SF, SG, CHL) à la limite de la position de la chênaie sylvatique qui le caractérise.

Avec l'axe 4, nous avons montré que la valeur de C/N est étroitement liée à la qualité intrinsèque du sol. Nous avons à cet effet déjà montré que les potentialités trophiques et hydriques sont liées d'abord à la texture ainsi qu'aux PF qui sont étroitement corrélés à la matière organique.

L'axe 6 définit la kaolinite, le peu de relevés corrélés à cet axe ne permet pas d'interprétation.

Seuls les paramètres exprimés avec l'axe2 établissent avec ceux de l'axe 1 une relation homogène qui a un sens dynamique avec la végétation.

La combinaison de ces deux axes s'est accaparée de l'essentiel de l'information qui a abouti à une relation significative avec la végétation.

Les autres axes (3, 4,6) expriment d'autres variables auxquelles elles sont pourtant bien corrélées, mais sans relation significative avec la végétation.

Ceci est dû principalement, d'abord au nombre plus important des variables exprimées par les axes 1et 2, ensuite à l'interaction entre toutes ces variables. Aubert (1978) souligne l'interaction qui s'exerce entre les principaux paramètres édaphiques ainsi que les phénomènes de compensation qui s'y déroulent.

Les axes 3, 4 et 6 mettent en évidence un nombre réduit de variables qui s'expriment alors presque individuellement et n'aboutissent pas alors à cette relation entre variables édaphiques et végétation exprimée par les deux premiers axes.

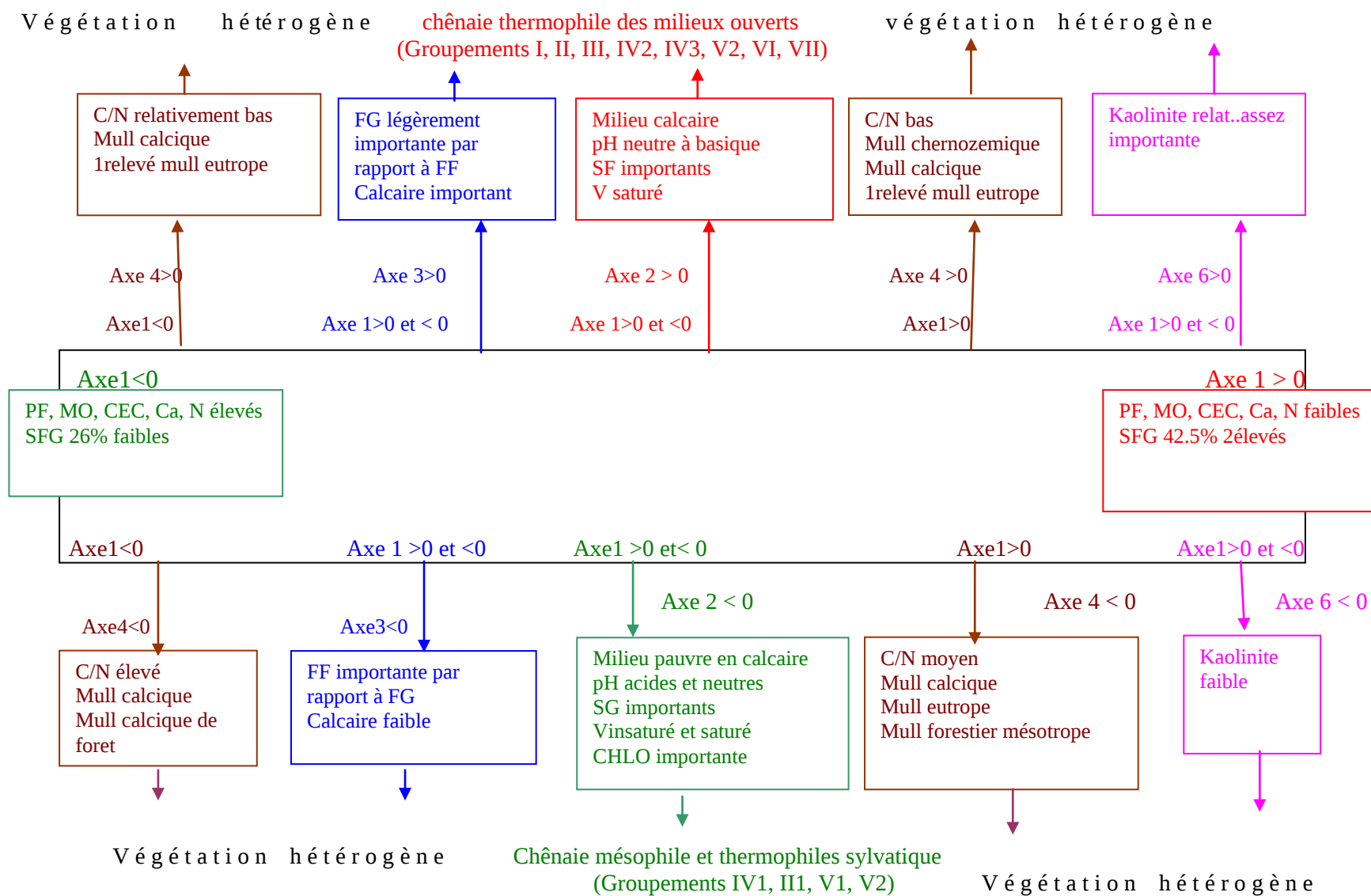


Figure 26 : Représentation schématique de la signification des différentes composantes principales et lien entre variables ou groupe de variables d'après H1 avec la végétation suivant les différents plans

4.4.4 ETUDE DE LA DEUXIEME COUCHE : 52 individus X 18 variables

4.4.4.1 Signification de la première composante principale (FIG. 27)^{*}

La deuxième couche du solum participe avec presque les mêmes variables que pour la première couche avec cependant pour certaines une moins grande importance. Les PF sont corrélés à la première composante principale avec des valeurs aussi élevées. La corrélation de l'azote a également presque la même importance, seules la matière organique et la capacité d'échange diminuent de corrélation, passant respectivement de 0,82 et 0,80 pour le premier horizon à 0,65 et 0,57 pour le deuxième horizon, ceci est probablement dû à la diminution des teneurs de M.O en profondeur.

Tableau 52 : Corrélations entre variables actives et composante principale n°1

VAR.	AXE 1	VAR.	AXE 1.
FF	-0,08	A	0,30
FG	0,08	LG	0,02
pHE	0,06	SF	0,42
CA	0,03	SG	0,37
N	0,64	PF 4,2	0,90
C/N	0,46	PF3	0,92
MO	0,65	PF2,5	0,89
Ca	0,49	KAO	0,25
CEC	0,57	CHLO	0,19

En profondeur, l'eau dans le sol et les variables qui lui sont liées et qui constituent ce que nous avons appelé « Complexe trophique » demeurent donc toujours prépondérants .

A ce niveau du solum, on peut relever par rapport au premier horizon la non participation de S (somme des cations échangeables) et la diminution du rôle de Ca, principal cation échangeable lié surtout quantitativement à S.

A ces variables, et du côté négatif de l'axe1, seules les SF (sables fins) et SG (sables grossiers), leurs opposent une corrélation négative, ces deux variables sont plutôt liées à l'axe2.

D'après la position symétrique des SF et SG par rapport à l'axe1, nous déduisons que ce sont les sables totaux qui s'opposent réellement à l'importance des variables trophiques ; la variable sables totaux a été, cependant supprimée pour cet horizon pour sa faible corrélation afin d'augmenter l'inertie du nuage des individus.

La répartition des individus n'est pas étalée sur l'axe1, ces derniers apparaissent alignés tout le long des axes 2, 3 et 4, en raison de la réduction de l'intervalle de variation des paramètres qui définissent l'axe

^{*} Le traitement du deuxième horizon en ACP a donné lieu à une inversion des pôles de l'axe 1 des variables et des individus. Ceci est signalé uniquement afin d'éviter toute confusion ou incompréhension par rapport au premier horizon et avec lequel on est amené à effectuer des analogies. Cela n'aura évidemment aucune conséquence sur l'interprétation.

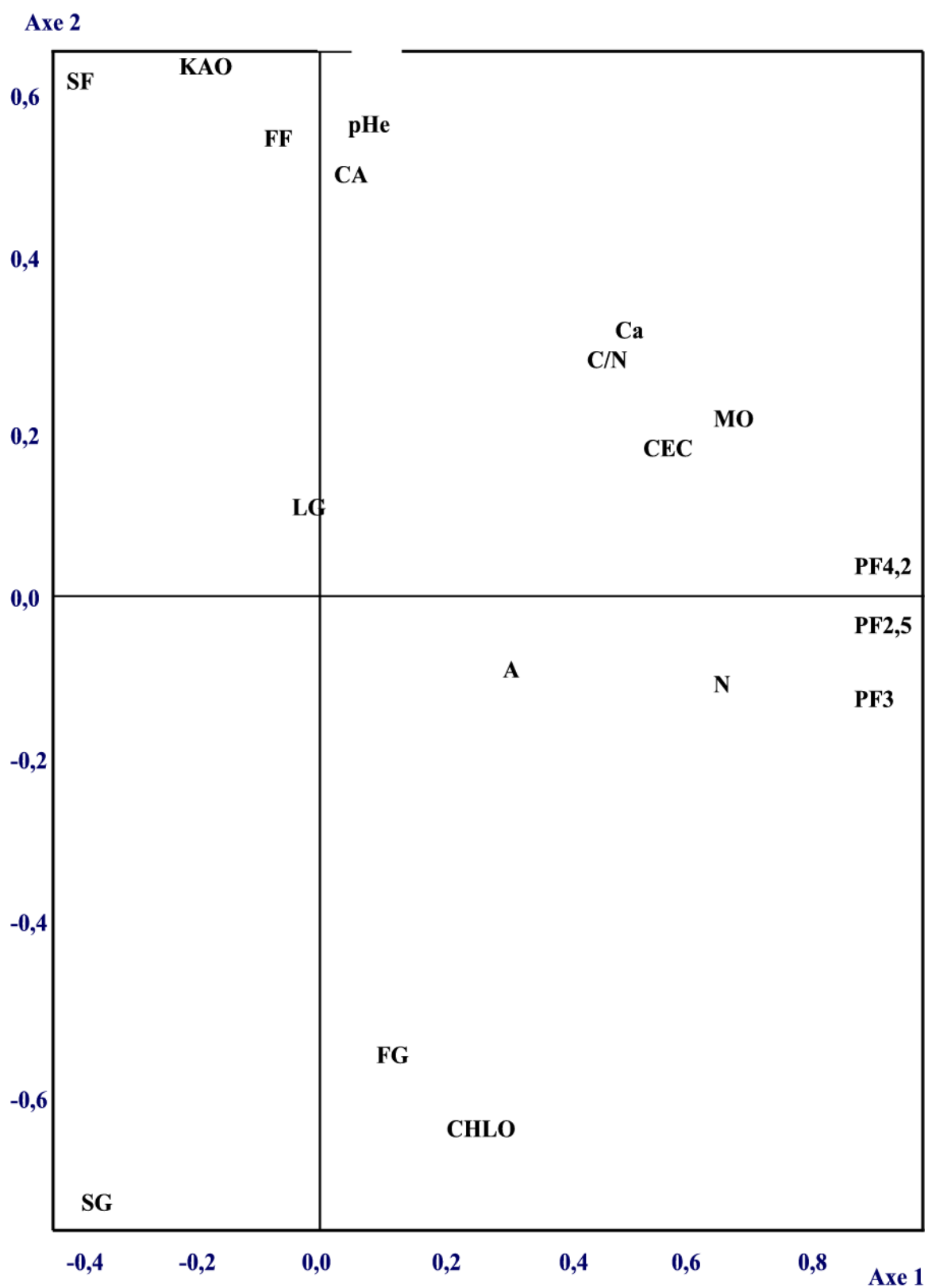


Fig. 27 : Carte ACP 1-2 des variables édaphiques de l'horizon 2.

4.4.4.1.1 Liens et corrélations entre variables (tabl.53)

On note de bonnes corrélations entre PF4, 2- PF3- PF2, 5- MO et N

. Ca – CEC et PF 4,2

. Les SF (sables fins) sont négativement corrélés à PF3, ce qui démontre leur influence négative dans la rétention de l'eau.

. Les SG (sables grossiers) sont négativement corrélés a PF2,5

Par rapport au premier horizon où un ensemble de variables (MO – N – CEC – Ca – S – PF4,2 – PF3 – PF2,5) étaient corrélés entre elles, pour le deuxième horizon cet ensemble est scindé en deux sous ensembles.

Tableau 53 : Matrice des corrélations des variables

VAR.	N	MO	CA	CEC	SF	SG	PF42	PF3	PF25
N	1.00	0,57.	0,00	0,17	-0,27	-0,05	0,53	0,64	0,55
MO	0,57	1,00	0,11	0,18	-0,11	-0,26	0,44	0,50	0,50
CA	0,00	0,11	1,00	0,87	-0,10	-0,36	0,48	0,27	0,30
CEC	0,17	0,18	0,87	1,00	-0,18	-0,21	0,58	0,35	0,36
SF	-0,27	-0,11	-0,10	-0,18	1,00	-0,33	-0,33	-0,29	-0,41
SG	-0,05	-0,26	-0,36	-0,21	-0,33	-0,28	-0,28	0,84	0,82
PF42	0,53	0,44	0,48	0,58	-0,33	1,00	1,00	1,00	0,92
PF3	0,64	0,50	0,27	0,35	-0,45	0,84	0,84	0,92	1,00
PF25	0,55	0,50	0,30	0,36	-0,32	0,82	0,82	0,92	1,00

4.4.4.1.2 Milieux édaphiques discriminés

Les relevés représentant les sols de l'horizon 2 ont une répartition sur la carte 1-2 de l'ACP presque identique à celle représentant les relevés de l'horizon 1.

Nous avons donc toujours d'une part des individus qui caractérisent en général la chênaie sylvatique du côté négatif de l'axe2 et d'autre part des individus qui représentent les formations ouvertes et dégradées du côté positif.

Par rapport à l'horizon 1, peu d'individus ont changé de pôle sur l'axe2, pour certains c'est un déplacement justifié dans la mesure où des individus se situaient à défaut soit parmi la chênaie sylvatique soit parmi la chênaie dégradée.

Par ailleurs les individus sont répartis suivant l'axe1 selon leur importance trophique et hydrique. Là aussi, nous constatons quelques déplacements suivant cet axe, aussi, certains relevés comme R10, R13, R16, R23, R27, R40, et R68 qui se situent avec l'horizon 1 parmi les individus pauvres au plan trophique et hydrique se placent pour l'horizon2 parmi les individus riches.

Signalons que les seuils de richesse et de pauvreté sont d'abord relatifs à nos résultats, ensuite ils diffèrent évidemment suivant l'horizon. A titre d'exemple, pour l'horizon 1, la moyenne des teneurs en MO des individus considérés riches est de 11% alors que celle des individus pauvres est de 5.19%, pour l'horizon 2, ces valeurs sont respectivement de 5.30% et 2.5%, de ce fait on peut supposer que les individus ayant acquis une richesse avec le 2^{ème} horizon sont en fait passés du lot pauvre à 5.19% en moyenne de MO vers celui riche à 5.30% en moyenne de MO.

Concrètement donc, il n'y a pas de variation et ces individus peuvent être considérés en fin de compte comme isohumiques.

La végétation dégradée de ces sols nous amène à déduire que l'isohumisme est la conséquence de l'appauvrissement de l'horizon superficiel suite à la dégradation de la végétation .

Bottner (1970), a montré que la dégradation de la végétation ligneuse et l'établissement de la pelouse rendent l'horizon superficiel appauvri par minéralisation uniquement.

Floret et Pontanier (1982) expliquent l'isohumisme dans le contexte de leur étude qui se situe en zone aride, par la recherche de l'eau en profondeur par les racines dans des sols à faible régime hydrique ce qui entraîne l'enrichissement du profil en matière organique en profondeur, après décomposition du système racinaire en période de sécheresse.

Les relevés du tableau 54 constituent un stade de dégradation de la chênaie , leur position par rapport à l'axe 2 sur la carte des axes 1 et 2 de chacun des 2 horizons coïncide avec leur stade d'évolution, la différence est que ces relevés se situent sur la carte 1-2 de l'horizon 1 parmi les faibles teneurs en MO ce qui rend compte donc de leur état de dégradation, ceci n'est pas le cas pour l'horizon 2 où ces relevés se situent sur la carte 1-2 parmi les horizons riches en MO . Pour ces relevés donc la dégradation du sol reste superficielle.

Cette constatation est en fin de compte une propriété des sols isohumiques.

A ce propos nous rappelons que pour la classification de nos sols, nous avons adopté le référentiel pédologique (1992) où le terme isohumique est remplacé par clinohumique.

Tableau 54 : teneurs en MO des 2 horizons pour les relevés désignés comme isohumiques

Relevés	% MO		Groupement Végétal
	H1	H2	
R10	5.50	4.64	I
R13	6.9	8	I
R16	5.9	4.64	
R23	6.4	8.9	VI
R27	6.9	4.20	III
R40	3.0	8.9	II2
R68	2.6	4.0	V2

L'isohumisme est un caractère attribué principalement aux sols qui ont été décrits en U.R.S.S où le climat et la végétation jouent un rôle important dans l'apparition du caractère isohumique.

En Afrique du nord ce caractère est mis en doute par certains auteurs pourtant reconnus par d'autres tel que Le Houerou (1969) et Pouget (1980) pour qui la steppisation s'accompagne d'isohumisme essentiellement par appauvrissement des horizons de surface.

Pour notre part, nous pensons que le phénomène d'isohumisme est seulement plus atténué en Afrique du nord, la confusion résiderait dans l'étroite analogie qu'on voudrait faire entre la morphologie, les caractères et les processus des sols isohumiques d' U.R.S.S et d'Afrique du nord.

D'ailleurs Botner (1982) écrit : « dans les steppes méditerranéennes, l'action de la faune dans l'enfoncement de la MO est plus réduite, l'isohumisme est moins exprimé car les sols sont plus pauvres en MO »

Duchauffour (1976) fait remarquer aussi qu'il s'agit de sols à isohumisme moins exprimé et reprend la dénomination de sols marrons donnée par Gerassimov en 1954.

« Sols marrons », ce qualificatif diminue déjà par lui même le caractère foncé de la couleur, sur cet aspect, au contraire le référentiel pédologique est plus conforme avec les chernozems. Plus récemment encore Duchauffour (1996) désigne le phénomène d'isohumisme par mélanisation et les chernozems sont appelés sols mélanisés.

Pour cet auteur ce sont des sols où il y a incorporation profonde de la MO qui prend alors une couleur foncée par maturation climatique.

En Afrique du nord, ils sont toujours désignés par sols marrons ou encore par sols bruns rouges, ils appartiennent à la sous classe des sols mélanisés fersiallitiques, leur couleurs rouges sombre en A1 est due à la superposition de l'humus plus le minéral rubéfié, et l'horizon A1 est incomplètement décarbonaté.

Pour Bottner et Lossaint (1967), le sol rouge ancien sert de roche mère aux sols isohumiques plus récent.

Nous pensons que le caractère essentiel des sols isohumiques c'est la présence en profondeur de la MO, une capacité d'échange cationique élevée, un complexe absorbant saturé et une quantité d'argile 2/1 appréciable.

Nous considérons que la dénomination de sol marron est limitative car nous pouvons rencontrer ces caractères dans un solum où la couleur n'est plus marron mais plutôt d'un teint brun gris.

Le concept de mélanisation est donc pour nous le plus adéquat, cependant pour la description de nos sols, nous nous conformons au lexique utilisé par le référentiel pédologique de 1992 et que nous avons déjà adopté.

Nous tenons également à relever ici que le référentiel pédologique (1992) à l'inverse de la classification française des sols est plus ouvert, il est plus permissif et permet à un solum l'emprunt de caractères appartenant à d'autres sols par simple adjonction de qualificatif.

A remarquer que les valeurs d'humidité aux différents PF de l'horizon 2 (Fig. 28) sont moins importants que ceux de l'horizon de surface.

La variable en cause dans cette diminution peut être la MO car c'est l'élément essentiel qui diminue en profondeur, néanmoins afin de vérifier ce postulat nous allons raisonner en terme d'efficacité, c'est à dire en prenant en compte le lien qui existe entre ces valeurs d'humidité et la végétation, c'est l'eau utile qui sera considérée, c'est elle qui est profitable à la végétation.

Tableau 55 : Répartition sur l'axe 1 (aux deux pôles) des valeurs moyennes d'eau utile, de la matière organique et des sables totaux (SF+SG) pour les deux horizons

Horizon	Individus classés pauvres trophiquement			Individus classés riches trophiquement		
	%SF+SG	% eau utile	% MO	%SF + SG	%eau utile	% MO
H1	42.5	10.3	5.20	26	13.8	11.0
H2	43	10.0	2.40	27	12.0	5.24

Lorsque les teneurs en MO des deux horizons sont égales, (5.20% -5.24%) c'est l'horizon inférieur qui retient plus l'humidité (12%) à cause sûrement de sa granulométrie plus favorable et peut être aussi de la maturation des composés organiques.

L'eau utile devient plus importante pour l'horizon de surface lorsque sa teneur en MO est plus importante (11%), la teneur en SF+SG est cette fois ci égale pour les 2 horizons (26% à 27%). Par contre chez les individus à faible teneur en MO (2.4% à 5.2 %) où la somme SF +SG est presque égale (42.5% à 43%), la teneur en eau utile est également égale, ceci nous conduit à penser que l'action de rétention de l'eau par la MO n'apparaît qu'on delà d'une certaine teneur.

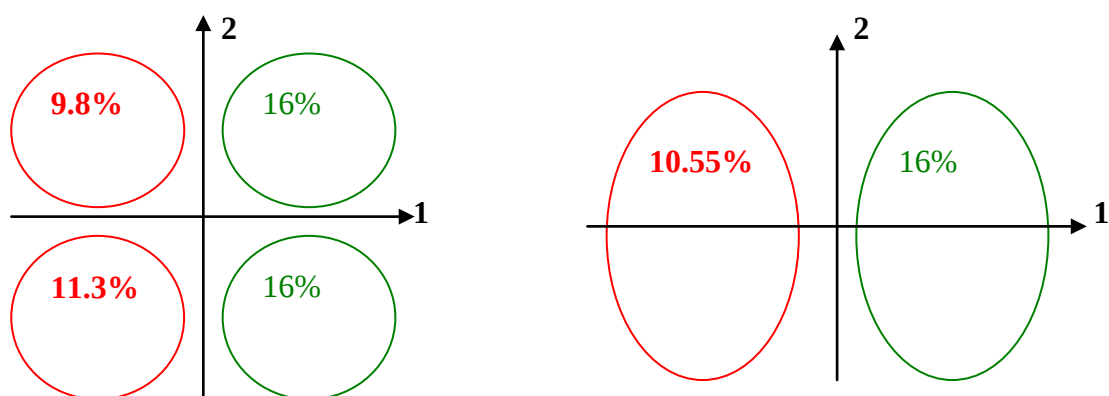
L'état d'humidité d'un sol est étroitement lié à la combinaison des teneurs en MO et des sables totaux.

Le reste des autres variables, à savoir N et CEC, évoluent dans le même sens que la MO (tableau 56)

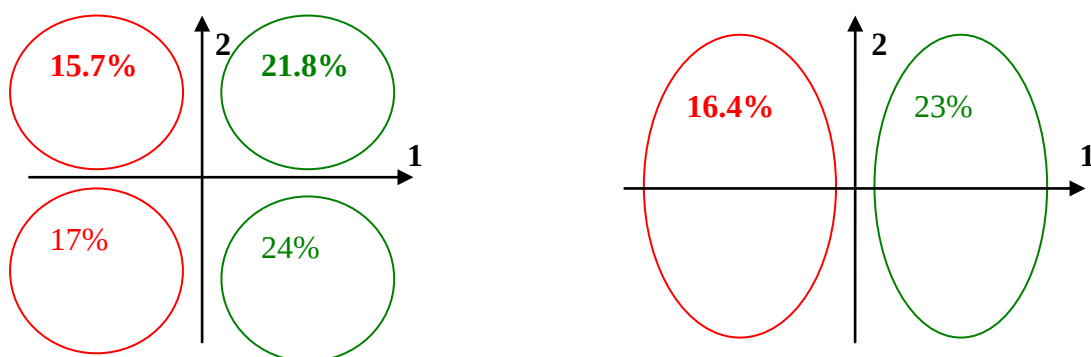
L'azote étant un élément constitutif de la MO et le complexe absorbant étant aussi constitué en partie par de la MO, Aussi du sens négatif vers le sens positif on assiste a un accroissement de ces variables

Tableau 56 : Répartition sur l'axe 1 (aux deux pôles) des valeurs moyennes de l'azote et de la capacité d'échange cationique pour les deux horizons

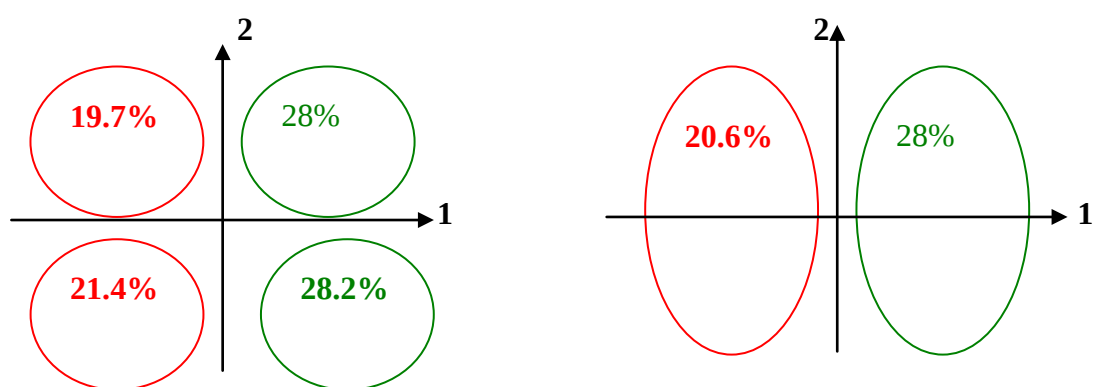
	Individus à valeur trophiques faibles		Individus à valeurs trophiques riches	
	%N	CEC meq/100g	%N	CEC meq/100g
H1	0.32	14.5	0.49	24.5
H2	0.23	16	0.35	21



Taux d'humidité à PF4.2 pour l'ensemble des relevés suivant les 4 plans



Taux d'humidité à PF3 pour l'ensemble des relevés suivant les 4 plans



Taux d'humidité à PF2.5 pour l'ensemble des relevés suivant les 4 plans

Figure 28 : valeurs moyennes des taux d'humidité pour l'ensemble des relevés aux PF4.2 – PF3 et PF 2.5 suivant les 4 plans définis par les 2 axes et valeurs moyennes de ces variables suivant l'axe 1

La valeur moyenne de l'azote de l'horizon 2 est inférieure à celle de l'horizon supérieure pour chacun des deux types de catégories d'individus (riches et pauvres) .

L'horizon 2 des individus riches en éléments trophiques présentent cependant un taux d'azote légèrement supérieur (0.35%) à celui de l'horizon 1 des individus démunis trophiquement (.032%), en clair ceci signifie qu'en profondeur les éléments trophiques peuvent égaler les horizons superficiels.

Enfin il ya une étroite proportionnalité entre les valeurs de la MO (Tabl 55) et ceux de l'azote (tableau 56)

La valeur moyenne de la CEC de l'horizon superficiel est légèrement inférieure à celle de l'horizon sous jacent pour les individus à faibles valeurs trophiques. Cette inversion est rétablie pour les individus classés plus riches.

La MO qui varie de 2.40% à 5.20% entre les 2 horizons demeure peut être encore faible pour pouvoir apporter une nette contribution à la CEC, en plus la MO en profondeur est plus évoluée, ce qui lui permet de participer activement à la formation de complexes organo-minéraux sachant toutefois que l'argile dont dépend également la CEC a une faible corrélation.

L'argile est un élément important dans ce complexe, théoriquement elle a sûrement une part dans la variation des teneurs de la CEC mais nous n'en tenons pas compte à cause de sa faible corrélation avec l'axe1.

4.4.4.2 Signification de la deuxième composante principale (Fig 27)

Les variables significatives sont la kaolinite, les sables fins, le pH et le calcaire actif du Coté positif de l'axe2 ; du côté opposé, ce sont les sables grossiers et la chlorite.

Ce sont également les même variables qui expliquent la 2ème composante de l'horizon 1, mais avec en plus pour l'horizon 2 l'apparition de la kaolinite.

Elle nous permettra grâce à son opposition à la chlorite d'essayer de comprendre le rôle et l'influence de ces 2 types d'argile sur la végétation.

La 2ème composante principale de l'horizon 2 a la même signification que celle de l'horizon1 : nature chimique du sol, texture et nature des argiles

Tableau 57 : corrélations entre variables actives et la 2^{ème} composante principale

Var.	Axe2	Var.	Axe2
FF	0.56	A	-0.08
FG	-0.55	LG	0.11
pHe	0.56	SF	0.62
CA	0.52	SG	-0.72
N	-0.10	PF4.2	0.00
C/N	0.29	PF3	-0.14
MO	0.20	PF2.5	0.02
CA	0.30	KAO	0.65
CEC	0.18	CHLO	-0.63

4.4.4.2.1 Liens et corrélation entre variables (tabl.58)

Tableau 58 : Matrice des corrélations

VAR.	PHE	CA	SF	SG	KAO	CHLO
PHE	1.00	0.38	0.30	-0.54	0.16	-0.26
CA	0.38	1.00	0.18	-0.50	0.26	-0.21
SF	0.30	0.18	1.00	-0.33	0.49	-0.38
SG	-0.54	-0.50	-0.33	1.00	-0.27	0.29
KAO	0.16	0.26	0.49	-0.27	1.00	-0.44
CHLO	-0.26	0.21	-0.38	0.29	-0.44	1.00

Les SG sont négativement corrélés au pHe et au CA.

Les SF sont corrélés à la kaolinite.

4.4.4.2.2 Milieux édaphiques discriminés

La répartition des individus de l'horizon 2 suivant les variables édaphiques de la 2^{ème} composante principale est comme déjà souligné identique à celle de l'horizon 1, le 2^{ème} horizon à travers ces variables interprète d'une manière harmonieuse la végétation que ces individus représentent (chênaie dégradée d'un côté et relativement sylvatique de l'autre).

Nous avons du côté positif de l'axe 2 (tabl. 59) une végétation ouverte et xérophile sur un sol riche en calcaire actif et en sables fins, de pH neutre ou légèrement basique et relativement pourvu en kaolinite.

Du côté négatif il s'agit d'une végétation à ambiance forestière sur un milieu édaphique où les sables grossiers sont importants, le calcaire actif est faible, les pH sont acides, neutres ou légèrement basiques ; la chlorite normale est de ce côté, l'argile la mieux représentée.

Soulignons que pour la kaolinite et la chlorite qu'il s'agit de leur importance par rapport aux autres individus et non par rapport aux autres types d'argiles.

Tableau 59 : variation de pH et valeurs moyennes du calcaire actif, des sables fins, des sables grossiers et de la kaolinite pour l'ensemble des individus de l'horizon 2 se situant de part et d'autre de l'axe2 (H2)

Variables	Partie < 0 de l'axe2	Partie > 0 de l'axe2
% CA	4.6	22
% KAO	13	29
% CHLO	28	2.5
% SF	9	24
% SG	25	12
%ST	34	36
pH	[4.6 – 7.9]	[6.8 – 7.9]
	végétation à ambiance forestière	végétation ouverte et xerophile

Nous constatons que la texture est prépondérante dans la distinction de ces deux milieux édaphique ; la valeur des sables totaux étant presque égale c'est l'importance de chacun des deux facteurs SF et SG qui donnera un milieu plus ou moins ouvert dont dépendra l'effet de la décarbonatation et donc l'importance du calcaire dans le sol et la valeur de son pH.

En conclusion, pour l'axe2, l'importance des SG associée à d'autres variables discriminent une végétation à ambiance forestière ; celle des SF, associée également à d'autres variables, met en évidence une végétation xérophile et dégradée, la somme des deux fraction étant égales, la valeur moyenne de la MO et de l'eau utile étant aussi égales (tabl.60, fig. 29).

Lorsque l'importance des deux fractions est rangée vers un seul côté de l'axe1, ce sont alors les sables totaux qui sont discriminatoires.

On a un milieu édaphique à qualité trophique importante lorsque les ST sont faibles et un milieu édaphique à faible qualité trophique lorsque les ST sont importants, ce qui signifie en réalité une plus grande importance du rôle de la fraction fine argileuse et /ou limoneuse et par conséquent celui du complexe organo-minéral.

Tableau 60 : valeurs moyennes des fractions sableuses des individus du 2ème horizon se situant de part et d'autre des axes 1 et 2 et leur relation avec la qualité trophique et l'état de la végétation

Variables	Axe1		Axe2	
	<0	>0	>0	<0
SF	20	13	24	9
SG	23	14	12	25
ST	43	27	36	34
MO	2.50	5.30	3.8	3.8
eau utile	10	12	11	11
	faible qualité trophique	qualité trophique importante	végétation ouverte et xérophile	végétation a ambiance forestière

Si nous tentons de représenter le schéma textural de la carte 1-2 de l'horizon 1 afin de confronter cette analyse, nous constatons que celle ci reste entièrement valable.

Les figures 29 et 30 montrent clairement le rôle primordial de la texture, les fractions sableuses apparaissent discriminantes de l'état de la végétation et la fraction plus fine de la qualité trophique du sol.

Il existe une corrélation entre ces valeurs de texture et le climat qui agit aussi sur la végétation ainsi que sur les autres variables édaphiques, celles ci ont également un rôle primordial dans cette discrimination.

La végétation des groupements à *Quercus ilex* et son aire bioclimatique dans notre région, ne permettent pas une importante néoformation de kaolinite, qui se produit en milieu acide et en climat chaud.

Les sols que nous étudions sont en majorité saturés en alcalino terreux et de pH neutre, ce qui favorise plutôt selon Trichet (1969 in Duchaufour 1970) une néoformation d'argiles riches en silice ou leur conservation dans le profil

Tableau 61 : valeurs moyennes des fractions sableuses des individus se situant de part et d'autre des axes1 et 2 (1^{er} horizon) et leur relation avec la qualité trophique et l'état de la végétation

Variables	Axe1		Axe2	
	>0	0<0	>0	<0
SF	19.5	13	23.45	9
SG	23	12.5	9.35	26
ST	42.5	25.50	33	35
MO	5.20	11.0	7.8	8
Eau utile	10.3	13.8	12.2	12
	Faible qualité trophique	Qualité trophique importante	Végétation ouverte et xérophile	Végétation a ambiance forestière

A pH neutre la solubilité de l'aluminium est très faible, ce qui entraîne une plus grande absorption de la silice par cet élément et la néoformation d'argiles 2/1 devient privilégié.

L'explication que l'on peut donner à la répartition de la kaolinité sur l'axe2, c'est, d'une part un milieu relativement plus chaud du côté positif ce qui favorise plus en moins une néoformation de kaolinite assez élevée qu'en milieu plus frais du côté opposé, de même l'importance de la couverture végétale rend ce milieu plus confiné, ce qui empêche une perte élevée de silice au vu de l'importance des précipitations qui sont nettement plus élevées de ce côté de l'axe 2

La présence de la chlorite correspond aux seules régions de l'Atlas Blidéen et de Miliana qui sont les plus au nord, elle correspond donc à une pluviosité et une végétation plus importantes. La kaolinite est plus rarement présente dans ces milieux.

Les paramètres bioclimatiques constituent la seule explication quant à la différence en nature d'argile.

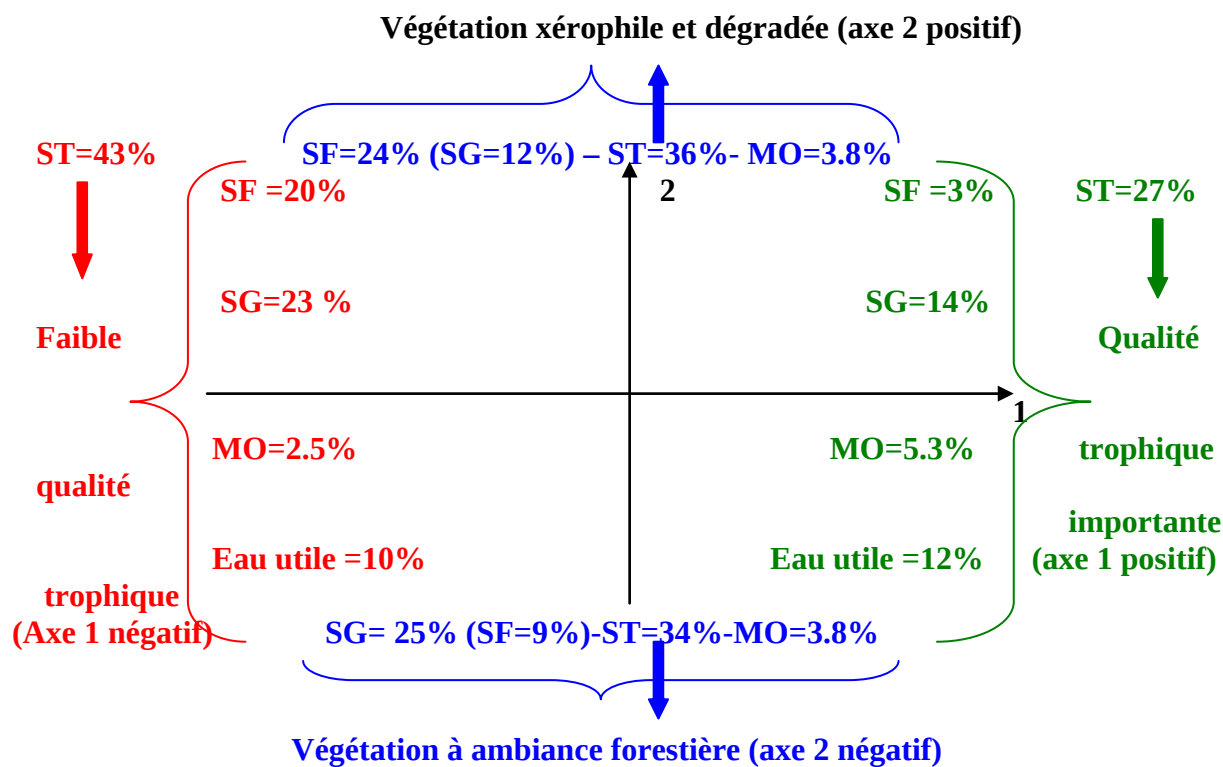


Figure 29 : représentation graphique du tableau 60 suivant le plan des axes 1 et 2 (H2)

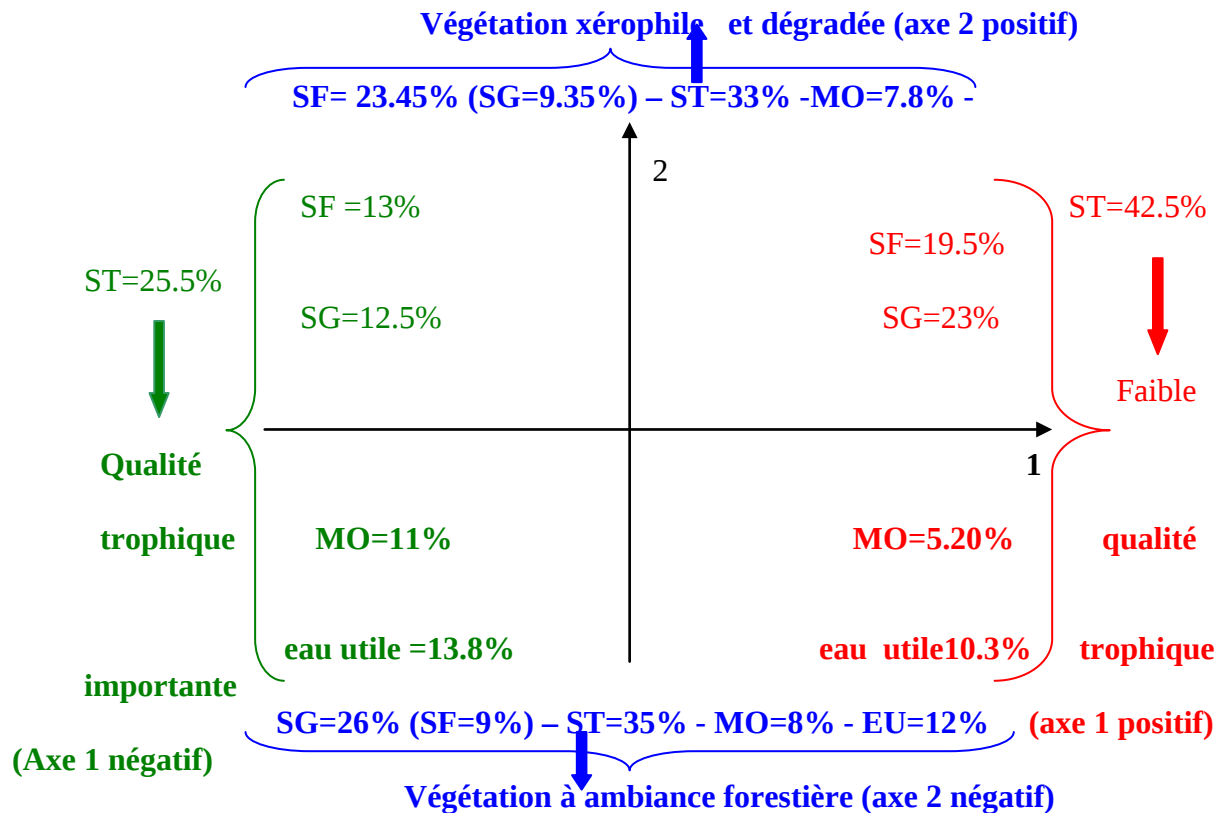


Figure 30 : représentation graphique du tableau 61 suivant le plan des axes 1 et 2 (H1)

4.4.4.3 Signification de la troisième composante principale (tabl.62)

L'information rapportée par cette composante principale est de 39.55%.

Elle exprime comme pour l'horizon 1 la teneur en éléments fins et grossiers du sol, mais également celle des limons grossiers

Les argiles participent aussi de la même façon avec la fraction fine, mais avec une représentativité moyenne, même constatation pour le calcaire actif et le calcium du côté opposé.

Tableau 62 : corrélations entre variables actives et la 3ème composante principale

Var	Axe3	Var	Axe3
FF	-0.72	A	-0.47
FG	0.72	LG	0.73
pHe	0.26	SF	-0.09
CA	0.42	SG	-0.16
N	-0.42	PF4.2	-0.03
C/N	0.13	PF3	-0.07
MO	-0.17	PF2.5	-0.02
Ca	0.40	KAO	0.03
CEC	0.29	CHLO	-0.02

4.4.4.3.1 Liens et corrélations entre variables

La fraction fine est négativement corrélée aux LG ; La fraction grossière est négativement corrélée aux argiles

4.4.4.3.2 Milieux édaphiques discriminés (Fig. 31)

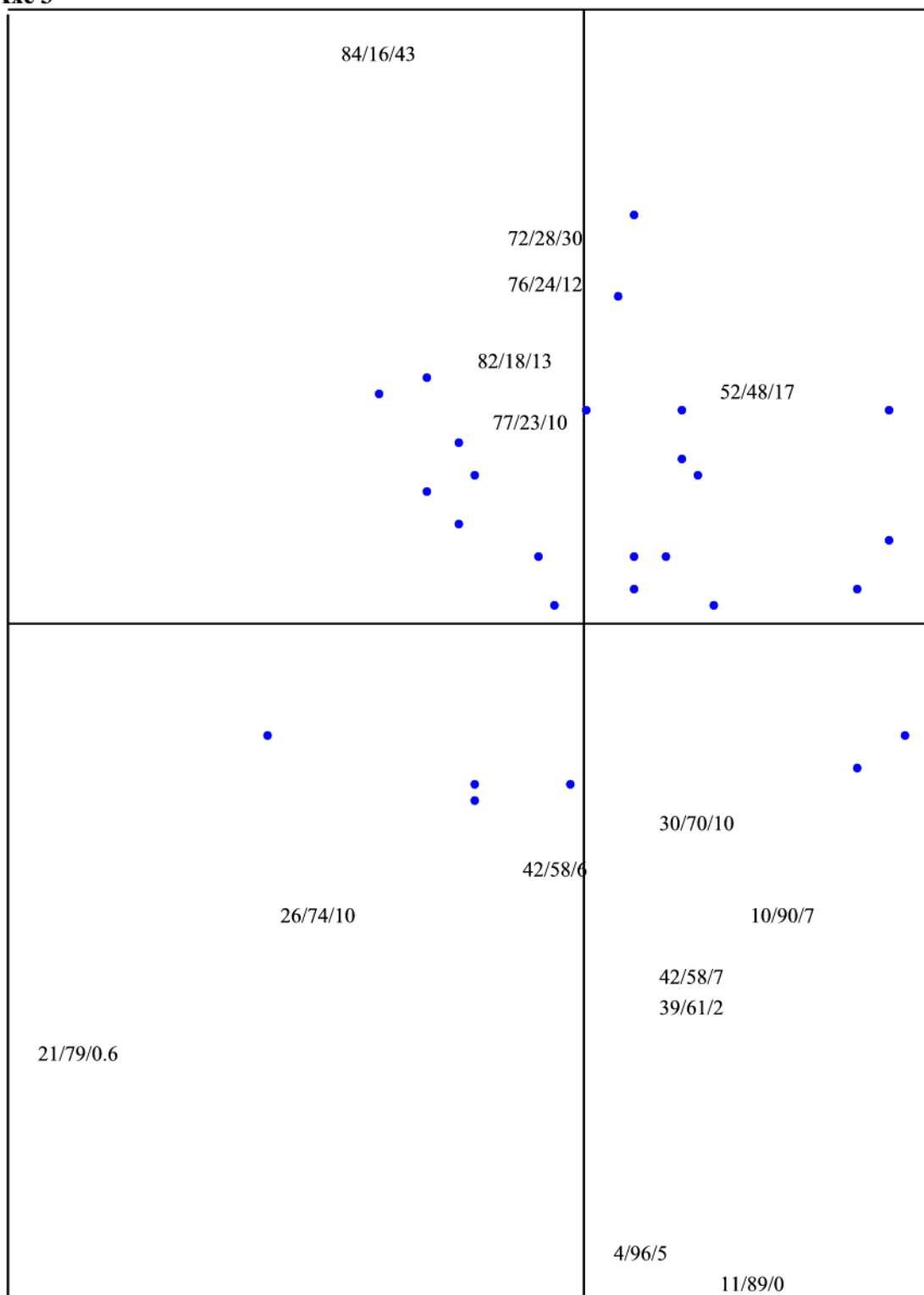
Les individus de la carte 1/3 sont repartis suivant un alignement presque vertical avec l'axe3, ils sont de ce fait presque uniformément repartis sur l'axe1 et la qualité trophique de ces individus est également presque équivalente

L'observation de la carte 1/3 des individus, ne montre pas une répartition homogène selon l'état de la végétation.

La répartition de ces individus n'est pas compatible avec les groupements floristiques déterminés et aucune relation n'a pu être établie sur cet aspect.

De part et d'autre de l'axe3, nous avons à la fois une végétation dégradée et forestière.

Axe 3



Axe 1

Fig.31 : Individus corrélés suivant axe 3 de la carte ACP 1-3 et valeurs des variables liées à cet axe suivant l'ordre ci-après : % FG, % FF et % LG.

4.4.4.4 Signification de la quatrième composante principale (tabl.63)

La qualité globale du plan 1/4 est de 35%. Cette composante traduit comme pour l'horizon1, le degré de minéralisation de la MO, indiqué par le gradient de C/N.

Elle traduit également un gradient de calcium échangeable et de la capacité d'échange cationique auquel cet élément est principalement lié.

Tableau 63 : corrélations entre variables actives et la 4^{ème} composante principale

Var	Axe4	Var	Axe4
FF	-0.05	A	-0.31
FG	0.05	LG	0.23
pHe	0.07	SF	0.04
CA	0.19	SG	-0.04
N	0.15	PF4.2	-0.20
C/N	0.59	PF3	0.04
MO	0.56	PF2.5	0.04
Ca	-0.57	KAO	0.08
CEC	-0.56	CHLO	0.38

4.4.4.4.1 Liens et corrélation entre variables actives.

C/N est corrélé principalement à la matière organique avec un coefficient de 0.81

Le calcium est corrélé au complexe absorbant avec un coefficient de 0.87

4.4.4.4.2 Milieux édaphiques discriminés (Fig. 32)

En général le C/N du 2^{ème} horizon est plus faible que pour le 1^{er} horizon (tabl.64).

Il varie de 4 à 32 pour l'horizon 1 et de 0.78 à 16.5 pour l'horizon 2.

On note cependant que certains relevés situés du côté positif de l'axe 4 ont un C/N supérieur ou équivalent à celui du 1^{er} horizon.

Tableau 64 : variation de C/N avec le 1^{er} et le 2^{ème} horizon

C/N	H1	H2
C/N élevé	Axe4 <0 12 - 32	Axe4 >0 7 – 16.5
C/N bas	Axe4 > 0 4 - 11	Axe4 <0 0.78 - 6

Pour les cartes 1/4 des deux horizons, deux relevés sont exceptionnels car situés très en retrait du reste des individus, ce sont le R76 pour le 1^{er} horizon et le relevé70 pour le 2^{ème} horizon, ils indiquent des valeurs de C/N élevées.

La végétation des ces deux relevés est un matorral dense à chêne vert et cytise et ce sont tous deux des relevés du groupement floristique IV1. Ceci montre l'importance de la végétation et de la densité du couvert végétal sur le rapport C/N

Ces deux paramètres ne sont cependant pas les seuls facteurs prépondérants car certains relevés appartenant aux mêmes groupements comme le R55, R73 et R75, définis par le même type de végétation ont un rapport C/N bas.

Ce sont donc d'autres facteurs édaphiques qui sont également impliqués avec bien sûr l'influence du climat et du microclimat qui sont aussi prépondérants.

Nous observons enfin que si pour un rapport C/N élevé la végétation est claire ou dense, pour les C/N bas il s'agit de végétation à couvert clair.

La dégradation a une influence sur la diminution de ce rapport par éclaircissement de la couverture végétale.

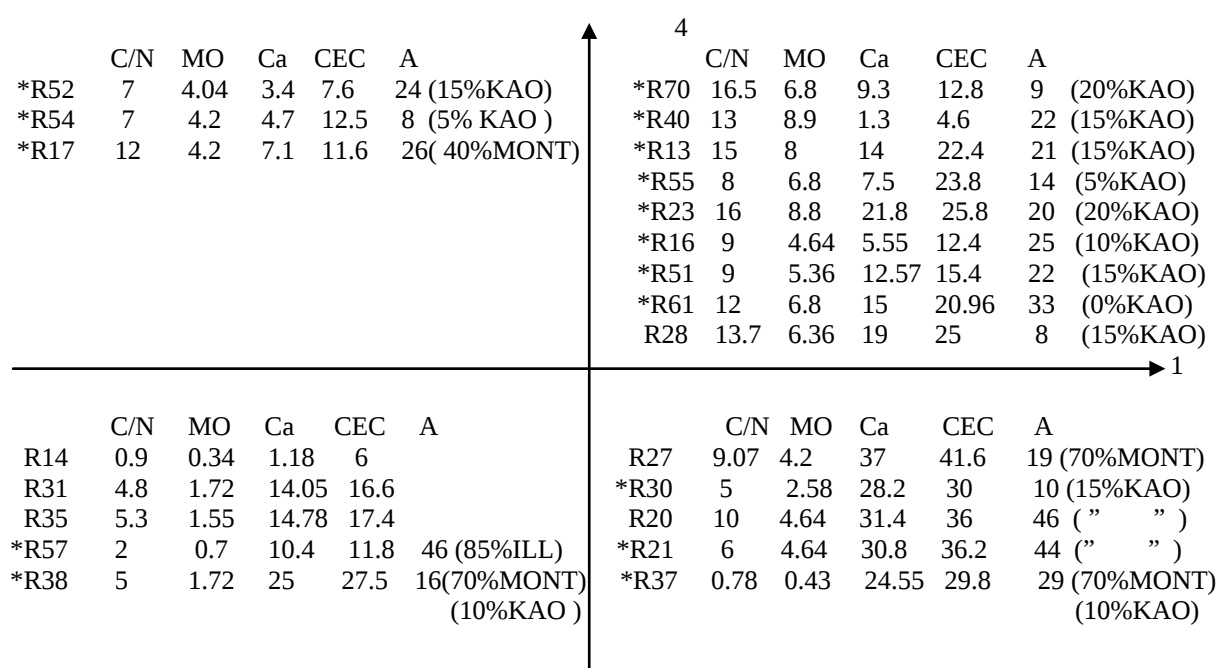


Figure 32 : carte 1/4. Valeurs de C/N, MO, Ca, CEC et A de Quelques relevés disposés selon les 4 plans formés par les deux axes
*** individus corrélés à l'axe 4**

CEC et MO du 1^{er} horizon de l'axe 1 ont une meilleure corrélation (0.50), ils forment avec Ca un ensemble lié.

Concernant l'horizon 2, pour l'axe 1, CEC et MO ne sont plus corrélés (0.18 de corrélation) par contre pour l'axe 4, Ca et CEC sont inversement corrélés a MO (tableau 63).

En effet, sur cet axe nous voyons bien que les valeurs de MO ne suivent pas une progression linéaire avec celles de la CEC, aux fortes valeurs de MO ne correspond pas nécessairement des valeurs de CEC élevées. Du côté positif de l'axe 4 de la figure 32 ces valeurs de CEC sont nettement plus basses que celles des individus ayant des taux de MO plus faibles (côté négatif).

Lors de l'interprétation du tableau 56 nous avons expliqué la légère différence de CEC entre H1 et H2 chez les individus à faibles valeurs trophiques, avec MO légèrement supérieure pour H1 par justement des valeurs de MO faibles pour les deux horizons (2.50% et 5.20%)

A la suite de la signification de l'axe 4, nous constatons bien que CEC et MO ne progressent pas nécessairement d'une manière linéaire, toutefois pour cette analyse nous n'avons pas inclus l'argile car non active pour cet axe, mais qui est aussi prépondérante que la MO dans l'importance de la CEC.

Les valeurs de l'argile reportées à titre indicatif sur la figure 32 ne montrent pas une certaine proportionnalité avec ceux de la CEC au sens mathématique mais nous remarquons que pour des valeurs élevées de CEC (axe4 <0) correspond des valeurs élevées de A, à l'inverse de l'axe4 positif ou les valeurs de A et CEC sont plus faibles et encore faut il pour estimer cerner la variation de la CEC avec ses deux paramètres constitutifs tenir compte également de la nature de l'argile qui est aussi prépondérante.

A l'exemple du R27 avec un taux d'argile moyen et équivalent à ceux des relevés opposés, mais sa nature montmorillonitique à 70%, donne une CEC relativement élevée ; même observation pour le R37 qui a un taux de MO très faible (0.43%).

On pourrait supposer d'après le R37 que l'argile a le 1^{er} rôle dans le pouvoir absorbant du complexe argilo-humique, cependant la valeur moyenne de la capacité d'échange cationique donnée par Duchaufour(1970) pour les composés humiques est de 300 à 500 m.e.q par 100 grammes, elle est donc plus élevée que les différentes argiles.

En fin de compte il faut considérer la teneur en MO ainsi que la proportion de MO humifiée qui peut former des complexes colloïdaux.

Il faut aussi considérer la teneur en argile ainsi que leur différentes nature avec leurs proportions.

Il faut également considérer le calcium échangeable qui est d'ailleurs bien corrélé à la CEC, il conditionne l'évolution de la MO et la nature du complexe argilo-humique selon Duchaufour (1970).

Les variables édaphiques qui caractérisent cet axe, ne donnent également pas une distribution homogène des relevés.

Il n'y a pas de relation avec les groupements végétaux déterminés avec L'AFC.

4.4.4.5 Signification de la sixième composante principale (Tabl.65)

La qualité de la représentation de la carte 1/6 est de 31%.

La corrélation de l'argile à cette composante est de 0.64 (tabl.65)

Tableau 65 : corrélation entre variables actives et composante principale n°6

Var	Axe6	Var	Axe6
FF	-0.24	A	0.64
FG	0.23	LG	-0.24
pHe	0.01	SF	0.28
CA	-0.93	SG	-0.21
N	-0.30	PF4.2	0.05
C/N	0.27	PF3	-0.12
MO	0.05	PF2.5	-0.02
Ca	0.05	KAO	0.12
CEC	-0.04	CHLO	0.23

Cette composante principale traduit un gradient de la fraction argileuse, celui ci augmente du côté négatif vers le côté positif pour les individus à forte contribution.

Pour l'horizon 1, l'argile en tant que fraction granulométrique n'est pas active, c'est sa nature qui distingue l'axe 6 par la kaolinite ; son importance apparaît donc seulement avec l'horizon 2 et à la 6ème composante.

Nous signalons tout de même pour l'horizon1 que l'argile n'est pas aussi moins importante, le terme d'inactive qui est usuel en analyse de données n'est pas tellement adéquat dans notre étude du milieu, car la CEC présente une forte corrélation avec le 1^{er} horizon et nous venons de voir avec l'axe 4, la relation entre la CEC et l'argile qui constitue en fin de compte avec la MO le complexe argilo-humique.

L'argile est donc plus importante en profondeur à cause notamment de l'effet d'entraînement de ces particules sous l'action de la pluviosité

4.4.4.5.1 Liens et corrélation entre variables

La corrélation de l'argile avec les autres paramètres est faible.

Elle est négativement corrélée aux limons grossiers avec un coefficient de -0.44

4.4.4.5.2 Milieux édaphiques discriminés

Les relevés sont uniformément répartis le long de l'axe6, l'importance de l'argile suit donc une progression linéaire pour les individus à forte contribution.

La teneur en argile dans un solum dépend tout d'abord de la nature de la roche mère, du climat, du relief, de la végétation, de la texture du sol ainsi que de la teneur en calcaire actif du sol.

Les carbonates de calcium constituent des complexes argile-humus-calcium, qui bloquent le lessivage d'argile, celui ci ne se produit qu'après decarbonatation du profil.

C'est la combinaison de tous ces paramètres que nous venons de citer qui déterminent la teneur en argile dans le sol, avec bien sûr la nature de la roche mère comme condition primordiale.

Pour cela il n'existe pas de corrélation entre l'argile et les types de végétation ou de groupements végétaux déterminés sur une base purement floristique.

Les relevés des différents groupements végétaux se retrouvent ainsi de part et d'autre de l'axe6, il n'y a donc pas une corrélation entre groupements végétaux et l'argile.

Les relevés R57 et R75 qui définissent l'axe2 par leur importance relative en SG (37%et 28%), sont en fait de texture argileuse selon le diagramme textural

Nous constatons donc que sur le plan fonctionnel d'un solum, le diagramme textural ne met pas en adéquation la texture avec l'ensemble des paramètres d'un sol (paramètres trophiques et hydriques, teneur en carbonates) et ne rend pas compte d'une manière significative de la relation sol-végétation.

Sur la carte 1/2 les relevés à texture argileuse R57 et R75 sont rangés parmi les individus aux aptitudes trophiques faibles à cause justement de leur texture qui est considérée comme assez ouverte avec des teneurs en sables grossiers de 37% et 28%, dans ce cas ce n'est pas la texture d'ensemble qu'est indicatrice mais bien la proportion de chacune de ses composantes.

Par rapport à l'axe 1, c'est à dire aux variables trophiques riches et pauvres, correspond à la fois des teneurs en argile faibles et élevées.

Nous pouvons supposer que la teneur en argile n'influe pas sur ces paramètres trophiques d'une manière nette même si nous avons déjà vu que l'argile s'associe avec l'humus pour constituer un réservoir d'éléments minéraux qui seront puisés par les végétaux ou échangés avec les éléments de la solution du sol.

Est-ce aussi les limons qui ont un effet compensatoire sur le rôle des argiles ? Puisque de nombreux auteurs (Pouget 1980, Aimé 1976) considèrent la somme A + LF, qui font que l'action de la fraction argileuse sur les variables trophiques demeure inapparente.

Ainsi les relevés 58 et 30 ont une faible teneur en argile, mais avec une proportion en limons fins élevée sont de qualité trophique importante.

A ce propos, nous n'omettons pas de rappeler enfin, que l'argile est active seulement au deuxième horizon et à ce niveau les variables trophiques sont quantitativement de moindre importance par rapport au 1^{er} horizon telle la MO qui varie sur un intervalle réduit (de 2.50% à 5.03%) ; c'est pourquoi peut être nous n'observons pas l'influence de l'argile sur les paramètres trophiques.

Kadi Hanifi (1998) a trouvé une corrélation entre les variables trophiques et l'argile pour le 1^{er} horizon uniquement, dans les formations dégradées.

4.4.4.6 CONCLUSION

La figure 33, résume schématiquement la signification des différentes composantes principales.

Comme pour l'horizon un, l'importance des variables trophiques et hydriques suivantes : PF, matière organique, azote, capacité d'échange et à un degré moindre le calcium échangeable, différencient un milieu riche d'un milieu pauvre.

Lorsque pour chacun des deux horizons l'importance des deux fractions sables grossiers et sables fins est rangée vers un seul côté de l'axe1, ce sont les sables totaux qui sont discriminants. A cet effet, l'axe1, montre que le milieu édaphique est de meilleure qualité trophique et hydrique lorsque les sables totaux sont faibles. Le rôle de la fraction fine surtout argileuse est nettement souligné.

Dans cet horizon les corrélations de la matière organique et de la capacité d'échange avec la première composante principale diminuent par rapport à celles obtenues pour H1, ceci s'explique par la diminution de la matière organique en profondeur.

Le complexe trophique de certains relevés est classé faible pour H1 et relativement important pour H2, sachant que les seuils de richesse et de pauvreté ne sont pas les mêmes pour H1 et H2, le déplacement de ces relevés d'une catégorie à l'autre, indique déjà une forme d'isohumisme consécutivement à l'appauvrissement de la matière organique de l'horizon superficiel et à la dégradation de végétation.

Les variations des teneurs en eau utile en fonction de la matière organique et de la texture, ont montré la relation et le lien étroit de ces deux variables avec l'humidité d'un sol.

Enfin, nous avons constaté que l'action de la matière organique sur la rétention en eau et sur la capacité d'échange, semble apparaître au delà d'une certaine teneur.

L'axe deux, exprime particulièrement d'une part, le rôle des sables grossiers qui discriminent avec d'autres variables une végétation à ambiances forestière sur sols non ou faiblement calcaires à pH acides, neutres ou légèrement basiques et d'autre part le rôle des sables fins qui discriminent à leur tour avec d'autres variables aussi, une végétation dégradée sur sols calcaires à pH neutres ou légèrement basiques.

Des deux cotés de cet axe, les sommes des deux fractions sableuses sont égales, les valeurs de la matière organique et de l'eau utile sont alors aussi égales.

Enfin, nous pouvons dire que le plan d'axes 1-2 met en évidence d'une part l'état de la végétation en corrélation avec les fractions sableuses (sables fins, sables grossiers), d'autre part la qualité trophique en corrélation avec l'importance de la fraction fine.

Dans cet axe, l'importance relative de la kaolinite correspond à des milieux plus secs, ils représentent le chêne vert xérophile et dégradé. La chlorite coïncide plutôt avec les régions du nord, l'Atlas blidéen et Miliana, où la végétation est plus importante.

L'axe trois exprime la teneur en éléments fins (<2mm) et grossiers (>2mm) ainsi que celle des limons grossiers ; ces variables n'établissent pas une relation homogène avec la végétation.

L'axe quatre, traduit avec C/N le degré de minéralisation de la matière organique, il traduit également un gradient de calcium échangeable et de la capacité d'échange.

D'une manière générale, le C/N de H1 est plus élevé que pour le H2.

Deux relevés, l'un appartenant à H1 et l'autre à H2, à chêne vert plus cytise, représentant une forêt dense du groupement sylvatique IV1, ont un C/N élevé, ceci montre le rôle d'une végétation en équilibre avec son milieu sur l'importance de C/N.

Lorsque C/N est bas, il correspond à un couvert clair ; ceci montre également l'effet de la dégradation de la végétation sur ce rapport.

L'axe quatre ne montre pas une proportionnalité entre la matière organique et la capacité d'échange à cause d'une part des faibles teneurs en matière organique et d'autre part de la fluctuation des proportions de l'argile qui influe également sur la capacité d'échange.

Ajoutons à cela la nature de l'argile, certains relevés (fig32) montrent clairement l'importante contribution de cette argile dans l'amélioration de la capacité d'échange. Les variables qui définissent cet axe, n'établissent pas une relation homogène avec la végétation.

L'horizon deux de l'axe 6 définit la fraction argileuse. Son importance dépend de plusieurs paramètres dont le climat, la topographie, la végétation, la présence ou l'absence de calcaire, la proportion des autres fractions texturales et surtout de la nature de la roche mère.

Cette grande variabilité ne permet évidemment pas la distinction de végétation homogène sur la base de cette seule variable.

Signalons enfin le rôle compensatoire des limons fins sur les argiles pris en compte par de nombreux auteurs.

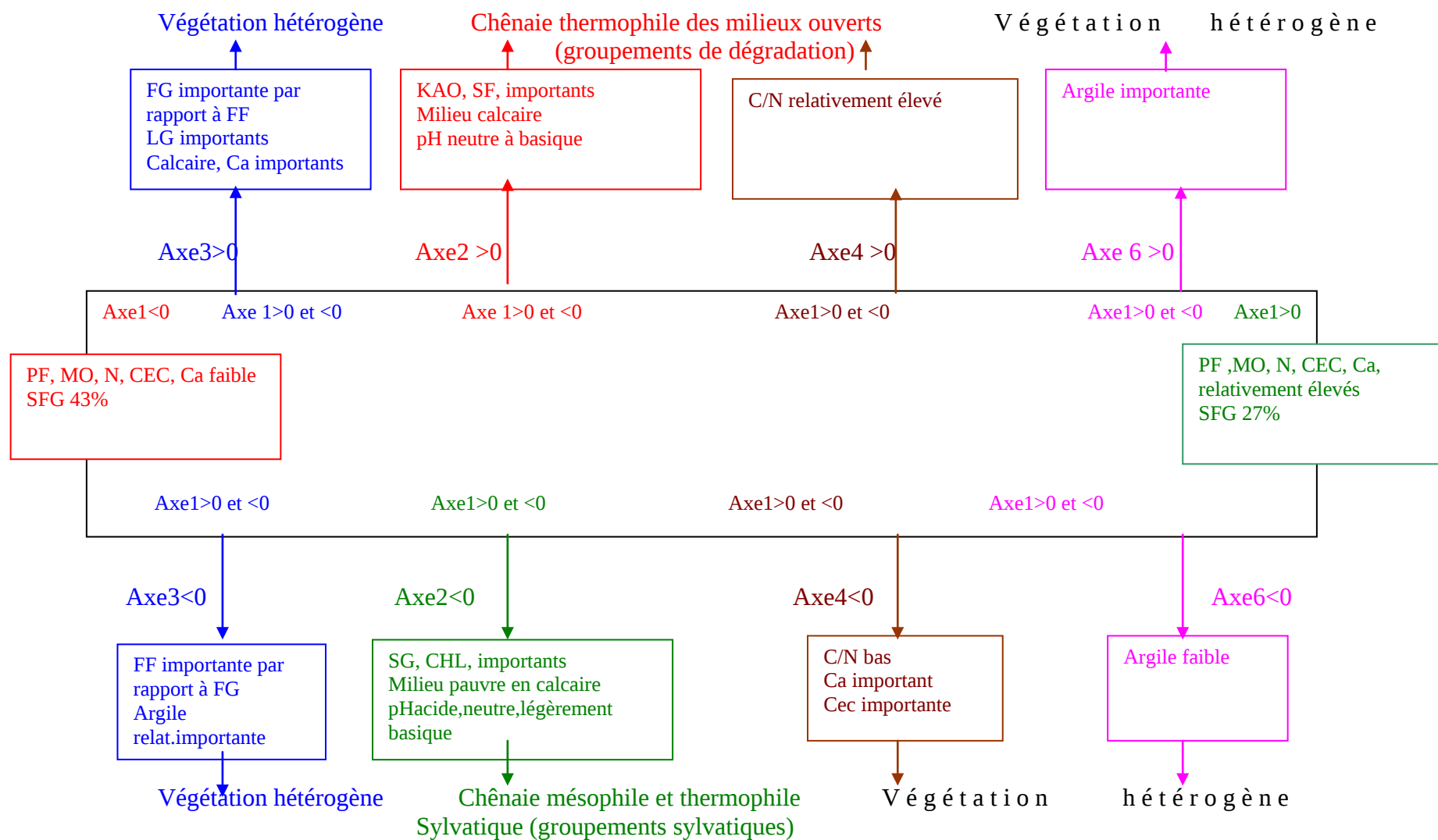


Figure 33 : représentation schématique de la signification des différentes composantes principales et lien entre variables ou groupe de variables d'après H2 avec la végétation suivant les différents plans

4.4.5 ETUDE DE LA PREMIERE ET DEUXIEME COUCHE SIMULTANEMENT (H1+H2).

La superposition des deux cartes 1/2 de l'horizon 1 et 2 traités séparément donnerait presque la même représentation que celle obtenue pour la carte 1/2 des deux horizons traités simultanément.

Ceci s'explique par les variables discriminantes qui sont les mêmes pour les 2 horizons des deux premières composantes principales.

La figure34, montre que l'intervalle de variation des variables qui définissent la 1^{ère} composante principale est distinctif entre les deux horizons, c'est à dire que seul l'axe1 sépare les relevés du H1 de ceux du H2, ce sont : MO – PF4.2 - PF3-PF2.5 - Ca – CEC - N et qui sont nettement plus élevées pour l'horizon 1.

Seuls 11 relevés de l'horizon2 sur les52 (19%) se situent dans la partie positive de l'axe1 ; pour l'horizon1 il ya presque autant de relevés dans la partie positive et négative de cet axe.

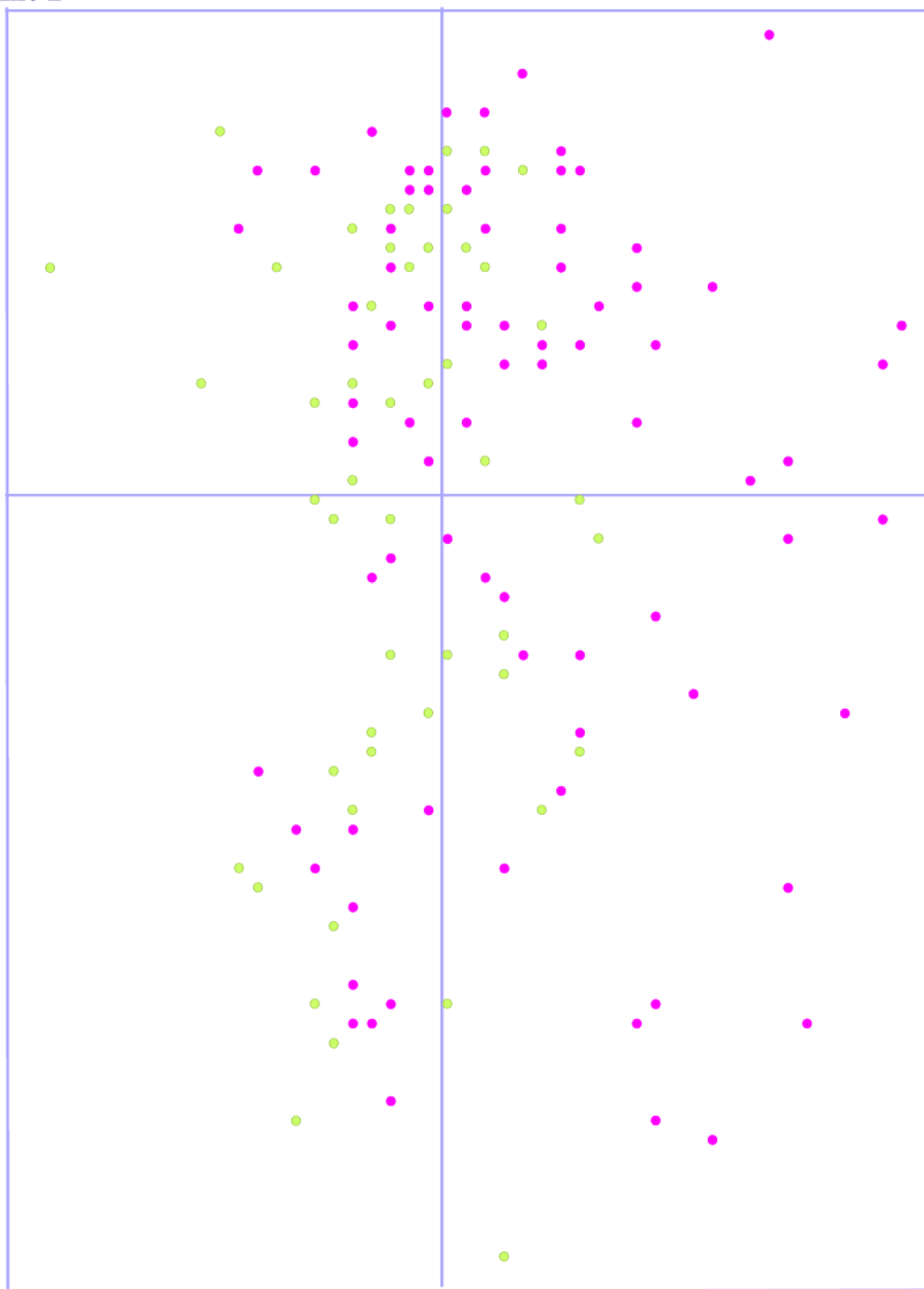
La comparaison des moyennes des variables des deux horizons (Tabl.66) montre que FF- N - C/N - MO - Ca - CEC PF4.2 - PF3 - PF2.5 diminuent en profondeur.

FG - CA augmentent en profondeur.

Le p H – SF - SG – kaolinite et la chlorite restent relativement stables entre les deux horizons.

L'horizon 1 est de meilleure qualité trophique, l'horizon 2 est plus riche en calcaire

Axe 2



AXE 1

**Figure 34 : Carte ACP 1-2 Traitement simultané de H1 et H2,
Positionnement des relevés de H1 et H2**

Tableau 66 : comparaison des moyennes entre variables actives de H1 et H2

Variables	Moyenne H1	Ecart type	Moyenne H2	Ecart type
FF	55.51	20.92	43.60	20.86
FG	44.86	21.12	56.60	20.90
pHE	7.26	0.57	7.22	0.64
pHkcl	7.00	0.65		
CT	11.26	15.79		
CA	5.44	6.91	6.87	7.63
N	0.40	0.17	0.30	0.08
C/N	11.75	5.13	7.81	3.75
MO	7.81	3.93	4.11	2.12
Ca	19.53	8.69	14.16	7.93
CEC	25.07	8.75	19.61	7.76
V	97.24	7.73		
S	24.35	8.72		
SF	16.84	10.82	16.33	12.16
SG	16.19	13.92	15.77	12.97
SFG	33.04	14.22		
PF4.2	17.24	6.22	13.75	4.06
PF3	23.40	6.45	20.13	4.77
PF2.5	29.38	7.63	25.13	5.69

**INDIVIDUALISATION DES GROUPEMENTS PHYTOEDAPHIQUES
ET LEUR CARACTERISATION ECOLOGIQUE ET FLORISTIQUE**

4.5 INDIVIDUALISATION DES GROUPEMENTS PHYTOEDAPHIQUES ET LEUR CARACTERISATION ECOLOGIQUE ET FLORISTIQUE

4.5.1 Introduction

Afin de déterminer les groupements phytoédaphiques, nous avons eu recours à la classification hiérarchique ascendante (C.A.H), les groupements sont déterminés pour la 1^{ère} couche (H1) la 2^{ème} couche (H2) puis H1 et H2 simultanément.

Outre le premier et le deuxième axe, lorsque nous considérons les variables corrélées aux autres axes, nous obtenons une hiérarchisation des variables et une discrimination de groupements assez différents de ceux que nous allons présenter.

Avec l'utilisation de la C.A.H, cet amalgame de variables a créé une certaine interférence sur celles exprimées par les deux premiers axes, à tel point où se sont d'autres variables comme la fraction fine et la fraction grossière qui deviennent les deux principaux paramètres de la subdivision des 83 relevés de H1 en deux grands ensembles.

Dans cette analyse nous n'avons donc considéré que les variables significatives pour les deux premières composantes principales de L'ACP.

Nous appelons groupement phytoédaphique un ensemble de relevés réunis par des paramètres édaphiques actifs affines et affectés par des espèces caractéristiques.

4.5.2 Individualisation des groupements phytoédaphique de la première couche (H 1)

La figure35, montre les différentes étapes de l'individualisation par des paramètres édaphiques prépondérants de 8 groupements phytoédaphiques.

La figure36, montre leur emplacement sur le plan factoriel 1-2 de L'ACP.

Les 83 relevés sont d'abord subdivisés en deux grands ensembles A et B

L'ensemble A englobe les groupements 1–2–3–4 et l'ensemble B les groupements 5–6–7– 8.

L'ensemble A réparti surtout dans la partie négative de l'axe1 (figure 36), se caractérise par l'importance relative des variables trophiques, MO (8,9%) – CEC (27.40 meq), hydriques PF4.2 (20) ; PF3 (26) ; PF2.5 (32) et du calcaire (CT : 17% ; CA : 8.30%) ainsi que par une teneur assez faible en sables totaux (25.80%).

L'ensemble B se caractérise quant à lui par une faible valeur des paramètres relatifs au complexe trophique MO (5.9%) ; CEC (21meq) ; PF4.2 (13.70%) ; PF3 (19.70%) ; PF2.5 (24.30%) et du calcaire CT (1%) ; CA (0.60%) ; les sables totaux sont plus importants (45%) nous individualiserons cependant dans cet ensemble deux groupements (7 et 6) à complexe trophique plus ou moins important.

On retrouve dans ces caractères distinctifs la signification de la première composante principale ; ceci signifie que celle –ci aboutit à la définition des grands ensembles.

La CAH nous permettra au fur et à mesure des subdivisions successives, d'obtenir des groupements plus homogènes et plus affines sur le plan des variables édaphiques.

L'ensemble A se subdivise en deux sous ensembles A1 et A2.

★Le sous ensemble A1 composé des groupements 1 et 2 se caractérise par une richesse en calcaire total et actif, égale respectivement à 30% et 14%, il occupe la partie positive de l'axe2 (fig2)

★Le sous ensemble A2 composé des groupements 3 et 4, caractérisé par de faibles teneurs en calcaire (CT : 4% et CA : 2.5%), occupe surtout la partie négative de l'axe 2. Cet ensemble distingue 4 milieux ou groupements

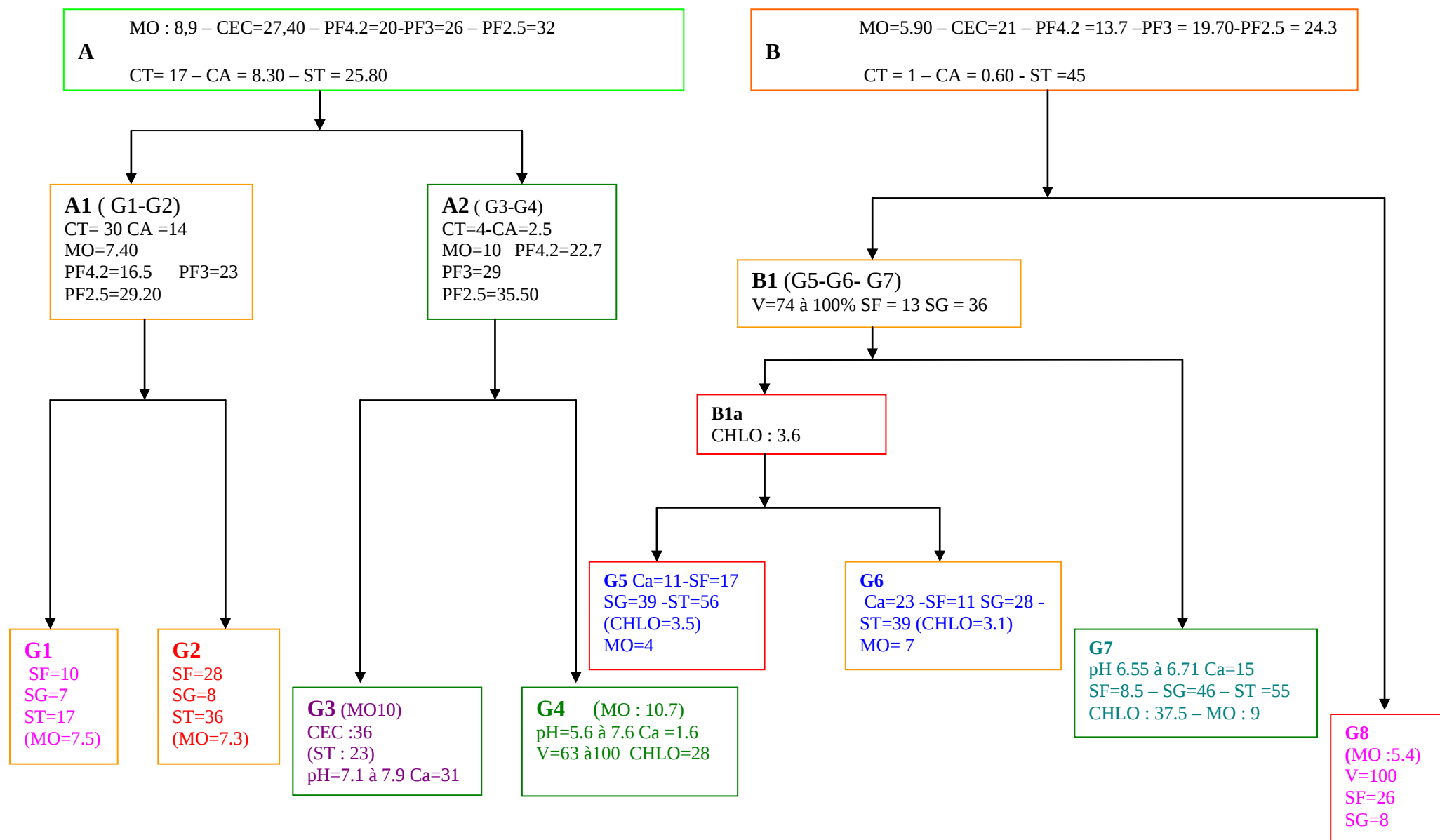


FIGURE 35 : Discrimination des 8 groupements édaphiques d'après H1 et variables distinctives

★ Dans le **groupement 1 (G1)** la teneur en sables fins, grossiers et totaux est faible, égale respectivement à 10% ; 7 % et 17%.

★ Dans le **groupement 2 (G2)** la teneur en sable fin est importante par rapport aux sables grossiers, celle des sables totaux est appréciable (SF=28% ; SG=8% ; ST=36%).

Ce groupement situé dans la partie positive de l'axe2, nous conforte dans la signification attribuée à la deuxième composante principale qui exprime un gradient des sables fins.

★ Dans le **groupement 3 (G3)** le pH est neutre à basique (pH=7.1 à 7.9) ; le calcium échangeable et la capacité d'échange cationique égale respectivement à 31 meq et 36 meq sont importants, le pourcentage de chlorite est faible. Ce groupement occupe en partie le pôle négatif de la deuxième composante principale et semble la mieux exprimer.

★ Dans le **groupement 4 (G4)** le PH est acide à basique (pH : 5.6 à 7.6), certains relevés présentent un complexe absorbant insaturé, la teneur en calcium échangeable est plus faible par rapport au groupement précédent (16meq) .Ce groupement se distingue aussi par un pourcentage de chlorite important (28%).

L'ensemble B se subdivise en un sous ensemble B1 (composé des groupements 5 – 6 – 7) et en un groupement (le G8)

★ Le sous ensemble B1 se distingue du G8 par certains sols insaturés, une faible teneur en sables fins (13%) et une teneur relativement élevée en sables grossiers (36%).

Ce sous ensemble se subdivise à son tour en deux pour donner le groupe (G7) et le sous ensemble B1a, caractérisé principalement par la faible teneur en chlorite par rapport au G7 ; B1a donnera les groupements 5 (G5) et 6 (G6).

Les subdivisions de B1 aboutissent donc à la distinction des 4 milieux édaphiques suivants :

★ Dans le **groupement 5**, les paramètres relatifs au complexe trophique (MO=4% ; PF4.2 :11.05 ; PF3 :15.8 ; PF2.5 : 19.2) et du calcium échangeable (11 meq) sont faibles. Les teneurs en sables fins, grossiers et totaux sont égales respectivement à (17% ; 39% ; 56%). Ce groupement exprime le mieux par sa pauvreté en éléments nutritifs la signification donnée à la partie positive de la première composante principale (fig.36)

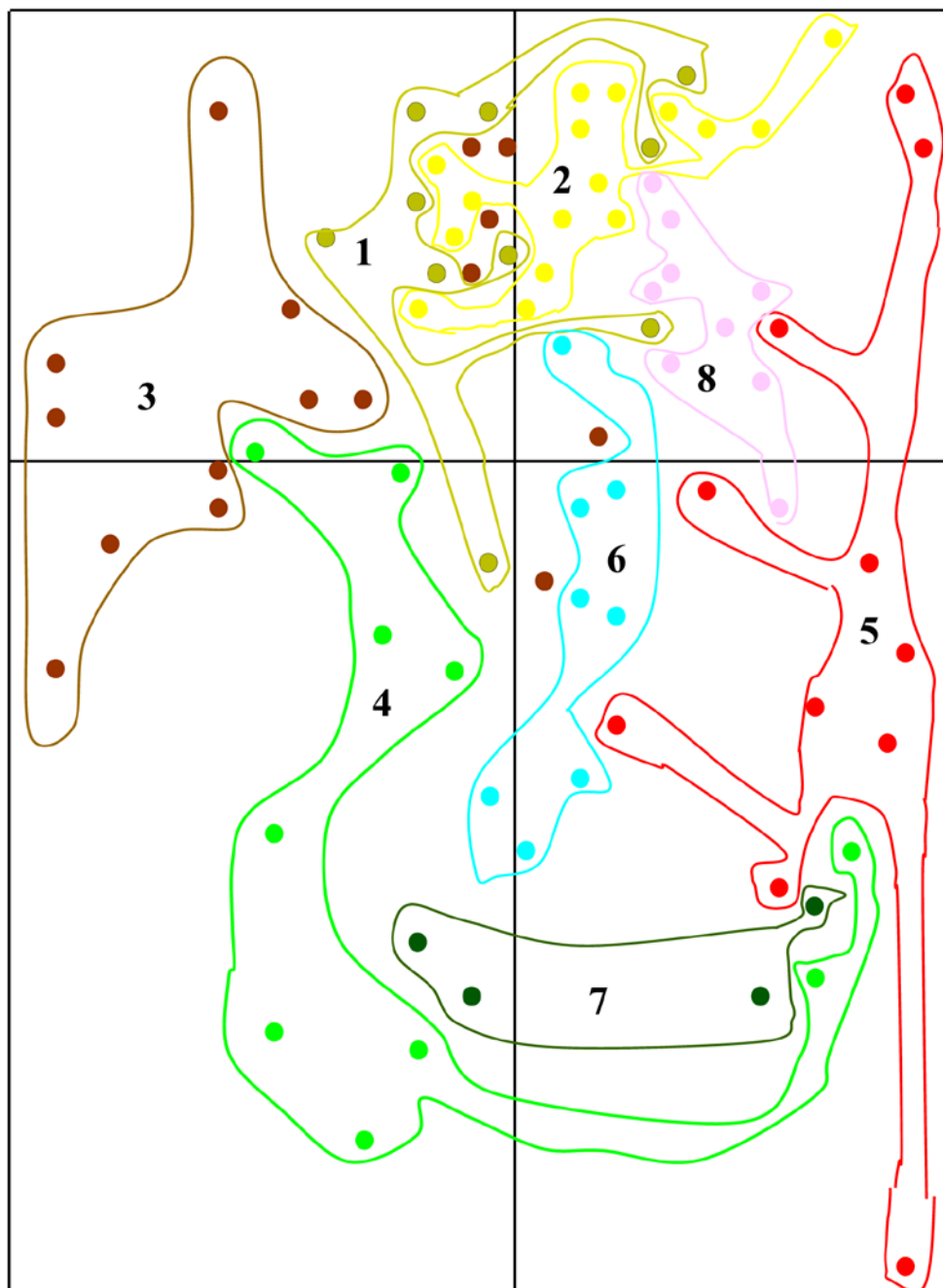
★ le **groupement 6 (G6)** : se distingue par rapport au groupement 5 par une valeur moindre en sables totaux (39%) et des valeurs plus importantes en variables trophiques, ainsi que celle du calcium échangeable (23 meq/100g).

★ Le **groupement 7 (G7)** : est constitué de 4 relevés uniquement. Par rapport aux G5, G6 et G8 il se particularise par la faible teneur en sables fins et la plus importante fraction en sables grossiers (46%) ; la chlorite est fortement présente (37.5%), le PH varie de 6.5 à 6.7

La valeur moyenne de la matière organique est relativement élevée (MO=9%) pour un groupement issu d'un ensemble assez pauvre ; le G7 occupe la partie négative de la composante principale.

★ Le **groupement 8 (G8)** : comme l'illustre la figure35, est le premier groupement individualisé par la CAH, ceci signifie qu'il est très distinct des autres groupements de sa branche, en effet sa teneur en SG est faible (8%) alors que sa valeur en SF est plus importante (SF=26%) par rapport aux autres groupements de l'ensemble édaphique

Axe 2



Axe 1

fig 36: Carte ACP 1/2. Individualisation des 8 groupements édaphiques d'après H1

G1 ● G2 ● G3 ● G4 ● G5 ● G6 ● G7 ● G8 ●

4.5.2.1 Caractérisation écologique et floristique des groupements phytoédaphiques de la 1^{ère} couche

Dans la caractérisation édaphique exposée précédemment nous n'avons pas tenu compte du degré d'humification (acides humiques totaux, acides humiques, aides fulviques).

ces variables n'ont pas été incluses dans le calcul de L'ACP parce que d'une part elle ne concernent pas la totalité des relevés et d'autre part elles n'ont été analysées que pour l'horizon1.

Dans la caractérisation écologique (Tabl. 67) nous tenons compte de ces variables dans la mesure où elles sont significatives.

Dans cette partie, chaque groupement a été caractérisé écologiquement et floristiquement. Par ailleurs, nous avons indiqué la correspondance ou la parenté de chaque groupement édaphique avec les groupements végétaux déterminés par L'AFC (sur une base floristique)

- le groupement 1 : rassemble les sols des régions suivantes :

Atlas Blidéen, Miliana, Berrouaghia et Aflou. Ces sols occupent les bioclimats SA, SH et H ; la pluviosité varie des régions les moins pluvieuses (338 mm) au sud, aux régions les plus ou moins pluvieuses (965mm) au nord ; le pourcentage moyen de recouvrement de la végétation est de 56% mais varie de 20% à 95%.

L'importance de l'amplitude de variation de ces caractères montre que ce groupement s'étale sur tout le transect, cela signifie que le long de celui-ci et du nord au sud, malgré l'écart écologique, les sols se sont réunis dans un même groupement.

Ce regroupement s'expliquerait par une affinité pédoclimatique malgré les diversités écologiques du transect.

Les formations végétales caractéristiques sont en majorité des taillis bas clairs et très clairs à chêne vert et diss.

La figure37, montre la parenté qui existe entre groupements végétaux et édaphiques, le groupement édaphique1 correspond surtout aux groupements végétaux de dégradation de la chênaie I-IV3- V2 et II2, un seul relevé correspond au groupement V1 propre à la chênaie thermophile dense forestière.

Le tableau 68 résume l'autoécologie des espèces caractéristiques de ce groupement.

L'autoécologie des espèces confirme donc l'appartenance de ce milieu aux groupements de dégradation.

Ces espèces caractérisent comme nous l'avons déjà montré un milieu édaphique où les sables sont très faiblement présents au bénéfice d'éléments plus fins, les argiles et les limons. Par rapport au milieu dégradé qu'elles désignent, la MO demeure relativement appréciable (7.5%) en raison peut être du microclimat froid et frais des variantes thermiques, de l'altitude qui facilite sa conservation, ainsi que de la fraction fine, argileuse qui conserve mieux la matière organique.

La lithologie principalement marneuse et l'altitude contribuent à maintenir ces sols avec des potentialités encore satisfaisantes.

Tableau 67 : caractères écologiques des groupements édaphiques de l'horizon 1
Les deux premiers chiffres indiquent l'intervalle de variation de la variable, le chiffre
entre parenthèses indique sa moyenne.

Groupe	Pluviosité	Bioclimat	Altitude (m)	Recouv. Végét. %	Lithologie	Relation avec les groupements végétaux
1	338-965 (716)	SA froid SH frais H frais et tempéré	780-1065 (1000)	15-95 (550)	Calcaire Marno- calcaire	Presque exclusivement dégradé
2	323-891 (470)	SA froid et frais SH frais H froid	860-1590 (1253)	35-90 (65)	Calcaire Marno-calcaire Grès et calcaire	Exclusivement dégradé
3	313-1077 (746)	SA frais et froid SH froid H frais et tempéré	310-1300 (962)	60-90 (65)	Calcaire Marnes Marno-calcaire Calcaire et schistes siliceux	En majorité dégradé
4	498-1257 (919)	SA tempéré SH tempéré H frais et tempéré	400-1300 (834)	60-95 (80)	Marno-calcaire Schistes et marnes Calcaire gréseux Calcaire schisteux	Appartient exclusivement aux groupements végétaux sylvestres
5	338-1214 (713)	SA froid SH frais, tempéré H frais	490-1390 (904)	20-90 (59)	Calcaire Grès grossiers Schistes et quartzite Couches argileuses	Hétérogène (sylvestre et dégradé)
6	544-1125 (834)	SH frais, froid H frais, tempéré	810-1215 (1038)	45-90 (66)	Argile, quartzite et grès Calcaire et schistes siliceux Couches argileuses	Hétérogène (sylvestre et dégradé)
7	1100-1257 (1186)	H frais et tempéré	1050-1300 (1162)	30-90 (67)	Marnes et calcaires Calcaire et schistes siliceux Calcaire gréseux	Presque exclusivement sylvestre
8	492-932 (714)	SA frais SH froid, tempéré H tempéré	310-1270 (924)	55-85 (66)	Argile et quartzite Argile, quartz et grès Grès et calcaire Calcaire et schistes Siliceux	Presque exclusivement dégradé

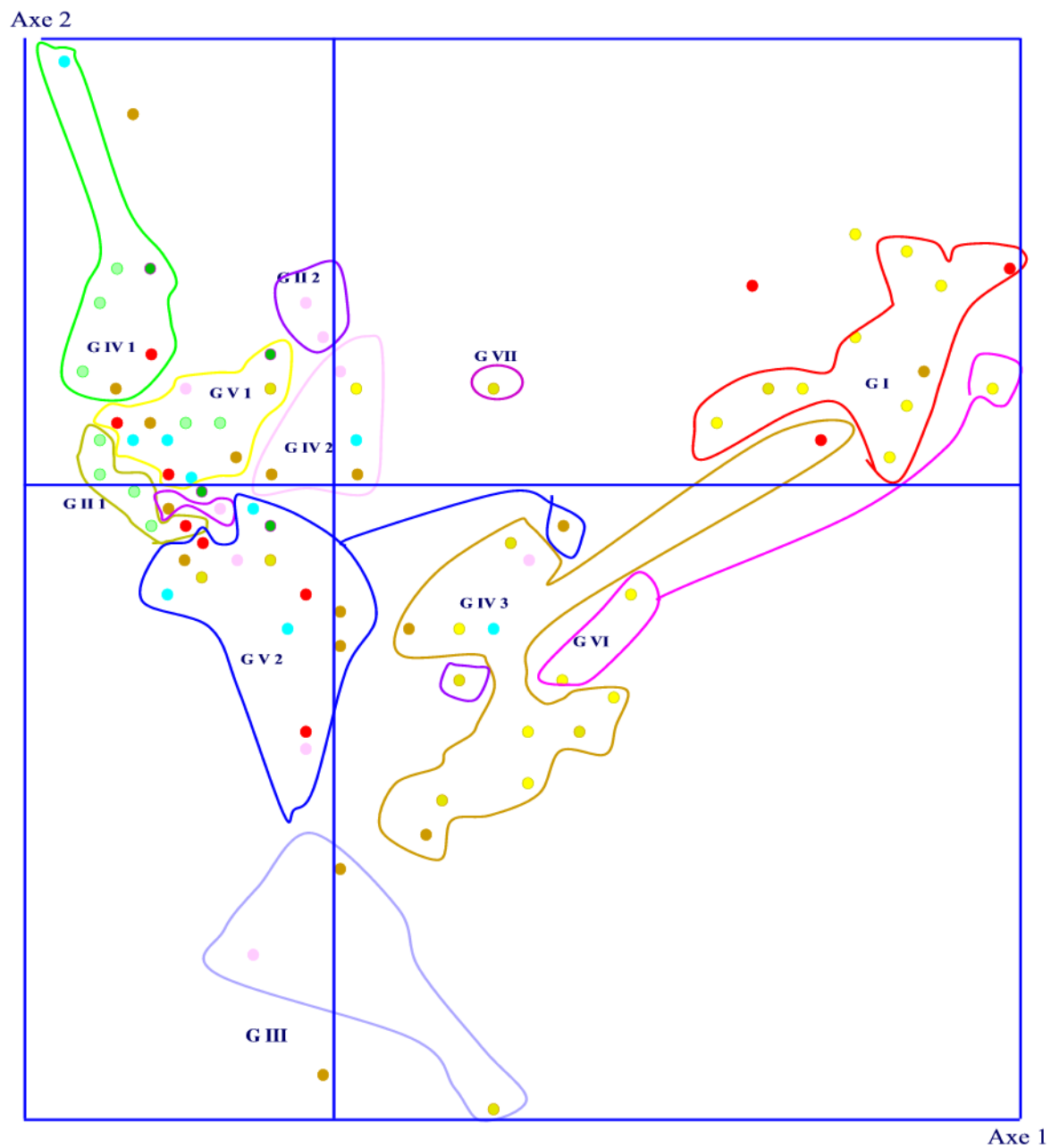


Figure 37 : Carte AFC 1-2, correspondance entre les groupements floristiques et les 8 groupements édaphiques

G1 ● G2 ● G3 ● G4 ● G5 ● G6 ● G7 ● G8 ●

(Les chiffres romains désignent les groupements végétaux et les ronds en couleurs symbolisent les groupements édaphiques)

Tableau 68 : Autoécologie des espèces du groupement 1 (H1)

<i>Especies</i>	Fr. Relati ve %	<i>Auto écologie</i>	<i>Auteurs</i>
<i>Ammoides verticillata</i>	30	Liée à la forêt	Quezel et Santa1962-1963
<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	50	Rattachée au groupe steppique Ouverture du couvert végétal	Le Houerou 1969
<i>Juniperus oxycedrus</i>	40	Il est résistant et sur stations dégradées devient dominant	kadik B. 1983
<i>Origanum floribundum</i>	30	Espèce de montagne tendance froide de la chênaie	Dahmani 1997
<i>Pallenis spinosa</i>	40	Marque l'ouverture du couvert végétal	Dahmani 1997
		Rattachée au groupement des matorrals et steppes arborées à <i>juniperus turbinata</i> et alfa	Bouzenoune 1984
		Saxicole	Celles 1975
<i>Thymus hirtus</i>	70	Rattachée aux sols à encroutement aux Aurès	Kadik B 1983
		Rocailles des montagnes	Quezel et Santa 1962-1963

Le groupement 2 : ce groupement représente les sols des régions de Berrouaghia, Theniet El Had et Aflou, il exclut donc ceux des régions du nord. Le bioclimat est le SA et SH seul un relevé appartient à l'humide, l'intervalle de variation de la pluviosité est grand, il est de 323mm à 891 mm avec une moyenne de 470 mm c'est le groupement le moins pluvieux, alors que l'altitude moyenne est la plus élevée (1253m). Le recouvrement moyen de la végétation est de 65% et les formations végétales caractéristiques sont notamment des taillis clairs à chêne vert et alfa, cette espèce montre qu'il s'agit effectivement d'un milieu xérique. Ce groupement s'apparente notamment aux groupements végétaux I – IV3 et VI, ce sont des groupements de dégradation avancée de la chênaie, le groupement 1 réunit les formations xérophiles.

Le tableau 69 rassemble les espèces caractéristiques et leur autoécologie.

On peut également citer comme espèces caractéristiques de ce groupement :

Centaurea parviflora 25%

Hyoseris radiata 31%

Tableau 69 : Autoécologie des espèces du groupement 2

Espèces	Fr. Relati ve %	Auto écologie	Auteurs
<i>Alyssum granatense</i>	50	Espèce rupicole et des matorrals	Kadik B. 1983
<i>Atractylis cancelata</i>	31	Espèce de pelouse sur sols argilo limono sableux Liée aux matorrals bas très clairs	Alcaraz 1982 Kadik B. 1983
<i>Asperula hirsuta</i>	25	Croît dans les champs	Quezel et Santa 1962-1963
<i>Bromus rubens</i>	44	Espèce du SA froid	Djellouli 1981
<i>Carlina lanata</i>	38	Rattachée à la forêt de pin d'alep	Djebaili 1978
<i>Echinaria capitata</i>	25	Espèce steppique Rattachée au taillis moyen et bas à chêne vert	Le Houerou 1969 Dahmani 1984
<i>Helianthemum virgatum</i>	38	Liée aux groupements des steppes à alfa Espèce xérique	Bouzenoune 1984 Kadik 1983
<i>Leuzea conifera</i>	25	Liée aux forets claires à chêne vert et pin d'alep	Djebaili 1978
<i>Minuartia campestris</i>	25	Pelouses et rocailles	Quezel et Santa 1962 1963
<i>Polycnemonum fontanesii</i>	31	Indique les sols plus ou moins humifères, calcaires des forêts et matorrals et steppes	Pouget 1980
<i>Stipa tenacissima</i>	31	Indifférente à la nature chimique des sols semble préférer les sols bien drainés à texture grossière Calcicole	Achour 1983 Aimé 1991
<i>Teucrium polium</i>	25	Caractérise les milieux ouverts	Aimé 1991
<i>Xeranthemum inapertum</i>	38	Espèce steppique Liée au matoral bas clair	Le Houerou 1969 Kadik L.1984
<i>Ziziphora hispanica</i>	38	Pelouses arides	Quezel et Santa 1962-1963

Stipa tenacissima préfère selon Achour (1983) les sols bien drainés à texture grossière, elle caractérise ce groupement qui a une teneur en sables totaux de 36% dont 8% SG et 28% SF en vérifiant la texture des sols qui composent ce groupement, nous constatons qu'ils sont limoneux et appartiennent en majorité à la classe texturale équilibrée. Il est toutefois connu

que dans les formations à alfa, cette espèce est préférentielle des sols à texture grossière. Nous faisons remarquer à ce propos, que dans nos relevés, l'alfa ne constitue pas des formations dominantes ; il est donc important de considérer l'auto écologie des espèces que nous donnons pour chaque groupement édaphique dans le contexte de notre échantillonnage.

Stipa tenacissima, *Polycnemum Fontanesii* sont calcicoles et donc caractéristiques de ce milieux calcaire.

Le groupement 3 : les sols de ce groupement se situent en majorité sur l'axe Atlas Blidéen, Berrouaghia, Theniet El Had ; sur le climagramme, ils occupent les 3 étages : le SA, SH et H les variantes sont froides, fraîches et tempérées

L'altitude varie de 310m à 1300 m, la pluviosité varie également en fonction de ces extrêmes, elle est de 313 mm à 1077mm avec une moyenne de 746mm

Les formations végétales sont des matorrals, taillis et forêts claires peu denses et denses à chêne vert phillaire, diss et genêt.

Ce groupe édaphique rassemble des milieux de dégradation et quelques milieux sylvatiques. Ce groupement est basé sur un taux de calcium relativement élevé dû à un substratum géologique marno-calcaire.

Aussi ce groupe comme nous l'avons déjà signalé présente une teneur en MO de 10% qui s'expliquerait par une dégradation de la végétation non suivie par celle du sol .Le groupe 3 correspond aux groupements végétaux en majorité de dégradation IV3, IV2, V2, VII et I, où les espèces caractéristiques et leur écologie figurent dans le tableau ci-après

Tableau 70 : Autoécologie des espèces du groupement 3

Espèces	Fr. Relative %	Auto écologie	Auteurs
<i>Asparagus acutifolius</i>	60	Tendance fraîche forestière	Aimé 1976
<i>Clematis flammula</i>	50	Milieu à forte densité du couvert	Khelifi 1987
<i>Daucus carota</i>	40	Lieux humides	Quezel et Santa 1962-1963
<i>Phillyrea angustifolia</i>	50	Espèce thermoxérophile Thermophile	Aimé 1975 Khelifi 1987

Ces quelques espèces thermoxérophiles ou de milieux humides montrent l'hétérogénéité végétal du milieu édaphique

Le groupement 4 : les sols de ce groupement appartiennent aux régions de l'atlas Blidéen et de Miliana, c'est le groupement qui se situe le plus au nord de notre transect, la variation de la pluviosité est de 498 mm à 1257mm la moyenne annuelle est de 919mm

Le bioclimat s'il comprend le SA, SH et l'H, penche plus vers l'humide avec 6 relevés sur 10 pour cet étage, 2 relevés appartiennent au SH et les autres au SA.

Le recouvrement de la végétation est le plus important (80%).

Tableau 71 : Autoécologie des espèces du groupement 4

Espèces	Fr. Rel. %	Auto écologie	Auteurs
<i>Asplenium adiantum nigrum</i>	30	Indicatrice des lieux ombragés Franchement forestière indique sols profonds, frais et riches en humus	Abdessemed 1981 Khelifi 1987
<i>Arbutus unedo</i>	30	Mésophile Tendance acidophile Indique un substrat siliceux	Barbero et Loisel 1983 Passama 1970 Dahmani 1997
<i>Clematis cirrhoza</i>	50	Liane, a ambiance forestière S'installe dans toute la zone bien arrosée du littoral	Quezel et santa 1962-1963
<i>Cytisus triflorus</i>	40	Tendance fraîche forestière Affinité avec sols profonds frais et riches en humus Indique profondeur et humidité du sol	Aimé 1976 Khelifi 1987 Zeraia 1981
<i>Daphne gnidium</i>	50	Révélation d'un déficit hydrique dans le sol	Aimé 1976
<i>Galium mollugo</i>	40	Dans les forêts claires	Quezel et santa 1962-1963
<i>Geranium robertianum</i>	40	Recherche lieux ombragés frais Et humides	Schoenberger 1970
<i>Galium rotundifolium</i>	40	Sols profonds frais et riches en humus	Khelifi 1987
<i>Pistacia lentiscus</i>	40	Espèce préforestière et thermoxérophile	Aimé 1975 et 1991
<i>Phillyrea media</i>	50	Espèce préforestière	Aimé 1991
<i>Rubia peregrina</i>	50	Recherchent lieux ombragés Frais et humides	Schoenberger et salsac 1970
<i>Rubus ulmifolius</i>	70	Caractérise la chênaie mésophile	Dahmani 1997
<i>Satureja vulgaris</i>	40	Dans le tell et en montagne	Quezel et Santa 1962-1963
<i>Smilax aspera</i>	60	Liane des milieux à couvert dense	Khelifi 1987
<i>Tamus communis</i>	60	Chênaie mésophile	Dahmani 1997
<i>Origanum floribundum</i>	30	Espèce de montagnes, tendance froide de la chênaie	Dahmani 1997

Les formations végétales sont des taillis et matorrals denses à chêne vert et *Phillyrea media*, on note également la présence de la cytise ainsi qu'une formation à chêne vert et cèdre, notre groupement est donc caractérisé par une végétation nettement sylvatique, celle ci est réunie dans un même ensemble, uniquement par la confrontation des seuls paramètres édaphiques. Sol et végétation constituent deux écosystèmes convergents, la végétation forestière maintient son équilibre grâce à l'apport d'un milieu édaphique qu'elle a contribué à façonner sous l'influence du climat comme facteur commun de développement ou de pédogenèse. On peut parler d'un écosystème sol - végétation non pas au sens nominatif, mais au sens fonctionnel défini par une relation mutuelle interdépendante.

Dans le tableau 71, nous donnons les espèces caractéristiques.

Nous remarquons la présence de *Daphne gnidium* qui est révélatrice selon Aimé 1976 d'un déficit hydrique au milieu d'espèces fréquentant plutôt les milieux ombragés, frais et humides telle que *Rubia peregrina* et *Rubus ulmifolius*. Toutes ces espèces sont propres au groupement végétal II1, ses relevés appartiennent à ce groupement édaphique et sont en effet de pluviosité moyenne assez faible (590mm), le rôle du microclimat est dans ce cas prépondérant afin de maintenir une végétation à ambiance forestière dans des conditions climatiques plutôt défavorables. Le rôle du pédoclimat est aussi prépondérant, il se distingue par une teneur moyenne en eau utile appréciable (16.7%) la présence de *Daphne gnidium* s'explique peut être par une sorte de "milieux compromis" ou la faible pluviosité lui est favorable alors que le microclimat et le pédoclimat sont plutôt favorables aux autres espèces affectionnant les milieux plus humides

Nous citons les espèces suivantes également comme caractéristiques :

<i>Asplenium trichomanes</i>	30%	<i>Specularia perfoliata</i>	50%
<i>Blakstonia perfoliata</i>	40%	<i>Sinapis pubescens</i>	40%
<i>Blansaea glaberrima</i>	40%	<i>Leontodon hispidulus</i>	40%

Le groupement 5 : réunit 3 relevés D'Aflou et 7 relevés importants de l'atlas Blidéen, nous observons alors l'écart de variation important de la pluviosité et celle de l'altitude, la première varie de 318mm à 1214 mm avec une moyenne de 713mm, la seconde varie de 490m à 1390m avec une moyenne de 904m ; le bioclimat également varie du SA froid pour les relevés d'Aflou au SH tempéré et H frais pour ceux de l'Atlas Blidéen.

Le faible recouvrement moyen (59%) est dû principalement aux relevés d'Aflou, ceux de l'Atlas Blidéen ont un recouvrement moyen plus élevé (75%)

Les formations végétales sont des taillis à genévrier rouge et oxycèdre, des taillis et matorrals denses à chêne vert plus cytise, des taillis et matorrals à chêne vert, ciste et lavande ainsi que des matorrals assez denses à chêne vert, pin d'alep et phyllaie.

Pour les relevés d'Aflou, ce groupement s'apparente aux groupements végétaux I et IV3, qui sont sous l'effet de l'aridité climatique et de l'action anthropozoiique.

Pour ceux de l'atlas Blidéen, il s'apparente aux groupements II1, IV1, V1 qui caractérisent la chênaie mésophile et thermophile sylvatique et au groupement V2 propre à la chênaie thermophile et dégradée.

Nous sommes en présence d'une mosaïque de groupements végétaux des plus sylvatiques aux plus dégradés.

Ils sont réunis par des paramètres édaphiques affines dont la faible teneur en matière organique (4%).

Nous avons déjà expliqué que la faible teneur en cet élément dans les chênaies sylvatiques était le fait d'une proportion élevée en sables totaux, donnant un milieu très favorable à la

minéralisation. Pour les chênaies dégradées et xérophiles, il faut ajouter en plus le faible recouvrement de la végétation conséquence d'un climat défavorable.
La caractérisation floristique est résumée par l'autoécologie des espèces du tableau 72

Tableau 72 : Autoécologie des espèces du groupement 5

Espèces	Fr. Relative %	Auto écologie	Auteurs
<i>Asplenium adiantum nigrum</i>	30	Humicole, sols profonds et frais	Khelifi 1987
<i>Arisarum vulgare</i>	30	Indicatrice des lieux ombragés	Abdessemed 1981
<i>Dactylis glomerata</i>	100	Mésophile	Barbero et Loisel 1983
<i>Filago spathulata</i>	30	Recherche sols profonds et riches en humus	Khelifi 1987
<i>Teucrium pseudo scorodonia</i>	40	Forêts claires à chêne vert et pin d'alep	Djebaili 1978
		Espèce de pâturage	
		Occupe les forêts des montagnes calcifuges	Quezel et al 1992

Asplenium adiantum nigrum et *Arisarum vulgare* trouvent la fraîcheur et l'humidité du sol grâce au microclimat crée par une végétation assez dense, cependant toutes ces espèces sont reunies dans un milieu non calcaire et à faible valeur trophique.

Le groupement 6 : il reunit les relevés de l'Atlas Blidéen, de Miliana et de Theniet El had La pluviosité moyenne est de 834 mm et le bioclimat SH frais et froid et l'humide frais et tempéré.

Le recouvrement moyen de la végétation est de 66% et il varie de 45% à 90%, la végétation est constituée de taillis clairs à chêne vert et oxycède et de matorrals et taillis à chêne vert olivier et phillaire, ce milieu édaphique correspond aux groupements végétaux de dégradation IV3 – IV2 et V2 ainsi qu'aux groupements mésophiles et thermophiles sylvatiques IV1 (1relevé) et V1.

Le tableau 73 donne l'auto écologie de quelques espèces caractéristiques

Les espèces suivantes sont également caractéristiques :

Chrysanthemum myconis 38% - *Galium aparine* 50% - *Torilis arvensis* 38% -

Ce groupement édaphique a une teneur en MO relativement appréciable (7%), il réunit des espèces de milieux sylvatiques telles que *Pulicaria adora* et *Cynosorus elegans*, il réunit également des espèces telles que *Cistus salvifolius* et *Calycotone spinosa* qui indiquent la dégradation de la végétation.

Tableau 73 : Autoécologie des espèces du groupement 6

Espèces	Fr. Relative %	Auto écologie	Auteurs
<i>Cynosorus elegans</i>	50	Humicole	Le Houerou 1969
<i>Cistus salvifolius</i>	38	Espèce thermophile qui annonce unedégradation du couvert végétal	Aimé 1975 et 1976
		Espèce acidophile	Passama 1970
<i>Calycotome spinosa</i>	50	sa présence souligne une forte proportion en sables dans les horizons de surface	Aimé 1991
<i>Hyoseris radiata</i>	50	Exprime la dégradation	Dahmani 1997
<i>Pulicaria odora</i>	38	Espèce de pâturage Ambiance forestière	Dahmani 1997 Kadik B 1983

Cistus salvifolius est l'espèce la plus caractéristique du groupement puisqu'elle souligne une forte proportion en sables dans les horizons de surface, selon aimé 1991, l'importance de ce paramètre est attribuée justement à un ensemble de groupements dont est issu le G6, la teneur relativement moyenne de la MO et celle plus importante du calcium échangeable font distinguer le G6 de cet ensemble.

Là aussi nous rappelons que le diagramme textural n'est pas indicatif de l'importance des sables totaux puisque la classe texturale des relevés est principalement limoneuse et aussi argileuse et limono-argilo-sableux. La considération de chacune des principales granulométries est la plus significative en écologie

Le groupement 7 : il regroupe 2 relevés de l'Atlas Blidéen et 2 relevés de la région de Miliana. C'est le groupement le plus arrosé 1186 mm de moyenne et varie de 1100 mm à 1257 mm, le bioclimat est principalement l'humide frais et tempéré

La lithologie à base de marnes et calcaire, de calcaire et schistes siliceux ainsi que de calcaire gréseux et l'absence de calcaire dans les sols indique qu'il ont subi une décarbonatation sous l'action d'une importante pluviosité.

On note dans ce groupement l'importance des acides humiques totaux (16.7%) et des acides humiques (16.20%), les acides fulviques demeurent faibles comme dans tous les groupements (0.50%)

Un seul relevé sur les 4 au faible recouvrement végétal appartient à la chênaie thermophile dégradée et à cause duquel le recouvrement moyen du groupement n'est pas élevé (67%) alors que le reste des relevés ont un recouvrement plus important .

Les formations végétales sont des taillis denses à chêne vert, genêt et phillaire, une forêt à chêne vert- cytise et un taillis clair à chêne vert -oxycèdre.

Ce groupement s'apparente aux groupements végétaux V1 et IV1 qui sont des groupements sylvatiques, un seul relevé correspond au groupement de la chênaie thermophile dégradée,

mais le sol sur lequel il repose est fidèle aux groupements édaphiques sylvatiques, avec lesquels il est réuni par des variables édaphiques affines
Le tableau 74 résume l'auto écologie des espèces caractéristiques.

Tableau 74 : Autoécologie des espèces du groupements 7

Espèces	Fr. Relative %	Auto écologie	Auteurs
<i>Anagallis arvensis</i>	75	Forêts	Quezel et Santa 1962 / 1963
<i>Anthemis pedunculata</i>	75	Groupe steppique psammophile	Le Houerou 1969
<i>Cotyledon imbilicus veneris</i>	75	Orophile, acidophile liée à la forêt	Le Houerou 1969
		Forêts et lieux humides	Quezel et Santa 1962 / 63
<i>Geranium robertianum</i>	75	Groupe humicole plus ou moins sciaphile des forêts et matorrals	Le Houerou 1969
<i>Mercurialis annua</i>	60	Cultures	Quezel et Santa 1962 / 63

Les espèces suivantes sont également caractéristiques du G7 :

<i>Arabis verna</i>	50%	<i>Stellaria media</i>	50%
<i>Bromus madritensis</i>	50%	<i>Stachys ocymastrum</i>	50%
<i>Biscutella didyma</i>	75%	<i>Silene pseudoatocion</i>	50%
<i>Sherardia arvensis</i>	75%	<i>Urospermum picroides</i>	50%
<i>Scleropoa rigida</i>	50%		

Le groupement 8 : il réunit principalement les relevés de Theniet El had, le reste des relevés représente l'ensemble des régions du transect sauf la région d'Aflou.

La pluviosité varie de 492mm à 932 mm, la moyenne est de 714 mm le bioclimat varie également comme la pluviosité et l'altitude sur une amplitude importante du SA, SH et H aux variantes fraîches, froides et tempérées.

Le recouvrement moyen de la végétation est de 66%, la correspondance avec les groupements végétaux correspond essentiellement aux groupements de dégradation et représentent les matorrals à chêne vert diss et Asphodèle, c'est le groupement le mieux distinct puisqu'il s'individualise le premier comme le montre la figure 35

Tableau 75 : Autoécologie des espèces du groupement 8

Espèces	Fr. Relat. %	Auto écologie	Auteurs
<i>Asphodelus microcarpus</i>	33	Indique une dégradation anthropozoiique	Dahmani 1987
<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	55	Affectionne les sols à texture fine, à bonne capacité de rétention	Kadik B. 1983
		Indique une dégradation anthropozoiique	Sadki 1988
<i>Bellis sylvestris</i>	33	Préfère les marnes	Le Houerou 1969
<i>Brachypodium distachym</i>	33	Fréquente sur sols humifères du SH	Schoenberger1970
<i>Cistus monspeliensis</i>	33	Espèces cultigènes et de milieux sursaturés	Dahmani 1984
<i>Lavandula stoechas</i>	33	Montre la décarbonation de l'horizon de surface	Aimé 1991
		Espèce calcifuge et substrat siliceux	Dahmani 1997
		Propre aux milieux ouverts, chauds, secs et pauvres en MO	Khelifi 1987
		Dénote une certaine décalcarification du sol, notamment horizon superieur	Kadik B.1983
		Thermoxérophile	Aimé 1975
		Calcifuge, indique substrat siliceux	Dahmani 1997

Ces espèces sont réunis dans un ensemble qui se distingue principalement par l'absence de calcaire et par sa très faible teneur en SG (8%), la lithologie de nature gréseuse, schisteuse, calcaire et marno calcaire, indique que ce milieu à végétation assez ouverte a subi une décarbonation de son horizon.

Il s'agit vraisemblablement d'une dégradation authropozoiique qui a aboutit à l'appauvrissement du sol en MO, puisque le taux moyen est de 5.4% quoique ce paramètre n'est pas distinctif du groupement. La texture assez fine de cet ensemble montre qu'il a encore des qualités favorables au développement de la végétation.

4.5.2.2. Relation synthétique entre certains paramètres édaphiques et le recouvrement de la végétation

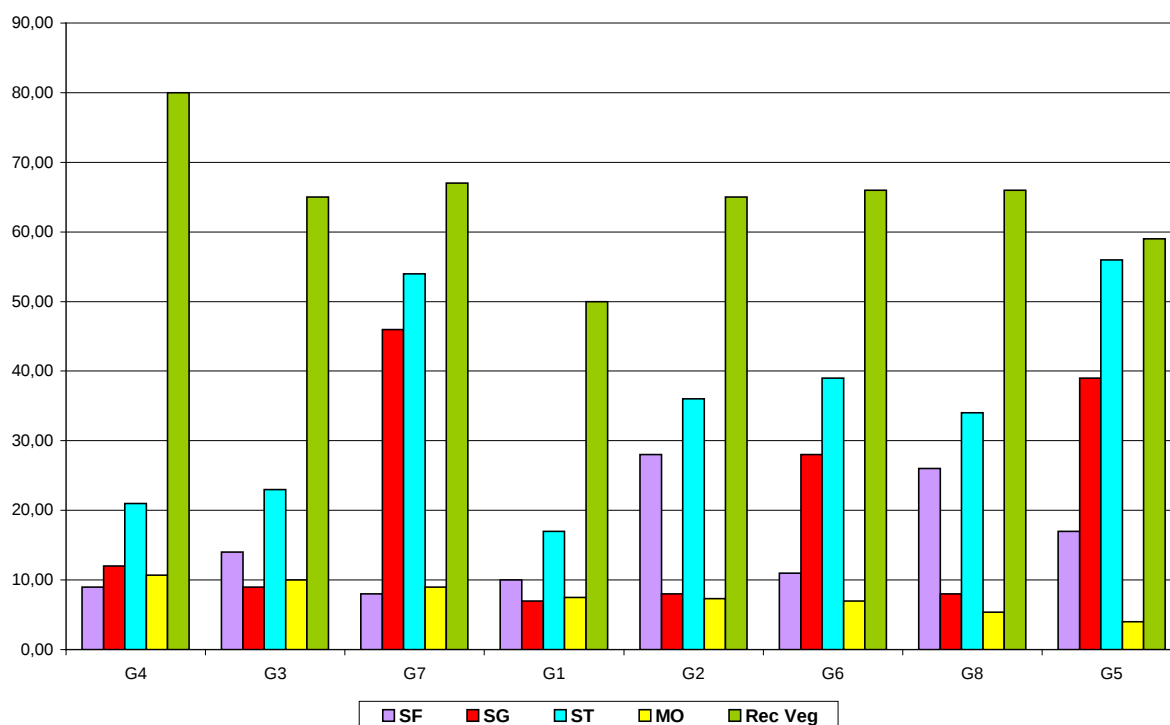


Figure 38 : Relation entre la qualité trophique des groupements édaphiques (H1) représentée par la teneur en matière organique et le recouvrement de la végétation et le pourcentage des fractions sableuses.

La figure 38, montre la relation qui existe entre la qualité trophique des sols des groupements individualisés, le recouvrement de la végétation et les proportions des fractions sableuses.

Le groupement 4 de meilleure qualité trophique (MO = 10,7%) est caractérisé par une couverture végétale la plus dense (80 %), sa teneur en sables totaux est faible (21%).

Le groupement 1 a la plus faible densité du couvert végétal, mais avec une proportion en sables totaux la plus faible (17%) maintient une teneur en matière organique moyenne (7,5%).

Le groupement 2 avec une plus dense couverture végétale, a une teneur en matière organique presque égale à celle du groupement 1 en raison de sa proportion en sables totaux plus élevée (36% contre 17%).

Le groupement 4, montre la relation entre une végétation bien développée et un sol favorable.

Le groupement 1, indique le rôle de la qualité favorable d'un sol, qui maintient une certaine teneur en matière organique malgré une végétation défavorable.

Le groupement 5, a la teneur la plus élevée en sables totaux et une teneur en matière organique la plus faible. Le pourcentage de la couverture végétale est de (59%)

Les groupements 6 et 8 ont une densité du couvert végétal équivalente (66%), leur teneur en sables totaux est également presque équivalente (quoique les proportions de chacune des fractions sont inversées chez les deux groupements).

Par contre la matière organique est légèrement plus importante pour le groupement 6 (7% contre 5,4%), ceci signifie que d'autres paramètres intrinsèques au sol ou exogènes comme les paramètres climatiques ont leur influence sur la teneur de la matière organique.

Le tableau 76 qui donne la répartition des différentes régions échantillonnées dans chaque groupement, n'indique pas une succession ordonnée des différentes régions du transect des plus au nord au plus au sud et des plus riches aux plus pauvres.

Tableau 76 : Répartition des différentes régions échantillonnées au sein de chaque groupement. Le pourcentage indique la part de relevés par région

Groupement	Régions échantillonnées du groupement	Groupement	Régions échantillonnées du groupement
4	80% Atlas blidéen 20% Miliana	2	31% Berrouaghia 6,5% Theniet el had 62,5%% Aflou
3	6,25% Chenoua 25% Atlas blidéen 6,25 Miliana 31% Berrouaghia 25% Theniet el had 6,25 Aflou	6	50% Atlas blidéen 25% Miliana 25% Theniet el had
7	50% Atlas blidéen 50% Miliana	8	11% Chenoua 11% Atlas blidéen 11% Miliana 22% Berrouaghia 44% Theniet el had
1	20 % Atlas blidéen 10% Miliana 60% Berrouaghia 10% Aflou	5	70% Atlas blidéen 30% Aflou

4.5.2.3 CONCLUSION

Dans cette partie, nous avons réalisé grâce à la C.A.H, la partition des relevés de la carte 1-2 de l'A.C.P, définis suivant les composantes principales une et deux, en petits lots de relevés constituant chacun un groupement édaphique. Cette partition individualise le groupement 3, qui définit la partie négative de l'axe 1 par sa bonne qualité trophique (MO = 10%), les sables totaux égaux à 23% montrent que le milieu est à texture fine. La végétation qu'il représente appartient en majorité aux groupements végétaux de dégradation. La dégradation de la végétation n'a pas eu d'effet sur la richesse du sol qui demeure conservé.

L'individualisation du groupement 5, définit le côté opposé de cet axe par un milieu à faible qualité trophique (M.O = 4%), les sables totaux sont égaux à 56%. La végétation est hétérogène. Les relevés 56-76-77 et 78 appartiennent au groupement forestier du mésoméditerranéen et du thermoméditerranéen. La texture assez grossière du sol ne permet pas la conservation de la matière organique ainsi qu'une bonne rétention de l'eau. Pour ces quatre relevés il y a un déséquilibre entre une végétation bien développée et un sol aux faibles aptitudes et qualités trophiques.

L'individualisation du groupement 2, définit la partie positive de l'axe 2. Il représente essentiellement les groupements végétaux de dégradation. Les sables fins sont relativement assez importants (28%), les sables totaux égaux à 36% et la matière organique de valeur moyenne (7,30%)

L'individualisation du groupement 7 représente la partie négative de l'axe 2, la végétation est presque exclusivement sylvatique, seul le relevé 50 appartient à la chênaie dégradée, ceci signifie que la dégradation d'origine strictement anthropozoiqne n'a pas affecté le sol.

Les sables grossiers sont importants (46%) ainsi que la chlorite (37,5%). Nous faisons remarquer que la teneur relativement importante de la matière organique (un peu au dessus de la moyenne) qui coïncide avec une fraction élevée en sables totaux, montre que si la texture est prépondérante dans la qualité trophique d'un sol comme on l'a déjà souligné, d'autres paramètres comme le climat et le milieu minéral influencent aussi la décomposition des litières, l'humification et la minéralisation de l'humus. Dans ce groupement il s'agit de relevés d'altitude et le froid exerce une action conservatrice sur la matière organique. Il s'agit en plus de sols légèrement acides, ce qui diminue l'activité biologique sans l'effacer car la texture favorise l'activité microbienne.

Quatre ensembles définissent des groupements intermédiaires ou particuliers.

Le groupement 4 est exclusivement sylvatique, les proportions des fractions sableuses sont presque semblables à celles du groupement 3, il diffère de ce groupement notamment par l'importance de la chlorite, sa qualité trophique est la meilleure (M.O =10,7% - eau utile =16,7%)

Le groupement 1, a une proportion des fractions sableuses presque équivalente à celles des groupements 3 et 4, sa texture fine devrait le placer parmi les individus ou les groupements à complexe trophique important. En raison de la faible densité du couvert végétal (50%) qui le caractérise et de la végétation composée presque exclusivement de groupements de dégradations, la matière organique demeure moyenne (7,5%).

Nous avons déjà fait remarquer à cet effet que lorsque les qualités intrinsèques du sol sont satisfaisantes, la répercussion de la dégradation de la végétation n'est pas apparente sur le sol. Dans ce milieu il y a déséquilibre entre une végétation dégradée et un sol aux bonnes aptitudes physiques.

Le groupement 6 se distingue du groupement 7 par la faible présence de chlorite et du groupement 5 (le plus faible trophiquement) par la diminution de la teneur des sables totaux. La végétation de ce groupement qui correspond aux proportions des fractions sableuses exprimées par la partie négative de l'axe 2 de l'A.C.P, est hétérogène.

Le groupement 8 se distingue du groupement 2 par l'absence de calcaire. Les proportions des fractions sableuses avec l'importance des sables fins sur les sables grossiers et qui définissent un état de dégradation de la végétation, sont semblables entre ces deux groupements. La végétation de ce groupement est effectivement presque exclusivement dégradée.

4.5.3 Individualisation des groupements phytoédaphiques de la deuxième couche (H2)

La figure 39, montre les 6 groupements phytoédaphiques individualisés, le nombre de groupements a donc diminué avec le nombre de relevés.

L'identification par des paramètres édaphiques des différents ensembles de groupements obtenus jusqu'à l'individualisation finale des 6 groupements nous a permis à chaque étape de relever les caractères discriminatoires de ces différents groupements (figure 40).

Nous remarquons à cet effet et à l'inverse de H1 que les deux grands ensembles que constituent d'une part les groupements 1-2-3 et 4 et d'autre part les groupements 5 et 6 ne se distinguent pas par la teneur des variables du complexe trophique :

- ★ Le 1^{er} ensemble A (1-2-3-4) se caractérise par sa faible teneur en éléments grossiers (9%)

- ★ Le 2^{ème} ensemble : (5-6) se caractérise par une teneur plus importante des SG (33%).

C'est la 2^{ème} composante principale qui participe à la séparation de ces deux ensembles, la figure 39 montre bien que les différents groupements sont allongés suivant l'axe2 du pôle positif au pôle négatif.

L'ensemble A se subdivise en 2 sous ensembles :

- ★ Le sous ensembles A1 : composé des groupements 1 et 2 se caractérise par une teneur en sables fins relativement importante 31%

- ★ Le sous ensemble A2 : composé des groupements 3 et 4 se caractérise par une faible teneur en sables fins (12.7%), au terme d'une autre subdivision, nous obtenons les groupements phytoédaphiques suivants.

- ★ Dans le **groupement 1** la teneur en CA est de 15%, celle des SF=27% ; la CEC =17.9meq ; le PF4.2 =13% ; le PF3=19.60 %; le PF2.5 =26.30 %; l'eau utile est de 13.2%.

- ★ Dans le **groupement 2** le CA =3%, SF très importants =46% par rapport au G1, la teneur des variables trophiques diminue avec l'augmentation des sables fins. La CEC=9.8meq, le PF4.2=5.2 ; le PF3 :8.8 ; le PF2.5 :11.46% ; l'eau utile est de 5.9%

- ★ Le **groupement 3** : se distingue par une faible teneur en chlorite 1.25%

- ★ Le **groupement 4** : la chlorite est plus importante 15%

La figure 39, montre que les groupements 2-1-3 et 4 s'étalent dans cet ordre du pôle négatif au pôle positif de l'axe1, cela signifie que la 1^{ère} composante principale contribue avec la 2^{ème} composante à la distinction de ces groupements .

Déjà les groupements 2 et 1 montrent que les variables trophiques sont discriminantes, le groupement 2 est le plus à l'écart, il penche vers un milieu très pauvre que désigne d'ailleurs l'axe1 de l'ACP ensuite, et en suivant l'ordre des 4 groupements suivant l'axe1, nous observons que la MO passe par les valeurs suivantes :

1.24%, 4.07%, 4.60%, et 5.20% pour respectivement les groupements 2-1-3 et 4

L'ensemble 5-6 se subdivise en 2 groupements

- ★ Le **groupement 5** où la teneur en chlorite est de 6%

- ★ Le **groupement 6** où la teneur en chlorite est de 39%

Axe 2

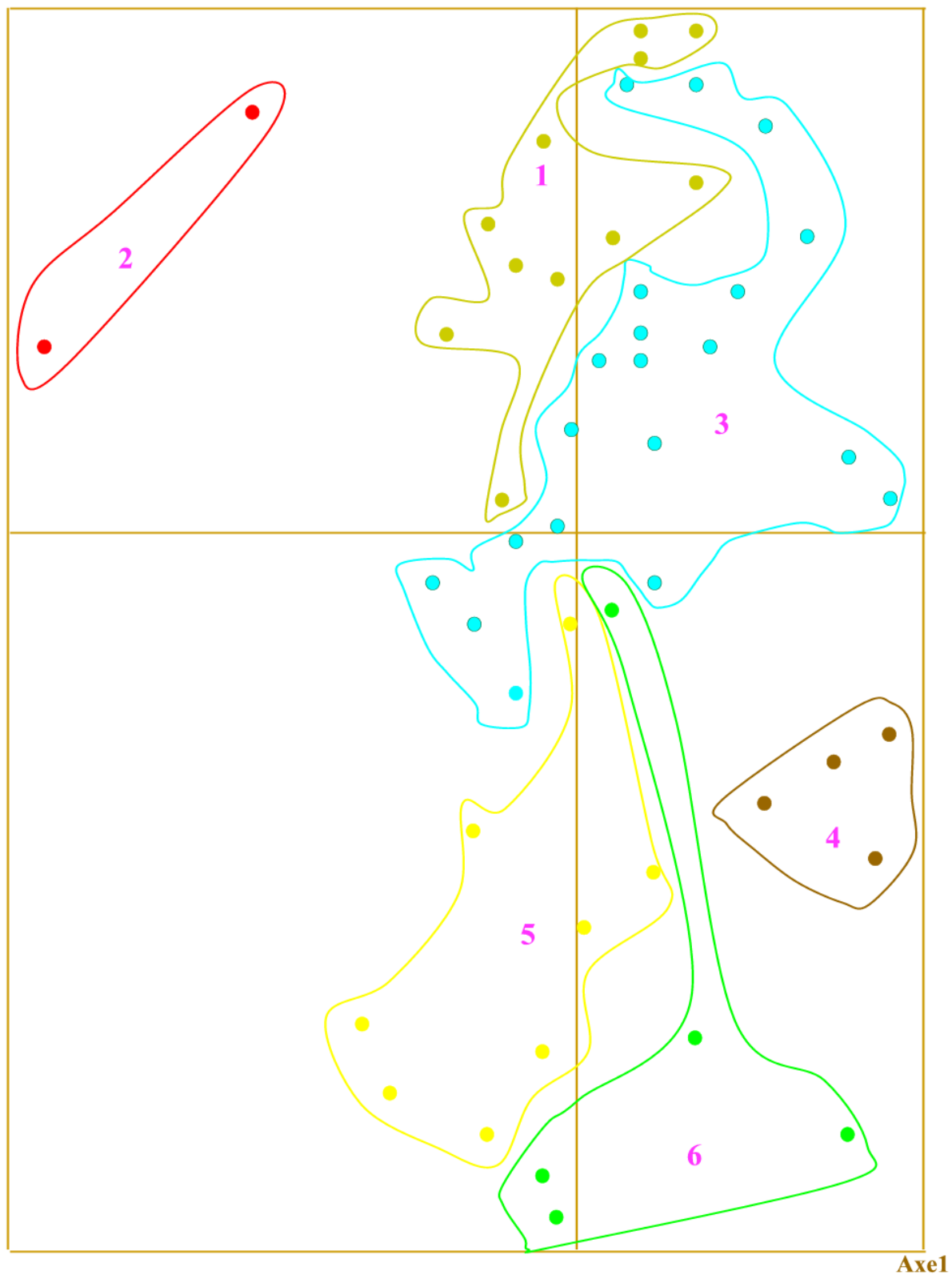


Fig 39: Carte ACP 1/2. Individualisation des 6 groupements édaphiques d'après H 2

G1 ● G2 ● G3 ● G4 ● G5 ● G6 ●

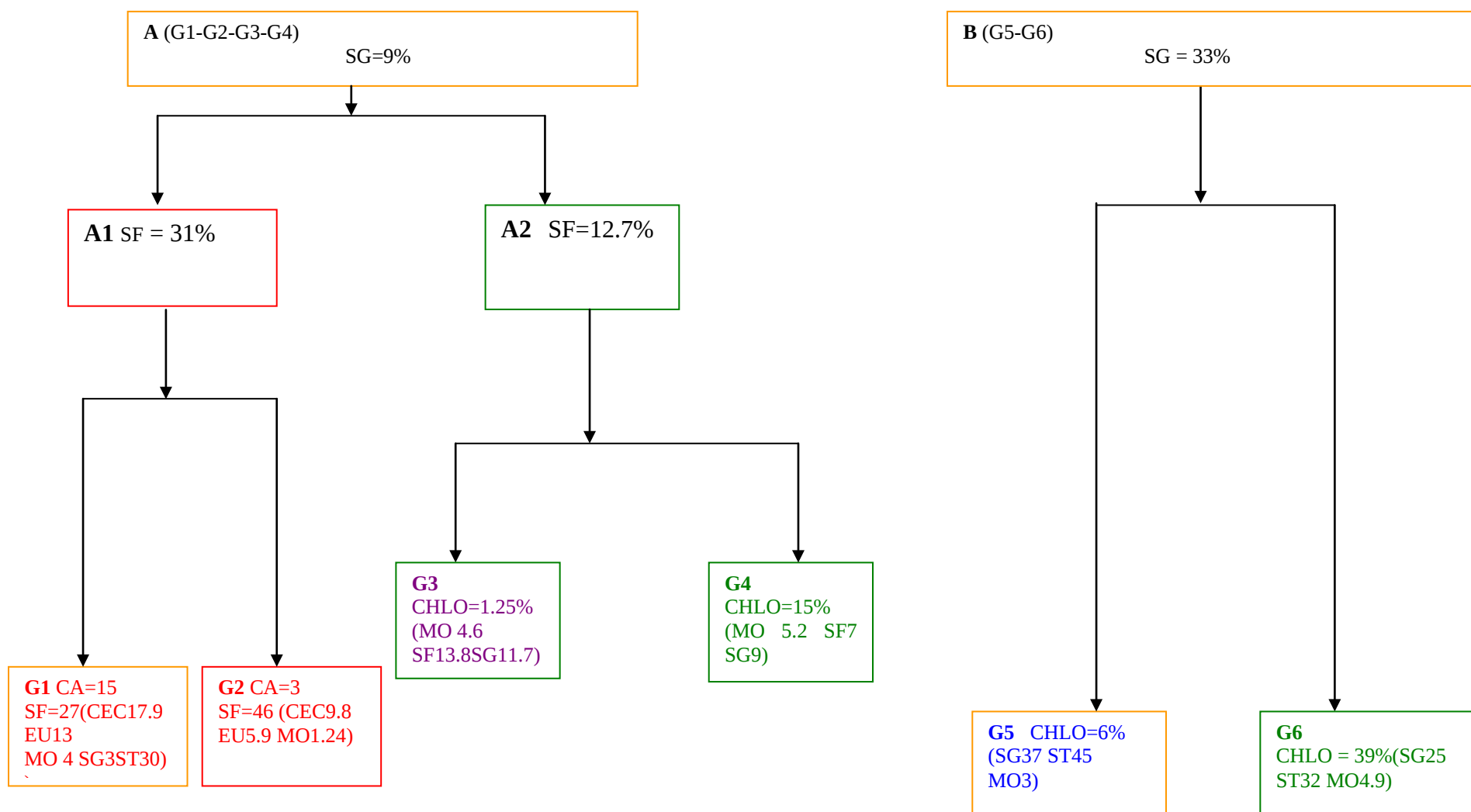


FIGURE 40 : Discrimination des 6 groupements édaphiques d'après H2 et variables distinctives

4.5.3.1 caractérisations écologiques et floristiques des groupements phytoédaphiques (tabl.77)

le groupement 1 (Tableau 77) : rassemble les relevés d'altitude avec une moyenne de 1139m, par contre la pluviosité moyenne est faible 582 mm, les formations végétales sont principalement des taillis clair à juniperus oxycèdre, la présence de l'Alfa et du genévrier rouge indique la tendance xérique du groupement.

Tableau 77 : caractères écologiques des groupements edaphiques de l'horizon 2
Les deux premiers chiffres indiquent l'intervalle de variation de la variable, le chiffre entre parenthèses indique sa moyenne

Groupe	Pluviosité	Bioclimat	Altitude (m)	Recouv- rement végét. %	Lithologie	Relation avec groupements végétaux
1	313-891 (582)	SA froid SH frais H froid	875-1340 (1139)	35-90 (58)	Marno- calcaire Marnes et calcaire subordonnées	Exclusivement dégradé
2	323-856 (589)	SA froid SH froid	1270-1350 (1316)	15-80 (56)	Marno-calcaire Grès grossiers	Exclusivement dégradé
3	509-1065 (706)	SA frais SH frais et froid H tempéré	310-1300 (919)	45-75 (74)	Marnes Argiles et marnes grises Argiles et quartzites schistes siliceux	En majorité dégradé
4	498-682 (590)	SA tempéré SH tempéré	400-510 (455)	80-90 (85)	Schistes noirs à lentilles de calcaire	Exclusivement sylvatiques
5	629-1214 (555)	SH frais et tempéré H frais et tempéré	490-1150 (542)	60-90 (72)	Schistes siliceux calcaire Schistes noires et lentilles Calcaire CouchesArgileuses	Hétérogène (sylvatique et dégradé)
6	1082-1257 (834)	H frais et tempéré	950-1300 (1138)	70-90 (79)	Calcaire greseux schistes siliceux Marno-calcaire	Exclusivement sylvatique

La correspondance avec les groupements végétaux I et IV3 principalement montre qu'effectivement il s'agit de groupements xériques et à dégradation anthropozoïque. Ce groupement est représenté par le côté positif de la 2^{ème} composante principale. Le tableau suivant donne l'auto écologie des espèces caractéristiques

Tableau 78 : auto écologie des espèces du groupement 1

Espèces	Fr. Relative %	Auto écologie	Auteurs
<i>Alyssum granatense</i>	54	Espèce de matorral	Kadik B 1983
<i>Atraclylis cancelata</i>	45	Espèce de pâturage sur sol argilo-limono sableux	Alcaraz 1982
<i>Helianthemum cinereum rubellum</i>	45	Se rattache au groupe calcicole thermophile et héliophile des forêts et matorrals	Le Houerou 1969
<i>Hordeum murinum</i>	36	Appartient à la steppe	Le Houerou 1969
<i>Juniperus oxycedrus</i>	45	Espèce forestière et préforestière	Kadik B 1983
<i>Jasminum fruticans</i>	36	Espèce forestière et préforestière	Kadik B 1983
<i>Leuzea conifera</i>	45	Calcicole	Passama 1970
<i>Micropus bombycinus</i>	36	Calcicole	Passama 1970
<i>Phillyrea angustifolia</i>	45	Thermoxérophile	Aimé 1976
<i>Teucrium polium</i>	54	Caractérise les milieux les plus ouverts	Aimé 1991
<i>Xeranthemum inapertum</i>	64	Liée au matorral bas très clair Groupe steppique	Kadik L 1984 Le Houerou 1969
<i>Zizyphora hispanica</i>	54	Pelouses arides	Quezel et Santa 1962-1963

Les autres espèces caractéristiques sont :

Bromus rubens 54%, *Medicago minima* 36%, *Dactylis glomerata* 90%

Ces espèces sont propres aux milieux xériques et dégradés, certaines sont calcicoles, elles définissent sur notre transect un groupement édaphique calcaire et à faible teneur en sables grossiers

Le **groupement 2**, est constitué de 3 relevés seulement, la pluviosité moyenne est faible 589 mm alors que l'altitude moyenne est élevée 1316 m, le recouvrement moyen de la végétation et la teneur moyenne en MO sont les plus faibles par rapport au reste des groupements (MO :1.24%)

La végétation est constituée d'une forêt haute très claire à chêne vert plus Alfa et de taillis à chêne vert, Phillaire et Asphodèle.

Ce groupement s'apparente aux groupements végétaux I et III

L'auto écologie et les espèces caractéristiques figure dans le tableau 79

Ce sont des espèces propres aux milieux xériques et dégradées, elles caractérisent un milieu pauvre en MO et en réserves hydriques

Tableau 79 : Autoécologie des espèces du groupement 2

Espèces	Fr. Relat ive %	Auto Ecologie	Auteurs
<i>Dactylis glomerata</i>	100	Liée aux forêts claires à pin d'Alep et chêne vert	Djebaili 1978
<i>Herniaria hirsuta</i>	70	Rattachée à la steppe arborée	Kadik B. 1983
<i>Minuartia campestris</i>	70	Espèce de matorral	Kadik B.1983
<i>Thymus hirtus</i>	70	Fréquent en forêt et clairière	Schoenberger1970
		Pelouses, rocaïlle des montagnes	Quezel et Santa 1962-1963

Le groupement 3, est constitué du plus grand nombre de relevés (20) et englobe les régions échantillonnées depuis le littoral (chenoua) jusqu'à Theniet El Had

La végétation est composée de taillis clairs à *Juniperus oxycedrus* et matorrals assez denses à chêne vert et de taillis assez dense à chêne vert *pistacia lentiscus* et *phillyrea media*

La parenté avec les groupements végétaux donne un ensemble hétérogène il s'agit des groupements V2, V1, VII, III, II2, IV2, IV3 ; ce sont en majorité des groupements de dégradation sauf le V1 qui représente la chênaie sylvatique thermophile

Malgré l'aptitude écologique et l'hétérogénéité floristique, ce regroupement s'est basé sur la texture fine de l'horizon 2. Cette teneur en éléments fins expliquerait le maintien de la chênaie sylvatique, quant à la chênaie dégradée, sa présence dans ce type de milieu se justifie par une dégradation récente de la végétation non suivie par l'horizon 2 du sol .

Cette argumentation est justifiée par le relevé 82 situé à proximité d'une agglomération et surtout par l'importance de la MO (4.6%) et de la CEC (23.6%) dans ce groupement.

Ce dernier présente des potentialités pour le développement d'une végétation sylvatique, à condition que cesse l'action de l'homme

Tableau 80 : Auto écologie des espèces du groupement 3

Espèces	Fr. Relative %	Auto écologie	Auteurs
<i>Asparagus acutifolius</i>	25	Tendance fraîche forestière	Aimé 1976
<i>Clematis flammula</i>	25	Dans milieu à forte densité du couvert végétal	Khelifi 1987
<i>Origanum floribundum</i>	30	Espèce de montagne, tendance froide de la chênaie	Dahmani 1997
<i>Phillyrea angustifolia</i>	30	Thermoxérophile	Aimé 1976

Le groupement 4 est constitué de 4 relevés de l'Atlas Blidéen, son apparenté avec les groupements végétaux est homogène puisque constitué exclusivement des relevés du groupement II1.

La lithologie schisteuse à lentilles calcaires est également homogène. L'altitude est basse, elle varie de 400 m à 510 m, la pluviosité moyenne est de 590 mm, le bioclimat est la variante tempéré du SA et du SH.

Le recouvrement de la végétation est le plus élevé (85% en moyenne) ainsi que la teneur en MO (5.20% en moyenne).

La végétation est constituée essentiellement de taillis à chêne vert *phillyrea media* et *Pistacia lentiscus*.

Ce groupement représente un exemple d'équilibre écosystème sol végétation le plus homogène.

Le fait important est la subdivision d'une manière subjective et basée sur les formations végétales, du groupement II obtenu à l'aide de la CAH sur AFC espèces relevés constitué d'une végétation hétérogène en deux groupements distincts à végétation homogène II1 et II2

Nous réalisons que les groupements édaphiques constitués sur la base de paramètres différents de ceux des groupements végétaux et à l'aide d'une analyse de donnée également différente (ACP) confirment d'abord notre appréciation subjective, puis aussi la considération de la végétation dans la distinction des groupements II1.

Nous pensons que lorsque le sol et la végétation sont en parfaite symbiose, tel que l'un reflète l'autre, quels que soient l'analyse utilisée et les paramètres considérés indépendamment (Ceux du sols ou ceux de la végétation), les éléments de cet écosystème demeurent indissociables.

Il peut aussi arriver comme dans notre cas que l'analyse multivariable sur la végétation ne dissocie pas un groupement apparemment hétérogène, l'ACP sur variable édaphique arrive à faire cette dissociation, preuve que les paramètres édaphiques au même titre que les espèces sont indicatrices de la végétation et de leur milieu.

Seulement, nous pouvons peut-être supposer, dans ce cas, que le sol est encore mieux conservé que la végétation car ses paramètres à l'inverse de la floristique, distinguent le II1 du II2. Le sol rend compte donc mieux que la végétation, de cet équilibre.

Les espèces du tableau 81 caractérisent le groupement 4

Ces espèces caractérisent un milieu édaphique qui se distingue par sa faible teneur en sables totaux, par la présence de la chlorite (15%), et par l'importance de la fraction fine (argiles et limons), celle-ci est corrélée positivement aux caractéristiques hydriques et trophiques du sol.

Les différents PF sont en moyenne de PF4.2=18.68% ; PF3=29.05% ; PF2.5=33.38%, l'eau utile est égale à 14.7% ; la CEC=21.75meq et la MO =5.20%

Tableau 81 : Autoécologie des espèces du groupement 4

Espèces	Fr. Relati ve %	Auto écologie	Auteurs
<i>Arbutus unedo</i>	50	Mésophile Tendance acidophile Indique substrat siliceux	Barbero et Loisel 1983 Passama 1970 Dahmani 1997
<i>Clematis cirrhorza</i>	75	Dans la zone arrosée du littoral	Quezel et Santa 1962-1963
<i>Dactylis glomerata</i>	100	Liée à la forêt claire à chêne vert et pin d'alep	Djebaili 1978
<i>Daphne gnidium</i>	50	Révèle un déficit hydrique	Aimé 1976
<i>Ferula communis</i>	50	Indique la dégradation	Dahmani 1997
<i>Galium molugo</i>	75	Dans les forêts claires	Quezel et Santa 1962-1963
<i>Galium rotundifolium</i>	50	Affinité pour les sols frais, profonds et riches en humus	Khelifi 1987
<i>Hyoseris radiata</i>	50	Espèces de pâturage	Dahmani 1997
<i>Pistacia lentiscus</i>	50	Espèce préforestière	Aimé 1991
<i>Phillyrea media</i>	100	Espèce preforestiere	Aimé 1991
<i>Rubia peregrina</i>	100	Recherche les lieux frais ombragés	Schoenberger 1970
<i>Rubus ulmifolius</i>	100	Recherchent les lieux frais ombargés	Schoenberger 1970
<i>Rosa sempervirens</i>	50	Sciadophyte du mull forestier qui a besoin de peu de lumière pour se développer	Barbero et Loisel 1983
<i>Sanguisorba minor</i>	50	Pâturage	Quezel Et Santa 1962-1963
<i>Tamus communis</i>	100	Chênaie mésophile	Dahmani 1997

Comme on le remarque encore, une végétation dense (85%) forme avec des sols aux caractéristiques physiques, trophiques et hydriques favorables un écosystème sol- végétation le plus homogène

Un seul relevé le R56 qui appartient au groupement végétal II1 est exclu de ce groupement édaphique en raison de sa teneur élevée en SG (40%) qui la différencie, mais aussi la MO (0.70%) ; la CEC (15%) et les PF qui sont également faibles, dans ce cas et à l'inverse de la végétation il s'agit d'un sol dégradé, pour cette raison donc ce relevé est exclu de l'écosystème homogène sol végétation.

Enfin, la différenciation de ce relevé résulterait peut-être de sa lithologie, constituée également de schistes comme le reste des relevés de ce groupement mais aussi de quartzite

Le groupement 5: 7 relevés sur les 9 appartiennent à la région de l'Atlas Blidéen, la pluviosité moyenne est de 555mm et l'altitude moyenne est de 542 m, les formations végétales sont des taillis clair et denses à chêne vert, pin d'Alep, Genêt, Lavande, Ciste et Cytise .

Tableau 82 : Autoécologie des espèces du groupement 5

Espèces	Fr. Relat. %	Auto écologie	Auteurs
<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	33	Affectionne les sols à texture fine A bonne capacité de rétention milieux ouverts	Kadik B. 1983 Dahmani 1997
<i>Asplenium adiantum nigrum</i>	33	Indicatrice de lieux ombragés Indique sols frais, profonds et riches en humus	Abdessemed 1981 Khelifi 1987
<i>Brachypodium distachyum</i>	33	Espèces cultigène et de milieux supâturés	Dahmani 1984
<i>Calycotome spinosa</i>	44	Exprime la degradation du milieu	Dahmani 1984
<i>Crataegus oxyacantha</i>	33	Mésophile	Dahmani 1984
<i>Daucus carota</i>	33	Lieux humides	Quezel Et Santa 1992-1963
<i>Genista tricuspidata</i>	33	Espèces forestière et préforestière	Kadik B 1983
<i>Lavandula stoechas</i>	33	Calcifuge	Dahmani 1997
<i>Pistacia lentiscus</i>	44	Thermophile	Aimé 1976
<i>Smilax aspera</i>	44	Mesophile	Barbero et Loisel 1983
<i>Teucrium pseudo scorodonia</i>	70	Forêts des montagnes	Quezel et Santa 1962-1963

La correspondance avec les groupements végétaux donne un ensemble hétérogène de groupements sylvatiques et de dégradation.

La teneur relativement faible en MO (3%) coïncide avec l'importance des SG (37%)

La caractérisation floristique de ce groupement nous permet de dresser le tableau 82

L'hétérogénéité végétale du groupement est reflétée évidemment par une hétérogénéité floristique puisqu'on rencontre aussi bien des espèces mésophile que des espèces heliophiles et thermophiles, cet ensemble d'espèces se trouve réunit dans notre groupement par son importance en SG (37%), les sables totaux constituent une moyenne de 45% de la terre fine (inférieur à 2 mm)

Le **groupement 6** est constitué de 5 relevés appartenant à l'Atlas Blidéen et à la région de Miliana.

Sa teneur moyenne en SG est de 25% et celle des ST de 32%, la pluviosité moyenne est la plus élevée et égale à 1181 mm, le bioclimat est l'humide frais et tempéré.

La végétation est constituée de taillis, forêts et matorrals à chêne verts et cytise principalement.

Tableau 83 : Autoécologie des espèces du groupement 6

Espèces	Fr. Rel. %	Auto écologie	Auteurs
<i>Asphodelus microcarpus</i>	40	Indique l'importance du surpâturage Indique la dégradation	Aimé 1991 Dahmani 1997
<i>Anagallis arvensis</i>	60	Champs de pâturage, forêts	Quezel et Santa 1962-1963
<i>Anthemis pedunculata</i>	60	Espèce de pâturage Dans les steppes à Alfa Groupe steppique psammophile	Quezel et Santa 1962-1963 Achour 1983 Le Houerou 1969
<i>Cynosorus elegans</i>	40	Affinité pour les sols frais, profonds et riches en humus	Khelifi 1987
<i>Cytisus triflorus</i>	60	Tendance fraîche forestière Indique la profondeur et l'humidité du sol	Aimé 1976 Zeraia 1981
<i>Cotyledon imbelicus veneris</i>	60	Orophile, acidophile	Le Houerou 1969
<i>Geranium robertianum</i>	100	Groupe humicole plus ou moins sciaphile des forêts et matorrals	Le Houerou 1969
<i>Lonicera implexa</i>	100	Espèce forestière plus ou moins sciaphile	Dahmani 1997

Ce groupement est homogène, il s'apparente au groupement végétal IV1 avec 4 relevés et au groupement végétal V1 avec 1 relevé, ils regroupent les formations de la chênaie sylvatique. Ce groupement est représenté par le côté négatif de la 2ème composante principale.

4.5.3.2 Relation synthétique entre certains paramètres édaphiques et le recouvrement de la végétation

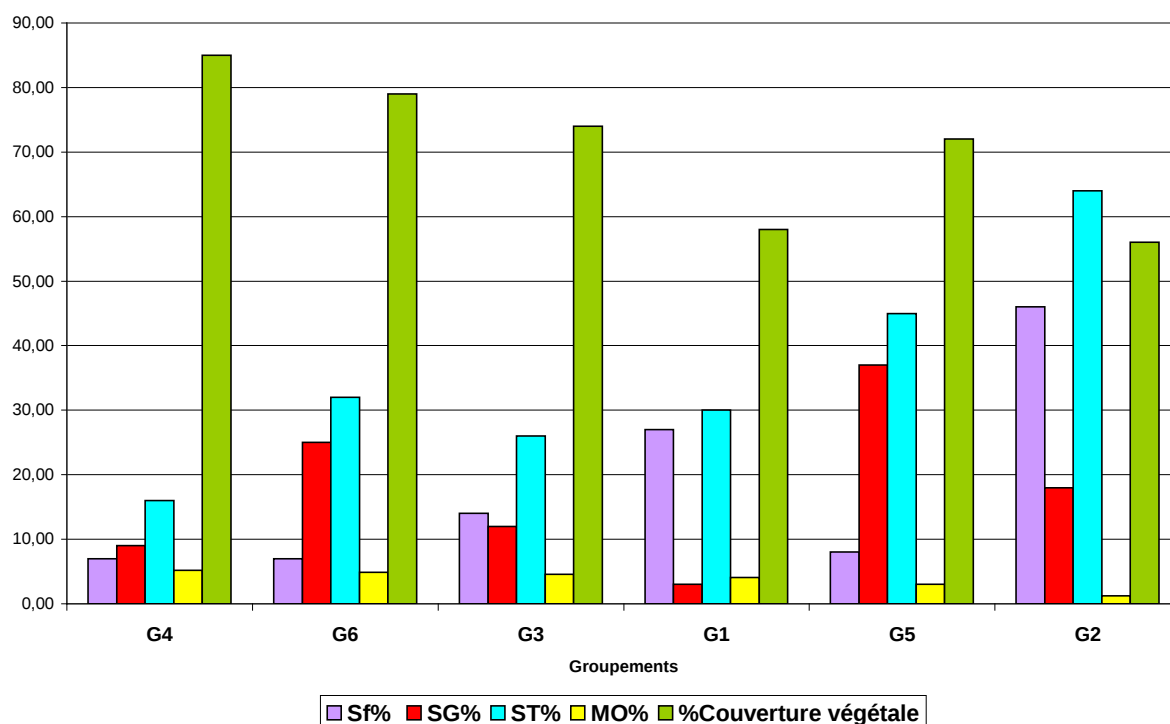


Figure 41 : Relation entre la qualité trophique des groupements édaphiques (H2), représentée par la teneur en MO et le recouvrement de la végétation et les pourcentages des fractions sableuses.

La figure 41, montre que le groupement 4 exclusivement sylvatique, a la plus importante teneur en matière organique, sa couverture végétale est également la plus importante et sa teneur en sables totaux est la plus faible.

Le groupement 2, exclusivement dégradé, a une teneur en matière organique la plus faible, sa couverture végétale est également la plus faible, par contre les sables totaux sont les plus importants.

Ces deux groupements extrêmes montrent la relation qui existe entre la couverture végétale et la richesse trophique d'une part et la teneur en sables totaux d'autre part. Il est vrai que lorsque le sol n'est pas protégé, les particules les plus fines, c'est à dire les moins denses, sont entraînées par la pluviosité, le phénomène est accentué par l'intensité des pluies et par la topographie.

Ils montrent aussi la relation qui existe entre richesse trophique d'une part et couverture végétale d'autre part.

Le groupement 1 qui a une couverture végétale presque équivalente au groupement 2, maintient une teneur plus élevée en matière organique, en raison de sa teneur en sables totaux de moindre importance.

Entre le groupement 4 et 2, la dégradation a entraîné la perte des éléments plus fins (argiles et limons)

Malgré une plus grande importance de la couverture végétale du groupement 5, sa teneur en matière organique est plus faible que celle du groupement 1, en raison de sa teneur en sables totaux plus importante.

Entre le groupement 6 exclusivement sylvatique et le groupement 3 en majorité dégradé, il n'y a presque pas de différence dans leur teneur en matière organique. Le groupement 3, présente cependant une granulométrie plus fine qui lui confère une plus grande capacité de conservation de la matière organique.

Ces exemples graphiques, montrent l'importance de la texture fine dans la conservation de la matière organique, la rétention de l'eau et le développement de la végétation.

Le tableau 84, montre que les groupements édaphiques sylvatiques 4 et 6, les mieux classés trophiquement appartiennent exclusivement à la région de l'Atlas blidéen qui est la plus pluvieuse du transect.

Le groupement 2, le moins riche trophiquement appartient aux régions de Berrouaghia et d'Aflou.

Les groupements sylvatiques 4 et 6 et le groupement dégradé 2, sont plus cohérents par rapport à leur situation géographique sur le transect et leur position sur le graphique, pour les autres groupements, il n'y a pas cette cohérence.

Tableau 84 : répartition des différentes régions échantillonnées au sein de chaque groupement. Le pourcentage indique la part de relevés par région

Groupement	Régions échantillonnées du groupement
4	100% Atlas blidéen
6	100% Atlas blidéen
3	5% Chenoua 10% Atlas blidéen 15% Miliana 45% Berrouaghia 25% Teniet el had
1	60% Berrouaghia 40% Aflou
5	78 % Atlas blidéen 11% Miliana 11% Berrouaghia
2	34% Berrouaghia 66% Aflou

4.5.3.3 CONCLUSION

La subdivision des relevés d'abord en deux grands ensembles est basée sur l'importance des sables grossiers. Pour cet horizon, c'est donc l'axe 2 qui réalise cette première distinction.

Comme on a déjà montré la corrélation qui existe entre les fractions texturales et la richesse trophique, c'est l'importance relative de ces fractions qui aboutira par la suite à la distinction de milieux différents, selon leur richesse trophique. On pourrait dire que les paramètres liés à la trophicité sont comme muets dans cet horizon moins riche que H1, et c'est par la texture qu'ils s'expriment.

Le groupement 1, défini par son importance en sables fins, ainsi que par la présence de calcaire et qu'exprime la deuxième composante principale, correspond aux groupements végétaux de dégradations.

Le groupement 4 à teneurs relativement importantes en sables grossiers et chlorite, définit la partie négative de la deuxième composante principale.

La teneur en matière organique est appréciable et il correspond exclusivement aux groupement végétaux sylvatiques.

La deuxième composante principale définit donc un groupement exclusivement dégradé dans sa partie positive et un groupement exclusivement sylvatique dans sa partie négative, les sables fins et le calcaire d'un côté et les sables grossiers et la chlorite de l'autre, réalisent cette différenciation.

Les paramètres édaphiques sont indicateurs par certaines variables de milieux végétaux dégradés ou sylvatiques. L'individualisation du groupement édaphique 4 est, à cet effet le meilleur exemple puisqu'il correspond exclusivement au groupement végétal sylvatique II1. De plus, cette individualisation exclut le relevé 56 qui appartient également au groupement végétal II1, et montre ainsi que le sol de ce relevé n'est pas homogène avec sa végétation et avec celle de son groupement.

Le groupement 6 correspond exclusivement aux groupements végétaux sylvatiques, les sables grossiers sont appréciables et la chlorite est importante.

Le groupement 5 est hétérogène, les sables grossiers sont importants mais la chlorite est faible.

Le groupement 3 à texture fine, a d'importantes potentialités trophiques et hydriques, sa faible teneur en chlorite le différencie du groupement édaphique sylvatique à teneur appréciable en chlorite ; ce groupement est hétérogène floristiquement.

Le groupement 2 à fraction très importante en sables fins (46%), correspond à un milieu pauvre trophiquement et aux groupements végétaux exclusivement dégradés.

4.5.4 Individualisation des groupements édaphiques d'après le traitement numérique basé sur la 1^{ère} et 2^{ème} couche simultanément (H1+H2)

Nous avons utilisé la CAH sur les 135 horizons H1 et H2 en nous basant sur les 11 variables les plus corrélées sur les axes 1 et 2.

La figure 42 montre les différentes étapes successives ainsi que les variables discriminantes de chacune d'elles qui ont abouti à l'individualisation de 8 groupements distincts.

Les 135 horizons sont d'abord subdivisés en 2 grands ensembles A et B, le 1^{er} composé de 109 horizons réunit les groupements 1-2-3-4-5-et 6, le 2^{ème} réunit les groupements 7 et 8 et est composé de 25 horizons.

L'ensemble A se caractérise par des teneurs en SG assez faible (12%) en SF moyenne (19%), une faible teneur de chlorite et des pH neutres à basiques

L'ensemble B se distingue par les mêmes variables mais leur importance est inversé, ainsi les SG sont plus importants 34%, les sables fins sont faibles 7%, la chlorite est importante 23% et les pH acides en majorité.

Par la suite, et comme le montre la figure 42, le 1^{er} ensemble se subdivise en 2 sous ensembles A1 et A2, le premier réunit les groupements 1-2-3 et 4 et se caractérise par des valeurs de CA, CEC, PF4.2, PF3, PF2.5 moins importantes que l'autre sous ensemble qui réunit les groupements 5 et 6 avec une plus grande importance de ces mêmes variables.

Le 2^{ème} ensemble se subdivise directement en 2 groupements distincts (7 et 8)

Le groupement 1 : caractérisé par une teneur en SF relativement importante (26%)

Le groupement 2 : se démarque de son ensemble d'origine par son importance en sables grossiers (25.6%)

Dans le groupement 3 : la teneur en sables grossiers est faible (8.8%)

Le groupement 4 c'est le 1^{er} groupement individualisé, les valeurs des variables hydriques et trophiques sont faibles, Ca, CEC, MO, PF4.2, PF3 et PF2.5, sa teneur en sables fins est importante (30%)

Le groupement 5 : se particularise par l'importance des variables suivantes : CA, CEC, MO, PF4.2

Le groupement 6 : se distingue principalement par l'importance de la chlorite

Le groupement 7 : caractérisé par la plus importante valeur de la chlorite

Dans **Le groupement 8** les teneurs de la chlorite et de la MO sont faibles.

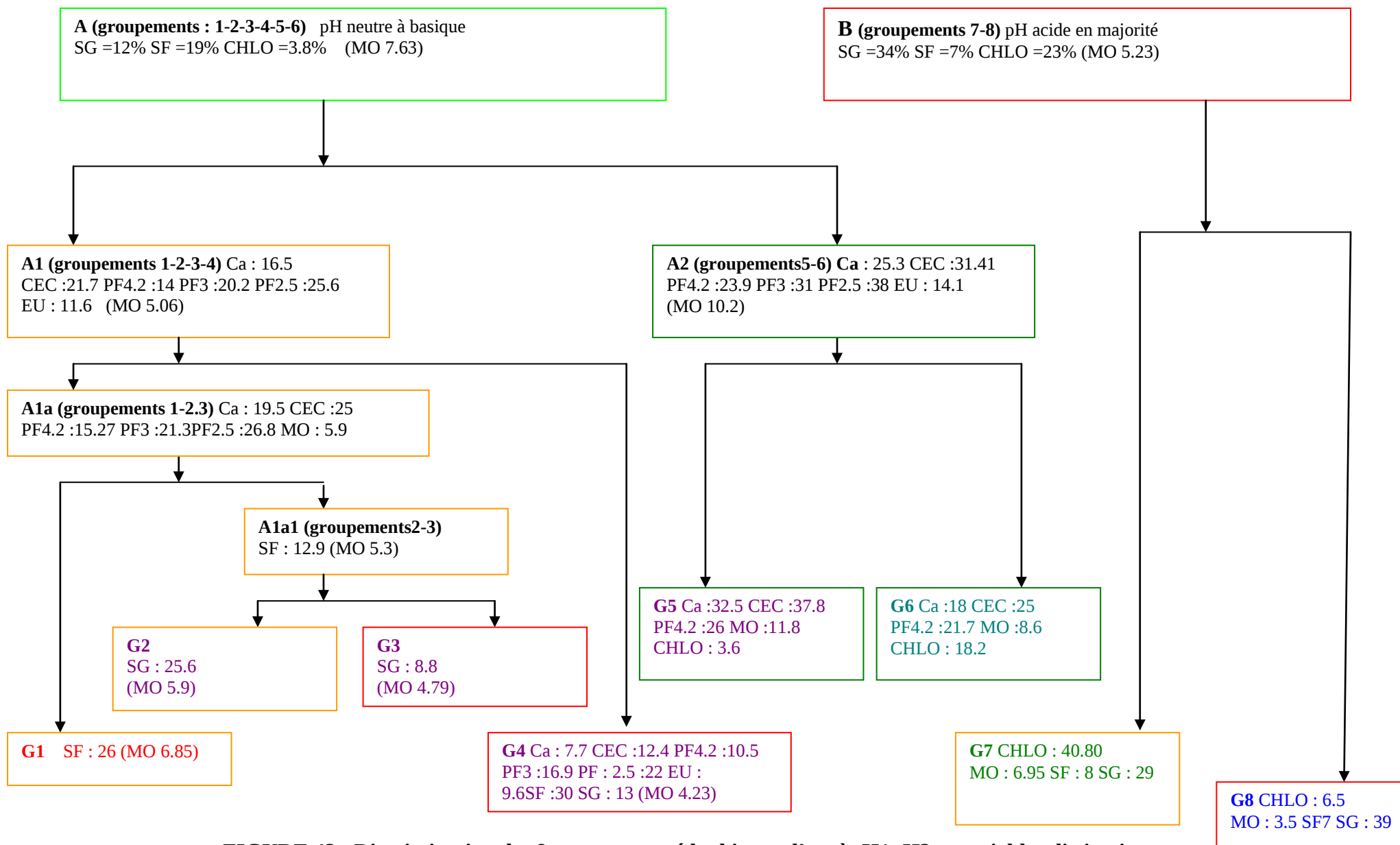


FIGURE 42 : Discrimination des 8groupements édaphiques d’après H1+H2 et variables distinctives

4.5.4.1 Caractérisation écologique et floristique des groupements édaphiques

La figure 43, montre l'individualisation des 8 groupements sur la carte ACP des axes 1 et 2

Dans le **groupe 1** : la pluviosité moyenne est faible (480 mm) pour une altitude assez élevée (1222m) (tableau 85)

Les formations végétales sont des taillis et matorrals bas et moyens clairs à chêne vert, Alfa, Genévrier rouge et oxycèdre ; sa parenté avec les groupements végétaux montre qu'il correspond exclusivement aux groupements de dégradation

Pour la caractérisation floristique : nous ne reprenons pas les tableaux de l'autoécologie des espèces, celles ci figurent en majorité dans les tableaux donnés pour H1 et H2

<i>Alyssum granatense</i> :	38%	<i>Helianthemum virgatum</i>	33%
<i>Atractylis cancelata</i> :	29%	<i>Helianthemum cinereum rubellum</i>	33%
<i>Bromus rubens</i> :	42%	<i>Leuzea conifera</i>	25%
<i>Herniaria hirsuta</i> :	29%	<i>Micropus bombycinus</i>	33%
<i>Stipa tenacissima</i>	25%		

Ce sont des espèces liées aux formations claires ou steppiques.

Pour apprécier l'ordre d'importance de la qualité du complexe trophique, nous avons classé les 8 groupements selon leur teneur en matière organique et suivant un gradient décroissant de (1 à 8), le groupement 1 correspond ainsi à la classe 4.

Dans le groupement 2 : le bioclimat varie du SA à L'H, les formations végétales sont des taillis et matorrals clairs à chêne vert, oxycèdre, genêt, phillaire et lavande. Ils correspondent en majorité aux groupements de dégradation. Les espèces caractéristiques de ce groupement sont les suivantes :

<i>Anagallis arvensis</i>	35%	<i>Pulicaria odora</i>	30%
<i>Carlina lanata</i>	30%	<i>Galium aparine</i>	50%
<i>Genista tricuspidata</i>	35%		

Ces espèces caractérisent un milieu à complexe trophique de classe 5, ce qui est assez faible d'autant que le nombre de H1 est nettement plus élevé que celui de H2, les sables grossiers sont relativement importants (25%) et la somme sables fins plus sables grossiers est égale à 42% .

Pour le groupement 3 : le bioclimat est le subhumide de l'humide, la végétation est constituée de taillis clairs à oxycèdre et matorrals et taillis claires et denses à chêne vert et *Pistacia lentiscus*

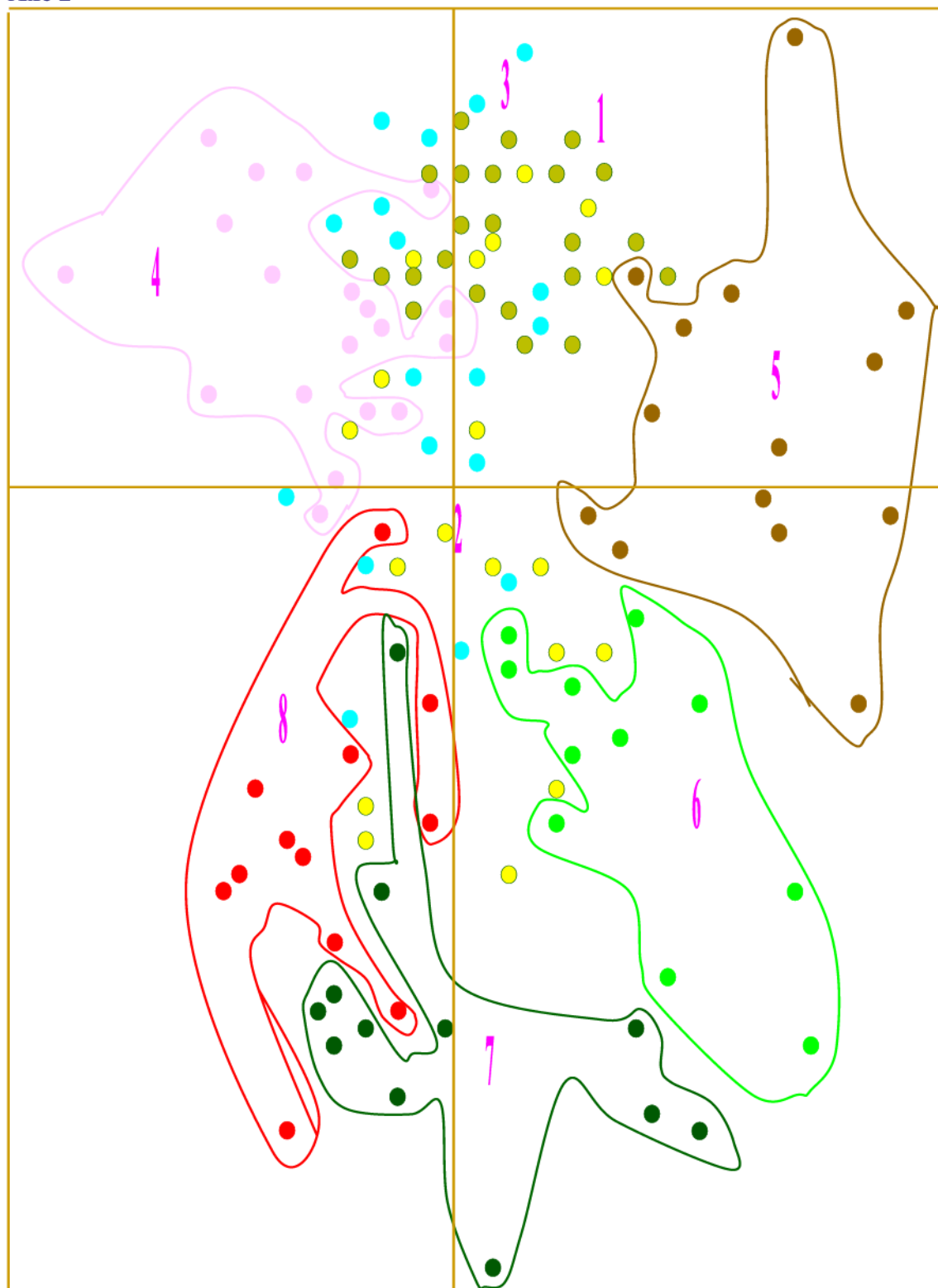
La correspondance avec les groupements végétaux montre qu'il s'agit en majorité de groupements dégradés sous l'influence de l'action anthropozoiique.

Ce groupement est caractérisé par les espèces suivantes

<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	41%	<i>Lonicera implexa</i>	30%
<i>Brachypodium distachyum</i>	41%	<i>Sonchus oleraceus</i>	41%
<i>Calycotome spinosa</i>	30%		

Ces espèces caractérisent un milieu d'assez faible qualité trophique pourtant la texture particulièrement fine (SG=8.8% et SF=10%) est favorable pour la végétation, on peut dire que le sol subit la dégradation du milieu végétal, si celle ci cesse, sol et végétation peuvent retrouver leur développement optimal.

Axe 2



Axe 1

Figure 43 : Carte ACP 1-2, individualisation des 8 groupements édaphiques d'après H1+ H2

G1 ● G2 ● G3 ● G4 ● G5 ● G6 ● G7 ● G8 ●

Tableau 85 : caractères écologiques des groupements édaphiques de H1 et H2

Groupt.	Pluviosité	Bioclimat	Altitude (m)	%Recouvrement	Formation végétale	Lithologie	Correspondance avec les groupements Végétaux.
1	480	SA froid, frais SH froid, frais Hfroid (1relevé)	1222	64	Taillis, matorrals bas et moyen clairs à chêne vert, alfa, J.oxycedre et turbinata	Marnes et calcaire	Exclusivement dégradés
2	726	SAfroid (1rel.)	995	65	Taillis et matorrals clairs à chêne vert, oxycedre, genêt, Filaire et lavande	Marnes et calcaire	En majorité dégradé
3	807	Shfroid, frais Hfrais, tempéré	995	67	Taillis clair à oxycedre et matorral et taillis clair à dense à chêne vert et pistachier	Calcaire Schistes et marne	En majorité dégradé
4	622	Safroid, frais Shfroid, frais, Tempéré	1112	60	Taillis clairs à chêne vert, pistachier, asphodèle, diss, et taillis clair à alfa et <i>Juniperus turbinata</i>	Schistes et quartzite et calcaire	En majorité dégradé
5	736	SAfroid, frais Shfroid, frais Hfrais, tempéré	870	73	Taillis bas assez dense à chêne vert, pitachier et filaire	Grés, calcaire et schistes siliceux	En majorité dégradé
6	725	Satempéré Shtempéré Hfrais	625	77	Taillis assez dense à chêne vert, P.media et Pistachier et forêts et matorrals à chêne vert +cytise.	Calcaire marnes et schistes	Presque exclusivement sylvatique
7	1182	Hfrais, tempéré	1153	73	Forets et matorrals à chêne vert+cytise et cèdre et taillis et matorrals à chêne vert+oxycedre.	Argile et quartzite et grés	Exclusivement sylvatique
8	853	SH tempéré Hfrais, tempéré	814	75	Taillis dense à chêne vert, ciste, pinus et matorrals à chêne vert+cytise.	Marnes et calcaire	Hétérogène (sylvatique et dégradé)

Le groupement 4: il a le plus faible recouvrement de la végétation, celle-ci est constituée de taillis clairs à chêne vert, pistachier, asphodèle, diss et taillis clairs à alfa et genevrier rouge.

La correspondance avec les groupements végétaux montre qu'ils sont en majorité dégradés

Sa caractérisation floristique donne les espèces suivantes :

<i>Bromus madritensis</i>	36%	<i>Lobularia maritima</i>	36%
<i>Filago spathulata</i>	36%	<i>Minuartia campestris</i>	36%
<i>Hedypnois cretica</i>	36%	<i>Sherardia arvensis</i>	36%
<i>Leontodon hispidulus</i>	36%		

Dans ce groupement ces espèces caractérisent un milieu édaphique à faible qualité trophique, il est de classe 7 sa capacité d'échange, notamment, est faible, ainsi que la MO ; la moyenne de la teneur en SF est de 30% celle des SG 13%, on atteint donc la proportion en ST qui départage un milieu riche d'un milieu pauvre (discuté aussi bien pour H1 que pour H2 concernant la 1^{ère} composante principale de l'ACP).

Notons qu'il faut toutefois tenir compte du nombre supérieur d'horizons H2 sur H1 (11H2, 8H1) le H1 étant plus riche que l'horizon sous jacent.

Le groupement 5 Le bioclimat est le SA, le SH et H aux variantes froides et fraîches notamment La végétation est constituée de taillis bas et assez dense à base de chêne vert, pistachier et phillaire Ce groupement est composé en majorité de H1 (12H1, 2H2) et correspond aux groupements végétaux de dégradation, paradoxalement sa richesse en variables du complexe trophique le positionne dans la classe1, c'est donc le plus important groupement en potentialités nutritives

Le groupement 5 représente le mieux la 1^{ère} composante principale (figure 43), il constitue un exemple type où la dégradation n'a affecté que le milieu végétal.

On peut supposer ici que la prépondérance de la fraction fine (SF=14% ; SG : 8%) en corrélation avec une lithologie constituée surtout de marnes et schistes contribue pour beaucoup à la préservation de ces sols.

Caractérisation floristique du groupement :

<i>Asparagus acutifolius</i>	36%	<i>Origanum floribundum</i>	29%
<i>Cistus salvifolius</i>	36%	<i>Phillyrea angustifolia</i>	57%
<i>Clematis flammula</i>	36%	<i>Jasminum fruticans</i>	29%

Ces espèces sont représentatives d'un milieu végétal dégradé et d'un milieu édaphique aux aptitudes nutritives excellentes, elles sont représentatives de deux milieux disjoints, un milieu ouvert (végétal) qui est en général non favorable aux espèces exigeantes et un milieu riche (édaphique) favorable aux espèces exigeantes.

Le groupement 6 : son couvert végétal est le plus important (77%) l'altitude est la plus basse (625 m), le bioclimat est le SA et SH aux variantes tempéré et H frais.

Les formations végétales sont des taillis assez denses à chêne vert, *phillyrea media* et *pistacia lentiscus* et forêts et matorrals à chêne vert plus cytise.

Ce groupement correspond presque exclusivement aux groupements sylvatiques (sauf un relevé) le relevé69 qui appartient au groupement végétal de dégradation V2.

Ce groupement édaphique réunit le groupement édaphique 4 de H2 exclusivement sylvatique et une partie du groupement édaphique 4 de H1 également exclusivement sylvatique, et il englobe aussi le R69 du groupement 1 de H1 qui est presque exclusivement dégradé.

Ceci signifie que ce relevé a changé de statut d'une analyse à une autre, ce changement est intervenu suite à la suppression des variables CT et CA pour H1 +H2.

Avec le G1 de H1 le R69 était concordant avec la végétation du groupement, avec H1+ H2 du G6 ce relevé est inclus dans un groupe où la végétation sylvatique lui est différente.

Ceci montre les fluctuations qui peuvent caractériser certains relevés dans leur correspondance avec les groupements végétaux et leur relation avec un groupement édaphique par la seule suppression d'une variable (CT et CA n'ont pas la meilleure corrélation pour les deux premiers axes).

Les groupements édaphiques 1 de H1 et 6 de H1 + H2 sont quant à eux presque similaires dans leurs caractères ; si le relevé 69 a rejoint un groupement sylvatique, cela signifie qu'il a les potentialités qu'exige ce milieu dans ce groupement, à l'exception de sa teneur en calcaire qui le lie à un autre type de milieu

Ce groupement est caractérisé par les espèces suivantes :

<i>Arbutus unedo</i>	45 %	<i>Galium rotundifolium</i>	45%
<i>Blakstonia perfoliata</i>	72%	<i>Polycarpon tetraphyllum</i>	36%
<i>Dactylis glomerata</i>	100%	<i>Pistacia lentiscus</i>	36%
<i>Daphne gnidium</i>	36%	<i>Phillyrea media</i>	55%
<i>Ferula communis</i>	36%	<i>Rubia peregrina</i>	72%
<i>Galium aparine</i>	55%	<i>Rosa sempervirens</i>	36%
<i>Galium molugo</i>	63%	<i>Rubus ulmifolius</i>	72%

Le groupement 6 que ces espèces caractérisent est classé en 2ème position pour ses potentialités nutritives ceci est en corrélation avec l'importance du couvert végétal qu'indique d'ailleurs *Rubia peregrina* et *Rubus ulmifolius*

La texture particulièrement fine (SF=7% ; SG=12%) issue d'une lithologie essentiellement schisteuse, agit dans le sens du bon développement de la végétation ; la chlorite est importante dans ce milieu.

Milieu végétal et milieu édaphique agissent en synergie l'un pour l'autre.

Dans le **groupement 7**, la pluviosité moyenne (1182 mm) est la plus importante, l'altitude aussi est élevée, le bioclimat correspond essentiellement à l'humide frais et tempéré, le climat est donc favorable pour la végétation, celle-ci est constituée de forêt à chêne vert plus cytise et cèdre ainsi que des taillis et matorrals à chêne vert plus oxycèdre.

L'importance de la pluviosité a permis la décarbonatation et le lessivage des sols qui sont particulièrement acides.

On peut dire que l'empreinte d'un climat intense par sa pluviosité est apparente à travers la végétation et le sol qu'il a façonné

Le G7 est constitué du groupement 7 de H1 et d'une partie du groupement 4 de H1, définis comme sylvatique ainsi que du groupement 6 de H2 exclusivement sylvatique.

Cela veut dire que les groupements végétaux édaphiques sylvatiques sont très cohérents et les paramètres édaphiques maintiennent cette cohésion en les réunissant toujours dans des groupements à tendance sylvatique.

Ce groupement correspond donc aux groupements à ambiance forestière sauf pour un relevé le R50, celui ci est donc à l'inverse de sa végétation encore préservé.

Ce groupement est caractérisé par les espèces suivantes :

<i>Asphodelus microcarpus</i>	33%	<i>Cynosorus elegans</i>	42%
<i>Arabis verna</i>	33%	<i>Cytisus triflorus</i>	50%
<i>Anagallis arvensis</i>	58%	<i>Cotyledon imbelicus veneris</i>	58%

<i>Anthemis pedunculata</i>	75%	<i>Galactites tomentosa</i>	42%
<i>Biscutella didyma</i>	58%	<i>Geranium robertianum</i>	83%
<i>Mercurialis annua</i>	33%	<i>Sherardia arvensis</i>	50%
<i>Specularia perfoliata</i>	50%		

Ces espèces dont certains sont propres aux lieux frais, ou à tendance forestière et orophiles, caractérisent des sols acides à forte présence de chlorite, la texture est particulièrement fine (SF=8% ; SG=29%).

Le **groupement 8** est composé de 13 relevés dont 11 ont été effectués dans l'Atlas Blidéen, il est le plus pauvre trophiquement. La pluviosité (853 mm) est le double de celle du G1 composé en majorité des relevés d'aflou et qui occupe pourtant le 4^{ème} rang de la valeur trophique sur les 8 groupements .L'effet de l'action antropozoïque sur les potentialités trophiques du sol est plus important que celui de l'aridité climatique.

Selon E. Makhlouf (1995) : « ... depuis le début de ce XX siècle, la dégradation des ressources naturelles s'est considérablement accentuée et ce, non seulement, dans les zones marquées par l'aridité naturelle, mais aussi et parfois d'une manière encore plus importante dans les zones à climat sub humide et humide, du moins en ce qui concerne l'Afrique du nord.Le climat d'une manière générale, n'étant guère en cause, il faut bien admettre que c'est l'homme qui a été l'agent principal de la dégradation de ces ressources naturelles...≈

La végétation est constituée de taillis assez denses à chêne vert, ciste, pin d'Alep et matorrals à chêne vert et cytise, c'est un groupement hétérogène qui correspond à la fois aux groupements sylvatiques et aux groupements de dégradation

La faible qualité trophique de ce milieu pourrait s'expliquer aussi par la teneur assez importante en sables totaux (46%) sachant que la matière organique est mieux conservée en milieu argileux que sableux (Bottner 1982)

Nous considérons également le pH du sol qui est à tendance acide pour 7 relevés, ce qui empêche l'humification d'où la faible valeur de la capacité d'échange.

L'importance du couvert nous l'expliquons par l'amplitude écologique du chêne vert qui va sur sol riche ou pauvre, mais peut être aussi par une dégradation récente du milieu édaphique.

Nous donnons ci-après les espèces qui caractérisent ce groupement :

<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	38%	<i>Filago spathulata</i>	46%
<i>Asplenium adiantum nigrum</i>	38 %	<i>Leontodon hispidulus</i>	30%
<i>Arisarum vulgare</i>	38 %	<i>Lagurus ovata</i>	30%
<i>Dactylis glomerata</i>	92 %	<i>Papaver rhoeas</i>	46%
<i>Daucus carota</i>	46 %	<i>Pistacia lentiscus</i>	30%
<i>Erica arborea</i>	38 %		

Ces espèces des milieux ouverts ou ombragés sont indicatrices de l'hétérogénéité de la végétation

4.5.4.2 Relation synthétique entre certains paramètres édaphiques et le recouvrement de la végétation

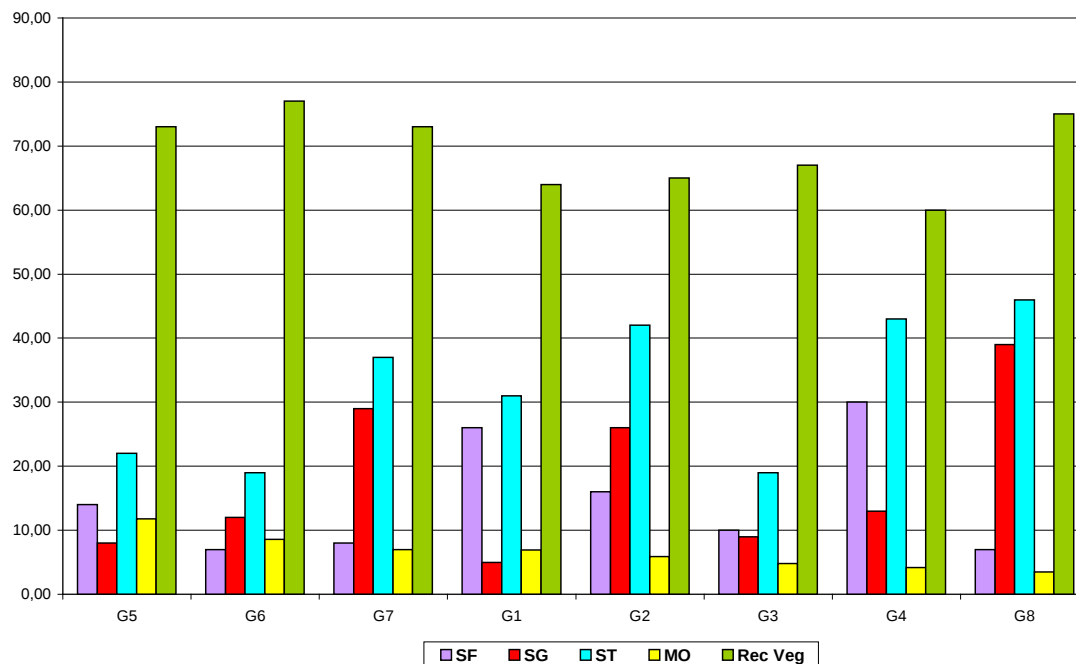


Figure 44 : relation entre la qualité trophique des groupements édaphiques (H1+H2) Représentée par la teneur en MO et le recouvrement de la végétation et les pourcentages des fractions sableuses.

L'interprétation de la figure 44 est rendue difficile par la différence du nombre d'horizons H1 et H2 dans chaque groupement. Un maximum d'horizons H1 dans un groupement peut placer ce dernier quelque soit sa texture et sa couverture végétale, parmi les ensembles à capacité trophique importante.

Toutefois, nous pouvons remarquer pour les deux groupements 5 et 6 une assez bonne teneur en matière organique, corrélée à une texture fine et une couverture végétale appréciable.

Le groupement 3 qui a une texture également fine, a une teneur en matière organique assez faible relativement, cet écosystème subit sans doute une dégradation d'origine humaine intense. Les caractéristiques trophiques de ce groupement sont très largement inférieures à ses potentialités.

Le groupement 8 avec une teneur en sables totaux la plus élevée est caractérisé par la plus faible teneur en matière organique.

4.5.4.3 CONCLUSION

Le groupement 5 est représentatif de la première composante principale, on y observe un décalage entre la végétation et le sol.

La végétation est dégradée par l'homme, quant au sol, il conserve ses qualités physiques et trophiques.

Le groupement 6, est presque exclusivement sylvatique, sa texture est fine et sa teneur en chlorite est appréciable.

Le groupement 7, est exclusivement sylvatique et sa teneur en chlorite est importante et celle de la matière organique est moyenne.

Le groupement 8, est hétérogène par rapport aux groupements végétaux.

Bien qu'assez pluvieux en raison de sa situation au nord du transect, ce groupement est le plus pauvre trophiquement. Cela signifie que les conséquences de l'action anthropozoiique sont plus néfastes sur le sol que l'aridité climatique.

Les autres groupements 1, 2,3 et 4 issus tous de l'ensemble A1 correspondent en majorité aux groupements de dégradation.

DISCUSSIONS ET CONCLUSION

DISCUSSIONS ET CONCLUSION

L'objectif de notre travail était d'étudier les relations sol végétation dans les formations à chêne vert le long d'un transect nord – sud (Chenou – Aflou).

Pour l'atteindre, nous avons réalisé 83 relevés phytoédaphiques.

Devant cette masse de données (83 relevés floristiques, 37 variables édaphiques quantitatives) nous avons eu recours à des analyses numériques multivariées : l'analyse factorielle des correspondances, l'analyse en composante principale et la classification ascendante hiérarchique. L'analyse des espèces végétales composant les différents relevés a montré à l'aide de l'A.F.C que les facteurs liés au bioclimat (précipitations, température), à l'édaphisme ainsi qu'à l'action anthropozoïque, sont prépondérants dans la répartition de la chênaie verte. Aussi, c'est l'importance de ces facteurs qui caractérise les groupements végétaux individualisés.

L'aridité climatique, isole les relevés d'Aflou qui constituent un groupement xérophile pré-steppique. L'importance des précipitations au nord de notre transect, dans l'Atlas Blidéen, individualise une végétation forestière mésophile.

D'autres groupements se succéderont le long de l'axe 2 de l'AFC, selon l'importance de l'action anthropozoïque que cet axe représente.

D'une manière générale, les groupements végétaux de la chênaie verte se distinguent par l'influence des facteurs climatiques combinée à l'ampleur de l'action anthropozoïque ainsi qu'aux caractéristiques édaphiques.

Ceci est une description simplifiée des facteurs prépondérants, car en réalité l'action de chacun d'eux est à son tour subordonnée à l'importance et à l'état des autres facteurs.

Prenons un exemple : Dans une zone assez pluvieuse comme l'atlas blidéen, les précipitations importantes pourraient même être défavorables si la couverture végétale a disparu sous l'action de l'homme. A Aflou, au contraire, lorsque la végétation est importante, même une pluviosité assez faible sera gérée efficacement et d'une façon optimale par la végétation et le sol.

Après cette étude basée sur la floristique, et connaissant l'importance des facteurs climatiques du transect, nous avons été amené à analyser les variables édaphiques afin de mieux comprendre l'action des facteurs déterminés comme prépondérants par l'analyse floristique.

L'utilisation de l'A.C.P, nous a permis d'éviter de considérer les classes de variables et permis d'intégrer les valeurs brutes de la totalité des variables quantitatives.

Le résultat de cette analyse obtenu sur la base des seuls variables édaphiques montre une corrélation frappante avec l'analyse floristique. Nous obtenons d'une part des relevés représentant les formations végétales plus ou moins bien conservées et d'autre part des relevés représentant les formations végétales dégradées ce qui est en total concordance avec les groupements végétaux déterminés eux sur une base purement floristique.

Le climat agit sur la végétation et sur le sol et cette action est telle qu'il y ait superposition de deux écosystèmes en fonction du climat qui les a favorisés ou façonnés.

La corrélation entre la floristique ou les groupements végétaux et les variables édaphiques traduit l'effet de marquage du climat sur ces deux écosystèmes.

Si nous comprenons parfaitement la corrélation des formations sylvatiques avec les paramètres édaphiques à travers la notion de climax climatique évoquée par Soltner (1987) et qui représente l'écosystème équilibré « végétation – sol » caractéristique d'un climat donné, nous comprenons cependant mal la corrélation obtenue entre les formations végétales dégradées et le sol, une fois que cet équilibre est rompu ou perturbé.

L'explication pourrait être attribuée à l'analyse multivariable (A.C.P) qui distingue ce milieu perturbé uniquement par comparaison et par rapport au milieu plus conservé, car s'agissant de deux écosystèmes bien tranchés.

Les variables édaphiques qui différencient la chênaie mésophile et thermophile sylvatique sont identiques pour les deux horizons H1 et H2, il s'agit d'un milieu édaphique qui se caractérise par sa pauvreté en calcaire, des pH légèrement acides, neutres et légèrement basiques pour le H2, ainsi que par l'importance des sables grossiers et de la chlorite.

Les variables édaphiques qui caractérisent la chênaie thermoxérophile des milieux ouverts des deux horizons sont presque identiques, il s'agit d'un milieu calcaire, les sables fins sont importants, le complexe absorbant saturé, les pH neutres à basiques et l'importance de la kaolinite au niveau du deuxième horizon.

Cette caractérisation édaphique de deux ensembles de milieux différents est représenté sur la carte factorielle de l'A.C.P par la deuxième composante principale et par des variables qui dépendent surtout de la roche mère ainsi que du climat.

Sur la même carte (figures 14 et 27), s'entrecroisent d'autres paramètres édaphiques que représente la première composante principale. Ces paramètres sont relatifs à la qualité trophique (MO-C.E.C-Ca-N) et hydrique (PF_{4,2}- PF₃- PF_{2,5}) du sol, que nous avons dénommé complexe trophique et qui sont presque identiques aux deux horizons.

Ces paramètres sont en premier lieu et pour une large mesure sous la dépendance directe de la végétation sans toutefois diminuer l'action du climat, du microclimat et du relief sur ces paramètres.

Les variables du complexe trophique différencient un milieu riche d'un milieu pauvre auquel sont corrélés les sables totaux, par l'importance relative des variables hydriques et trophiques (PF- MO- CEC- Ca- N). Soulignons tout d'abord, le lien étroit qui existe entre les potentialités hydriques et les potentialités nutritives d'un sol, c'est pourquoi les PF sont les mieux corrélés à la matière organique, ces deux paramètres sont en interaction active, c'est à dire que l'un influe favorablement sur l'autre.

La chênaie sylvatique et la chênaie thermoxérophile et dégradée déterminées par l'axe 2 sont subdivisées chacune par l'axe 1 suivant l'importance des variables du complexe trophique. Les résultats montrent que certains sols appartenant à la chênaie thermoxérophile et dégradée

se situent vers le côté des sols riches en qualité trophique et hydrique ; ceci nous conduit à supposer pour ces sols qu'il s'agit d'une dégradation récente de ces sols.

D'autres sols par contre, appartenant pourtant à la chênaie sylvatique sont de faible qualité trophique.

L'explication à cette disproportion entre l'importance de la végétation et celle des variables trophiques du sol est donnée par l'A.C.P qui oppose pour les deux horizons les sables totaux à l'importance des variables du complexe trophique. Nous déduisons donc le rôle important de la fraction granulométrique fine dans l'enrichissement et la conservation des potentialités trophiques et hydriques. L'importance des particules fines sur la rétention d'eau et donc sur la végétation est très nette. Bousnina et Mhiri (1997) ont montré que les amendements argileux contribuent de manière significative à accroître la réserve d'eau utile des sols sablonneux en zones arides et semi-arides.

Le rôle de la texture est apparu également important avec l'axe 2, puisque d'une part les sables grossiers discriminent avec d'autres variables une végétation sylvatique et d'autre part les sables fins discriminent une végétation des milieux ouverts.

Si nous tentons de vérifier le postulat du rôle des sables totaux sur la richesse trophique sur cet axe deux pour les deux horizons, nous remarquons que d'un côté de cet axe comme de l'autre lorsque la moyenne des sables totaux est égale, celle de la matière organique et de l'eau utile est également égale.

Nous pouvons dire enfin, pour les deux horizons que les fractions sableuses (SF et SG) identifient l'état de la végétation (dégradée ou sylvatique) et la fraction fine, surtout argileuse, la qualité trophique du sol.

Nous tenons enfin à préciser que la texture d'un sol selon le diagramme textural, n'est pas indicative du rôle de chacune des fractions ; la considération de chacune des principales granulométries est la plus significative en écologie.

Nos résultats ont montré aussi le rôle combiné de la texture et de la matière organique sur l'humidité d'un sol.

Nous avons remarqué aussi que l'action de la matière organique sur la rétention d'eau et la capacité d'échange n'apparaît qu'au delà d'une certaine teneur. Avec une teneur en matière organique double en H1 par rapport à celle du H2 (5.2% et 2.4%), la teneur en eau utile est équivalente entre les deux horizons.

La dégradation de la végétation conduit à l'appauvrissement en matière organique de l'horizon superficiel, la variation de la matière organique décroît alors lentement en profondeur, ce qui définit d'une manière générale les sols isohumiques que nous avons rencontré et décrits en Algérie dans les formations à chêne vert par Dahmani (1997) et dans les formations à alfa par Kadi Hanifi (1998). Ces sols ont également été décrits au Maroc par Ruellan (1971) et en Tunisie par Belkhodja *et al* (1973).

Dans notre classification des sols (référentiel pédologique 1992) nous avons mentionné les sols isohumiques en ajoutons le qualificatif clinohumique à la dénomination de la classe auquel appartient le sol, car s'agissant beaucoup plus d'un caractère issu de la dégradation que d'une forme particulière de pédogénèse qui inclue le climat, le relief, la roche mère et les processus physico-chimiques du sol.

La variable C/N définit par l'axe 4 des deux horizons montre que ce rapport est lié à la qualité intrinsèque d'un sol puisque nous avons déjà vu que la texture influe sur la richesse trophique. Deux relevés l'un pour H1 et l'autre pour H2 représentant une forêt dense à chêne vert avec cytise ont un rapport C/N élevé, ce qui montre le rôle d'une végétation en équilibre avec son milieu pour ce rapport. Lorsque le couvert végétal est clair, le C/N du deuxième horizon est bas.

La majorité des variables sont corrélées aux deux premiers axes sous forme de deux grands ensembles de variables pour chacun des deux axes, ceci a pour conséquence l'étirement de la grande partie de l'information qui leur permet d'établir une relation significative avec la dynamique de la végétation. L'information apportée par les autres variables pourtant bien corrélées aux autres axes est plutôt assez faible, car ces variables s'expriment sur ces axes individuellement et ne peuvent donc renseigner isolément ou individuellement un milieu aussi complexe que le sol.

L'exemple est donné avec la variable calcaire, bien corrélée aussi à l'axe 3 (le calcaire est corrélé plus l'axe 2) de l'horizon 1 mais qui ne donne pas une information cohérente avec la distribution de la végétation.

L'analyse simultanée des variables édaphiques des deux horizons montre que les variables relatives au complexe trophique sont nettement plus élevées pour l'horizon superficiel. La variabilité des variables à travers le solum, montre que seuls la fraction grossière et le calcaire actif augmentent en profondeur.

La recherche d'ensembles de relevés édaphiques homogènes nous a conduit à réaliser la C.A.H sur les variables édaphiques. Nous avons constaté que les groupements édaphiques individualisés dépendent des variables considérées. Nous avons aussi obtenu autant de groupements différents que d'ensembles de variables considérées.

Si cette mise au point est assez évidente pour les variables à faible corrélation et qu'il fallait les éliminer de cette analyse, nous avons par contre rencontré quelques problèmes quant au choix des variables les plus pertinentes qu'il fallait considérer.

Lorsque nous avons pris en compte toutes les variables ayant une bonne corrélation pour l'ensemble des axes de l'A.C.P, la hiérarchisation des variables pertinentes ne coïncidait pas avec les deux ensembles de variables corrélés aux deux premiers axes ni à une individualisation assez cohérente des groupements déterminés sur les différentes cartes factorielles de l'A.C.P ni aussi à une quelconque cohérence des groupements édaphiques avec la végétation ou les groupements végétaux. Cette difficulté réside d'abord dans l'importante information dont se sont accaparés, disons, les deux blocs de variables pour les deux premiers axes, ensuite, dans l'impossible individualisation d'ensembles homogènes sur une seule carte factorielle à partir de variables également pertinentes mais appartenant à différentes cartes factorielles des différents axes successifs considérés.

La recherche d'une certaine cohérence dans l'individualisation des groupements édaphiques exige la considération de variables qui sont en coordination. Celles définies par les autres axes, même pertinentes deviennent source d'interférence car elles s'expriment isolément sans aucun lien avec les autres groupes de variables.

Cette mise au point a été nécessaire car la suite des résultats en dépendait.

Finalement, nous avons considéré les deux grands ensembles de variables exprimées par les deux premières composantes principales.

Pour l'horizon superficiel, nous relevons ce qui suit : malgré l'écart climatique du nord au sud de notre transect, les sols appartenant à ces différentes régions sont réunis par affinité pédoclimatique dans un même groupement édaphique (G1) constitué de groupements végétaux presque exclusivement dégradés. Les sols de ce groupement, aux qualités trophiques intermédiaires correspondent aux groupements végétaux de dégradation.

Pour les sols des régions du nord, il s'agit d'une rétrogradation, car mieux nantis du point de vue climatique.

L'action anthropozoïque dont l'effet peut être identique du nord au sud a réalisé cette jonction de sols différents au plan climatique ; l'effet de la dégradation anthropozoïque sur la végétation et le sol devance l'effet du climat. Si la dégradation de la végétation ne s'arrête pas, l'effet du climat sera alors aussi, source de dégradation des sols, le climat et l'action anthropique joueront alors le même rôle de dégradation sur la végétation et sur le sol.

La préservation des sols passe par celle de la végétation car sa perturbation entraîne par enchaînement celles d'autres éléments de l'écosystème. La dégradation de la végétation constitue le premier maillon dans le bouleversement du paysage et toute stratégie de restauration doit considérer le fonctionnement de l'écosystème, l'homme y compris.

Scarascia – Mugnozza *et al* (2000) insistent sur le besoin d'identifier les stratégies de sylviculture et de gestions appropriées, des solutions sociales doivent également être considérées selon ces auteurs. L'homme avec ses conditions socio-économique fait partie intégrante du paysage.

Nous avons obtenu la réunion d'une végétation exclusivement sylvatique par la confrontation des seules paramètres édaphiques, sol et végétation forment un ensemble homogène qui constitue un écosystème au sens fonctionnel dans leur relation et leur action convergente. Le groupement 4 réalise une concomitance de plusieurs groupements végétaux définis comme plus ou moins sylvatiques. La composition floristique de cet amalgame de groupements végétaux est naturellement différente, le rôle de la structure végétale sylvatique, homogène par sa densité est donc prépondérant sur les sols qui sont réunis dans ce même groupement édaphique.

Certains groupements édaphiques (exemple G3) à qualité trophique relativement importante, mais constitués de groupements végétaux de dégradation montrent que la dégradation de la végétation n'a pas été suivie par celle du sol à cause d'une dégradation récente, ou encore aux qualités du milieu édaphique qui permettent de résister à la dégradation du milieu végétal.

Les sols d'Aflou à végétation thermoxérophile et de l'Atlas blidéen à végétation mésophile et thermophile d'ambiance sylvatique sont réunis notamment par une teneur élevée en sables totaux, leur qualité trophique est faible ; pour l'écosystème sylvatique c'est la texture aérée qui favorise la minéralisation dans un milieu en majorité à pH neutre. Avec une texture grossière importante, les sols de surcroît appauvris en matière organique ne peuvent résister à la dégradation.

Un autre groupement édaphique réunit des sols qui se distinguent également par l'importance des sables totaux mais à l'inverse de ce qui a précédé, la chlorite est importante, la végétation

presque exclusivement sylvatique et la qualité trophique des sols est appréciable. Le climat (froid) et le milieu minéral (inexistence de calcaire), les pH légèrement acides, permettent la conservation d'une teneur assez importante en matière organique, à l'inverse du groupement édaphique cité précédemment, dans celui-ci la végétation et la matière organique constituent une protection pour le sol.

Lorsque l'action anthropozoïque détruit la végétation, même les sols caractérisés par une texture fine s'appauvrissent en matière organique par diminution de l'apport de litière ce qui aura pour conséquence la diminution des agrégats stables cimentés par un complexe argilo-humique, la diminution des complexes argilo-humiques ; l'argile n'est plus alors protégée et elle sera soumise au lessivage. A ce moment la dégradation du sol après celle de la végétation est alors entamée.

Pour le deuxième horizon, nous soulignons les faits suivants : le groupement 3 qui comprend des relevés du Chenoua jusqu'à Theniet el- Had, constitué principalement de groupements végétaux de dégradation, regroupe des sols à texture fine, ceci montre que la dégradation est soit récente, soit alors qu'elle n'a pas encore eu d'effet sur la texture du sol ni sur l'importance de la matière organique du deuxième horizon.

A l'inverse de l'horizon superficiel, l'horizon sous-jacent est protégé des effets directs de l'érosion.

Le groupement 4 constitué de 4 relevés de l'Atlas blidéen est le plus homogène car il réunit essentiellement les sols qui correspondent exclusivement au groupement végétal à ambiance sylvatique II1 (formations denses à chêne vert, *phillyrea media* et *Pistacia lentiscus*) ; même avec la C.A.H sur AFC espèces-relevés, nous n'avons pas obtenu la différenciation du groupement végétal II en II1 et II2.

La végétation apparemment hétérogène des deux groupements nous a amené à distinguer subjectivement ainsi que sur la base des formations végétales entre les deux groupements.

Nous constatons que lorsqu'il y a parfait équilibre entre sol et végétation, les paramètres édaphiques peuvent être plus distinctifs de la végétation que les éléments de la végétation elle-même.

Les écosystèmes sol-végétation les plus stables peuvent être diagnostiqués en analysant d'une part la végétation et d'autre part l'édaphisme.

La confrontation entre les deux analyses contribuera à la reconnaissance des écosystèmes les plus stables.

Ceci est d'autant plus vrai que cette analyse a exclu de ce groupement édaphique le relevé 56, pourtant appartenant lui aussi au groupement végétal II1, mais donc, apparemment assez dégradé au plan édaphique. La reconnaissance d'écosystèmes sol – végétation stables a exclu un sol qui lui est très différent (teneur élevée en sables, faible taux de matière organique, des PF et de la capacité d'échange)

Le groupement édaphique 6 constitué de forêt et taillis à chêne vert plus cytise réunit des sols à importante teneur en chlorite, ils correspondent à deux différents groupements végétaux sylvatiques (le IV1 plus un relevé appartenant au V1), dans ce cas, il s'agit d'une végétation,

disons, plus ou moins sylvatique, mais qui induit et repose sur un milieu édaphique homogène.

Ainsi et comme on l'a déjà montré avec les différents groupements édaphiques, définis par les traitements respectifs de H1 et H2 qui réunissent des sols appartenant à des groupements végétaux très hétérogènes car différents, un groupement édaphique peut correspondre à une végétation sylvatique mais qui est hétérogène au plan floristique.

Deux groupement végétaux homogènes au plan structural mais hétérogènes dans leur composition ont des sols très affines, c'est dire que le milieu crée par cette structure (microclimat, densité du couvert et son influence sur les précipitations, quantité de litière,...etc) prime sur sa composition dans sa relation avec le sol et sur ses caractéristiques.

Enfin, l'horizon 2 a pu reconstituer plus fidèlement que l'horizon 1 et à partir des variables édaphiques, deux groupement végétaux sylvatiques issus de l'A.F.C espèces-relevés, le IV1 (partiellement) et le II1 (plus fidèlement encore que la végétation elle même).

A l'inverse de l'horizon 1 où différents groupements végétaux sylvatiques sont réunis dans un même groupement édaphique donnant la prépondérance à la structure végétale, l'horizon 2 forme deux groupements édaphiques qui correspondent chacun à un groupement végétal unique issu de l'A.F.C (le groupement édaphique 4 correspond au groupement végétal II1 exclusivement, et le groupement édaphique 6 au groupement végétal IV1 sauf un relevé).

Dans cet horizon 2 la prépondérance est attribuée à la structure végétale mais aussi à la composition floristique car, et les résultats sont significatifs, les variables édaphiques ont pu reconstituer des ensembles floristiquement homogènes

Pour l'analyse simultanée des deux horizons, nous relevons en plus de tout ce qui a été déjà montré, l'exemple du groupement édaphique 8, il est constitué de groupements végétaux différents (hétérogène), il est assez pluvieux en raison de sa situation au nord du transect, mais le plus pauvre trophiquement ce qui signifie que les conséquences de l'action anthropique sont plus néfastes sur le sol que l'aridité climatique.

Concernant la nature des argiles et le lien établi avec la végétation, l'individualisation des groupements édaphiques les plus riches et les plus sylvatiques correspondent à l'importance de la teneur en chlorite.

En ce qui concerne la présence des différents types d'argiles sur notre transect, nous constatons que la kaolinite est présente sur tout le transect sauf dans l'Atlas blidéen où elle est présente que dans très peu de relevés.

L'illite est présente sur tout le transect, elle est sûrement issue des micas par perte d'une partie des ions K intercalés. Ruellan (1971) a trouvé dans son étude au Maroc que cette argile constituait la plus grande partie des minéraux.

La chlorite est pratiquement inexistante à Aflou et très faiblement dans la région de Berrouaghia.

A partir de la région de Miliana, la chlorite apparaît beaucoup plus pour devenir importante dans presque tout l'Atlas blidéen .En zone aride la kaolinite, la chlorite et l'illite sont toujours héritées (Halitim 1988)

La vermiculite, sur tout le transect, n'est présente que dans un seul relevé, celui de l'Atlas blidéen : le relevé 76, qui est particulièrement acide et appartient au bioclimat frais, Ruellan (1971) a décrit cette argile dans une zone du sub-humide au dessus de 800m dans des conditions où l'altération est très poussée.

Cette argile est peu fréquente dans les zones arides selon Halitim (1988), la Montmorillonite n'a été rencontrée que dans un seul relevé, celui de Aflou et dans 5 relevés de la région de Berrouaghia ; les interstratifiés sont présentes partout.

Au terme de cette étude phytoédaphique des formations à chêne vert qui pourrait servir de base à un aménagement de cet écosystème, il serait souhaitable soit de l'élargir aux autres formations végétales mitoyennes à la chenaie et selon le même transect afin de mieux cerner la dégradation et les relations type de végétation-sol, soit d'étaler le transect jusqu'aux formations désertiques dans le but de comprendre le phénomène de désertification.

Par ailleurs, ce genre d'études doit déboucher sur la cartographie édaphique, voire la cartographie phytoécologique, outil incontournable pour la valorisation du milieu.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- ABDESSEMED Kh., 1981.- le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans les massifs de l'Aurès et du Belezma- Etude phytosociologique. Problèmes de conservation et d'aménagement. Thèse Doct. Ing. Univ. Aix Marseille III : 199p.
- ACHHAL A., 1979.- Le chêne vert dans le haut Atlas central : Etude pyhtoécologique. Problèmes posés par les aménagements de la chenaie. Thèse Doct. 3^{ième} cycle, Univ. Aix Marseille. 166p
- ACHOUR H., 1983. – Etude phytoecologique des formations à Alfa (*Stipa tenacissima* L.) du sud oranais- wilaya de Saida. Thèse Doct. 3^{ième} cycle, Univ. H. BOUMEDIENE, Alger, 216p+ ann.
- ACHOUR-KADI HANIFI H. et LOISEL R., 1997.-Caractéristiques édaphiques des formations à *Stipa tenacissima* L. de l'Algérie en relation avec la dynamique de la végétation. *Ecologia mediterranea* 23(3/4), 33-43 (1997)
- AIDOUF F., 1984. – Contribution à la connaissance des groupements à Sparte (*Lygeum spartus*) des hauts plateaux sud oranais. Etude phytoécologique et syntaxonomique. Thèse Doct 3^{ième} cylce. Univ. H. BOUMEDIENE, Alger, 256p + ann.
- AIME S., 1975.- Contribution à l'étude écologique du chêne liège, étude de quelques limites. Doct. spec., Univ. Nice. 182p.
- AIME S., 1991. – Etude écologique de la transition entre les bioclimats sub-humides, semi arides et arides dans l'étage thermo-méditerranéen du tell oranais (Algérie occidentale). Thèse Doct. Es-sci. Univ Aix Marseille III, 190p + ann.
- AISSA A., 2000 – Typologie édaphique de « *Stipa tenacissima*. L » en Algérie. Thèse ing. USTHB, Alger, 73p.
- ALCARAZ C., 1969. – Etude géobotanique du Pin d'Alep dans le Tell oranais, Montpellier, Thèse 3^{ième} cycle, Fac. Sc. 183 p. ron., 24 tblx, 9 cartes, 6 graphes.
- ALCARAZ C., 1982. – La végétation de l'ouest algérien- thèse Doct., Univ. Perpignan (415p).
- AMRANI S-M., (à paraître) – Contribution à l'étude agrochimique et pédogénétique des zones de hautes plaines steppiques de la wilaya de Tlemcen- Thèse Doct. D'Etat. Univ. Tlemcen.
- AUBERT G., 1978. –Relations entre le sol et cinq espèces d'éricacées dans le sud est de la France- *Oecologia Plantarum* T3 (3) 253 – 269.
- AUBERT G., 1978. – Méthodes d'analyses des sols. Centre de documentation pédagogique- Marseille, 191p.

- AUBERT G et THINON M., 1981. – Phénomènes pédogénétiques survenant lors de la déforestation après incendie et coupes de bois abusives. *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille*, 41 : 7-12.
- BALDY CH., 1965. – Climatologie de la Tunisie centrale FAO – UNDP-, TUN 8 ; I, 84p, II, Atlas : 20 cartes couleurs 1/1.000.000 ; III, Ann.
- BALDY CH. Et MADJIDIEH H., 1984. – Propriétés optiques des feuilles de *Quercus ilex* L- provenant d'un arbre âgé d'une forêt protégée du Var. C.R. Acad. Sc. Paris, III, 14 :617-620.
- BALDY CH., BARBERO M. et MADJIDIEH H., 1987. – Extinction du rayonnement et modifications du spectre solaire sous différents couverts de taillis de chêne vert (*Quercus ilex* L.) de la forêt domaniale de la gardiole de rians (var, France). *Ecol. Medit.* XIII, 1-2 : 77-86.
- BALDY CH., BARBERO M., MADJIDIEH H. et QUEZEL P., 1988. – Caractères biophysiques du modèle sclérophylle en situation de stress hydrique ; le cas du chêne vert. Coll. Medecos, Montpellier, Water stress. I.U.B.S., Paris : 267 – 276.
- BAGNOULS F. et GAUSSEN H., 1953 – Saison sèche et indice xérothermique- *Docum. Cartes product. Végét. Sér. : généralités*. 3(1), art. 8 : 47p.
- BAGNOULS F et GAUSSEN H., 1957. – Les climats biologiques et leur classification – *Ann. Géogr. Fr.*, 355 : 193 – 220.
- BARBERO M. et LOISEL R., 1980. – Le chêne vert en région méditerranéenne. *Rev. For. Fr.*, 32 : 531-543.
- BARBERO M. et LOISEL R., 1983. – Les chenaies vertes du sud-est de la France méditerranéenne. Valeurs phytosociologiques, dynamiques et potentielles. *Phytocoenologia*. II, 2 :255-244.
- BARBERO M. et QUEZEL P., 1984. – Caractérisation bioclimatique des étages de végétation forestière sur le pourtour méditerranéen. Aspects méthodologiques posés par la zonation.- *Doc. Ecol. Pyrénéenne*. III-IV : 49-56.
- BARBERO M., LOISEL R., QUEZEL P., 1984. - Rôle des facteurs anthropiques dans le maintien des forêts et de leurs stades de dégradation en région méditerranéenne. *Soc. Biogeogr.* 59(4) : pp. 475-488.
- BARBERO M., BONIN G, LOISEL R, QUEZEL P., 1989. – SCLEROPHYLLOUS QUERCUS FORESTS OF THE MEDITERRANEAN AREA : Ecological and ethological significance. *Bielefelder « OKOL. Beitr.* 4, 1-23.
- BARBERO M., BONIN G., LOISEL R. et QUEZEL P. 1990. – Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the western part of the Mediterranean basin. *Vegetatio*, 87 : 151-173.

- BARBERO M., BONIN G., LOISEL R. et QUEZEL P. , 1992. – LA DYNAMIQUE DU COUVET VEGETAL EN REGION MEDITERRANEENNE. Séquences de secondaires et matorralisation. « *Montagnes et forêts méditerranéennes. Agriculture et transformation des terres dans le bassin méditerranéen* ». Iclpe éd. Le Bouget – du Lac : 115-128.
- BARBERO M et LEBRETON P., 1996. – Ecologie et variabilité des chenaies sclérophylles : chimiotaxonomie du complexe chêne vert. *Forêt méditerranéenne* XVII, 3 : 129-136.
- BARSHAD I.,1954. - Adsorptive and swelling properties of clay water system. Clay and clay technology. Calif. Dept. Nat. Resources div. Mines, 169, 70-77.
- BARRY J.P., CELLES J.C., FAUREL L., 1974. – Carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques (1/1.000.000) et notice explicative. Pub. Service d'écologie de l'Univ. D'Alger. Edit. Par soc. d'histoire naturelle de l'Afrique du nord.
- BARRY J.P., CELLES J.C., FAUREL L., 1976. – Notice de la carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques. Feuille d'Alger au 1/1.000.000. C.R.B.T., Alger : 42p.
- BELKHODJA., BORTOLI L., COINTEPAS J.P., DIMANCHE P., FOURNET A., JACQUINET J.C. et MORI A., 1973. – sols de Tunisie. Bull de division des sols. 185 p + carte pedo. De la Tunisie 1.500.000.
- BELLON S. et GUERING., 1993. – Raisonner l'utilisation sylvo- pastorale du chêne vert. *Forêt méditerranéenne* XIV, 4 : 296 – 305.
- BELLON S., CABANNES B., DIMANCHE M., GUERING., GARD L. et MSIKA B., 1996. – Les ressources sylvo pastorales des chênaies méditerranéennes- *Forêt méditerranéenne* XVII, 3 : 197 – 209.
- BENABID A., 1982. – Etudes phytoécologique, biogéographique et dynamique des associations et series sylvatiques du rif occidentale (Maroc). Thèses d'Etat. Univ. D'Aix Marseille, 199 p + ann.
- B.N.E.F 1984.- Rapport de synthèse.
- BENZECRI J.P. et Coll .,1973. - L'analyse des données. 1- la taxinomie. 2- l'analyse des correspondances. Paris, Dunod, 2 vol., 675p
- BENZINE-CHALAM H., (à paraître).-Reconstitution du taillis de chêne vert du semi aride, après coupe, dans la région d'El Hassasna (ouest Algerien) : régénération, phytomasse, minéralomasse.Thèse Magistère. U S T H B.
- BICHARD D., 1982. – Relations entre quelques paramètres édaphiques et la productivité du chêne vert au Luberon. *Ecologia Mediterranea*. VIII (4) : 131-142.

- BILLES G., CORTEZ J. et LOSSAINT P., 1975. – Etude comparative de l'activité biologique des sols sous peuplements arbustifs et herbacés de la garrigue méditerranéenne. I. Minéralisation du carbone et de l'azote. *Rev. Eol. Biol. Sol*, 12, 115-139.
- BLONDEL J. et ARANSON J., 1995. – Biodiversity and ecosystem function in the mediterranean basin : Human and non-human determinants. *In* : G.W. Davis and Richardson (coords). Biodiversity and ecosystem function mediterranean – type ecosystems. Ecological studies, 109. Springer- Verlag, Berlin, meidelberg, 43-119.
- BONIN G, ROUX M., 1978.- Utilisation de l'analyse factorielle des correspondances dans l'étude phytoécologique de quelques pelouses de l'Apennin Lucano-calibrais. *Oecol. plant.* 13 : 121-128.
- BONIN G. et THINON M., 1980. – Relations entre variables du « milieu édaphique » et groupements végétaux préforestiers au Mont Ventoux. *Ecologia Mediterranea*, 5 : 315-326.
- BONIN G., AUBERT G., BARBERO M., GAMISANS J., GRUBER M., LOISEL R., QUEZEL P., SANDOZ H., THINNON M. et VEDRENNE G., 1983. – Mise en évidence de la dynamique de quelques écosystèmes forestiers et préforestiers provençaux aux étages méditerranéens S.L. à l'aide des taxons indicateurs. *Vegetatio* 54, 79-96.
- BONIN G., SANDOZ H., THINON M. et VEDRENNE G., 1984. – Relation entre la dynamique de la végétation (chênaie – hêtraies) et les caractéristiques édaphiques dans le massif de la Sainte –Baume (Provence) *Ecologia mediteranea* IX (3-4) : 193-210.
- BONIN G. et ROMANE F., 1996. – Chêne vert et chêne pubescent. Historique, Principaux groupements, Situation actuelle. *Forêt Méditerranéenne* XVII, 3 : 119-128.
- BONNEVAL De L., 1996 – Les taillis de chêne vert. Permanence d'une ressource, évolution des besoins économique et sociaux : deux cents ans de la vie d'un taillis communal dans une commune du Gard. *Forêt Méditerranéenne* XVII,3 : 137-144.
- BOTTNER P. et LOSSAINT P., 1967.- Etat de nos connaissances sur les sols rouges du bassin méditerranéen. *Sciences du sol*, 1 : 49-80.
- BOTTNER P., 1970. – La matière organique des principaux types de sols sous l'étage bioclimatique du chêne vert dans le Midi de la France. *Sciences du sol*, 1 : 3-18.
- BOTTNER P., 1982.- Evolution des sols et conditions bioclimatiques méditerranéennes. *Ecologia mediterranea*, VIII (1/2) : 115-134.
- BOUDERBA D., 1989.-Contribution à la connaissance du fonctionnement d'un taillis de chêne vert : biomasse, production et régénération. Mém.Ing. Univ.H.BOUMEDIENE , Alger.
- BOUDY P., 1950. – Economie forestière nord-africaine. II : Monographie et traitement des ensembles forestiers, Paris, Larose, 887p. en 2 fasc.

- BOUDY P., 1952.- Guide du forestier en Afrique du nord. Paris, Maison Rustique. 509p. 94fig. 1 carte.
- BOUDY P., 1955. – Description forêstièrre de l’Algérie et de la Tunisie. Larose, Paris, 483p.
- BOUSNINA H., et MHIRI A., 1997. – Amélioration de la réserve d’eau utile des sols sableux des régions arides par un amendement argileux. Note originale. *Cahiers« secheresse »*, vol. 8,N°4, 9 241-245.
- BOUZENOUNE A., 1984. – Etude phytogéographique et phytosociologique des groupements végétaux du sud oranais (wilaya de Saida). Thèse Doct 3^{ème} cycle. Univ. H. BOUMEDIENE, Alger, 225 p. + ann.
- BRAUN – BLANQUET J. ROUSSINE N., NEGRE R., 1952. – Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. C.N.R.S. Serv. Cart. Group. Veg. Et Dir. Cart. Group. Vég. D’Af. du nord, 297p.
- BRINDLEY G.W. et BROWN ; 1980.- Crystal structure of clay minerals and their X- ray identification. Mineralogical society, Mongr. N° 5, London, 495 p.
- CAILLERE S., et HENIN S. ,1963. – Minéralogie des argiles. Paris, 343 p.
- CAILLIERE S., HENIN S. et RUTEREAU M., 1982. – Minéralogie des argiles, Masson Ed. Tomes 1 et 2, 184 et 189p.
- CELLES J.C., 1975. – Contribution à l’étude des confins saharo-constantinois (Algérie) Thèses Doct., Univ. Nice : 364p.
- CORDIER B., 1965. – Sur l’analyse factorielle des correspondances. Thèse Doct. Spec., Univ. Rennes, 66p.
- COURRIER P., 1966. – Notice explicative de la carte géologique de Berrouaghia (1/50.000) Serv. Cart. Geal. De l’Algérie.
- DAGET ph., 1977.– Le bioclimat méditerranéen, caractères généraux, méthodes de classification. *Vegetatio*, 34, 1 : 1-20.
- DAGET ph., 1980. – Un élément actuel de la caractérisation du monde méditerranéen : le climat. *Nat. Monsp.*, H.S. : 101-126.
- DAGNELIE P., 1960. – Contribution à l’étude des communautés végétales par l’analyse factorielle. Bull. Serv. Carte phytogéogr. Ser. B : 93-195.
- DAHMANI – MEGREROUCHE M., 1984. – Contribution à l’étude des groupements de chêne vert des monts de Tlemcen (ouest algérien). Approche phytosociologique et phytoécologique. Thèse Doct. 3^{ème} cyle. Univ. H. Boumediene, Alger, 238 p + ann.

- DAHMANI- MEGREROUCHE M., 1988 – La place du chêne vert en Algérie et en Méditerranée occidentale. *Biocenoses*, 3(12) :25-42.
- DAHMANI- MEGREROUCHE M., 1997 – Le chêne vert en Algérie – Syntaxonomie, phytoécologie et dynamique des peuplements. Thèse Doct. es sci. Univ. H. Boumediene, Alger, 329p + ann.
- DAOUD Y. 1993 – Contribution à l'étude des sols des plaines du cheliff. Le phénomène de satinisation, conséquences sur les propriétés physiques des sols argileux. Thèse doct. D'Etat, I.N.A., Alger, 277p.
- DEBAZAC E.F., GUINOCHET M. et MOLINIER R., 1952 – Note sur les groupements climatiques de la Kroumirie- *Bull. soc. Bot. Fr.* : 28-32
- DEL-VILLAR H., - Types de sols de l'Afrique du Nord. Tunis – Rabat (1) :1-136 et (2): 137– 288.
- DJEBAILI S., 1978 – Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien. Thèse Doct., Univ. Sci. Tech. Langue doc, Montpellier : 229p.
- DJELLOULI Y., 1981 – Etude climatique et bioclimatique des hauts plateaux du sud oranais, wilaya de Saida : comportement des espèces vis à vis des éléments du climat. Thèses Doct. 3^{ème} cycle, Univ. H. Boumediene, Alger. 178p + ann et cartes.
- DJELLOULI Y., 1991 – Flores et plantes en Algérie septentrionale. Déterminisme de la répartition des plantes. Thèse doct. es sci, H. Boumediene, Alger, 262p + ann.
- DJILI K., 2000 – Contribution à la connaissance des sols du Nord de l'Algérie. Création d'une banque de données informatisées et utilisation d'un système d'information géographique pour la spatialisation et la valorisation des données pédologiques. Thèse doct. d'Etat, I.N.A Alger, 2443p.
- DOMMERGUES Y., 1962 – Contribution à l'étude de la dynamique microbienne des sols en zone semi-aride et en zone tropicale sèche. Thèse fac. Sci. Orsay. 157p.
- DONADIEU P., 1977 – Contribution à une synthèse bioclimatique et phytogéographique au Maroc. *Inst. Agr. Vétér. Hassan II*, texte ronéotype, 155p.
- DUBIEF J., 1963 – Le climat du sahara : tome II. *Inst rech. Sah. Mém. hs.* , 275p.
- DUCHAUFFOUR Ph., 1952 – Les espèces forestières calcicoles et calcifuges. *Rev. Forest. Fr.*, 5, p301-305.
- DUCHAUFFOUR Ph., 1966 – Le problème du climax et l'évolution des sols. *Oecol. Plant.*, 2(1) : 165-174.
- DUCHAUFFOUR Ph, 1970 – Précis de pédologie. Masson, ed., Paris.

- DUCHAUFFOUR Ph., 1976 – Atlas écologique des sols du monde. Masson. Paris, 178p. 20pl.coul.
- DUCHAUFFOUR Ph., 1979 – Pédologie 2. Constituants et propriétés des sols. Masson, Paris.
- DUCHAUFFOUR Ph., 1983 – Pédologie 1 : pédogénèse et classification. 2^{ème} édition, Masson, Paris, 491p.
- EGLER F.E., 1954 – Végétation science concepts. 1 : Initial floristic composition, a factor in old field vegetation development. *Vegetatio* 4 :412-417.
- EMBERGER L., 1936 Remarques critiques sur les étages de végétation dans les montagnes maocaines. *Bull. soc. bot. Suisse* vol. Jub. Inst. Rubel, 46 :614-631.
- EMBERGER L., 1955 – Une classification biogéographique des climats. *Rev. Trav. Labo.bot. Geol. Zool. Fac. Sci., Montpellier*, 7: 1- 43
- FERRAN A. e VALLEJO V.R., 1992. – Litter dynamics in post fire successional forests of *Quercus ilex*. *Vegetatio* 99-100 :239-246.
- FLORET CH. Et PONTANIER R., 1982. – L'aridité en Tunisie présaharienne. *Trav. Et Doc de l'ORSTOM*, nn° 150, Paris, 544p.
- FLORET CH., LE FLOCH E. , ORSHAN G. et ROMANE F., 1984. – Contribution à l'étude de la phénologie et des types biologiques de quelques espèces de la garrigue. *Bull. Soc. bot.fr.* 131. Actual (2/3/4). 451-463.
- GAOUAR A., 1980. – Hypothèses et réflexions sur la dégradation des écosystèmes forestiers dans la région de Tlemcen (Algérie). *Forêt méditerranéenne*. II, 2 : 131 - 146.
- GAUQUELIN T et DAGNAC J., 1988.-Caractéristiques édaphiques des groupements à genévriers thurifères des Atlas marocains : étude des niveaux superficiels des sols sous couvert et hors couvert.*Ecologia Mediterranea* XIV (3/4) ,43-56.
- GAUSSEN H., 1963.- Ecologie et phytogéographie, in : Abbayes, 925-972.
- GLANGEAUD L., 1932. – Etude géologique de la région littorale de la province d'Alger. *Bull. serv. Cart. Geol.d'Algerie* 2^{ième} serie (8).
- GODRON M., DAGET P, EMBERGER L., LONG G., LE FLOCH E., POISSONET J., SAUVAGE C., WACQUANT J.P., 1968. – Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu. Edit C.N.R.S Paris, 296 p.
- GOUNOT M. et SCHOENBERGER A., 1967. – Carte phytoécologique de la Tunisie septentrionale au 1/200.000. feuilles BIZERTE- TUNIS et TABRKA- SOUKEL ARBA. Notice détaillée ann. Inst. Natl. Rech. Agr. Tunis. 40(1), 430p.
- GOUNOT M., 1969.- Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson et cie, edit. Paris, 314 p.

- GRATANI L., MARZI P. and CRESCENTE M.F., 1992. – Morphological adaptation of *Quercus ilex* leaves in the castelpaorziano forest. *Vegetatio* 99-100 : 155-161.
- GREUTER W., BURGET H.M. et LONG G., eds. 1984-1986-1989. – Critique des plantes vasculaires des pays circum-méditerranéens. Optima et cons. Et jardin bot. De la ville de Genève. Vol I, 430p. Vol III, 542p. vol. IV, 5586p.
- HALIMI A., 1980. – L'Atlas blidéen, climat et étages végétaux. O.P.U., Alger, 523p.
- HALITIM A., 1988. – Sols des régions arides d'Algérie. O.P.U. Alger, 384p.
- HANES T.L., 1971. – Succession after fire in the chaparral of southern california. *Ecological Monographs* 41 : 27-52.
- HENIN S., 1977. – Cours de physique du sol, vol. II, ORSTOM, Paris, Editest, Bruxelles.
- HERNANDEZ I. M., GALLARDO J.F., SANTA-REGINA I., 1992 – Dynamics of organic matter in forests subject to a Mediterranean semi-arid climate in the duero basin (spain) : litter production. *Acta-oecologica* (France) v. 13(1) p. 55-65.
- IHADDADEN A., 1988. – Contribution à l'étude pédologique des groupements à chêne vert du Djurdjura. D.E.S. Univ. H. BOUMEDIENE, 64p.
- IONESCO T. et SAUVAGE CH., 1962. – Les types de végétation du Maroc, essai de nomenclature et de définition. *Rev. Geogr. Maroc.* 1-2 : 75-86.
- IONESCO T. et SAUVAGE CH., 1966. – Fichier des espèces climax. Al Awamia, Rabat, 20 : 103-124.
- LEGENDRE L. and LEGENDRE P., 1983. – Numerical ecology. Developments in environmental modelling. 3 . Elsevier scientific Publishing Co., Inc, Amsterdam.
- KADI-HANIFI H., 1998. – Contribution à l'étude phytoécologique et phytosociologique des groupements à Alfa en Algérie. Thèse Doct. Etat USTHB.
- KADIK B., 1983. – Contribution à l'étude du Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) en Algérie. Ecologie, dendrométrie, morphologie, OPU, Alger, 581p.
- KADIK L., 1984. – Contribution à l'étude phytoécologique des formations à *Pinus halepensis* Mill. Dans le Senalba chergui et gharbi (Atlas saharien). Thèse Doct. 3^{ème} cycle, Univ H. Boumediene, Alger, 281p + ann.
- KAOURITCHEV I., 1983. – Manuel pratique de pédologie (traduction française 1983), edt MIR, Moscou.
- KHELIFI H., 1987.– Contribution à l'étude phytoécologique et phytosociologique des formations à chêne liège dans le nord-est algérien. Thèse magister Univ H. Boumediene, Alger : 150p.

- LAHMAR R., 1988- Les sols rouges lessivés sur micaschistes à chlorites ferrières (Grande Kabylie). Thèse d'Université de Paris VI..265p.
- LAPIE G. et MAIGE A. 1914. – La flore forestière illustrée de l'Algérie 360p. Paris (nombreuses figures empruntées à Coste et à Bonnier).
- LE HOUEROU H.N., 1969. – La végétation de la Tunisie steppique. Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Tunisie, 42, 5,624p.
- LE HOUEROU H.N., 1980. – L'impact de l'homme et de ses animaux sur la forêt méditerranéenne. 1^{ère} partie. *Forêt méditerranéenne*, II, 1 : 31-44.
- LE HOUEROU H.N., 1995. – Dégradation, régénération et mise en valeur des terres sèches d'Afrique.in PONTANIER R., H'HIRI A., ARANSON J., AKRIMI N., ET LEFLC'H E., 1995 – *l'homme peut-il refaire ce qu'il a défait*. Edt. John LIBBEY Eurotext, Paris 65-102
- LEMEE G., 1967. – Précis de biogéographie. 1 vol. 358p. Masson, Paris.
- MADJIDIEH H., 1982. – Contribution à l'étude taxonomique du chêne vert (*Quercus ilex* L.) dans le Sud-est de la France. Thèse Doct 3^{ième} cycle, Univ Aix Marseille III, 92 p + ann.
- MAIGNIEN R., 1969. – Manuel de prospection pédologique. Doct tech. ORSTOM, 11, 132p.
- MAIGNIEN R., 1980.- Manuel pour la description des sols sur le terrain, edt ORSTOM, Paris, 112p + ann.
- MAIRE R., 1926. – Carte phytogéographique de l'Algérie et de la tunisie (notice). Gouv. Gén. Alg. Serv. Cart., Alger : 78p.
- MAIRE R., 1952 à 1982. – Flore de l'Afrique du Nord. 15 vol., Lechevalier, Paris.
- MAKHLOUF E., 1995. – L'homme : de la dégradation à la restauration des ressources naturelles PONTANIER R., M'HIRI A., ARANSON J., AKRIMI N., ET LE FLOC'H E., 1995. – *L'homme peut il refaire ce qu'il a défait*. Ed. John LIBBEY Eurotext, Paris : 3-9.
- MARET C., 1999 – La forêt méditerranéenne en 2030. *Forêt méditerranéenne* XX,1,67-73.
- MARTIN A., RAPP M., SANTA REGINA I. and GALLARDO J.F., 1994. – Leaf litter decomposition dynamics in some mediterranean deciduous oaks. *Eur. J. Soil Biol.*, 30(3), 119-124 p.
- MEDDOUR R., 1994. – 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 magister. Inst. Nat. Agr. Alger 330p + ann.
- MICHAUD H., LUMARET R., and ROMANE F., 1992. – Variation in the genetic structure and reproductive biology of holm oak populations. *Vegetatio*, 99-100 : 107-113.

- MICHAUD H., TOUMI L., LUMARET R., Li T.TX., ROMANE F. et DI GIUSTO F., 1995 .- effect of geographical discontinuity on genetic variation in *Quercus ilex* L.. (holm oak). Evidence from enzyme polymorphism. *Heredity* 74 : 590-606.
- NAHAL I., 1982.- Rôle des facteurs édaphiques dans l'organisation de la végétation méditerranéo-orientale. *Ecologia mediterranea* VIII, ½, 135-136.
- NEDJAH I., 1988.-La cedraie de Chréa (Atlas Blidéen) phénologie, productivité. Thèse Doct.d'univ.Nancy I, 184p.
- OZENDA P., 1975. – Sur les étages de végétation dans les montagnes du bassin méditerranéen. Doct. Carte. Ecol. Grenoble, XVI : 1-32.
- PASSAMA L. 1970. – Composition minérale de diverses espèces calcicoles et calcifuges de la région méditerranéenne. *Oecol. Plant*, 5(3) : 225-246
- PEGUY C., 1970. – Précis de climatologie. 1 vol 468p, 2^{ième} edit. Masson, Paris.
- POUGET M., 1980. – Les relations sol-végétation dans les steppes sud algéroises. Trav. Et doc. ORSTOM, Paris, 555p.
- QUEZEL P., 1974. – Les forêts du pourtour méditerranéen UNESCO programme « homme et biosphère ». Com. Natl. Fr. MAB, 1-53.
- QUEZEL P., 1976. – Les forêts du pourtour méditerranéen : ecologie, conservation et aménagement. UNESCO, note technique du MAB, 2 :9-33.
- QUEZEL P., 1979. – La région méditerranéenne française et ses essences forestières. Signification écologique dans le contexte circum-méditerranéen. *Forêt méditerranéenne* 1(1) :7-78.
- QUEZEL P., 1995.- La flore du bassin méditerranéen : origine, mise en place, endénisme. *Ecologia mediterranea* XXI (1/2) 19-39.
- QUEZEL P., 2000. – Reflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au maghreb méditerranéen. Ibis Press, Paris, 117p.
- QUEZEL P., et SANTA S., 1962-1963. – Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris C.N.R.S, 2vol, 1170p.
- QUEZEL P., BARBERO M., BENABID A., et RIVAS-MARTINEZ S., 1992. – Contribution à l'étude des groupements forestiers et préforestiers du Maroc oriental. *Studia Botanica*. 10 : 57-90.
- RAFFII Z.A., ZAVARIN E. and PELLEAU Y. 1991 a. – Chemosystematic differentiation of *Q. ilex* and *Q. rotundifolia* based on acorn fatty acids. *Biochem. Syst. Ecol.* 19, 163-166.
- RAFFII Z. Z.A., ZAVARIN E. and PELLEAU Y. 1991b. – Chemosystematic differentiation of *Q. ilex* and *Q. rotundifolia* base on acorn steroids. *Biochem. Syst. Ecol.* 19, 249-252.

- RAFFII Z.A., DODD R.S. and PELLEAU Y., 1992. – Mediterranean evergreen oak diversity : morphological and chemical variations of acorns. *Can. J. Bot.* 70 : 1459-1466
- RAFFII Z.A., DODD R.S. and PELLEAU Y., 1993. – Biochemical diversity and systematics of mediterranean evergreen oak from south east France. *Bioch. Syst. Ecol.*, 21 : 687-694
- RAPP M., LEONARDI S. 1988. – Evolution de la litière au sol au cours d'une année dans un taillis de chêne vert (*Quercus ilex*). *Pedobiologia. Jena*, E. Ger. : Gustav Fischer. b. 32 (3/4) p. 177-185.
- REILLE M., ANDRIEU V. et BEAULIEU J.L., 1996. – Les grands traits de l'histoire de la végétation des montagnes méditerranéennes occidentales. *Ecologie*, 27 (3) 153-169.
- RIVAS-MARTINEZ S., 1975. – La végétation de la classe Quercetea en Espagne / Portugal. *An. Inst. Bot A.J. Cavanilles*, 31 : 205-259.
- RIVAS-MARTINEZ S., 1981.- les étages bioclimatiques et la péninsule Ibérique. *Anal. Bot Madrid* 37(2). 251-268.
- RIVAS-MARTINEZ S., 1982.-Etages bioclimatiques, secteurs chorologiques et séries de végétation de l'Espagne méditerranéenne. *Ecologia mediteranea*, VIII (1/2) :275-299.
- RIVAS MARTINEZ S., 1985.-Biogeographia y vegetacion. *Real.Acad.ciencias exactas.fisicas y naturales* : 7-103.
- RIVAS-MARTINEZ S. et SAENZ LAIN C., 1991. – Enumeración de los Quercus de la Península Ibérica. *Rivas godoya* 6 :101 :110.
- ROBERT M., 1975. – Principe de détermination qualitative des minéraux argileux à l'aide des rayons X. *ann. Agron.* 26/4 363-399.
- ROBERT C., 1989. – Analyse descriptive multivariée. Application à l'intelligence artificielle. Collection statistique en biologie et en médecine. Médecine-sciences. Flammarion, Paris, 206p. + Ann.
- ROGNON P., 1994.-Désertification et dégradation des sols. *In* : Med- campus, 8 : désertification et aménagement.cours des séminaires 1993 de médénine(Tunisie) et d'Agadir (Maroc).(eds.) COUDE-GAUSSEN et P.ROGNON, Caen : 69-87.
- ROMANE F., 1972. – Applications à la phytocécologie de quelques méthodes d'analyse multivariable. Thèse Doct. ing. Montpellier, 124p.
- RUELLAN A., 1971. – Contribution à la connaissance des sols des régions méditerranéenne : les sols à profil calcaires différenciés dans les plaines de la basse Moulouya (Maroc oriental), Mém. ORSTOM N°54,302p.

- SADKI N., 1988. – Contribution à l'étude des groupements à olivier et lentisque de la région de Annaba. Essai phytosociologique. Thèse Doct. 3 ième cycle. Univ H. Boumediene, Alger, 213p.
- SAENZ DE RIVAS C., 1970. – Biometrica foliar de una poblacion de *Quercus ilex* L. subsp. *Rotundifolia* (lamk) T. Morais, en El Pardo. *Anal. Inst. Bot. A. j. cavanilles*, 27 :105-114.
- SAENZ DE RIVAS C., 1970. – Biometrica foliar de una poblacion de *Quercus ilex* L. subsp. *Rotundifolia* (lamk) T. Morais, en El Pardo. *Anal. Inst. Bot. A. j. cavanilles*, 29 :39-57
- SAVE R., RABELLA R. and TERRADAS J., 1988. - Effects of low temperature on *Quercus ilex* L. ssp. *Ilex* water relation. International union of biological sciences, Paris (France). Actes de la 5. Conférence internationale sur les écosystèmes méditerranéens (Medocos 5). Montpellier, France, 15-21 juillet 1987. I.U.B.S. 1988 p 185-189.
- SCARASCIA-MUGNOZZA G , OSWALD H , PIUSSI P, RADOGLU K., 2000.- Forests of the Mediterranean region : gaps in knowledge and research needs. *Forest Ecology and Management* 132, 97-109.
- SCHOENBERGER A, 1967. – Les unités forestières (in carte phyto-écologique de la Tunisie septentrionale. Echelle 1/200.000) *ann. Inst. Nat. Rech. Agr. Tunisie*, 40p.
- SCHOENBERGER A, 1970. – Etude du couvert forestier de l'Aurès oriental : tendances évolutives de ce peuplement – catalogue des espèces vasculaires – inventaire des espèces pastorales. Aménagement et développement forestier.
- SCHOENBERGER A.,et SALSAC L.,1970.-Principales plantes caractéristiques des forêts de chêne liège et de chêne zeen de Kroumirie et des Mogods.*Ann.Inst.natl.rech.forest.Tunisie*.
- SELTZER P., 1946. – Le climat de l'Algérie. Inst. Métior. Et de Phys. Du globe. Univ. Alger. 219p + carte h.t.
- SOLTNER D., 1987.- Les bases de la production végétale. Tome II Le climat. Collection sciences et techniques agricoles. 4^e édition. 314p.
- TERRADAS J and SAVER., 1992. – The influence of summer and winter stress and water relationship on the distribution on *Quercus ilex* L. vegetation 99-100 : 137-145.
- TOUMI L., 1995. – Etude de la structure génétique et introgression éventuelle chez les chênes sclérophylles méditerranéens à l'aide de marqueurs alloenzymatiques. Thèse doct. en sc. Univ. Aix – Marseille III, 123p.
- TRABAUD L. et METHYM., 1994. – Tolérance au stress thermiques des feuilles et aire de répartition de *Quercus ilex*. *Ecologia Mediterranea* XX, ½ : 77-85.

- TRABAUD L., 1996. – Réponses du chêne vert et du chêne blanc à l'action du feu. *Forêt Méditerranéenne* XXII, 3 : 2443-252.
- WILDI W., 1983. – Revue de géologie dynamique et de géographie physique. Vol. 24(3).
- YACINE A., 1984. – Contribution à l'étude taxonomique et génécologique du complexe *Quercus ilex*. – *Quercus rotundifolia* Lamk. Mem. D.E.A. Ecol. Mediter., Univ. Aix- Marseille III, 34p + ann.
- YACINE A., 1987. – Une étude d'organisation de la diversité génétique inter et intra-populationnelle chez le chêne vert (*Quercus ilex* L.) thèse Doct. 3^{ème} cycle, U.S.T.L. Montpellier, 115p.
- ZERAIA L., 1981. – Essai d'interprétation comparative des données écologiques, phénologiques et de production subéro-ligneuse dans les forêts de chêne- liège de provence et d'Algérie. Thèse Doct. es sci., Aix-Marseille, 367 p + ann.

ANNEXE 1 : DESCRIPTION DE SOLS TYPES

Sol n° 63 : REGOSOL CALCIQUE

Situation géographique Atlas Blidéen

Altitude : 1150m

Topographie : bas versant

Pente : 20%

Exposition : NE

Bioclimat : Humide

Lithologie : microbrèches

Végétation : matorral à *Juniperus oxycedrus* et genêt

DESCRIPTION DU SOLUM

OL : 1cm

AC : 0 – 8 cm, couleur 10YR 4,5/2, pas d'effervescence à HCL, structure polyédrique, faible activité biologique, racines fines, présence de petits cailloux.

R : Roche mère.

Horizon	Ep. cm	pH eau	Calc. Total %	Calc. Actif%	M.O	C/N	V%	Granulométrie %				
								A	LF	LG	SF	SG
Aci	8	7,5	1	0	5,93	8	100	47	10	7	5	31

Sol n°1 : RENDOSOL humifère limoneux hypercalcaire

Situation géographique : lieu dit LEBSIBSA (Aflou)

Altitude : 1390m

Topographie : bas versant

Pente : 5%

Exposition : NE

Bioclimat : Semi aride

Lithologie : calcaire

Végétation : taillis bas à chêne vert et alfa

DESCRIPTION DU SOLUM

OL : négligeable

OF : 0- 2 cm : couleur noire

Aca : 2 – 17 cm : couleur : 10YR5/2,5, très forte effervescence à HCL, structure polyédrique, bonne activité biologique (traces d'insectes), racines fines, petites et moyennes latérales.

Rca : >17cm : calcaire

Résultats analytiques de quelques variables

Horizon	Ep. cm	pH eau	Calc. Total %	Calc. Actif %	M.O	C/N	V%	Granulometrie %				
								A	LF	LG	SF	SG
Aca	15	7,5	40	15	11	13	100	16	43	17	19	3

Sol N°4 : RENDOSOL argileux, pachique, calcaire

Situation géographique : Sidi bouzid (Aflou)

Altitude : 1400m

Topographie : bas versant

Pente : 12%

Exposition : WWN

Bioclimat : Semi aride

Lithologie : calcaire

Végétation : matorral clair à *Juniperus phoenicea*

DESCRIPTION DU SOLUM

OL : négligeable (éparpillée)

Aca : 0- 70cm : couleur 5YR6/5, effervescence à HCL, structure polyédrique, activité biologique moyenne, racines moyennes, petites et fines

Rca : > 70cm : calcaire

Résultats analytiques de quelques variables

Horizon	Ep cm	pH eau	Calc. Total %	Calc. Actif %	M.O	C/N	V%	Granulométrie %				
								A	LF	LG	SF	SG
Aca	70	7,5	25	14	9,30	22	100	37	28	9	22	4

Sol n° 36 : **RENDISOL** pachique

Situation géographique : Theniet el had

Altitude : 1215 m

Topographie : mi-versant

Pente : 14%

Exposition : SSW

Bioclimat Sub humide

Lithologie : argiles quartzites et grés

Végétation : matorral à *ampelodesma mauritanicum*

DESCRIPTION DU SOLUM

OL : négligeable

Aci : 0-70cm : couleur 7,5YR5/5, pas d'effervescence à HCL, structure polyédrique, activité biologique assez faible (absence de traces d'inseces et animaux divers), racines fines, latérales, fraction fine importante (93%)

Rm : >70cm : argiles, quartzite et grés

Résultats analytiques de quelques variables

Horizon	Ep. cm	pH eau	Calc. Total %	Calc. Actif %	M.O	C/N	V%	Granulométrie %				
								A	LF	LG	SF	SG
Aci	70	7,8	0,5	0	1,72	3,45	100	22	21	18	31	7

Sol n° 46 : RENDISOL pachique peu acide, argileux, à illite

Situation géographique : Miliana

Altitude : 1100 m

Topographie : mi-versant

Pente : 4%

Exposition : NNE

Bioclimat : Humide

Lithologie : couches argileuses

Végétation : taillis moyen dense à chêne vert

DESCRIPTION DU SOLUM

OL : 3cm

Aci : 0-55cm : couleur 5YR3, 5/3, pas d'effervescence à HCL, structure polyédrique, activité biologique : bonne, racines chevelues, petites et moyennes laterales

M : > 55cm : couches argileuses

Résultat analytiques de quelques variables

Horizon	Ep. cm	pH eau	Calc. Total %	Calc. Actif %	M.O	C/N	V%	Granulométrie %				
								A	LF	LG	SF	SG
Aci	55	6,5	0,3	0	9,72	11	90	59	0	8	12	21

Sol n° 11 : CALCOSOL humifère

Situation géographique : Aflou

Altitude : 1290 m

Topographie : bas versant

Pente : 15%

Exposition : nord

Bioclimat : Semi aride

Lithologie : calcaire plus conglomératique polygénique

Végétation : taillis bas à *Juniperus oxycedrus*

DESCRIPTION DU SOLUM

OL : 2 cm

Aca : 0-5cm : couleur 5YR3, 5/4, très bonne d'effervescence à HCL, structure polyédrique, bonne activité biologique, racines fines et petites, latérales, fraction fine importante (98%)

Scah 5-40cm : couleur 5YR4/3,5, très bonne effervescence à HCL, structure prismatique, activité biologique moyenne, racines fines, petites et moyennes latérales

R : >40cm : croute conglomératique polygénique

Résultats analytiques de quelques variables

Horizon	Ep. Cm	pH eau	Calc. Total %	Calc. Actif %	M.O	C/N	V%	Granulométrie %				
								A	LF	LG	SF	SG
Aca	5	7,9	10	7	13	12	100	20	30	9	36	6
Scah	35	7,8	22	14	5,9	11	100	22	28	12	32	2

Sol n° 24 : CALCOSOL humifère pachique clinohumique hypercalcaire

Situation géographique : Berrouaghia

Altitude : 1020 m

Topographie : haut de versant

Pente : 13%

Exposition : SSE

Bioclimat : Sub humide

Lithologie : marnes et calcaires subordonnés

Végétation : matorral moyen très clair à chêne vert

DESCRIPTION DU SOLUM

OL : 2cm

Aca : 0-8cm : couleur 7,5YR5/3, très effervescent à HCL, structure polyédrique, bonne activité biologique (traces d'inseces nombreuses), racines petites et fines

Scajh>90 : couleur 10YR 5,5/4, très effervescent à HCL structure prismatique, activité biologique moyenne, racines petites, fines et moyenne, fraction grossiere importante (72%)

M : marnes et calcaires subordonnés

Résultats analytiques de quelques variables

Horizon	Ep. cm	pH eau	Calc. Total %	Calc. Actif %	M.O	C/N	V%	Granulométrie %				
								A	LF	LG	SF	SG
Aca	8	7,4	43	20	7,65	10	100	29	23	15	31	1
Scajh	>90	7,4	65	16	4,47	14	100	19	25	20	35	1

Sol n° 47 : CALCISOL calcimagnésique pachique xauthomophe chlorite

Situation géographique : Miliana

Altitude : 1050 m

Topographie : mi-versant

Pente : 25%

Exposition : SE

Bioclimat : Humide

Lithologie : marnes et calcaires

Végétation : taillis moyen dense à chêne vert

DESCRIPTION DU SOLUM

OL : 1,5cm

Aca : 0-8cm : couleur 5YR5/3, très effervescence à HCL, structure granuleuse, bonne activité biologique, racines chevelues latérales, fraction grossière importante (73%)

Scijcm>8-112cm : couleur 10YR 6/5, pas d'effervescent à HCL, structure polyédrique, activité biologique moyenne, racines chevelues petites, moyenne et grosses latérales, fraction grossière importante (80%)

M : >120cmarnes et calcaires

Résultats analytiques de quelques variables

Horizon	Ep. cm	pH eau	Calc. Total %	Calc. Actif %	M.O	C/N	V%	Granulométrie %				
								A	LF	LG	SF	SG
Aci	8	6,6	0	0	14,36	10	100	25	18	7	11	39
Scijcm	104	7	0,2	0	4,47	9	100	21	20	8	13	38

Sol n° 80 : FERSIALSOL calcique chernique argileux

Situation géographique : Djebel Mouzaia (Atlas blidéen)

Altitude : 850 m

Topographie : mi-versant

Pente : 23%

Exposition : SE

Bioclimat : Humide

Lithologie : calcaire et schistes siliceux

Végétation : matorral moyen dense à chêne vert + *phillyrea angustifolia* + *Pistacia leutiscus*

DESCRIPTION DU SOLUM

OL : 3cm

OF : 0,3cm couleur noire, grumeleuse

Ach : 0-6,5cm : couleur 5YR3/2,5, pas d'effervescence à HCL, structure granuleuse, traces d'activité biologique moyennes, racines chevelues et petites, fraction fine très importante (94%)

FS : 6,5 – 103,55 : couleur 5YR 4/5, pas d'effervescent à HCL, structure polydrique, traces d'activité biologique très moyenne, racines chevelues petites et moyenne à directions latérales, fraction fine importante (89%)

M : >103cm calcaire et schistes siliceux

Résultats analytiques de quelques variables

Horizon	Ep. cm	pH eau	Calc. Total %	Calc. Actif %	M.O	C/N	V%	Granulométrie %				
								A	LF	LG	SF	SG
Ach	6,5	7,10	0,5	0	18,60	16	100	65	16	2	10	7
FS	97	6,9	0,05	0	5,50	8	100	73	11	0	9	7

Sol n° 83 : FERSIALSOL magnésique tronqué

Situation géographique : Chenoua

Altitude : 310 m

Topographie : bas versant

Pente : 14%

Exposition : N

Bioclimat : Humide

Lithologie : marno calcaire

Végétation : matorral à *Pistacia lentiscus*, *Cistus monspeliensis*, *Ampelodesma mauritanicum*

DESCRIPTION DU SOLUM

OL : négligeable

Aca : 0-25cm : couleur 5YR4/5, pas d'effervescence à HCL, structure polyédrique, traces d'activité biologique non apparente, racines chevelues

Résultats analytiques de quelques variables

Horizon	Ep. cm	pH eau	Calc. Total %	Calc. Actif %	M.O	C/N	V%	Granulométrie %				
								A	LF	LG	SF	SG
FS	25	7,9	1	0	3,44	6	100	24	42	6	19	10

Sol n° 76 : **BRUNISOL** mesosaturé vermiculite

Situation géographique : Atlas blidéen

Altitude : 1100 m

Topographie : mi-versant

Pente : 15%

Exposition : W

Bioclimat : Humide

Lithologie : calcaire et schistes siliceux

Végétation : matorral dense à chêne vert cytise

DESCRIPTION DU SOLUM

OL : 0,5 cm

OF : 1cm, couleur noire, granuleuse

Aci : 0-25cm : couleur 10YR5/3,5, pas d'effervescence à HCL, acide, structure grumeleuse, bonne activité biologique, racines chevelues petites et moyennes à directions latérales

S-25->100cm- couleur 10YR 5,5/4, pas d'effervescence à HCL, acide, structure polyedrique, bonne activité biologique, racines chevelues petites et moyennes à direction latérales

M : schistes siliceux et calcaire

Résultats analytiques de quelques variables

Horizon	Ep. cm	pH eau	Calc. Total %	Calc. Actif %	M.O	C/N	V%	Granulométrie %				
								A	LF	LG	SF	SG
Aci	25	4,9	0	0	4,64	24	83	41	14	4	4	37
S	>7 5	4,8	0	0	3,78	7	70	11	29	7	8	44