



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mohamed Khider –Biskra-

Faculté des Sciences Exactes, des Sciences de la Nature et de la Vie,

Département des sciences Agronomiques

## THESE

Pour l'Obtention du Diplôme de Doctorat en sciences Agronomiques  
Option : Foresterie

## THEME

**« Autoécologie et évaluation de la biodiversité dans les Cédraies de *Cedrus atlantica Manetti* dans le parc national de Belezma (Batna, Algérie) »**

Présenté par : BOUKERKER Hassen

Devant le jury composé de :

Président :	Dr. BELHAMRA Mohamed,	Professeur	Université de Biskra
Rapporteur :	Dr. SI BACHIR Abdelkrim,	Professeur	Université de Batna
Examineurs :	Dr. HOUHAMDI Moussa,	Professeur	Université de Guelma
	Dr. TARAÏ Nacer	Maître de conférences 'A'	Université de Biskra
	Dr. CHAFAA Smail	Maître de conférences 'A'	Université de Batna
	Dr. LAIADI Ziane	Maître de conférences 'A'	Université de Biskra

Année universitaire : 2015-2016

## Dédicaces

A ma très chère mère Rachida, Kalthoum

A mon père Derradji, Hadj

A ma femme, qui m'a soutenu et encourager tout au long de ce travail minutieux et complexe ; j'exprime mes plus grands remerciements et toute ma reconnaissance pour tous le sacrifices et efforts, sans lesquels je n'aurai jamais pu achever ce travail. Je te remercié spécialement, du fond du cœur pour ta grande patience, ton soutien moral, ta compréhension et ta présence affectueuse à mes côtés jusqu'à la dernière minute,

A mes enfants que j'aime profondément, (Mohamed Abd Erraouf, Abd Errahmane et Fatima) je les prie de m'excuser pour leur avoir consacré peu de mon temps lors de la réalisation de ce travail,

A mes frères (Azzeddine, Amor, Riadh, Mohamed, Adel, et Hamza)

A mes sœurs (Merzaka, Sarhouda, Rafika, Amel, Widad, Asma et Amina)

A ma famille,

A mes amis (es),

## REMERCIEMENTS

Ce travail de recherche a été réalisé dans le cadre du département des sciences agronomiques de Biskra sous la Direction de Monsieur le Pr. SI BACHIR Abdelkrim, Professeur à l'Université de Batna , qu'il trouve ici ma profonde reconnaissance et mes remerciements les plus sincères et ma gratitude pour tous les efforts qu'il a consenti depuis la définition de la problématique jusqu'à la rédaction finale de ce document.

Je tiens à remercier les membres du jury en l'occurrence :

\* Monsieur., Dr. BELHAMRA Mohamed, Professeur à l'Université de Biskra ; j'adresse mes plus vifs remerciements et ma plus chaleureuse et amicale reconnaissance et pour avoir accepté de présider ce jury.

\* Monsieur., HOUHAMDI Moussa, Professeur à l'Université de Guelma pour avoir accepté d'examiner ce travail de recherche.

\*Monsieur, CHAFAA Smail, Maître de conférences 'A' à l'Université de Batna pour l'honneur qu'il me fait d'examiner ce travail de recherche malgré ses grandes occupations.

\* Monsieur, LAIADI Ziane, Maître de conférences 'A' à l'Université de Biskra pour avoir accepté de juger ce travail de recherche.

\* Monsieur, TARAI Nacer, Maître de conférences 'A' à l'Université de Biskra pour l'honneur qu'il me fait d'examiner ce travail de recherche, je tiens à le remercier infiniment.

\* Madame, LAKHDARI Fatoum, directrice du Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides Biskra pour ses conseils précieux tout au long de mes travaux de terrain et de laboratoires.

Je tiens également à remercier tous les chercheurs du CRSTRA qui m'ont aidé à la réalisation de ce travail et particulièrement les membres de l'équipe du projet PNR (2011-2013).

## SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE .....	1
<b>CHAPITRE I : Recueil bibliographique sur l'autoécologie du Cèdre de l'Atlas (<i>Cedrus atlantica Manetti</i>)</b>	
I. LE CEDRE DE L'ATLAS .....	5
I-1- Introduction .....	5
I-2- Systématique du Cèdre de l'Atlas .....	6
I-3- Caractéristiques botaniques du Cèdre de l'Atlas .....	7
I-4- Ecologie du cedre de l'Atlas .....	8
I-4-1- Climat .....	8
I-4-2- Substrat .....	9
I-4-3- Exposition .....	10
I-4-4- Altitude .....	10
I-5- ASSOCIATION DU CEDRE DE L'ATLAS .....	11
I-6- AIRE DE REPARTITION DU CEDRE DE L'ATLAS .....	12
I-6-1- Aire naturelle .....	12
I-6-2- Aire d'introduction .....	13
I-7- LONGEVITE DU CEDRE DE L'ATLAS .....	14
I-8- PHENOLOGIE ET CROISSANCE DU CEDRE DE L'ATLAS .....	14
I-8-1- Phénologie .....	14
I-8-2- Croissance .....	14
I-9- REGENERATION NATURELLE DU CEDRE DE L'ATLAS .....	14
I-10- RESISTANCE DU CEDRE DE L'ATLAS A LA SECHERESSE .....	16
I- LE DEPERISSEMENT DU CEDRE DE L'ATLAS .....	16
II-1- Introduction .....	16
II-2- LE DEPERISSEMENT CONCEPT ET CAUSES .....	16
II-2-1- Définition .....	16
II-2-2- FACTEURS DU DEPERISSEMENT .....	17
II-2-2-1- Facteurs abiotiques .....	17
II-2-2-2- Facteurs biotiques .....	18
a) Les facteurs prédisposants .....	18
b) Les facteurs déclenchants .....	18
c) Les facteurs aggravants (ou contribuant) .....	19
II-3-3- Le stress hydrique: une cause majeure du dépérissement des arbres forestiers .....	20
II-4- Causes du deperissement du cedre de l'atlas en Algerie .....	21
II-4-1- Cas de la cédraie des Aurès .....	21
III- Le dépérissement du cèdre de l'Atlas au Maroc .....	25
<b>CHAPITRE II : Présentation générale de la région d'étude</b>	
1. Aspect général .....	27
2. Limites géographiques .....	28
3. Géologie .....	28
4- Carte de végétation .....	29
5. Orographie .....	30
6. Pédologie .....	30
7. Hydrographie .....	30
8. Influences des facteurs climatiques sur les plantes .....	31

9.	Le climat : définition et caractérisation	32
9.1.	Températures	32
9.2.	Pluviométrie	37
9.3.	Enneigement	40
9.4.	Gelées	40
9.5.	Humidité relative de l'air	41
Conclusion		42
9.6.	Vents	44
9.7.	Synthèse climatique	44
9.7.1.	Le diagramme ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS	44
9.7.2.	Climagramme d'Emberger	46
Conclusion		48

### CHAPITRE III : Matériel et méthodes d'étude

I.	Choix et description des stations d'étude	49
II.	Objectifs et chronologie de l'étude	50
III.	Caractérisation pédologique	51
III.1.	Choix de l'emplacement des profils	51
III.2.	Méthodes de prélèvement du sol	52
III.3.	Méthodes d'analyses	53
III.3.1.	Préparation manuelle	53
III.3.2.	Analyses physiques	53
III.3.2. 1.	Granulométrie	53
III.3.2. 2.	Densité et porosité	54
A.	La densité apparente et la densité réelle	54
B.	Calcul des densités	55
B.1.	Densité apparente	55
B.2.	Densité réelle	55
C.	La porosité du sol	55
III.3.2. 3.	Mesure du pH	56
III.3.2. 4.	Détermination de la conductivité électrique (CE) et de la salinité	56
III.3.3.	Analyses chimiques	57
III.3.3. 1.	Dosage du calcaire total (CaCO <sub>3</sub> )	57
A.	Dosage du calcaire actif	58
III.3.3. 2.	Dosage du carbone et de la matière organique	58
III.3.3. 3.	Dosage de l'azote total (N%)	59
A-	La minéralisation	59
B-	La distillation	60
III.3.3. 4.	Dosage des sels solubles	60
III.3.3. 5.	Détermination de la capacité d'échange de cations	60
III.3.3. 6.	Dosage du phosphore assimilable	61
IV.	Caractérisation du couvert végétal	61
IV.1.	Inventaire floristique et confection d'herbier	61
IV.2.	Relevés phytosociologiques	62
IV.1.3.	Inventaire des plantes aromatiques et médicinales du Parc national	63
IV.1.3.1.	Méthode utilisée	64
IV.1.3. 3.	Relevés des champignons sur les trois stations à cèdre choisies	64
IV.1.3. 3. 1.	Objectif de l'inventaire mycologique des cédraies	64

A. Contraintes et choix méthodologiques .....	65
B. Méthodes et matériels utilisées .....	65
V. Analyses dendrométriques des Cédraies .....	67
V.1. La surface terrière et le volume des peuplements de cèdre .....	68
V.2. La structure verticale et horizontale de la cédraie .....	68
V.2.1. La structure diamétrique spécifique .....	68
V.2.2. La structure verticale .....	68
V.2.3. Relations à hauteur - diamètre .....	68
VI. Étude bioécologique de la faune .....	69
VI.1. Invertébrés .....	69
VI. 1.1. Matériel et méthodes de collecte et d'échantillonnage des invertébrés .....	69
VI. 1.1.1. Méthode qualitative (chasse à vue) .....	69
VI. 1.1.2. Echantillonnage sur et dans le sol .....	69
A- Pièges trappes (pots Barber) .....	69
B- Pièges colorés .....	70
C- Pose et récolte des pièges .....	70
D- Durée et périodicité du piégeage .....	70
E- Contraintes de l'étude .....	71
VI. 1.1.3. Méthodes de tri et d'identification .....	72
VI.1. Vertébrés .....	73
VI.1.2. Reptiles .....	73
VI.1.4. Mammifères .....	74
VI. 2. Exploitation des résultats par des indices écologiques .....	74
VI. 2.1. Qualité de l'échantillonnage .....	74
VI. 3. Application d'indices de structure et d'organisation .....	75
VI. 3. 1. Fréquence en nombre .....	75
VI. 3. 2. Constance ou indice d'occurrence .....	76
VI. 3. 3. Analyse de similitude (Indice de Sorensen) .....	76
VI. 3.4. Application d'indices de diversité des peuplements .....	76
VI. 3.4. 1. Richesse spécifique totale .....	76
VI. 3.4. 2. Richesse spécifique moyenne .....	76
VI. 3.4. 3. Indice de diversité de SHANNON .....	76
VI. 3.4. 4. Indice d'équirépartition des populations (équitabilité) .....	77
VI. 4. Exploitation des résultats par des analyses statistiques .....	77
VI. 4. 1. Test de corrélation .....	78
VI. 4. 2. Classification ascendante hiérarchique (CAH) .....	78

#### **CHAPITRE IV : Résultats**

1. Dynamique saisonnière des caractères pédologiques .....	79
1.1. Variation saisonnière des caractéristiques physicochimiques des sols dans les Cédraies de Oued El Ma et Oued El Chaâba .....	79
1.1.1. Description du sol du profil n°1 .....	80
1.1.2. Description du sol du profil n°2 .....	81
1.1.3. Description du sol du profil n°3 .....	82
1.1.4. Description du sol du profil n°4 .....	83
1.1.5. Description du sol du profil n°5 .....	84
1.1.6. Description du sol du profil n°6 .....	85

2. Flore, structure et physiologie du couvert végétal .....	88
2.1. Inventaire taxonomique de la flore .....	88
2.2. Structure et physiologie de la végétation .....	92
2.3. Sociabilité de la végétation .....	95
2.4. Inventaire taxonomique des plantes médicinales .....	97
2.5. Analyse des types biologiques des espèces des cédraies .....	99
2.6. Inventaire taxonomique des champignons .....	101
3. La surface terrière et le volume des peuplements de cèdre .....	106
4. Bioécologie des invertébrés inféodés aux Cédraies .....	107
4.1. Inventaire taxonomique des espèces recensées .....	107
4.2. Structure et organisation des peuplements d'invertébrés .....	117
4.2.1. Qualité d'échantillonnage .....	117
4.2.2. Fréquences d'abondance et de constance globales des différents ordres d'invertébrés .....	117
4.2.3. Variation spatio-temporelle des peuplements d'invertébrés .....	119
4.2.4. Similitude spatio-temporelle des peuplements .....	125
4.2.5. Analyse statistique des modalités d'occupation spatiotemporelle .....	126
4.3. Diversité en espèces et équitabilité des peuplements .....	131
Conclusion .....	132
4.4. Diversité selon le statut trophique des peuplements recensés (Diversité fonctionnelle) .....	133
5. Analyse bioécologique des vertébrés inféodés aux Cédraies .....	134
5.1. Liste systématique et statut écologique du peuplement herpétologique .....	134
5.2. Liste systématique, statut bioécologique et structure du peuplement d'oiseaux .....	136
5.2.1. Liste systématique .....	136
5.2.2. Statuts bioécologiques .....	140
5.2.3. Structure et organisation du peuplement des oiseaux .....	145
5.2.3.1. Abondance et répartition spatiale .....	145
5.2.3.2. Similitude des peuplements .....	148
5.2.3.3. Diversité et équirépartition .....	148
5.3. Liste systématique et statut bioécologique des mammifères inféodés aux cédraies .....	149

## CHAPITRE V : Discussions

1. Dynamique saisonnière des caractères pédologiques .....	152
1.1. Le sol du profil 1 .....	152
1.2. Le sol du profil 2 .....	152
1.3. Le sol du profil 3 .....	153
1.4. Le sol du profil 4 .....	153
1.5. Le sol du profil 5 .....	154
Le sol du profil 6 .....	155
Conclusion .....	156
2. Flore, structure et physiologie du couvert végétal .....	156
2.1. Inventaire taxonomique de la flore .....	156
2.1.1. Discussion de la répartition des types biologiques des espèces des cédraies .....	159
Conclusion .....	160
2.2. Structure et physiologie de la végétation .....	160
Conclusion .....	163

2.3. Inventaire taxonomique des plantes médicinales .....	163
Conclusion .....	164
2.4. Inventaire taxonomique de la flore champignons .....	165
Conclusion .....	166
2.5. La structure verticale et horizontale de la cédraie .....	168
2.6. Relations à hauteur – diamètre .....	173
Conclusion .....	176
2. Bioécologie des invertébrés inféodés aux Cédraies .....	177
3.1. Inventaire taxonomiques des espèces recensées .....	177
Conclusion .....	178
3.2. Structure et organisation des peuplements d'invertébrés .....	178
3.2.1. Qualité d'échantillonnage .....	180
Conclusion .....	180
3.2.2. Fréquences d'abondance et de constance globales des différents ordres d'invertébrés .....	180
Conclusion .....	181
3.2.3. Variation spatio-temporelle des peuplements d'invertébrés .....	181
Conclusion .....	183
3.2.4. Similitude spatio-temporelle des peuplements .....	183
Conclusion .....	184
3.2.5. Analyse statistique des modalités d'occupation spatiotemporelle .....	184
3.2.6. Diversité en espèces et équitabilité des peuplements .....	186
Conclusion .....	187
3.2.7. Diversité selon le statut trophique des peuplements recensés (Diversité fonctionnelle) .....	187
Conclusion .....	187
4. Analyse bioécologique des vertébrés inféodés aux Cédraies .....	187
4.1. Statut écologique du peuplement herpétologique .....	187
4.2. Statut bioécologique et structure du peuplement d'oiseaux .....	188
4.2.1. Liste systématique .....	188
Conclusion .....	189
4.2.2. Statuts bioécologiques .....	189
Conclusion .....	192
4.2.3. Structure et organisation du peuplement des oiseaux .....	193
4.2.3.1. Abondance et répartition spatiale .....	193
Conclusion .....	193
4.2.3.2. Similitude, diversité et équirépartition des peuplements .....	193
Conclusion .....	195
4.3. Liste systématique et statut bioécologique des mammifères inféodés aux Cédraies .....	195
CONCLUSION GENERALE .....	196
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	202
Résumé .....	211
Abstract .....	112
ملخص .....	213

## Liste des figures

<b>Fig.1.</b> Cèdre de l'Atlas photo (BOUKERKER.H, 2010) .....	6
--	---

<b>Fig.2.</b> Le Cèdre de l'Atlas ( <i>Cedrus atlantica</i> ), A : rameau avec inflorescence ; B : cône (BOUKERKER, 2010)	7
<b>Fig.3.</b> Localisation des provenances du cèdre de l'Atlas ( <i>Cedrus atlantica Manetti</i> ) en Algérie. A.NEDJAH et O. ZANNDUCHE (2007).	13
<b>Fig.4.</b> Cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas (BOUKERKER.H, 2010)	15
<b>Fig.5.</b> Le model de dépérissement des arbres forestiers	19
<b>Fig.6.</b> Dépérissement du cèdre de l'Atlas <i>Cedrus atlantica</i> dans le massif du Belezma durant l'année 2009, A)Dj Boumerzoug B)Dj Touggurt C)Dj Bordjem	24
<b>Fig.7.</b> Carte de végétation (DGF, modifiée 2006)	29
<b>Fig.8.</b> Carte de situation de la zone d'étude 'PNB' Google Map modifiée	31
<b>Fig.9.</b> Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région d'étude (1974-2012) (S1 et S2 : Dj Boumerzoug, S3 et S4 : Dj Touggurt, S5 et S6 : Dj Bordjem)	45
<b>Fig.10.</b> Classification Américaine des textures pédologiques (DUCHAUFFOUR, 1997)	54
<b>Fig.11.</b> Disposition des pièges trappes (b) et des pièges colorés(a) dans les différentes stations et Méthode de collecte des invertébrés capturés	71
<b>Fig.12.</b> Variation spatio-temporelle du pH du sol des Cédraies de d'Oued El chaâba et d'Oued El Ma. (Stations S1, S2 (Dj Boumerzoug), Stations S3, S4 (Dj Touggurt, StationsS5, S6 (Dj Bordjem)	80
<b>Fig.13.</b> Variation spatio-temporelle de la capacité d'échange cationique (CEC) en meq/100g du sol des Cédraies de d'Oued El chaâba et d'Oued El Ma. (Stations S1, S2 (Dj Boumerzoug), Stations S3, S4 (Dj Touggurt, StationsS5, S6 (Dj Bordjem)	86
<b>Fig.14.</b> Variation spatio-temporelle du calcaire total Caco3 (%) du sol Cédraies de d'Oued El chaâba et d'Oued El Ma. (Stations S1, S2 (Dj Boumerzoug), Stations S3, S4 (Dj Touggurt, Stations S5, S6 (Dj Bordjem)	87
<b>Fig.15.</b> Evolution saisonnière de la matière organique (MO %) et de l'azote total (C %) des Cédraies de d'Oued El chaâba et d'Oued El Ma. (Stations S1, S2 (Dj Boumerzoug), Stations S3, S4 (Dj Touggurt, Stations S5, S6 (Dj Bordjem)	88
<b>Fig.16.</b> Stratification horizontale de la végétation dans la cédraie de Dj Touggurt	93
<b>Fig.17.</b> Stratification verticale de la végétation dans la cédraie de Dj Touggurt	93
<b>Fig.18.</b> Stratification verticale de la végétation dans la cédraie de Dj Boumerzoug	94
<b>Fig.19.</b> Stratification horizontale de la végétation dans la cédraie de Dj Boumerzoug	94
<b>Fig.20.</b> Stratification verticale de la végétation dans la cédraie de Dj Bordjem	95
<b>Fig.21.</b> Stratification horizontale de la végétation dans la cédraie de Dj Bordjem	95
<b>Fig.22.</b> Répartition des 45 espèces de Plantes Aromatiques et Médicinales du parc selon leur utilisation	98
<b>Fig. 23.</b> Répartition des 45 espèces de Plantes Aromatiques et Médicinales par rapport aux plantes des Cédraies du parc selon leur utilisation	99
<b>Fig.24.</b> Spectres biologiques comparés des espèces des cédraies Ph: Phanérophytes; Ch: Chaméphytes; Th: Thérophytes; Gé: Géophytes; He: Hémicryptophytes	101

<b>Fig.25.</b> Quelques spécimens de champignons récoltés dans les cédraies du Parc National de Belezma (Photos : H.BOUKERKER 2009-2010)	103
<b>Fig.26.</b> Répartition en divisions de la mycoflore du parc	104
<b>Fig.27.</b> Répartition des familles de Basidiomycètes du parc	105
<b>Fig.28.</b> Répartition des familles d'Ascomycètes du parc	105
<b>Fig.29.</b> Photos H. BOUKERKER Chasse à vue des insectes (1: <i>Messor sp.</i> , 2,3 : <i>Amadlilidum sp.</i> , 4..... <i>Buprestidae sp.</i> , 5 : <i>Thaumetopoea pityocampa</i> ,)	109
<b>Fig.30.</b> Variation spatio-temporelle des peuplements d'invertébrés station 1	119
<b>Fig.31.</b> Variation spatio-temporelle des peuplements d'invertébrés station 2	119
<b>Fig.32.</b> Variation spatio-temporelle des peuplements d'invertébrés station 3	120
<b>Fig.33.</b> Variation spatio-temporelle des peuplements d'invertébrés station 4	120
<b>Fig.34.</b> Variation spatio-temporelle des peuplements d'invertébrés station 5	121
<b>Fig.35.</b> Variation spatio-temporelle des peuplements d'invertébrés station 6	121
<b>Fig.36.</b> Variations en fonction des saisons de l'abondance relative des différents ordres d'invertébrés recensés dans la station 1	122
<b>Fig.37.</b> Variations en fonction des saisons de l'abondance relative des différents ordres d'invertébrés recensés dans la station 2	122
<b>Fig.38.</b> Variations en fonction des saisons de l'abondance relative des différents ordres d'invertébrés recensés dans la station 3	123
<b>Fig.39.</b> Variations en fonction des saisons de l'abondance relative des différents ordres d'invertébrés recensés dans la station 4	123
<b>Fig. 40.</b> Variations en fonction des saisons de l'abondance relative des différents ordres d'invertébrés recensés dans la station 5	124
<b>Fig. 41.</b> Variations en fonction des saisons de l'abondance relative des différents ordres d'invertébrés recensés dans la station 6	124
<b>Fig.42.</b> Dendrogrammes de la classification ascendante hiérarchique (CAH) appliquée à la distribution spatiale des insectes suivant les deux types de piège utilisés. La dissimilarité est évaluée à l'aide du coefficient de corrélation Pearson	128
<b>Fig.43.</b> Dendrogrammes de la classification ascendante hiérarchique (CAH) appliquée à la distribution spatiale des invertébrés suivant les saisons. La similarité est évaluée à l'aide du coefficient de corrélation Pearson	130
<b>Fig.44.</b> Richesse totale (S) selon les stations	134
<b>Fig .45.</b> Photos H. BOUKERKER Indice de présence (1 : <i>Mapolon monspessulanus</i> 2 : <i>Decapoda sp.</i> , 3 : <i>Rana saharica</i> , 4 : <i>Tarentola mauritanica</i> .)	138
<b>Fig.46.</b> Indices de présence, Photos H. BOUKERKER Indice de présence (1 et 2 : <i>Turdus viscivours</i> , 3 et 4 : <i>Nichoir à oiseax</i> , 5 : <i>Corvus corvax</i> )	140
<b>Fig.47.</b> Pourcentages des différentes catégories phénologiques des oiseaux recensés dans les cédraies d'Oued El Ma ET d'Oued El Chaâba. [N] : Nicheur probable.	145
<b>Fig.48.</b> Pourcentages des différentes catégories tropiques des oiseaux recensés dans les cédraies d'Oued El Ma ET d'Oued El Chaâba.	145

<b>Fig. 49.</b> Photos H. BOUKERKER Indice de présence (1 et 3 : crottes de renard : 2 et 4 crottes de chacal)	.....	150
<b>Fig.50.</b> Nombre d'espèces végétale par Canton	.....	157
<b>Fig. 51.</b> Nombre de familles des plantes par Canton	.....	158
<b>Fig .52.</b> Structure horizontale des cédraies des quatre stations	.....	161
<b>Fig .53.</b> Répartition des 45 espèces de Plantes Aromatiques et Médicinales du parc selon leur utilisation	.....	164
<b>Fig.54.</b> Répartition des 45 espèces de Plantes Aromatiques et Médicinales par rapport aux plantes des Cédraies du parc selon leur utilisation	.....	164
<b>Fig.55.</b> Croissance en diamètre et en hauteur moyennes par arbre et par station	.....	169
<b>Fig.56.</b> Les diverses stations d'étude ; S1 et S2 (Dj Bordjem), S3 et S4 Dj Touggurt	.....	170
<b>Fig.57.</b> Croissance en surface terrière et en volume moyen par arbre et par station	.....	171
<b>Fig.58.</b> Croissance en hauteur en relation avec le diamètre moyen pour la station 1et 2	.....	173

## Liste des tableaux

<b>Tab.1.</b> Quelques caractéristiques botaniques des différents organes de <i>Cedrus atlantica</i>	.....	8
<b>Tab.2</b> Données thermométriques mensuelles moyennes en (°C) de la région d'étude calculées sur les périodes 1950-1975 et 1984-2012 (M : moyennes des températures maximales ; m : moyennes des températures minimales ; $(m + M) / 2$ : moyennes mensuelles)	.....	33
<b>Tab.3.</b> Données thermométriques mensuelles moyennes en (°C) de la région d'étude calculées par extrapolation sur la période 1984-2012 (M : moyennes des températures maximales ; m : moyennes des températures minimales).	.....	35
<b>Tab.4.</b> Données thermométriques mensuelles moyennes en (°C) de la région d'étude pour la période allant de août 2008 à juillet 2009 (M : moyennes des températures maximales ; m : moyennes des températures minimales ; $(m + M) / 2$ : moyennes mensuelles)	.....	36
<b>Tab.5.</b> Données thermométriques mensuelles moyennes en (°C) de la région d'étude calculées par extrapolation pour la période allant de août 2008 à juillet 2009 (M : moyennes des températures maximales ; m : moyennes des températures minimales ; $(m + M) / 2$ : moyennes mensuelles).	.....	36
<b>Tab.6.</b> Pluviométrie moyenne mensuelle de la région d'étude calculée sur les périodes 1950-1975, 1984-2012 (P : moyennes mensuelles des pluviométries)	.....	38
<b>Tab.7.</b> Pluviométrie moyenne mensuelle de la région d'étude pour la période allant de 2009 à 2012 (P : moyenne mensuelle des pluviométries)	.....	39
<b>Tab.8.</b> Répartition saisonnière des pluviométries (mm)	.....	39
<b>Tab.9.</b> Nombre des jours de neige de la région d'étude calculé sur la période 1974-2004	.....	40

<b>Tab.10.</b> Nombre des jours de neige de la région d'étude pour la période 2009 - 2012	40
<b>Tab.11.</b> Nombre des jours de gel de la région d'étude calculé sur la période 1974-2004	41
<b>Tab.12.</b> Nombre des jours de neige de la région d'étude pour la période 2009 - 2012	41
<b>Tab.13.</b> Humidité relative de la région d'étude calculée sur la période 1974-2008 (HR : Humidité relative moyenne de l'air en %)	41
<b>Tab.14.</b> Humidité relative de la région d'étude pour la période allant de 2009-2012 (HR : Humidité relative moyenne de l'air en %)	42
<b>Tab.15.</b> Vitesse moyenne et maximale du vent en (m/s) de la région d'étude avec la direction dominante pour la période 1974-2008 (W : ouest ; SW : sud-ouest ; S : sud ; N : nord)	43
<b>Tab.16.</b> Vitesse du vent moyen et maximal en (m/s) de la région d'étude pour la période 2009-2012	43
<b>Tab.17.</b> Nombre de jours de sirocco de la région d'étude pour la période 2009-2012	44
<b>Tab.18.</b> Evaluation du quotient pluviométrique Q2 sur trois périodes	47
<b>Tab.19.</b> Caractérisation générale des stations d'étude	49
<b>Tab.20.</b> Chronologie des sorties de terrain et type d'étude menée	50
<b>Tab.21.</b> Analyses physicochimique du profil n°1 : Station Boumerzoug	79
<b>Tab.22.</b> Analyses physicochimique du profil n°2 : Station Boumerzoug	81
<b>Tab.23.</b> Analyses physicochimique du profil n°3 : Station Touggurt	82
<b>Tab.24.</b> Analyses physicochimique du profil n°4 : Station Touggurt	83
<b>Tab.25.</b> Analyses physicochimique du profil n°5 : Station Bordjem	85
<b>Tab.26.</b> Analyses physicochimique du profil n°6 : Station Bordjem	86
<b>Tab.27..</b> Liste systématique des espèces végétales inventoriées dans les cédraies de <i>cedrus atlantica</i> de Oued El Chaâba et Oued El Ma (Parc national de Belezma)	89
<b>Tab.28.</b> Taux de recouvrement et sociabilité des espèces caractéristiques des cédraies d'Oued El Chaaba et Oued El Ma (Parc national de Belezma)	96
<b>Tab.29.</b> Liste systématique des espèces végétales médicinales inventoriées dans les cédraies de <i>cedrus atlantica</i> d'Oued El Chaâba et Oued El Ma (Parc national de Belezma)	97
<b>Tab.30.</b> Répartition des divers types biologiques dans les trois Cantons	99
<b>Tab.31.</b> Liste des champignons collectés dans les cédraies d'Oued El Chaâba et Oued El Ma (Parc national de Belezma)	101
<b>Tab.32.</b> Mesures du diamètre et des hauteurs moyens des arbres de cèdre de l'Atlas	107
<b>Tab.33.</b> Calcule des moyennes par station des diamètres, des hauteurs, des surfaces terrières et des volumes des arbres de cèdre de l'Atlas	108

<b>Tab.34.</b> Liste systématique globale des espèces d'invertébrées inventoriées dans les trois cédraies d'Oued El Ma et Oued El Chaâba	110
<b>Tab.35.</b> Qualité d'échantillonnage des invertébrés	117
<b>Tab.36.</b> Fréquences d'abondance (Fc), d'occurrence (Occu.) et échelle de constance des différents ordres d'invertébrés recensés dans les six stations. Fc : Abondance ; Occu. : Occurrence ; C: Constant ; Ac : Accessoire ; A : Accidentel ; Tac : Très accidentel	117
<b>Tab.37.</b> Valeurs de l'indice de similitude de Sorensen ( $Q_s$ ) pour les espèces d'invertébrés inventoriées dans les cédraies de Oued El Ma et d'Oued El Chaâba suivant les saisons d'étude prises deux à deux	125
<b>Tab.38.</b> Matrice des coefficients de corrélation de Pearson appliquée aux effectifs saisonniers des insectes dans la station 1. En gras, les valeurs significatives ( $\alpha=0,050$ )	126
<b>Tab.39.</b> Matrice des coefficients de corrélation de Pearson appliquée aux effectifs saisonniers des insectes dans la station 2. En gras, les valeurs significatives ( $\alpha=0,050$ )	126
<b>Tab.40.</b> Matrice des coefficients de corrélation de Pearson appliquée aux effectifs saisonniers des insectes dans la station 3. En gras, les valeurs significatives ( $\alpha=0,050$ )	127
<b>Tab.41.</b> Matrice des coefficients de corrélation de Pearson appliquée aux effectifs saisonniers des insectes dans la station 4. En gras, les valeurs significatives ( $\alpha=0,050$ )	127
<b>Tab.42.</b> Matrice des coefficients de corrélation de Pearson appliquée aux effectifs saisonniers des insectes dans la station 5. En gras, les valeurs significatives ( $\alpha=0,050$ )	127
<b>Tab.43.</b> Matrice des coefficients de corrélation de Pearson appliquée aux effectifs saisonniers des insectes dans la station 6. En gras, les valeurs significatives ( $\alpha=0,050$ )	127
<b>Tab.44.</b> Richesse totale ( $S$ ), Richesse moyenne ( $S_m$ ), Indice de diversité de Shannon ( $H'$ ) et Indice d'équitabilité ( $E$ ) des peuplements d'invertébrés recensés dans les six stations d'étude	131
<b>Tab.45.</b> Richesse totale ( $S$ ), Richesse moyenne ( $S_m$ ), Indice de diversité de SHANNON ( $H'$ ) et Indice d'équitabilité ( $E$ ) des peuplements d'invertébrés selon les quatre saisons. $N$ : nombre des effectifs totaux des différentes saisons, $n$ : nombre de sorties réalisées dans chaque saison	131
<b>Tab.46.</b> Diversité et équitabilité selon le statut trophique des invertébrés recensés	133
<b>Tab.47.</b> Liste systématique des Amphibiens et des Reptiles recensés dans la région d'Oued El Ma et Oued El Chaâba avec leur catégorie trophique (CT). (C : Carnivore, CI : Consommateur d'invertébrés, H : Herbivore)	135
<b>Tab.48.</b> Liste systématique des espèces aviaires recensées dans les Cédraies de Oued El Chaâba et Oued El Ma	137
<b>Tab.49.</b> Liste systématique des espèces d'oiseaux recensées dans les Cédraies de Oued El Ma et Oued El Chaâba selon leurs statuts bioécologiques	141
<b>Tab.50.</b> La signification des abréviations	143

<b>Tab.51.</b> Indice kilométrique d'abondance (I.K.A.) et fréquence d'abondance du peuplement aviaire recensé dans les cédraies d'Oued El Ma et Oued El Chaâba	.....	146
<b>Tab.52.</b> Richesse totale ( $S$ ), Indice de diversité de Shannon ( $H'$ ) et Indice d'équitabilité ( $E$ ) des peuplements d'oiseaux dans les trois stations d'étude	.....	149
<b>Tab.53.</b> Liste systématique et répartition des mammifères inventoriées dans la région de Oued El Ma et Oued El Chaâba par catégories fauniques (CF) et trophiques (CT)	.....	149
<b>Tab.54.</b> Comparaison des nombres et des pourcentages des taxons aviens recensés dans la forêt de <i>Cedrus atlantia</i> d'Oued El chaâba et d'Oued El Ma avec ceux recensés en Algérie et au parc national de Belezma	.....	188
<b>Tab.55.</b> Nombre d'espèces aviaires et pourcentage des différentes catégories.....	.....	189
bioécologiques.		
<b>Tab.56.</b> Répartition de l'avifaune recensée par catégorie trophique en fonction du statut phénologique.	.....	192

## Liste des abréviations

<b>INRF</b>	Institut national des recherches forestières	.....	27
<b>BNEF</b>	Bureau national des études forestières	.....	27
<b>FAO</b>	Food and agriculture organization	.....	27
<b>BNEDER</b>	Bureau National Etudes pour le Développement Rural	.....	27
<b>DGF</b>	Direction générale des forets	.....	29
<b>PNB</b>	Parc national de Belezma	.....	31
<b>CAH</b>	Classification ascendante hiérarchique	.....	78
<b>CITES</b>	Convention de Washington	.....	139
<b>BONN</b>	Convention de Bonn relative à la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage	.....	141
<b>DZ</b>	Décret N° 83 du 20 août 1983 relatif aux espèces non domestiques protégées en Algérie	.....	144

## **I- INTRODUCTION GENERALE**

L'Algérie est un grand centre de diversité biologique ; sa position géographique et la structure de ses étages bioclimatiques font de ses terroirs un gisement relativement important de ressources génétiques. Parmi ce patrimoine national ; les forêts qui constituent un véritable pôle de diversification des espèces représentant ainsi une valeur biologique exceptionnelle et un intérêt biogéographique irremplaçable. Cependant, la croissance démographique galopante, les conditions climatiques difficiles marquées par des périodes de sécheresse prolongées, la qualité des sols et leur dégradation constante, conjugués aux négligences humaines par des pratiques culturelles non adaptées telles que le surpâturage, coupes illicites, défrichement et incendies, ont entraîné une surexploitation des ressources naturelles et devrait encore aggraver, mettant en danger l'intégrité et la pérennité de ces écosystèmes. Ces aléas conduisent parfois à une mise en danger réel de certaines espèces telle le Cèdre de l'Atlas dans le parc national de Belezma.

Face à cette situation écologique préoccupante, la réhabilitation et la conservation du patrimoine naturel par une gestion durable des espaces forestiers passe, par leur développement multifonctionnel et donc nécessite des stratégies rigoureuses et planifiées à travers une gestion dynamique et innovante de ces forêts, limitant ainsi les risques naturels et anthropiques, et dont l'objectif primordial est au moins préserver l'existant et de protéger le plus grand nombre d'échantillons représentatifs d'écosystèmes menacés de dégradation, notamment en classant de vastes territoires en aires protégées. Cette protection des espaces naturels contre toute forme d'agression doit aussi être soutenue dans une optique de gestion intégrée alliant outils de protection et de gestion durable.

Le parc national de Belezma, qu'est une aire protégée dominée par la surface forestière, comprend plusieurs unités écologiques, découpées ainsi en types d'écosystèmes pour une meilleure gestion de ces habitats. Parmi ces unités, les différentes formations forestières occupent la majeure partie.

Malheureusement, et à l'instar de tout le pays, peu de travaux scientifiques sont réalisés pour décrire la composition biocénotique de ces écosystèmes complexes et mettre en valeur leurs principales ressources et statuer sur les facteurs de menace et de dégradation. Ces éléments de connaissance sont des outils indispensables pour la mise en place de toute démarche de gestion et d'aménagement (SAHLI, 2003).

Typiquement méditerranéenne, la cédraie du Parc National de Belezma, située au sud de l'Algérie du Nord, s'individualise par sa nature, son histoire et ses problèmes. Sa situation latitudinale, sa géologie, son orographie et son exposition aux influences sahariennes représentent les principaux facteurs de son originalité naturelle. Cette espèce endémique « *Cedrus atlantica Manetti*. » représente l'une des unités écologiques considérées dans le PNB et constitue un capital forestier majeur sur le pourtour méditerranéen. En plus des facteurs de dégradation générales des forêts décrits plus haut, cette espèce de cèdre connaît des dépérissements massifs, liés à des grandes pertes des ressources génétiques, édaphiques et d'habitat résumant ainsi la situation actuelle des paysages de ces cédraies d'importance mondiale.

Ces formations forestières, comme toutes les forêts des Aurès sont directement liées au climat méditerranéen qui caractérise tout le nord de l'Algérie. Ces forêts sont hétérogènes et inégalement réparties en fonction de la distribution des méso-climats, de l'orographie et de l'action anthropique. Les caractères du milieu confèrent à ces dernières une vulnérabilité et une fragilité accentuées par une exploitation qui dure depuis quelques millénaires. Ainsi, l'état des connaissances sur la situation sanitaire actuelle de ces espaces et plus particulièrement le cèdre de l'Atlas, qui a été inspiré largement de nombreux travaux anciens et récents, montre que les peuplements du cèdre algérien et marocain présentent une détérioration continue provoquée par une multitude de facteurs qui, pour un bon nombre, sont communs à ces pays.

Sur le plan climatique, de nombreux travaux ont été consacrés aux cédraies de Belezma BOUDY (1950) ; ABDESSEMED (1981) ; BENTOUATI et BARITEAU, (2006), BENTOUATI (2008) et (TOUCHAN Ramzi, en presse), KHERCHOUCHE D, KALLA M, GUTIERREZ E, BRIKI A, HAMCHI A, (2013), SLIMANI S. DERRIDJ A. GUTIERREZ E., (2014), considèrent donc (depuis longtemps) que la sécheresse est un facteur déclenchant la dégradation physiologique de la cédraie du Belezma déjà prédisposée aux multiples facteurs tels que l'action humaine traduite par l'absence d'une gestion sylvicole rationnelle.

Sur le plan écologique et phytoécologique, ABDESSEMED (1981), a entamé une étude phytosociologique, sur le problème de conservation et d'aménagement des cédraies des Aurès. De sa part AKLI (2015), sur le plan dendrométrique a effectué une étude comparative de la

croissance radiale et des variables dendrométriques chez le cèdre de l'Atlas. Aussi, nous remarquons que la plupart des études effectuées en Algérie ont porté sur la croissance et la productivité de *C. atlantica* BENTOUATI. (1993) et BENTOUATI et OUDJEH. (1999).

Nous notons également que dans une forêt de Cèdre, la chenille d'été (*Thaumetopoea bonjeani*) qu'est un lépidoptère défoliateur, a pris une part dans l'étude des causes de dépérissement de cette espèce (BENTOUATI et BARITEAU, 2006 ; BENTOUATI, 2008) ; et les défoliations répétées sont parmi les causes de ce phénomène. D'autres part, certains parasites, dont l'un est un champignon lignivore du genre *Armillaria* et l'autre un insecte xylophage non identifié de la famille des Buprestidae peuvent être incriminés dans ce phénomène, un aspect qui a été entamé par (GUEZLANE, 1982).

Par ailleurs, BOUKERKER et SI BACHIR (2015) se sont intéressés aux insectes liés au cèdre et ont noté la contribution des divers xylophages dans ce phénomène surtout dans le Canton de Boumerzoug dans le parc national de Belezma.

Du point de vue gestion, le ministère concerné, représenté par la structure du parc national de Belezma, conscient que la préservation durable de ces écosystèmes passait par la mise en place d'une politique de conservation efficace, a mis en place un certain nombre d'actions synthétisées dans son Plan de gestion (2008) de cette aire protégée. Ce plan a permis d'identifier dans sa phase « A » de centaines d'espèces faunistique et floristique et quelque site d'intérêts biologique et écologique, représentant presque la totalité des habitats du parc. Néanmoins, à première vue, ces données s'avèrent incomplètes vu l'importante diversité que compose cette aire protégée.

Pour ces raisons, et vu l'absence de travaux consacrés à l'étude de la cédraie en tant qu'écosystème naturel dans son ensemble nous avons incité un complément d'inventaire de la biodiversité des Cédraies du Parc National a été jugé nécessaire.

Notre contribution consiste à faire un diagnostic écologique sur ce type de forêt dans les régions d'Oued El Ma et d'Oued El Chaâba (zones nord et sud du parc national de Belezma). Dans ce diagnostic, nous nous sommes intéressés aux aspects écologiques au sens le plus large en nous

efforçons à donner une vue aussi précise que possible des particularités écologiques de l'écosystème forestier étudié.

Dans ce travail, nous prétendons caractériser la structure et le fonctionnement de l'unité écologique des cédraies de *C. atlantica* d'Oued El Chaâba et d'Oued El Ma afin d'évaluer la richesse floristique et faunistique, de mettre à jour les inventaires réalisés dans le parc et statuer sur la situation écologique des espèces qui y vivent.

Aux inventaires réguliers contribuant à l'enrichissement des connaissances sur la biodiversité, un protocole de suivi, sur un cycle annuel, de quelques modèles biologiques (flore, faune invertébrés et vertébrés), permettra de mettre en évidence le fonctionnement et l'état écologique de la biocénose. Ces investigations sont réalisées en relation avec la variation de divers paramètres écologiques tant abiotiques (climat, sol) que biotiques (flore, faune, action humaine). Les résultats sont analysés à l'aide du calcul de paramètres et d'indices écologiques et des analyses statistiques permettant en définitif de dégager des orientations et des suggestions de gestion et d'aménagement de ce type d'écosystème.

L'intégration de ces données avec d'autres éléments caractérisant le milieu aboutirait à l'élaboration d'un véritable diagnostic écologique du site permettant de dégager des objectifs et des opérations concrètes en vue de la protection du patrimoine naturel du parc national de Belezma.

# **Chapitre I**

## **Etude bibliographique**

## CHAPITRE I : Recueil bibliographique sur l'autoécologie du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica Manetti*)

### I- LE CEDRE DE L'ATLAS.

#### I-1- Introduction

*Cedrus atlantica*, arz el Atlas en arabe ou Bignoun en berbère, est l'une des espèces économiquement et écologiquement les plus importantes de la montagne méditerranéenne. On distingue plusieurs espèces, qui appartiennent à la famille des Pinacées et à l'ordre des Coniférales:

On distingue plusieurs espèces, qui appartiennent à la famille des Pinacées et à l'ordre des Coniférales:

- *Cedrus deodara* London (Cèdre de l'Himalaya), *Cedrus libani* Barrel (Cèdre du Liban), *Cedrus brevifolia* Henry (Cèdre de Chypre) et *Cedrus atlantica Manetti* (Cèdre de l'Atlas).

Les aires naturelles de ces quatre espèces sont bien différenciées, tandis que leurs exigences sont parfois très voisines. (DUCREY, 1993).

Le genre *Cedrus* occupe des surfaces d'importance inégale et forme spontanément trois blocs géographiques distincts: Afrique du Nord, Asie mineure et Himalaya.

- Le premier bloc représenté par *Cedrus atlantica manetti*, comprend l'Atlas marocain (130 000 ha), le Rif (15000 ha) et l'Atlas algérien (40 .000 ha).
- Le deuxième bloc se divise en deux parties occupées chacune par une espèce particulière : *Cedrus libani* Barrel (1700 ha) au Liban, quelques centaines d'hectares en Syrie et plus de 160 000 ha en Turquie, dans le Taurus et l'Amanus, entre 1500 m et 2000 m d'altitude ; *Cedrus brevifolia* Henry, dans l'île de Chypre, en forêt de Paphos sur une aire très restreinte.
- Le troisième bloc, avec *Cedrus deodara Loudon*, est représenté dans les grands massifs de l'Inde et de l'Afghanistan sur le Nord-Ouest de l'Himalaya entre 1350 m et 3500 m d'altitude (MHIRIT,1999 ).

Le Cèdre de l'Atlas est difficilement reconnaissable du Cèdre du Liban, mais il se distingue nettement du Cèdre de l'Himalaya et celui de Chypre. Dans son aire naturelle, le Cèdre de l'Atlas se régénère très mal contrairement à son aire d'introduction où il se régénère facilement. (TOTH, 1980 a; ABOUROUH, 1983). Les travaux de recherche sur le Cèdre de l'Atlas ont été menés

surtout dans son aire d'introduction sur ses exigences écologiques, sa croissance, sa production ligneuse, ainsi que sa régénération.

## I-2- Systématique du Cèdre de l'Atlas :

**Règne :** *Plantae*

**Embranchement :** *Spermatophytes*

**Sous-embranchement :** Gymnospermes

**Classe :** *Coniferopsida*

**Ordre :** *Pinaceae*

**Genre :** *Cedrus*

**Espèce :** *Cedrus atlantica Manetti*

Le cèdre est classé parmi les plantes à graines (spermatophytes) et plus précisément les plantes à ovules nus (gymnospermes). Il porte des cônes (Coniferophyta) constitués d'écaillés disposées en spirale ; les cônes mâles et femelles sont séparés, mais portés par le même spécimen (plantes monoïque). Les écaillés des cônes mâles et femelles portent respectivement 2 sacs polliniques à leur face inférieure et 2 ovules à la face supérieure (Pinaceae). Les feuilles du genre, persistantes (1/3 des aiguilles tombent tous les ans), sont en forme d'aiguilles et disposées en rosettes. *Cedrus* se distingue également de

beaucoup d'autres genres de Pinaceae par la présence de deux sortes de rameaux, des courts (mésoblastes) portés par des plus longs (auxiblastes). Enfin, il est un des seuls à posséder des cônes qui se désarticulent à maturité (Fig.1).

Les différentes parties des cèdres contiennent de la résine, ils sont donc qualifiés de résineux.



### I-3- Caractéristiques botaniques du Cèdre de l'Atlas

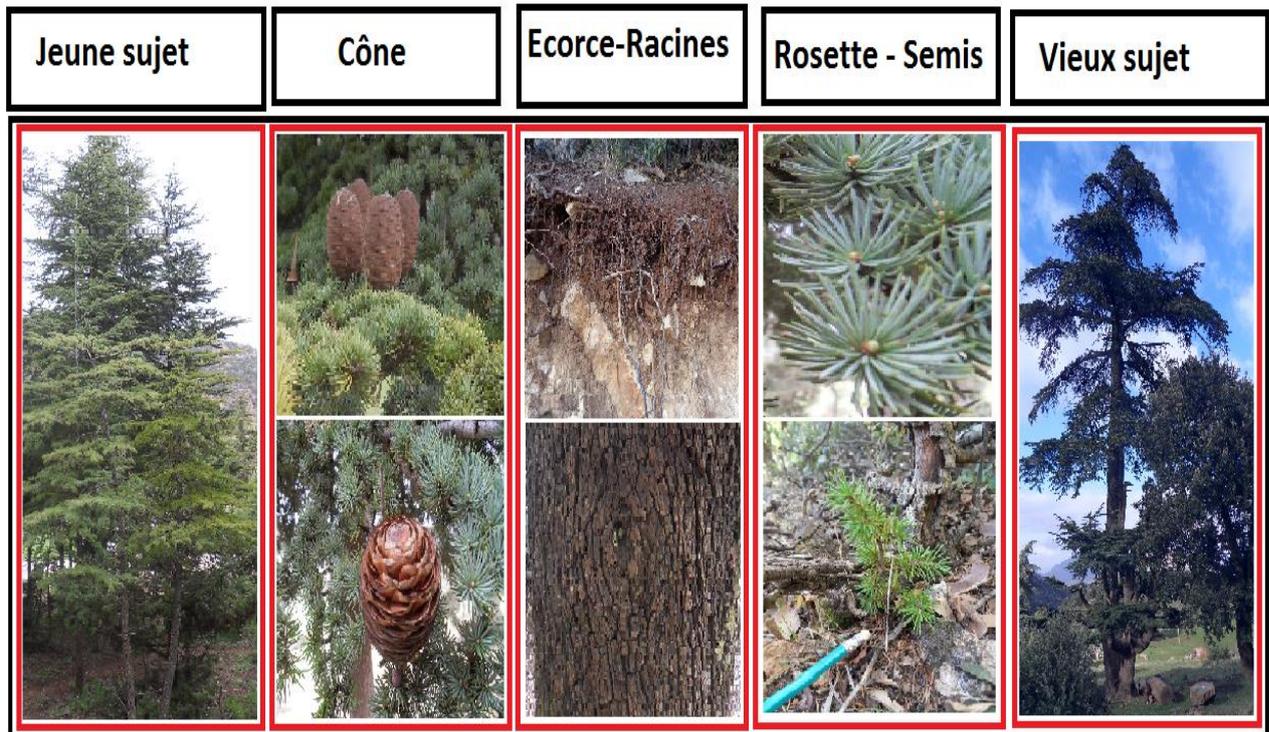
Le cèdre de l'Atlas est une espèce de grande taille, pouvant atteindre 50m de haut, majestueux (BOUDY, 1950). Au jeune âge il a un port pyramidal et prend la forme d'une tabulaire en vieillissant. (TOTH, 1970). Il a le fût rectiligne et les branches fines en peuplement (Fig.2).

Les feuilles sont des aiguilles en rosettes, leur longueur est comprise entre 1 et 2 cm de couleur verte ou glauque persistantes pendant trois années. (BOUDY, 1952; TOTH, 1980).

Le système racinaire est très développé, pivotant; fixant l'Arbre au sol (TOTH, 1970).

Les racines des plants d'une année sont comprises entre 14 et 20 cm (TOTH, 1978). Quant le sol est peu profond ou qu'il contient des obstacles, l'enracinement devient latéral, causant les chablis.

Le Cèdre est une essence monoïque (tableau. 1), ses fleurs sont groupées en chatons mâles de forme ovoïde qui apparaissent à mi-juin. Les inflorescences femelles, de forme ovoïde également et de couleur vert-bleuâtre. Ces dernières sont plus petites que les chatons mâles et apparaissent trois mois après les chatons mâles. (TOTH, 1978). En conditions naturelles, la graine de Cèdre ne peut germer que si les températures journalières avoisinent 10 °C pendant 9 à 10 jours (LEPOUTRE, 1964).



**Figure.2.** Cèdre de l'Atlas : Jeune sujet, Cône, Racines, Ecorce, Rosettes, Semis et Vieux sujet (BOUKERKER, 2010)

**Tableau 1.** Quelques caractéristiques botaniques des différents organes de *Cedrus atlantica*.

Organe	Description	Références
<b>Port</b>	<b>Arbre jeune</b> : port conique pyramidal. <b>Arbre âgé</b> : présente de grosses branches étalées et une cime tabulaire. <b>Hauteur</b> : de 50 à 60 m. <b>Circonférence du tronc</b> : de 1 à 2 m généralement, et parfois 8 m (à Azrou) et même 15 m (en Algérie).	BOUDY, 1950, 1952 SABATIER et BARTHELEMY, 1994
<b>Aiguilles</b>	<b>Longueur</b> : de 1 à 2 cm. <b>Couleur</b> : vert ou glauque. <b>Persistance</b> : 3 ans. <b>Forme</b> : raide et fine, peu aigue, généralement arquée groupées en rosettes denses (Fig. 2a) de 30 à 40 aiguilles (mésoblaste).	BOUDY, 1950, 1952 M'HIRIT, 2006
<b>Branches</b>	<b>Forme</b> : elles naissent isolément sur le tronc et portent une multitude de petits rameaux qui se situent tous dans le même plan, finissant par donner à l'arbre sa silhouette tabulaire et irrégulière.	BOUDY, 1950, 1952 M'HIRIT, 2006
<b>Fruits</b>	<b>Forme</b> : cône ovoïde. <b>Longueur</b> : de 5 à 8 cm. <b>Couleur</b> : passe du vert-bleuâtre au marron foncé à la maturité. <b>Poids</b> : [41, 49 - 65,91 g]. <b>Orientation</b> : dressés vers le ciel, portés par des rameaux courts et forts. <b>Désarticulation</b> : débute à partir du mois d'octobre (conditionnées par l'alternance de l'humidité et de la chaleur).	BOUDY, 1950, 1952 DERRIDJ, 1994
<b>Graines</b>	<b>Forme</b> : assez grosse, pointue et longue avec une aile développée sub-triangulaire. <b>Longueur</b> : 8 à 12 cm. <b>Couleur</b> : marron roux à marron clair. <b>Poids</b> : peut dépasser 0, 1g.	ABOUROUH, 1988 In KHANFOUCI, 2005
<b>Fleurs</b>	<b>Fructification (précoce)</b> : 15 à 20 ans. <b>Inflorescences</b> : essence monoïque (chaton mâle de forme ovoïde et jaune-orange, apparait à mi-juin et achève sa maturité vers mi -septembre ; chaton femelle plus petit, ovoïde et vert-bleuâtre, apparait 3 mois après le chaton mâle).	BOUDY, 1950, 1952 M'HIRIT, 2006
<b>Ecorce</b>	<b>Couleur</b> : grise. <b>Forme</b> : écailleuse et lisse devenant crevassée avec l'âge.	M'HIRIT, 2006
<b>Racines</b>	Le système racinaire est développé, mais rarement pivotant et la stabilité de l'arbre est bien assurée	BOUDY, 1950, 1952

#### I-4- ECOLOGIE DU CEDRE DE L'ATLAS

##### I-4-1- Climat

Le cèdre de l'Atlas pourrait être considéré comme une essence de climat de transition; on la trouve dans les climats froids et humides, et les climats chauds et secs (AUSSENAC, 1984).son aire est associée au climat méditerranéen.

BOUDY (1950 et 1951), rapporte que le Cèdre est une essence sciaphile qui peut vivre entre -20 °C et +39 °C. Chez les jeunes plants la diminution de la température en dessous de -2 °C s'accompagne par une diminution de la photosynthèse. (DUCREY, 1993).

En Algérie, les cédraies sèches des Aurès et des Hodna ne reçoivent qu'une tranche pluviométrique comprise entre 500 et 700mm/an. Celle du Djurdjura, des Babors, l'Ouarsenis et Chréa plus humides, recevant 1100 à 2100mm/an. ABOUROUH (1983) rapporte que l'étage humide (800à 1200 mm/an) est par excellence la zone préférée du Cèdre de l'Atlas. Son optimum serait selon AUSSENAC (1984) un climat à hiver frais et à été sec.

L'irrégularité de la répartition des précipitations annuelles et mensuelles joue un rôle défavorable sur la régénération naturelle du Cèdre de l'Atlas; la sécheresse estivale accentue encore le phénomène.

L'aire de projection du cèdre de l'Atlas sur le climagramme d'EMBERGER, s'étale de la limite supérieure du semi-aride supérieur à variante froide ou très froid, jusqu'au perhumide à variante froide à très froide (M'HIRIT, 1982; DERRIDJ, 1990).

#### **I-4-2- Substrat**

Le substratum géologique constitue également un facteur de répartition des cédraies, on constate que:

- Le Cèdre est également rare sur calcaire.
- Sur des formations argileuses recouvertes d'éboulis.
- Sur grès et sur dolomies dans 4/5 des cédraies des Aurès et du Belezma, ce qui peut s'expliquer par le fait que les deux substratums donnent naissance à des sols légers dans lesquels les racines des jeunes cèdres peuvent pénétrer plus facilement. (HALITIM, 2006). LEPOUTRE (1963), a mis en lumière le fait que l'influence des facteurs édaphiques varie selon le climat; plus le climat est sec, plus l'influence du sol est grande.

En Algérie comme au Maroc, le cèdre pousse sur des roches acides (granites, quartzites, schistes, grès siliceux) ou non acides (roches calcaires, marnes, dolomies, basalte grès calcaire). Il peut croître également sur les sols à pH acide que sur sols à pH basique (ALEXANDRIAN, 1992 in BELLOUMI, 2002).

Si le cèdre est indifférent à la nature chimique, il est cependant exigeant au point de vue qualité physique des sols: sols meubles, perméables, profonds, caillouteux...) (TOTH, 1971).

BOUDY (1950) note que le cèdre de l'Atlas se rencontre aussi bien sur les calcaires que sur les schistes calcaires ou gréseux et sur grès, et que les neuf dixième des cédraies algériennes se trouvent sur des formations siliceuses.

Pour RIPPERT et BOISSEAU (1993), les marnes et les dolomies sont particulièrement défavorables au cèdre, les autres sols présentent des fertilités diverses en fonction des conditions stationnements.

Au Maroc, l'analyse des aiguilles de cèdre a révélé des déficiences nutritionnelles en éléments nutritifs, l'apparition de ces déficiences chez les jeunes semis de cèdre constituera une contrainte majeure à la croissance et à la survie des plants.

#### **I-4-3-Exposition**

Elle joue un rôle important dans la répartition des pluies et des températures. En Algérie comme au Maroc, les vents humides sont de direction Nord-Ouest. Ainsi, les expositions faisant face à ces vents sont plus arrosées; elles portent les plus belles cédraies.

Au Maroc, la plupart des cédraies sont exposées aux vents d'Ouest chargés d'humidité (ABOUROUH, 1983). En Algérie, les expositions Nord et Nord –Ouest sont non seulement bien arrosées mais également à l'abri des vents desséchants. BENTOUATI (1992) avait constaté qu'au Belezma, l'exposition sud marque bien la limite de la cédraie.

#### **I-4-4-Altitude**

Dans son aire naturelle, le Cèdre de l'Atlas est considéré comme une essence montagnarde. L'Altitude influence le cèdre par les conditions climatiques, notamment les précipitations et les températures; plus l'Altitude est élevée, plus les précipitations moyennes sont élevées et les températures sont basses.

La limite altitudinale inférieure du Cèdre dans les Aurès et dans le Rif est à 1400m, tandis que la limite supérieure peut aller jusqu'à 2300m au Chéla et 2800m au Maroc (BOUDY, 1950).

D'après BOUDY (1950), en Algérie la limite inférieure est fonction de la plus ou moins grande humidité de la station, elle se situe dans l'Aurès à 1400-1500m en versant nord et 1600m en versant sud. (ABDESSEMED, 1981).

En France, au mont Vontoux, le Cèdre peut descendre jusqu'à 680m (TOTH, 1980), alors qu'en Provence, il peut se rencontrer à des altitudes inférieures à 400m, aussi bien qu'en altitudes supérieures à 700m où les conditions sont meilleures (RIPERT et BOISSEAU, 1993).

D'après SCHOENBERGER (1970), les limites supérieures et inférieures diffèrent d'une cédraie à l'autre, il distingue dans les cédraies Aurassiennes deux étages bioclimatiques:

- L'étage subhumide supérieur à hiver froid, de 2200 à 200m.
- L'étage subhumide inférieur à hiver froid, de 2000 à 1600m.

Correspondant respectivement à des pluviométries annuelles de 700/800mm et 500/600mm.

Du point de vue floristique, la limite inférieure est distinctive par la présence ou absence du Chêne vert.

#### I-5- ASSOCIATION DU CEDRE DE L'ATLAS

La richesse floristique des cédraies est estimée à un millier d'espèce dont environ 10% d'arbres, 15% d'arbustes et 75% de plantes herbacées annuelles ou pérennes.

Parmi les arbres les plus fréquemment rencontrés figurent :

- Des chênes (chêne vert, chêne-liège et chêne zène,...).
- Des pins (Pin d'Alep, Pin maritime,...).
- Des genévriers (genévrier thurifère, genévrier oxycèdre,...)

Les espèces végétales associées au Cèdre sont différentes selon les conditions écologiques, c'est-à-dire la pluviométrie, l'altitude et les conditions édaphiques. Ainsi, AZZAHIRI et al. 1994, ont révélé en zone semi-aride de l'Atlas moyen marocain et sur substrat basaltique à 1900-2000 m d'altitude et en exposition Ouest le groupement végétal suivant:

- *Cedrus atlantica*, *Buplerum montanum*, *Acer monsepsulanum* et *Rosa canina*

En sol calcaire compacte et à une altitude de 1800-1900m, le groupement végétal devient:

- *Cedrus atlantica*, *Quercus rotundifolia* et *Paeonia coralina*

En Algérie, dans les Aurès le faciès est caractérisé par les espèces suivantes:

- *Cedrus atlantica*, *Quercus ilex*, *Pinus halepensis*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus thurifera*, *Ampelodesma moritanica* et *Fraxinus xanthoxyoides*

Dans les monts de Chr ea et dans les Babors le faciès plus humide est caractérisé par les espèces suivantes:

- *Cedrus atlantica*, *Quercus ilex*, *Quercus mirbeckii* et *Taxus baccata*.

Plusieurs champignons, lichens et mousses apprécient aussi l'ambiance humide des cédraies. Le tableau de LANIER (1994) reprend l'inventaire de la flore mycologique liée au cèdre en Algérie et en France, 64 espèces y figurent. Certains champignons sont ectomycorhiziens, protègent les racines des cèdres par différentes voies (barrière mécanique, production de substances antibiotiques,...).

## **I-6-AIRE DE REPARTITION DU CEDRE DE L'ATLAS**

### **I-6-1-Aire naturelle**

Le cèdre de l'Atlas occupe les hautes montagnes d'Algérie et du Maroc. Dans cette aire naturelle on distingue deux grands ensembles:

- L'ensemble méridional adapté à la sécheresse.
- L'ensemble septentrional adapté à l'humidité.

Au Maroc, le Cèdre occupe une superficie de l'ordre de 120.000 à 130.000 ha répartie en deux blocs: le premier dans le Grand Atlas avec 116.000 ha ; le second dans le Rif avec environ 15.000 ha.

En Algérie, le Cèdre couvre environ 30.000 ha répartis en trois blocs (Fig.3):

- Les Babors (1300 ha) et le Djurdjura (2000 ha).
- Ouarsenis (1000 ha), Chr ea et Theniet- el- had (1500 ha).
- Monts des Aurès et du Belezma (17000 ha), Hodna (8000 ha).

Ce morcellement traduit semble-t-il des changements dans les conditions écologiques et probablement un recul de la cédraie. Le réchauffement de la planète, s'il s'av rera être sûr acc l rera ce phénomène notamment dans les régions les plus méridionales, comme le Belezma, le Hodna et les Aurès. (HALITIM, 2006).

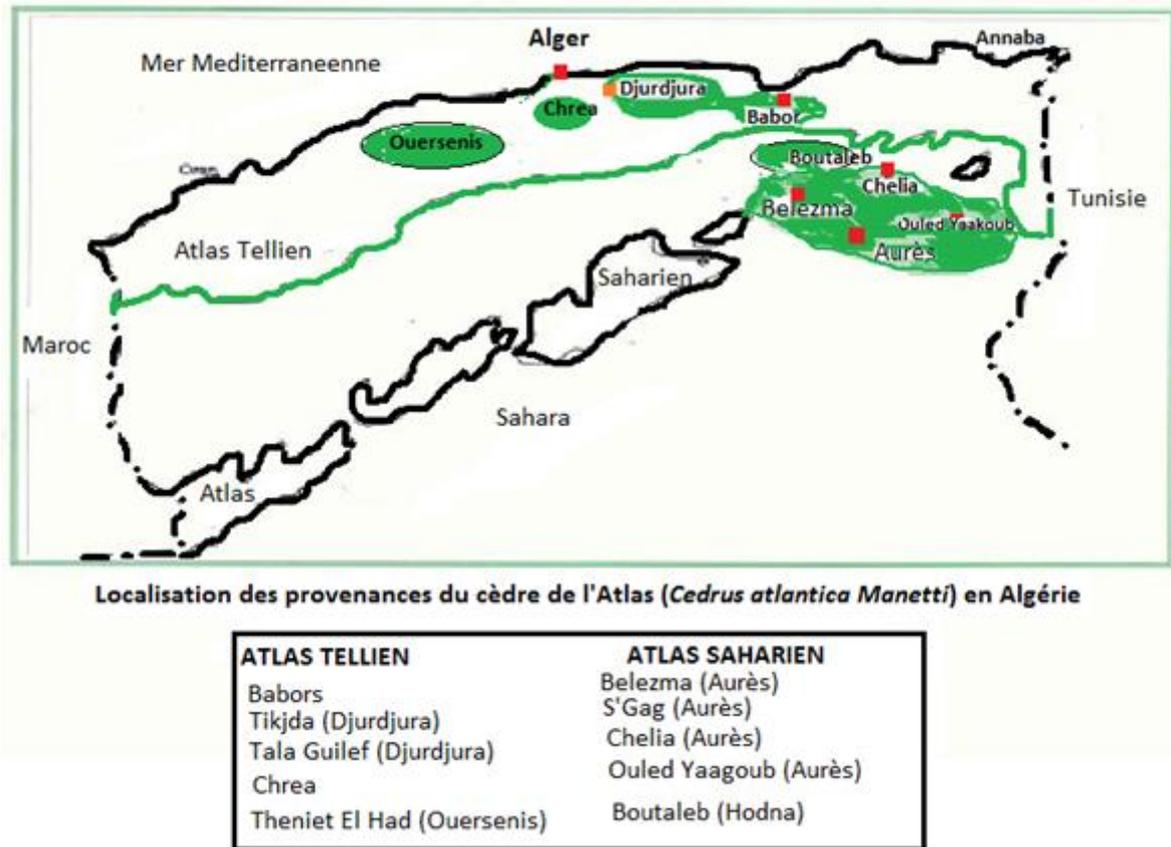


Fig.03 : Variabilité intra spécifique du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica Manetti*) en Algérie. A.NEDJAH I et O. ZANNDUCHE (2007).

### I-6-2-Aire d'introduction

Le cèdre de l'Atlas a été introduit depuis longtemps dans quelques pays du pourtour méditerranéen, tout d'abord dans les parcs et jardins, puis dans les reboisements forestiers. Il couvre en France 10.000 ha.

TOTH (1980 a), M'HIRIT (1982,1993) et AUSSENAC (1984) ont signalé également son introduction aux U.S.A, en Crimée (Caucase), en Bulgarie, au Portugal, en Yougoslavie, en Belgique et en Allemagne.

Le cèdre et plus particulièrement le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica Manetti*), a été introduit depuis longtemps dans quelques pays circum-méditerranéens, d'abord dans les parcs et jardins comme espèce ornementale, et ensuite dans les reboisements forestiers. On cite habituellement les dates d'introduction de 1886 en France où il couvre 10.000 ha, 1864 en Italie, 1890 en Bulgarie. L'introduction du cèdre de l'Atlas est signalée aussi dans quelques états américains Pennsylvanie, New York, Côte pacifique. Introduit en URSS, en Crimée et dans le Caucase vers

1890, par la suite le cèdre de l'Atlas fut employé sur une grande échelle dans les reboisements. TOTH (1980 a), M'HIRIT (1982,1993), M'HIRIT et al (1999) et AUSSÉNAC (1984)

### **I-7- LONGEVITE DU CEDRE DE L'ATLAS**

Selon BOUDY(1950), le Cèdre peut atteindre 1000 ans, alors que TOTH (1980) a noté qu'il n'est pas rare de rencontrer au Maroc des Cèdres âgés dépassant 300 ans avec une hauteur de 50m et une circonférence de 5 à 6m. En Algérie, SARI (in KHANFOUCI 2006) rapporté qu'un spécimen de 1.60 m de diamètre était âgé de 310 ans à Théniet- El- Had.

### **I-8- PHENOLOGIE ET CROISSANCE DU CEDRE DE L'ATLAS**

#### **I-8-1- Phénologie**

Le débourrement des cèdres présente une grande variabilité interspécifique. Il démarre dès le mois de mars pour le cèdre du Liban, voire le mois d'avril pour le cèdre de l'Atlas.

L'allongement des pousses ne suit pas immédiatement le débourrement, et de ce fait, les arbres ne subissent pas de très gros dommages par les gelées tardives. Le Cèdre de l'Atlas est cependant marqué par un poly- cyclisme inter et intra-spécifique, ce dernier est fortement lié aux conditions climatiques de l'année de croissance.

#### **I-8-2- Croissance**

La croissance apparente est la combinaison d'une multiplication et d'une élongation cellulaire. L'intensité de ce phénomène est liée au processus de rétraction résultant d'une perte de turgescence de la pousse pendant le jour ; sous l'action du rayonnement solaire et du déficit hydrique atmosphérique (AUSSÉNAC et al. 1981).

Ainsi, la croissance en hauteur est freinée lorsque le potentiel hydrique de fin de nuit est inférieur à -1.3 mPa, et elle devient nulle au-delà de -2.1 mPa. Tandis que la croissance radiale est favorisée par les pluies hivernales et les basses températures hivernales (janvier février).

En ce qui concerne la croissance racinaire, elle s'alterne avec la croissance aérienne ; la croissance et la régénération racinaire est abondante et rapide en décembre- janvier, mais pendant le débourrement, la régénération et l'allongement racinaire se réduisent fortement.

### **I-9- REGENERATION NATURELLE DU CEDRE DE L'ATLAS**

La régénération du cèdre est soumise à des contraintes climatiques étroites, déterminées par les exigences de la plante vis-à-vis de l'eau du sol et du froid (Fig.4.).

La graine de cèdre ne peut pas germer que si la température maximale journalière avoisine les 10°C pendant 7 à 10 jours (LEPOUTRE et PUJOS, 1963 ; AUSSENAC, 1984); avec une tranche pluviométrique d'au moins 700 à 800 mm, se manifestant par des pluies d'été (pendant la période de croissance) (BOUDY, 1952). Mais, si des sécheresses précoces et prolongées surviennent durant cette période, la croissance des jeunes semis peut être atténuée, avec une mortalité probable dans la plupart des cas (BENTOUATI, 1992).

La régénération du cèdre exige un sol meuble et suffisamment profond, pour être capable de retenir l'eau en saison sèche (BOUDY, 1952). L'absence d'un tapis herbacé qui peut entrer en concurrence vitale avec les jeunes semis, assure une meilleure régénération du cèdre (BOUDY, 1952).



Figure.4. Cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas (BOUKERKER.H 2010)

## **I-10- RESISTANCE DU CEDRE DE L'ATLAS A LA SECHERESSE**

La résistance à la sécheresse chez le cèdre réside dans son développement racinaire profond et rapide GRIEU et AUSSENAC (in DUCREY, 1993).

L'adaptation du cèdre de l'Atlas à la sécheresse réside dans sa bonne croissance radiaire et sa capacité à prospecter le sol en profondeur, ce qui explique le relativement bon comportement des cèdres sur sols calcaires superficiels mais fissurés (DUCREY, 1993). Selon le même auteur, le cèdre résiste à des stress hydriques très importants. Il peut supporter des dessèchements atteignant -40 bars. Mais d'autres rapportent que le stress hydrique se manifeste à partir de -16 bars, puis le taux d'humidité diminue jusqu'à la fermeture des stomates, vers -30 ; bars les tissus ne peuvent plus retenir leur eau de constitution intracellulaires et les arbres meurent rapidement.

Par ailleurs, la présence de champignons ectomycorhiziens dans plusieurs sites de la cédraie peut conférer aux jeunes semis une tolérance à la sécheresse.

## **II- LE DEPERISSEMENT DU CEDRE DE L'ATLAS**

### **II-1- Introduction**

Les problèmes de dégradation de la santé des peuplements forestiers (feuillus et conifères) sont très anciens et remontent à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle et surtout au début du siècle dernier dans de nombreux pays, notamment l'Europe mais aussi l'Amérique du Nord.

L'apparition de phénomènes de déclin plus spectaculaires n'a pris un caractère vraiment inquiétant dans ces forêts qu'au début des années 1980 (DELATOUR, 1983 ; BONNEAU et LANDMANN, 1988).

Dans le Nord de l'Afrique, les forêts de cèdre en particulier, ne font pas exception à la règle et sont aussi affectées par ce phénomène avec une intensité variable d'un pays à l'autre. L'état des connaissances sur la situation sanitaire actuelle de cette essence, qui a inspiré largement de nombreux travaux anciens et récents, montre que les peuplements du cèdre algérien et marocain présentent une détérioration continue provoquée par une multitude de facteurs qui, pour un bon nombre, sont communs à ces pays.

### **II-2- LE DEPERISSEMENT CONCEPT ET CAUSES**

#### **II-2-1- Définition**

Le « dépérissement » ou « déclin » des forêts est une expression qui a marqué ces dernières années et donné l'alerte au monde forestier. Ce phénomène se traduit avant tout par une mortalité anormale des feuilles, bourgeons, brindilles et branches, et qui a pour conséquence la réduction de la vitalité et de la vigueur des arbres (DELATOUR, 1990 in LE MEIGNEN et MICAS, 2008). Une fois persistant, il induit la mort « isolée » des arbres puis prend de l'ampleur par « tâches » et enfin « massive ou généralisée » des peuplements. Il en résulte une réduction progressive de la productivité ligneuse des forêts et de leur santé (AUCLAIR et al., 1997).

## **II-2-2- FACTEURS DU DEPERISSEMENT**

Le phénomène du dépérissement est beaucoup plus compliqué, et il est loin d'être la résultante d'un simple facteur. Il peut s'expliquer par l'interaction de plusieurs facteurs de stress de nature biotique et abiotique agissant de façon indépendante, additive, synergique ou antagoniste (Fig.5).

### **II-2-2-1- Facteurs abiotiques**

Parmi les facteurs abiotiques, il se dégage le stress climatique, facteur écologique le plus souvent impliqué à travers le monde dans la déstabilisation des écosystèmes forestiers et le déclenchement des phénomènes de dégradation de leur état sanitaire. Il intervient par la sécheresse qui peut sévir longtemps (GARREC et al., 1989 ; BECER et BERT, 1995 in THOMAS et al., 2002 ; LEBOURGEOIS et BECKER, 1996 ; VARELA, 2008, GARRIGUE et al., 2008 ; LE MEIGNEN et MICAS., 2008).

Le stress chimique traduit par l'acidification des sols (CASPARY, 1991), le dépôt acide sec et humide, l'ozone et les micropolluants organiques (RICE et LEWIS, 1988 ; GARREC et al., 1989 ; WALTERS et MC CARTHY, 1997 ; DUPOUEY et al., 1998 in THOMAS et al., 2002), est d'autant un facteur contribuant à l'affaiblissement des arbres. À ces facteurs s'ajoute, mais rarement, le facteur « altitude » qui semble affecter parfois indirectement le fonctionnement physiologique de l'arbre (THOMAS et al., 2002). D'après SCHÜTT et COWLING (1985) in RICE et LEWIS (1988), les arbres des hautes altitudes (> 550m) sont plus exposés au dépérissement que ceux de basses altitudes (< 500m). Généralement en altitude, les sols sont superficiels et bénéficient de quantités d'eau moins importantes, alors que ceux situés en basses altitudes profitent d'une réserve hydrique très importante (BRUCKERT, 1993 in THOMAS et al., 2002).

### **II-2-2-2- Facteurs biotiques**

Les facteurs biotiques représentés par les ravageurs aux régimes alimentaires variés (défoliateurs, xylophages, séminiphages, etc.) et les maladies cryptogamiques (fongiques, bactériennes ou virales) sont parmi les agents qui interviennent dans l'altération physiologique des arbres forestiers (HANSON et al., 1976 in WALTERS et MC CARTHY, 1997). La figure (3) montre l'évolution régressive de la santé des arbres forestiers sujets à des stress biotiques et abiotiques dans le temps.

Selon l'ordre chronologique, tous ces facteurs peuvent être catégorisés en trois grandes classes, en partie interchangeables (SINCLAIR 1964 et MANION 1981 in AUCLAIR et al., 1997).

#### **a) Les facteurs prédisposant**

Ce sont des facteurs qui exercent leur action de façon permanente durant une bonne partie de la vie de l'arbre provoquant généralement des stress de faible intensité (ROY et GAGNON, 1991 in MOORE, 1999). Durant cette période, la sensibilité de l'arbre envers l'action d'autres facteurs s'accroît (MAUGARD, 1992).

Parmi les principaux facteurs qui prédisposent les arbres au processus d'altération sanitaire, nous citons les facteurs édaphiques, climatiques et sylvicoles mais aussi, les mauvais aménagements (MANION, 1981 in MOORE, 1999), l'exploitation acéricole (ROY et GAGNON, 1991 in MOORE, 1999), la pollution atmosphérique (RICE et LEWIS, 1988) et même l'acidification des sols (DESSUREAULT, 1986 in MOORE, 1999).

#### **b) Les facteurs déclenchant**

Contrairement aux premiers, les facteurs déclenchant (ou incitants) sont des facteurs défavorables qui agissent en peu de temps sur la physiologie des arbres. Ils représentent donc pour l'arbre un stress de forte intensité mais de courte durée (MOORE, 1999). Ce qui déclenche habituellement le dépérissement de l'arbre (DESSUREAULT, 1986 in MOORE, 1999). L'auteur note que l'influence des facteurs déclenchant, combinée à celle des facteurs prédisposant, provoquent une détérioration de la cime et du système racinaire. Ils sont essentiellement de nature abiotique comme la sécheresses et biotique comme les attaques d'insectes défoliateurs en particulier (AUCLAIR et al., 1997). Il convient de signaler ici que les défoliateurs forestiers sont

beaucoup moins dangereux sur les essences feuillues que sur les conifères (BOVEY, 1971). D'après cet auteur, il est rare qu'une défoliation consécutive ait une conséquence néfaste sur la vitalité des arbres. Au contraire, chez les résineux, la destruction des aiguilles perturbent la physiologie des arbres et les exposent à un affaiblissement plus avancé.



Figure.5. Le model de dépérissement des arbres forestiers (ZINE EL ABIDINE, 2003)

### c) Les facteurs aggravants (ou contribuant)

Sont des facteurs qui interviennent en phase terminale du déclin ; c'est à dire sur les arbres profondément stressés. Ils accélèrent donc leur dépérissement en entraînant le plus souvent leur mort (DESSUREAULT. 1986 in MOORE, 1999). Ils sont essentiellement d'origine biotique, ou sont rarement représentés par les xylophages secondaires et les champignons de faiblesses.

### **II-3-3- Le stress hydrique: une cause majeure du dépérissement des arbres forestiers**

Le stress hydrique est l'une des causes majeures du dépérissement des arbres forestier en région méditerranéenne. L'eau est le principal facteur limitant de la végétation forestière, et lorsque son contenu dans les tissus des plantes s'écarte suffisamment de l'optimum de façon à nuire à la croissance et aux processus physiologiques, la plante est sujette à un stress hydrique (LEVITT, 1980 in ZINE EL ABIDINE, 2003).

D'après plusieurs auteurs (GARREC et al., 1989 ; HOUSTON, 1992 in ZINE EL ABIDINE, 2003 ; CHBOUKI, 1994 ; LEBOURGEOIS et BECKER, 1996 ; BENTOUATI et BARITEAU, 2006), le déficit hydrique apparaît comme un facteur prédisposant et/ou d'incitation le plus associé au dépérissement des forêts. Au début du développement du stress, ce sont les processus les plus sensibles qui sont affectés ; mais s'il continue, les réponses s'intensifient et les processus physiologiques sont de plus en plus altérés (LIEUTIER et LEVIEUX, 1985 ; ZINE EL ABIDINE, 2003 ; ROUAULT et al., 2006).

Le stress hydrique affecte en premier lieu la croissance (FINKELSTEIN, 1981 ; AUSSENAC et FINKELSTEIN, 1983 ; DUCREY, 1994), perturbe ensuite les échanges gazeux et modifie enfin le métabolisme biochimique et les propriétés spectrales des feuilles (ZINE EL ABIDINE, 2003). Il peut même induire des phénomènes de cavitation et d'embolisme dus à la rupture des colonnes d'eaux dans les vaisseaux (CRUIZIAT et TYREE, 1990 in ZINE EL ABIDINE, 2003). Ceci peut entraîner le dessèchement partiel ou total des arbres et arbustes, observé souvent au niveau des branches supérieures.

Un arbre stressé ou affaibli est exposé souvent aux attaques parasitaires (pathogènes et insectes) (CHARARA, 1982 ; ZINE EL ABIDINE, 2003 ; ROUAULT et al., 2006).

Au Maroc, les attaques de *Thaumetopoea sp.* sur les pins et le cèdre de l'Atlas ont été dévastatrices pendant les années coïncidant avec une séquence de sécheresse (EL HASSANI et al., 1994 in ZINE EL ABIDINE, 2003). Ceci est expliqué, d'après BATTISTI et al. (2005) in CANDAU (2008), par l'effet de l'augmentation des températures durant la période de sécheresse sur la croissance des premiers stades larvaires de l'insecte, permettant ainsi d'atteindre un stade de

développement plus avancé avant la période hivernale et d'accroître ainsi la survie durant cette période. Ceci augmente par conséquent l'ampleur des dégâts.

La plupart des plantes augmentent, sous l'effet de la sécheresse, leur concentration en solutés (ions inorganiques, acides aminés, sucres solubles, acide organique, azote soluble), ce qui améliore la qualité nutritionnelle des insectes ravageurs et même des champignons phytopathogènes. Cet enrichissement alimentaire favorise la multiplication et la pullulation de ces derniers (MATTSON et HAACK, 1987 in ZINE EL ABIDINE, 2003 ; GRIEU et al., 1988). En plus, la sécheresse crée des conditions thermiques plus favorables pour la croissance, la reproduction et la résistance des insectes (MATTSON et HAACK, 1987 in ZINE EL ABIDINE, 2003), qui accélèrent davantage le dépérissement des arbres (CHARARAS, 1982).

#### **II-4- CAUSES DU DEPERISSEMENT DU CEDRE DE L'ATLAS EN ALGERIE**

Le dépérissement du cèdre de l'Atlas a affecté la majorité des cédraies algériennes mais avec des degrés variables. D'après BOUDY (1950), 1 500 ha de vieille futaie était déjà en régression sur le versant sud du Djurdjura et 500 ha sur le versant nord, en très mauvais état également. Tandis que la cédraie de Theniet-El-Had, aux arbres de tous âges, en mélange avec le chêne vert et le chêne zeen, était en bon état. Mais, actuellement, le déclin a pris une grande ampleur en touchant pratiquement tout le peuplement dans les Aurès et plus précisément dans la zone de Belezma (BENTOUATI, 2008).

##### **II-4-1- Cas de la cédraie des Aurès**

Dans les Aurès, les symptômes de dépérissement ont commencé à apparaître vers les années 1982 (BENTOUATI, 2008). Il s'est avéré qu'il est dû soit à des défoliations répétées causées par un lépidoptère défoliateur, la processionnaire du cèdre (*Thaumetopoea bonjeani*) (BENTOUATI et BARITEAU, 2006 ; BENTOUATI, 2008) soit à un couple de parasites, dont l'un est un champignon lignivore du genre *Armillaria* et l'autre un insecte xylophage non identifié de la famille des Buprestidae (GUEZLANE, 1982).

BENTOUATI et BARITEAU (2006) ont signalé que les peuplements les plus affectés sont ceux soumis aux influences sahariennes telle la cédraie de Belezma, mais aussi ceux les plus méridionaux situés en limite sud des Aurès comme Taghda et Djebel Lazreg. BENTOUATI (2008), rapporte que plus de tiers de la surface boisée au Belezma, qui est de l'ordre de 5000 ha est

maintenant touchée par le dépérissement. Ce même auteur rajoute, que ce phénomène touche les sujets de toutes classes d'âges et est très important dans les peuplements en mélange avec le chêne vert et reposant sur substrats marneux (BENTOUATI, 2008).

La succession des années particulièrement sèches et chaudes semblent être, d'après BENTOUATI (2008), la raison principale de la mortalité des arbres. A ce sujet, BOUDY (1950) rapporte depuis longtemps qu'une sécheresse exceptionnelle aurait sévi entre 1875 à 1881 aurait occasionné d'importants dégâts sur les peuplements de cèdre de la région. De même, des écrits rapportés par ABDESSEMED (1981) indiquent que la sécheresse de 1977 et 1978 pour lesquelles le déficit pluviométrique a atteint la moitié de la moyenne, a entraîné dans la région de Belezma un dessèchement du chêne vert ; essence réputée des plus rustiques. Cet auteur rajoute que suite à cette sécheresse, le dépérissement du cèdre s'est manifesté par pied puis s'est généralisé deux ans plus tard dans tout le massif.

Au début des années 2000, le dépérissement réapparaît avec une ampleur inquiétante au sein du massif des Aurès. En effet, d'après BENTOUATI et BARITEAU (2006), les observations faites sur les carottes de cèdre montrent que la sécheresse exceptionnelle de 2002 marque le début de l'accélération du dépérissement, en entraînant le peuplement dans un nouvel épisode ; un déclin marqué par un rétrécissement contrasté des cernes de croissances. Durant cette année, il est enregistré une pluviométrie de l'ordre de 287 mm au niveau de la station de Batna, avec des précipitations hivernales très déficitaire, soit 49,8 mm.

Ces signes de dépérissement n'ont été signalés que deux années plus tard, soit juillet 2004 par les forestiers au moyen d'un avion de prévention et de lutte contre les feux de forêts (ANONYME, 2004 ; PNB, 2007). Lors de cette mission de prospection, les zones touchées par le dépérissement sont les forêts domaniales de Guetiane, de Belezma (canton de Boumerzoug, de col Talmet et de Dj. Thouggar) et de Chélia (canton Oued Tidder). Les deux premières cédraies se trouvaient dans un état de dégradation très avancé alors que la dernière étaient relativement moins atteinte.

Une autre sortie a été réalisée cinq mois plus tard sur deux placettes, la première située sur le versant nord de Thouggar et la deuxième sur le versant nord ouest de Boumerzoug, à laquelle ont participé : le département de Protection (Parc National de Bélezma), la conservation des

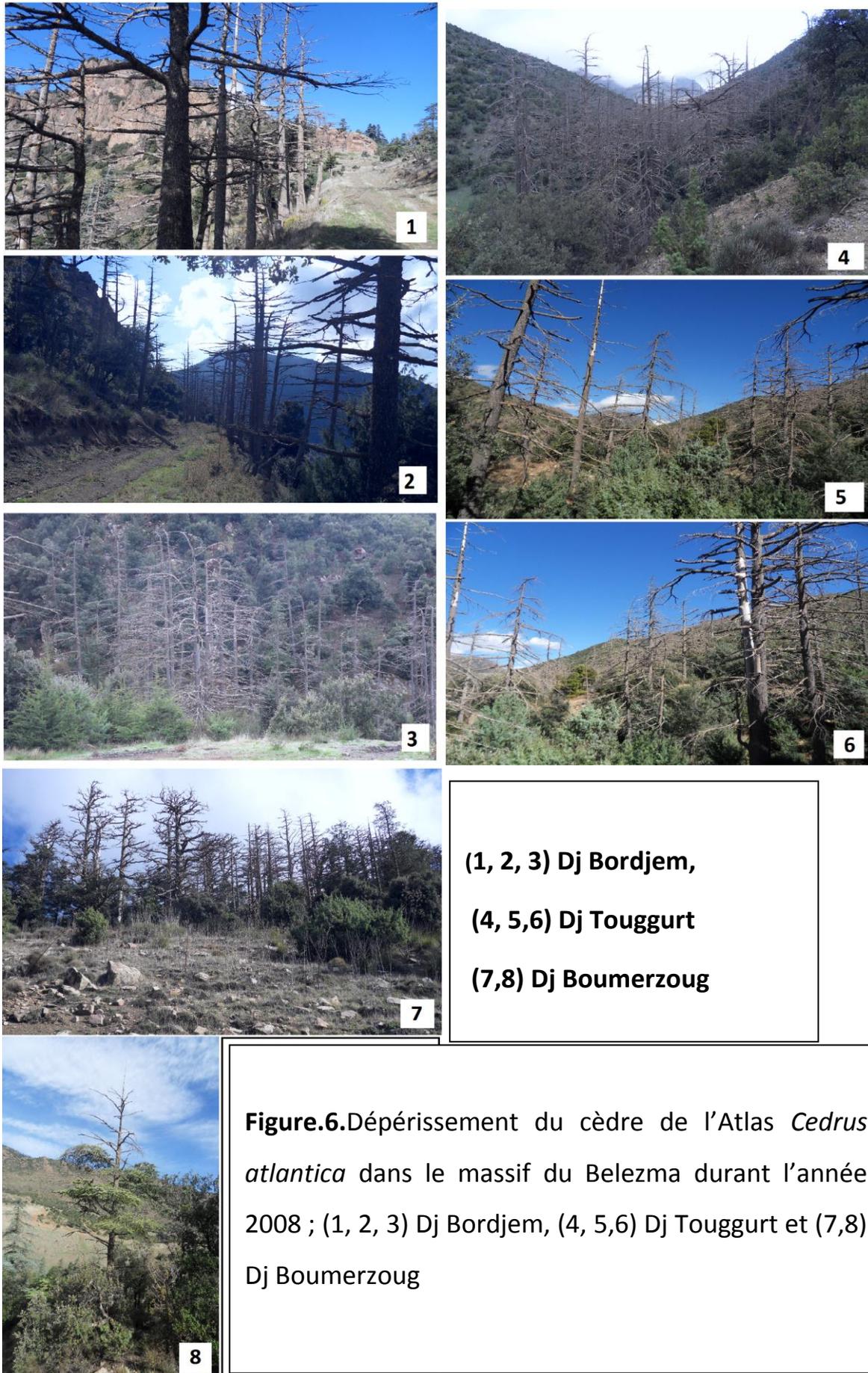
forêts de Batna, le secteur d'Oued El Ma, le secteur de Fesdis et l'université de Batna, et ceci dans le but d'estimer le taux de dépérissement des cèdres dans ces dernières. Il ressort que, Boumerzoug se présente comme une forêt morte avec un taux de mortalité évalué à 90 %, alors qu'à Thouggar (Ain Kerrouch), il est noté une mortalité de 83 % sujets (PNB, 2007).

Au Chélia comme à Ouled Yakoub, les symptômes de dessèchement des arbres sont localisés plus particulièrement au niveau des lignes de crêtes et en exposition sud soumis aux influences sahariennes. Dans cette localité, le dépérissement apparaît soit en lambeaux discontinus le long du versant, soit par bouquets composés surtout de vieux arbres, variant en nombre (BENTOUATI et BARITEAU, 2006).

En décrivant la situation du dépérissement dans les Aurès, BENTOUATI (2008), note que ce fléau ne touche pas que les arbres végétant dans des stations à mauvaise condition d'alimentation en eau (forte pente, sol superficiel, arbres déchaussés), mais aussi ceux poussant dans des stations humides (bas-fonds, le long des cours d'eau, etc.).

Plusieurs auteurs BOUDY (1950) ; ABDESSEMED (1981) ; BENTOUATI et BARITEAU, (2006), BENTOUATI (2008) considèrent donc (depuis longtemps) que la sécheresse est un facteur déclenchant la dégradation physiologique de la cédraie du Belezma déjà prédisposée aux multiples facteurs tels que l'action humaine traduite par l'absence d'une gestion sylvicole rationnelle, le surpâturage, l'exploitation non contrôlée et les coupes illicites. Au point de vue géologique, la nature de certains substrats semble jouer un rôle dans le dépérissement des cèdres, ainsi, les marnes paraissent nettement défavorables à la reprise des cèdres à cause de leurs faible rétention en eau.

La figure.6, témoigne et illustre clairement l'ampleur du phénomène de dépérissement dans le Dj. Boumerzoug, Touggurt et Bordjem durant l'année 2010. Nous constatons que pratiquement toute la cédraie de Boumerzoug a disparu où quelques sujets seulement demeurent sur la facette Nord-Ouest à basse altitude.



### III- Le dépérissement du cèdre de l'Atlas au Maroc

Le dépérissement du cèdre au Maroc est un phénomène très ancien. Il est observé depuis les années 1940 et il s'est étendu et amplifié progressivement à partir du début des années 1990, avec constatation des symptômes massifs durant l'été 2001 (ANONYME, 2004 in BENTOUATI et BARITEAU, 2006).

Dans les années 90, des peuplements continus de cèdres morts sur pied ont été observés sur de vastes étendues des forêts de Tamjilt, Berkine, Meghraoua, Mitkane, Agoudim, Tounfite et Tirrhist (BENABID, 1994).

Dans ce pays, ce phénomène est lié principalement selon nombreux auteurs aux activités humaines et aux changements climatiques, plus particulièrement la sécheresse.

En effet, CHBOUKI (1994) ; AGOUMI et DEBBARH (2006 in DUBÉ, 2007) et GROVEL (2007 in DUBÉ, 2007) ont noté que la sécheresse aigue qui a sévi lors des 3 dernières décennies est la cause probable ayant déclenché le phénomène de dépérissement.

Par ailleurs, BENHALIMA (2004) a noté la contribution humaine dans ce phénomène surtout dans certaines zones du Haut Atlas (Tounfite et Idikel) et du Moyen Atlas (Aguelmane Sidi Ali). En effet, beaucoup de pieds du cèdre à cime verte présentent des branches latérales arrachées par les riverains pour nourrir leurs bêtes. De même, le surpâturage et le piétinement nuisent également à la régénération de cette espèce qui peut stopper le rajeunissement de la forêt.

A ce sujet EL YOUSFI (1994) a signalé que le cheptel s'est énormément développé dans ces zones ces dernières décennies, où la densité de troupeaux en ovins est arrivé jusqu'à 950 000 têtes à Ifrane, ce qui explique en partie l'implication de l'homme dans le déclenchement de l'affaiblissement des peuplements du cèdre.

En plus, la coupe excessive du bois, du fait qu'il constitue d'une part un excellent bois d'œuvre recherché pour la construction urbaine et navale (REILLE, 1977 in ABDESSEMED, 1981), et d'autre part la deuxième source d'énergie au Maroc, soit 30 % du bilan énergétique national (M'HIRIT et BLEROT, 1999 in DUBÉ, 2007) est un autre facteur de disparition des peuplements du cèdre et de rétrécissement de sa superficie. A coté de ces facteurs, BENHALIMA (2004) rajoute également que dans certaines régions (Michlifen et

d'Ain Kahla), le singe Magot de berbérie *Macaca sylvanus* provoque des dégâts parfois spectaculaires aux arbres en les écorçant intensivement. L'action de cet animal n'est pas nouvelle mais date depuis les années 1940 (DUBÉ, 2007). Les insectes xylophages (MOUNA, 1994 ; BENHALIMA, 2004), phyllophages (GRAF et MZIBRI, 1994) et des champignons (EL YOUSFI, 1994 ; DUBÉ, 2007) sont aussi responsables de cette situation au Maroc. Parmi les insectes, il est noté le bupreste sous-cortical, *Phaenops marmottani*, qui semble particulièrement actif, mais sa biologie reste encore non bien connue par manque d'études.

## Chapitre II : Présentation générale de la région d'étude

### 1. Aspect général

Le Parc National créé par le décret n° 84-326 du 03 novembre 1984, est un établissement public à caractère administratif doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière. Il est placé sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture et du développement rural, et de la direction générale des forêts. Sa création a été motivée par la présence de grandes étendues de Cèdre de l'Atlas dans une zone de grandes influences sahariennes et méditerranéennes, la présence d'un patrimoine archéologique et historique et une mosaïque de zones humides au Nord-Nord-Est. La Chronologie historique du parc national de Belezma de 1953-2008 est résumée ainsi :

- **1953** : P. Boudy a préconisé une mise en défend pendant 50 ans pour le massif de Belezma.
- **1971** : Idée d'aménagement d'une partie de la forêt domaniale de Belezma en parc National. (Idée émanant des services des forêts)
- **1973** : La forêt des Cèdres est aménagée par la F.A.O "projet Algérie 15" pour l'exploitation du bois. Cette dernière n'a jamais eu lieu pour le problème de la régénération naturelle et / ou artificielle du Cèdre.
- **1977** : La zone boisée en Cèdre a fait l'objet d'une étude d'aménagement pour l'ériger en Parc National (BNEDER).
- **1984** : Création du Parc National de Belezma par le décret N°84-326 du 03 novembre 1984.
- **1985** : Aménagement d'une partie de la forêt domaniale du Belezma par le BNEF en Parc National (26.250 ha sur les 61.000 ha).
- **1986** : Le Parc National de Belezma devient opérationnel.
- **1987** : Première mise en place des autorisations de programmes.
- **1998** : Elaboration du premier plan de gestion (1998-2002).
- **2006** : Elaboration du deuxième plan de gestion (2006-2010).
- **2002-2008** : Apparition du dépérissement du cèdre ; missions de l'INRF ; étude en dendrochronologie établie par l'institut d'Arizona (USA 2006-2008).

Les limites du parc national de Belezma s'étendent sur plusieurs communes appartenant à quatre daïra de la wilaya de Batna :

- Daïra de Batna : Communes de Fesdis, Batna et Oued Chaâba.

- Daïra de Merouana : Communes de Merouana, Oued El-Ma et Hidoussa.
- Daïra de Seriana : Commune de Seriana.
- Daïra d'El-Madher : Commune de Djerma.

Le Parc National est divisé en trois (03) unités foncières de statuts différents: Le statut domanial, le statut communal et le statut privé (ANONYME, 2010).

## 2. Limites géographiques

Le parc national de Belezma se situe dans la partie orientale de l'Algérie du Nord, à l'extrémité Nord-Est de l'Atlas Saharien dans le massif montagneux de Belezma qui se trouve à l'extrémité Ouest du mont Aurès. Il se localise à une centaine de kilomètres au Nord de Biskra et au Sud de Constantine. À environ 7 Km au Nord-Ouest de la ville de Batna. Il s'étend sur une superficie de 26.250 ha et représente des massifs montagneux de configuration allongée d'orientation Sud - Ouest / Nord-Est (Fig. 8).

Le parc national de Belezma correspond à un chaînon montagneux très accidenté marquant le début du massif des Aurès. Il s'étend sur les zones montagneuses de hautes et moyennes altitudes : Djebel Tichaou 2.136 m, Djebel Touggour 2.090 m, Djebel Kasserou 1.641m et Djebel Maâguel 1.500 m. Les monts de Belezma se caractérisent par un relief très tourmenté, avec des vallées très étroites et des pics culminants jusqu'à 2.136 m d'altitude (Djebel Tichaou) et 2.178 m (Djebel Rafâa).

## 3. Géologie

Les monts de Belezma constitués dans leur totalité de sédiments du crétacé supérieur, se présentent sous forme de calcaires provenant du crétacé inférieur.

Les principales structures géologiques décrites dans la région du Parc National de Belezma sont ceux cités par ABDESSEMED (1981) en se renvoyant au travail de LAFFITE (1939), qui reste le seul document relatif à la géologie de l'Aurès :

- (1) Des marnes dans sa partie inférieure et des grés dans sa partie supérieure. Cette structure se trouve dans la région de Bumerzoug.
- (2) Des marnes dans la partie inférieure, des grés dolomitiques dans sa partie centrale et du grès au sommet du Djebel Touggour (2.010 m d'altitude).

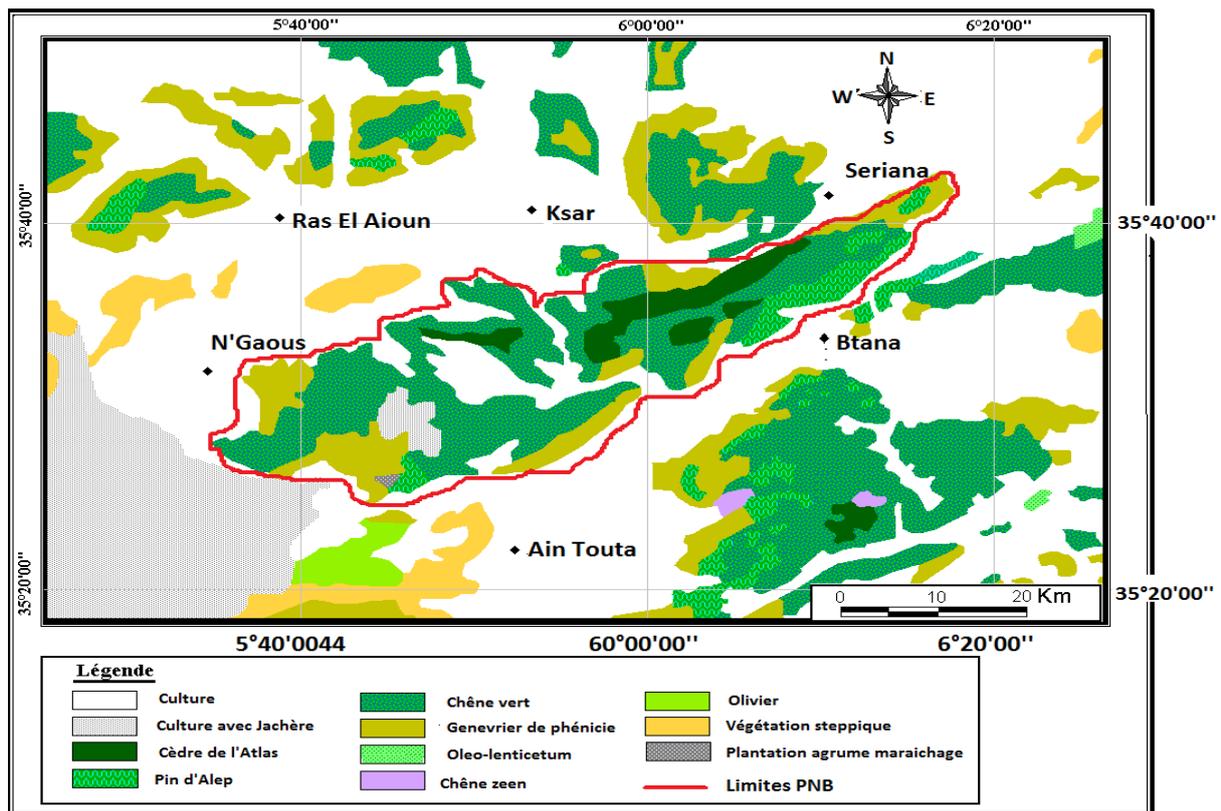
(3) Des grès dans la partie inférieure, du calcaire dolomitique dans la partie centrale et du grès au sommet qui domine la région de Bordjem et Chellaâlaâ.

#### 4- Carte de végétation

La végétation se distribue en ensembles cohérents, selon des séries de végétation ou des étages de végétation en montagne et dont la répartition géographique est déterminée par les conditions du milieu, le climat et la nature des sols. La série ou l'étage se définit à travers une essence forestière dominante (GAUQUELIN, 2005).

La carte de végétation offre une plate forme intéressante pour la connaissance de l'état actuel de la végétation (BATUNYI, 2005).

La figure 7, montre l'existence d'une véritable ceinture de chêne vert autour des peuplements de cèdre, accompagnée d'autres espèces comme: le Pin d'Alep, le Genévrier, l'Olivier et le lentisque.



**Fig. 7** Carte de végétation (DGF, modifiée 2006)

#### 5. Orographie

La topographie du parc est globalement orientée Nord/ Sud avec un relief très accidenté et des pentes supérieures à 75%. Ce sont des barres rocheuses, des falaises sur les deux versants,

des pics culminants jusqu'à 2136 m d'altitude (Djebel Tichaou) et des vallées étroites. Formés de deux (02) lignes de crête de 60 Km de longueur, ces chaînons de montagne sont en altitude décroissante en allant du Sud au Nord en tout point du territoire du parc. L'altitude dépasse les 1.000 mètres et 11,4 % de la superficie du parc se trouve à une altitude supérieure à 1.400 mètres. 83 % de la superficie du parc est caractérisée par des pentes fortes supérieures à 25 %. L'exposition dominante des versants est Nord et reconnaissable à l'état satisfaisant de la couverture végétale, en revanche sur les versants Sud la densité du reboisement est plus faible et dégradée (signe d'érosion apparent) (ANONYME, 2010).

## 6. Pédologie

Les travaux de SCHOENBERGER, 1970 in (ABDESSEMED, 1981) montrent que les sols du territoire du parc national sont caractérisés par leur jeunesse relative, leur épaisseur ainsi que leur faible degré d'érosion.

Les sols se trouvent dans le stade de développement de rendzines ou proche du sol brun calcaire ou de la terra rosa (calcaire tendre, marne).

Les sols bruns peu calcaires se localisent dans la Cédraie de Bordjem et Theniet- El-Gontas. Ils reposent sur du grès et se situent entre 1.400 et 1.800 m d'altitude sur le versant Nord.

Les rendzines décalcarisées en surface se rencontrent sur le Djebel Tichaou et Tuggurt à une altitude de 1800 m où la pente est supérieure à 75 % par endroit. Il est à signaler qu'aucune étude pédologique proprement dite n'a été faite au niveau du parc national de Belezma.

## 7. Hydrographie

L'hydrographie qui est le résultat de la configuration du relief, détermine deux systèmes d'organisation du réseau, selon les deux lignes de crêtes des Monts de Belezma deux principales lignes de partage des eaux se matérialisent.

- Le réseau hydrographique Nord : est constitué de Oued Ketami, Oued H'Rakta, Oued Enadjerime, Oued El Ma et Oued Châabet Islan.

- Le réseau hydrographique Sud : constitué d'oueds et de ravins dont les principaux sont: Oued Bouilef, Oued Nafla, Oued -Châaba, Oued Hamla, Oued Skène.

Les seuls cours d'eau permanents à débit faible sont : Oued-Châaba et Oued Bouilef.

La majeure partie des oueds du parc national (Fig.8.) drainent leurs eaux en dehors du territoire du parc, ce sont principalement des cours d'eau temporaires à régime saisonnier (hivernal) et torrentiel. L'évacuation des eaux du versant Sud cause souvent des inondations à l'évitement Nord-ouest de la ville de Batna.

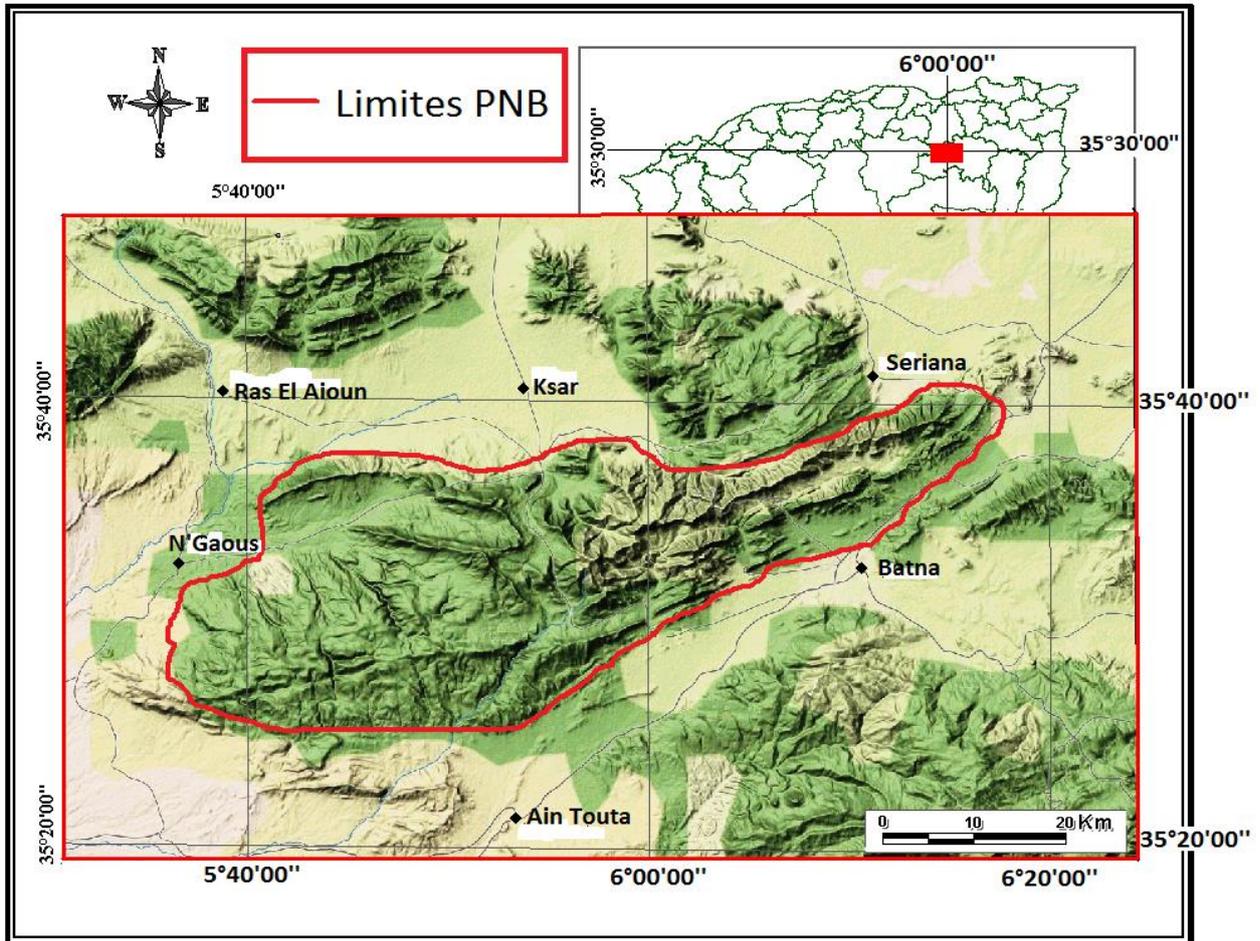


Fig. 8 Carte de situation de la zone d'étude "PNB" Google Map modifiée

### 8. Influences des facteurs climatiques sur les plantes

Parmi les facteurs environnementaux agissant sur l'écologie des plantes, le climat représente un des facteurs les plus importants. Son importance se manifeste par la répartition des biomes à l'échelle de la planète (Braque, 1988). Ces biomes correspondent à des formations végétales donnant des paysages globalement homogènes, qui peuvent représenter des couverts continus ou bien des mosaïques de végétation. Cependant, d'autres facteurs comme la roche mère ou le sol influencent également cette répartition, mais dans une moindre mesure que le climat (Douguedroit, 1976) : ce sont donc des influences hiérarchisées qui sont observées en fonction des échelles de perception des phénomènes.

## 9. Le climat : définition et caractérisation

Le climat représente l'état moyen de l'atmosphère et son évolution en un lieu donné. Deux notions sont contenues dans cette définition : la notion de climat moyen, qui correspond à l'ensemble des conditions qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère en un endroit ou une région, et la notion de variabilité climatique, qui correspond à la dispersion statistique des éléments caractéristiques climatiques autour de leur valeur moyenne (Guyot, 1997). Les paramètres

La caractérisation des climats est réalisée à partir de mesures climatiques standardisées, effectuées par des stations au sol. Ce sont principalement les températures et les précipitations qui sont utilisées pour caractériser les différents types de climats. Néanmoins, d'autres paramètres comme la durée d'ensoleillement et le rayonnement global sont mesurés, mais dans une moindre quantité de stations.

Les paramètres climatiques influençant la vie des végétaux sont principalement la lumière, la température et les précipitations. Ainsi, dans notre étude, la neige, la grêle, les vents et d'autres facteurs sont prises en compte.

### 9.1. Températures

Parmi les facteurs limitant la présence et la répartition des espèces forestières, la température est l'un des éléments le plus déterminant dans la caractérisation de la végétation. Chaque espèce présente un seuil minima ou maxima qui lui permet de se maintenir en vie. Au-delà de ces limites la survie de l'espèce peut être compromise.

La physiologie végétale nous renseigne sur le rôle de la température et de l'eau dans les processus assurant la vie des végétaux (Heller et al, 1993 ; Lüttge et al., 1992 ; Soltner, 1992).

D'après BARBAULT (2000), la température a une action majeure sur le fonctionnement et la multiplication des êtres vivants et comme elle varie selon un schéma géographique net, les espèces animales et végétales se distribuent selon des aires de répartition souvent définissables à partir des isothermes.

La température joue des rôles différents pendant le jour, alors que se produit notamment la photosynthèse, et pendant la nuit, alors que se produit la respiration cellulaire.

L'alternance journalière ou mensuelle de la température (thermopériodisme) agit sur la levée de la dormance des graines et la mise à fleur, ainsi que sur la vitesse de croissance des végétaux. Cependant, si les températures dépassent certains seuils de tolérance dépendants des espèces, elles peuvent provoquer des dommages importants sur les végétaux. Des températures trop basses peuvent arrêter la croissance des végétaux. Les hautes températures ont un effet lié à l'évaporation des réserves en eau contenues dans les sols et génèrent une transpiration excessive des feuilles (Garbolino, 2001).

Les données thermométriques caractérisant la région d'étude durant les périodes 1984-2012 et 2008- 2012 sont reportées avant et après extrapolation dans les Tableaux 02, 03, 04 et 05.

Ces extrapolations de valeurs sont effectuées suivant un gradient altitudinal de 100 m de dénivelé, calculé sur la base de  $-0,7^{\circ}\text{C}$  pour le maxima (M) et de  $-0,45^{\circ}\text{C}$  pour le minima (m) (SELTZER, 1946).

**Tableau 02** - Données thermométriques mensuelles moyennes en ( $^{\circ}\text{C}$ ) de la région d'étude calculées sur les périodes 1950-1975 et 1984-2012 (M : moyennes des températures maximales ; m : moyennes des températures minimales ;  $(m + M) / 2$  : moyennes mensuelles).

Année	1950-1975			1984-2012		
	m	M	$(m+M)/2$	m	M	$(m+M)/2$
Jan	-0,17	10,05	4,94	0,2	12,4	6,3
Fév.	0,47	10,94	5,71	0,7	12,9	6,8
Mar	2,17	14,84	8,5	3,5	16,9	10,2
Avr.	4,05	17,36	10,7	6,4	20,6	13,5
Mai	7,74	22,39	15,06	9,4	25,1	17,25
Juin.	12,73	29,19	20,96	14,9	31,5	23,2
Juil.	15,59	33,23	24,41	17,5	35,6	26,55
Aout.	15,5	32,21	23,86	17,5	35,1	26,3
Sep.	12,6	26,33	19,47	13,9	29	21,45
Oct.	7,79	19,87	13,83	9,5	23,7	16,6
Nov.	4,81	14,67	9,74	5,4	16,9	11,15

<b>Déc.</b>	2,11	10,6	6,35	1,2	12,8	7
-------------	------	------	------	-----	------	---

SELTZER, 1946 ; Station météorologique d'Ain Skhouna –Batna-)

Tableau 03- Données thermométriques mensuelles moyennes en (°C) de la région d'étude calculées par extrapolation sur la période 1984-2012 (M : moyennes des températures maximales ; m : moyennes des températures minimales).

Station	Station 1 Boumerz (Altitude 1419m)			Station 2 Boumerz (Altitude 1410m)			Station 3 Tougg (Altitude 1425m)			Station 4 Tougg (Altitude 1525m)			Station 5 Bordjem (Altitude 1391m)			Station 6 Bordjem (Altitude 1484m)		
Année	1950-1975			1984-2012			1950-1975			1984-2012			1950-1975			1984-2012		
Mois	m	M	(m+M)/2	m	M	(m+M)/2	m	M	(m+M)/2	m	M	(m+M)/2	m	M	(m+M)/2	m	M	(m+M)/2
Jan	-2,84	5,9	1,53	-2,43	8,3	2,93	2,87	5,85	4,4	-3,0	7,5	2,25	-2,72	6,09	3,73	-4,1	5,71	5,61
Fév.	-2,2	6,79	2,3	-1,93	8,8	3,43	-2,23	6,74	2,3	-2,5	8	2,75	-2,08	6,98	6,53	-3,6	6,21	5,86
Mar	-0,5	10,69	5,1	0,87	12,8	6,835	-0,53	10,64	5,1	0,4	12	6,35	-0,38	10,88	8,73	-0,8	10,21	8,46
Avr.	1,38	13,21	13,9	3,77	16,5	10,135	1,35	13,16	7,3	3,3	15,7	11,1	1,5	13,4	13,09	2,1	13,91	10,71
Mai	5,07	18,24	20,775	6,77	21	13,885	5,04	18,19	11,6	6,3	20,2	16,35	5,19	18,43	18,98	5,1	18,41	13,71
Juin.	10,06	25,04	30,07	12,27	27,4	19,835	10,03	24,99	17,5	11,8	26,6	25,05	10,18	25,23	22,43	10,6	24,81	17,36
Juil.	12,92	29,08	35,54	14,87	31,5	23,185	12,89	29,03	21,0	14,4	30,7	29,7	13,04	29,27	21,88	13,2	28,91	20,16
Aout.	12,83	28,06	34,475	14,87	31	22,935	12,8	28,01	20,4	14,4	30,2	29,45	12,95	28,25	17,49	13,2	28,41	19,66
Sep.	9,93	22,18	27,145	11,27	24,9	18,085	9,9	22,13	16,0	10,8	24,1	22,8	10,05	22,37	11,85	9,6	22,31	15,36
Oct.	5,12	15,72	18,28	6,87	19,6	13,235	5,09	15,67	10,4	6,4	18,8	15,75	5,24	15,91	7,76	5,2	17,01	12,26
Nov.	2,14	10,52	11,59	2,77	12,8	7,785	2,11	10,47	6,3	2,3	12	8,25	2,26	10,71	4,38	1,1	10,21	7,51
Déc.	-0,56	6,45	6,17	-1,43	8,7	3,635	-0,59	6,4	2,9	-2,0	7,9	2	-0,44	6,64	3,73	-3,1	6,11	5,51

Tableau 04- Données thermométriques mensuelles moyennes en (°C) de la région d'étude pour la période allant de août 2008 à juillet 2009 (M : moyennes des températures maximales ; m : moyennes des températures minimales ;  $(m + M) / 2$  : moyennes mensuelles).

		Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juie	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
	m	0,45	1,75	2,45	4,82	6,54	10,88	13,88	13,56	10,68	7,13	3,88	0,83
	M	14,48	15,58	19,23	21,80	27,35	34,80	38,58	37,18	31,33	26,23	19,68	17,05
	$(m+M)/2$	7,45	7,99	11,29	14,10	18,01	24,43	28,28	27,25	22,66	17,66	12,54	9,05
S2	m	0,45	1,75	2,45	4,82	6,54	10,88	13,88	13,56	10,68	7,13	3,88	0,83
	M	14,48	15,58	19,23	21,80	27,35	34,80	38,58	37,18	31,33	26,23	19,68	17,05
	$(m+M)/2$	7,45	7,99	11,29	14,10	18,01	24,43	28,28	27,25	22,66	17,66	12,54	9,05
S3	m	0,45	1,75	2,45	4,82	6,54	10,88	13,88	13,56	10,68	7,13	3,88	0,83
	M	14,48	15,58	19,23	21,80	27,35	34,80	38,58	37,18	31,33	26,23	19,68	17,05
	$(m+M)/2$	7,45	7,99	11,29	14,10	18,01	24,43	28,28	27,25	22,66	17,66	12,54	9,05
S <sup>3</sup>	m	0,45	1,75	2,45	4,82	6,54	10,88	13,88	13,56	10,68	7,13	3,88	0,83
	M	14,48	15,58	19,23	21,80	27,35	34,80	38,58	37,18	31,33	26,23	19,68	17,05
	$(m+M)/2$	7,45	7,99	11,29	14,10	18,01	24,43	28,28	27,25	22,66	17,66	12,54	9,05
S5	m	0,45	1,75	2,45	4,82	6,54	10,88	13,88	13,56	10,68	7,13	3,88	0,83
	M	14,48	15,58	19,23	21,80	27,35	34,80	38,58	37,18	31,33	26,23	19,68	17,05
	$(m+M)/2$	7,45	7,99	11,29	14,10	18,01	24,43	28,28	27,25	22,66	17,66	12,54	9,05
S6	m	0,45	1,75	2,45	4,82	6,54	10,88	13,88	13,56	10,68	7,13	3,88	0,83
	M	14,48	15,58	19,23	21,80	27,35	34,80	38,58	37,18	31,33	26,23	19,68	17,05
	$(m+M)/2$	7,45	7,99	11,29	14,10	18,01	24,43	28,28	27,25	22,66	17,66	12,54	9,05

Tableau 05- Données thermométriques mensuelles moyennes en (°C) de la région d'étude calculées par extrapolation pour la période allant de août 2008 à juillet 2009 (M : moyennes des températures maximales ; m : moyennes des températures minimales ;  $(m + M) / 2$  : moyennes mensuelles).

		Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juie	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
	m	-2,22	-0,92	-0,22	2,15	3,87	8,21	11,21	10,89	8,01	4,46	1,21	-1,84
	M	10,33	11,43	15,08	17,65	23,20	30,65	34,43	33,03	27,18	22,08	15,53	12,90
	$(m+M)/2$	4,05	5,25	7,43	9,90	13,54	19,43	22,82	21,96	17,59	13,27	8,37	5,53
S2	m	-2,18	-0,88	-0,18	2,19	3,91	8,25	11,25	10,93	8,05	4,50	1,25	-1,80
	M	10,39	11,49	15,14	17,71	23,26	30,71	34,49	33,09	27,24	22,14	15,59	12,96
	$(m+M)/2$	4,10	5,30	7,48	9,95	13,59	19,48	22,87	22,01	17,64	13,32	8,42	5,58
S3	m	-2,25	-0,95	-0,25	2,12	3,84	8,18	11,18	10,86	7,98	4,43	1,18	-1,87
	M	10,28	11,38	15,03	17,60	23,15	30,60	34,38	32,98	27,13	22,03	15,48	12,85
	$(m+M)/2$	4,01	5,21	7,39	9,86	13,50	19,39	22,78	21,92	17,55	13,23	8,33	5,49
S4	m	-2,70	-1,40	-0,70	1,67	3,39	7,73	10,73	10,41	7,53	3,98	0,73	-2,32
	M	9,58	10,68	14,33	16,90	22,45	29,90	33,68	32,28	26,43	21,33	14,78	12,15
	$(m+M)/2$	3,44	4,64	6,81	9,29	12,92	18,81	22,20	21,34	16,98	12,65	7,75	4,91
S5	m	-2,09	-0,79	-0,09	2,28	4,00	8,34	11,34	11,02	8,14	4,59	1,34	-1,71
	M	10,52	11,62	15,27	17,84	23,39	30,84	34,62	33,22	27,37	22,27	15,72	13,09
	$(m+M)/2$	4,21	5,41	7,59	10,06	13,70	19,59	22,98	22,12	17,75	13,43	8,53	5,69
S6	m	-3,85	-2,55	-1,85	0,52	2,24	6,58	9,58	9,26	6,38	2,83	-0,42	-3,47
	M	7,78	8,88	12,53	15,10	20,65	28,10	31,88	30,48	24,63	19,53	12,98	10,35
	$(m+M)/2$	1,96	3,16	5,34	7,81	11,45	17,34	20,73	19,87	15,50	11,18	6,28	3,44

(Station météorologique d'Ain Skhouna. Batna, 2009, 2010, 2011 et 2012)

En analysant les données sur de longues périodes (1913-1937 et 1974-2008), nous constatons que janvier est le mois le plus froid avec des températures moyennes respectivement de 4,9 et 5,33 °C alors que juillet est le mois le plus chaud avec des moyennes respectivement de 24,7 et 26,87 °C. Pour l'année d'étude 2008/2009 le mois de décembre était le mois le plus froid avec

des températures moyennes respectivement pour les stations 1 et 2 de 4,09 et 4,36 °C. Les moyennes maximales dépassent 30 °C pour le mois de juillet. Pour une période de 34 ans, ces valeurs thermiques maximales sont comprises entre 9 °C et 33 °C enregistrées de décembre à juillet.

En comparant entre les deux périodes (1913-1937 et 1974-2008), il ressort immédiatement que la température a augmenté de 1,91 °C pour juillet, le mois le plus chaud et a augmenté de 0,76 °C pour janvier, le mois le plus froid dans une période de 7 décennies. Ceci montre une véritable tendance à une augmentation des températures de la région.

L'amplitude thermique qui marque le degré de continentalité est beaucoup plus accentuée au niveau de cette région. Cette continentalité du climat se traduit par de fortes chaleurs alternant avec des froids rigoureux. Dans ce type de climat, les aspects continentaux et montagnards se manifestent par de brusques variations saisonnières de températures.

L'hiver de la région d'étude est rigoureux comme en témoignent les moyennes mensuelles de températures. La première station est légèrement plus froide que la deuxième station (Tableaux 03 et 05).

## 9.2. Pluviométrie

La répartition spatiale de la pluviométrie moyenne annuelle varie selon plusieurs paramètres locaux caractéristiques de chaque région dont l'altitude, l'exposition et l'orientation jouent le rôle principal.

Pluies et végétation sont évidemment liées. En considérant la durée de la végétation active, les botanistes constatent qu'elle dépend tout autant de la distribution des pluies dans le temps que de la quantité globale de ces pluies (Albouy et al , 1980).

En général, par manque de pluviométrie, la sécheresse a une action défavorable sur la mise à fleur, car elle provoque une réduction des ébauches florales. Elle a également une action sur le ralentissement de la croissance et du développement de la plante. Selon sa durée et son intensité, elle peut être létale pour des plantes peu ou pas adaptées.

Au total, les basses températures et la sécheresse, sensu lato, sont les facteurs climatiques qui limitent la distribution des végétaux sur la terre (Biro, 1965 ; Woodward, 1987).

Les données pluviométriques de la région d'étude durant les périodes 1950-1975, 1984-2012 sont mentionnées avant et après extrapolation au niveau des stations considérées, dans les Tableaux 6,7 et 8.

Pour la pluie, SELTZER (1946) a pris comme point de départ de l'année le premier septembre et non le premier Janvier.

En ce qui concerne l'extrapolation, le gradient pluviométrique croît de 20 mm tous les 100 mètres d'altitude sur versant Sud et de 40 mm sur versant Nord (SELTZER ,1946) et comme les stations choisies sont toutes les deux situées sur versant Nord, nous avons pris le gradient pluviométrique de 40 mm par an pour 100 m de dénivelée.

Tableau 06- Pluviométrie moyenne mensuelle de la région d'étude calculée sur les périodes 1950-1975, 1984-2012 (P : moyennes mensuelles des pluviométries).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
<b>P (mm) 1950-1</b>	52,45	47,86	46,09	49,98	41,7	21,84	8,8	17,05	42,01	34,61	57,95	58,95	479,31
<b>P (mm) 1984-2</b>	27,18	32,67	32,63	51,35	39,09	20,11	9,69	11,60	27,07	32,32	27,38	26,29	321,98

(SELTZER, 1946 ; Station météorologique d'Ain Skhouna -Batna-)

Mois	Total	Total extrapolé					
		S1	S2	S3	S4	S5	S6
<b>P (mm) 1950-1975</b>	479,31	716,91	713.31	719.31	767.31	705.71	761,71
<b>P (mm) 1984-2012</b>	321,98	559.58	555.98	561.98	609.98	548.38	604.38

(SELTZER, 1946 ; Station météorologique d'Ain Skhouna -Batna-)

Tableau 07- Pluviométrie moyenne mensuelle de la région d'étude pour la période allant de 2009 à 2012 (P : moyenne mensuelle des pluviométries).

Mois	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Total
<b>P(mm)</b>	8,75	30,25	37,75	30,75	63,5	45,75	22,75	10,75	10,5	29	34,25	14	323,75

Mois	Total	S1 Dj Boumerzoug	S2 Dj Boumerzoug	S3 Dj Touggurt	S4 Dj Touggurt	S5 Dj Bordjem	S6 Dj Bordjem
<b>P(mm)</b>	323,75	561.1	557.75	563.75	438.95	414.31	436.71

(Station météorologique d'Ain Skhouna. Batna, 2009, 2010, 2011 et 2012)

**Tableau 08**-Répartition saisonnière des pluviométries (mm)

Année Saison	1950-1975	1984-2012	2009-2012
Hiver (Déc, Jan, Fév)	159,26	86,14	76.75
Printemps (Mars, Avr, Mai)	137,77	123,07	140
Eté (Juin, Juil, Aout)	47,69	41,4	44
Automne (Sep, Oct, Nov)	134,57	86,77	77.25

(SELTZER, 1946 ; Station météorologique d'Ain Skhouna -Batna- 2009-2012)

La comparaison des données de pluviométrie montre qu'elles ne sont pas réparties d'une manière homogène sur les différents mois et sur les deux périodes prises en considération. Pendant la période de 25 ans, décembre était le mois le plus pluvieuse, avec 58,95 mm, alors que pour la période 1984-2012 on note un maximum de pluies durant le mois d'avril, avec 51,35mm. Par ailleurs, juillet reste le mois qui reçoit le minimum de pluies pour les deux périodes avec des valeurs de 8,8 mm et 9,69 mm respectivement pour la période 1950-1975 et 1984-2012.

La remarque la plus importante dans cette comparaison c'est la différence dans le total des pluviométries des deux périodes. La période 1913-1937 est plus arrosée avec une différence de 76,75 mm. Ce qui dénote d'une baisse de pluies au cours des dernières décennies. D'une manière générale, La zone d'étude se caractérise par un climat continental montagnard qui tire son originalité d'une part de l'altitude responsable des conditions climatiques contrastées et d'autre part de l'exposition qui peut influencer le régime des pluies. La zone est soumise à des influences sahariennes.

En ce qui concerne le régime saisonnier des pluies, il est connu que dans un climat continental le déficit hydrique est un élément décisif pour le maintien de la végétation. La moyenne des pluies reste une notion aléatoire et purement indicative car la répartition saisonnière de la pluviométrie est plus intéressante à considérer que la quantité d'eau qui tombe annuellement

Si on considère la répartition des pluies par saison, le tableau 08 précisant le régime saisonnier moyen indique que les pluies sont assez conséquentes au printemps. Le maximum de pluviométrie tombe durant cette saison, suivi par une saison estivale sèche caractérisée par des pluies souvent brèves à caractère orageux.

En Automne, il y a reprise progressive des pluies avec un maximum au mois d'octobre pour la période de 1984-2012 et au mois de novembre pour le période 1950-1975, et en fin au mois d'octobre pour la période d'étude 2009-2012.

### 9.3. Enneigement

La durée et l'intensité des neiges sont irrégulières. En moyenne, la région reçoit un total de 12 jours de neige par an répartis en hiver et au printemps pour la période 1974-2004. En pleine montagne au niveau de la cédraie, le manteau neigeux est plus épais en raison de l'altitude et du relief du massif. Il peut subsister assez longtemps dans certains endroits plus frais sur les expositions nord, il se maintient jusqu'à la fin du printemps « trous de neige ». (Tableaux 9 et 10).

**Tableau 9-** Nombre des jours de neige de la région d'étude calculé sur la période 1974-2004.

Mois Année	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Aout.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
1974-2004	3	3	2	1	0	0	0	0	0	0	1	2	12

(SELTZER, 1946 ; Station météorologique d'Ain Skhouna -Batna-)

**Tableau 10-** Nombre des jours de neige de la région d'étude pour la période 2009 - 2012.

Mois Année	Jan.	Fév.	Mar	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Aout.	Sept	Oct.	Nov	Déc	Total
	Nombre de jours												
2008-2009	3												3
2009-2010												1	1
2010-2011		2	1										3
2011-2012		7	1										8

(Station météorologique d'Ain Skhouna. Batna, 2009-2012)

Pour la durée de l'étude s'étalant de 2009 à 2012 la cédraie avait recevez un nombre total maximum de jours de neige de 8 jours pendant l'année 2011-2012 contre 4 jours pendant la période de 2009 et 2011 (tableau 10).

### 9.4. Gelées

Le gel provoque une action mécanique importante sur les cellules végétales, par la formation de cristaux de glace qui peuvent détruire les parois cellulaires et provoquer des nécroses au niveau des tissus. Il provoque également une perte d'eau, qui entraîne une dessiccation de certains organes (Garbolino, 2001).

Sur une période de 31 ans (1974-2004), la moyenne annuelle des gelées est de 46 jours. Les mois de décembre, janvier et février sont les mois les plus froids de l'année d'étude, coïncidant avec le plus grand nombre de jours avec gelée (tableaux 11 et 12).

Tableau 11- Nombre des jours de gel de la région d'étude calculé sur la période 1974-2004.

Mois Année	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Aout.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
1974-2004	12	8	4	3	1	0	0	0	0	1	6	11	46

(SELTZER, 1946 ; Station météorologique d'Ain Skhouna -Batna-)

Tableau 12- Nombre des jours de neige de la région d'étude pour la période 2009 - 2012.

Mois Année	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Aout.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
Nombre de jours													
2008-2009	11	11	10								1	9	42
2009-2010	5	8	2								3	10	28
2010-2011	17	9	3									14	43
2011-2012	22	17	5	1							3	20	68

(Station météorologique d'Ain Skhouna. Batna, 2009-2012)

### 9.5. Humidité relative de l'air

L'humidité de l'air a une importance pour l'équilibre hydrique du sol. Lorsque la teneur du sol en humidité est plus élevée que celle de l'air, l'eau a tendance à s'évaporer dans l'air. Dans le cas contraire, l'eau se condensera dans le sol. L'humidité relative de l'air indique que l'état de l'atmosphère est plus ou moins proche de la condensation ; c'est à la valeur de l'humidité relative que correspond la sensation d'humidité ou de sécheresse de l'air (SELTZER, 1946).

Les données caractérisant l'humidité relative de l'air de la région d'étude au cours des périodes allant de 1974 à 2004 et 2009-2012 sont reportées sur les Tableaux 13 et 14.

Tableau 13- Humidité relative de la région d'étude calculée sur la période 1974-2008 (HR : Humidité relative moyenne de l'air en %).

Mois Année	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Aout.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
HR%1974-2008	72.8	68.4	62.8	60	56.8	45.4	39.2	44.6	57.2	62.8	67	74.8

(Station météorologique d'Ain Skhouna. Batna, 1974-2008)

Tableau 14- Humidité relative de la région d'étude pour la période allant de 2009-2012 (HR : Humidité relative moyenne de l'air en %).

Mois	Jan.	Fév.	Mar	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Aout.	Sept	Oct.	Nov	Déc	Moy.
Année	Nombre de jours												
HR% (2008-2009)	77	62	66	67	62	43	36	45	59	67	59	63	59
HR% (2009-2010)	67	61	62	65	58	53	43	46	56	57	65	66	58
HR% (2010-2011)	70	74	69	65	65	61	48	52	62	71	74	76	66
HR% (2011-2012)	73	74	67	66	57	43	41	35	53	57	72	73	59
HR% Moyenne	<b>71,75</b>	67,75	66	65,75	60,5	50	<b>42</b>	44,5	57,5	63	67,5	<b>69,5</b>	60,5

(Station météorologique d'Ain Skhouna. Batna, 2009-2012)

Nous signalons une humidité relative haute durant les mois de décembre et de janvier avec respectivement 71,75 % et 69,5 % et une humidité relative basse durant le mois le plus chaud, juillet, avec 42 % pour la période de l'étude. La même observation est constatée pour la période 1974-2008 ou nous enregistrons pour les mois de décembre et de janvier des valeurs respectivement de **74.8** % et **72,8**% et une humidité relative basse pour de juillet, avec **39.2** % pour la période 2009-2012.

Les températures moyennes de la région d'étude, ainsi que le gradient thermique correspondent aux bioclimats humides notamment pour les basses altitudes. Une confirmation de cette caractéristique est fournie par les données de l'humidité relative qui dépasse 60 % pendant 8 mois.

## Conclusion

Le couvert des arbres peut avoir une influence considérable en modérant la température de l'air et du sol, et en accroissant l'humidité relative (Lal et Cummings, 1979). Ces deux effets sont en général bénéfiques à la croissance des cultures, et sont mis à profit dans de nombreux systèmes d'agroforesterie (Weber et Hoskins, 1983; Vergara et Briones, 1987).

## 9.6. Vents

Dans le Belezma les vents prennent des directions diverses. Mais ils prennent souvent de direction Sud, ou Est (Beloula 2010). On note surtout les vents secs. Ces vents caractérisés par

leurs vitesses et leurs directions ; ont une influence directe sur les températures et l'humidité et l'activation de l'évapotranspiration.

L'observation du tableau 15, fait ressortir des vitesses moyennes variant entre 3 et 3,96 m/s et des vitesses maximales variant entre 20 et 29,6 m/s pour la période 1974-2008.

Pour le période d'étude 2008-2012, les vents moyens enregistrés atteint une valeur de 1.6m/s pour l'année 2010-2011 et une vitesse maximale enregistrée pour la même période est de 35 m/s.

Selon leurs origines, les vents jouent au Belezma des rôles opposés :

- Les vents du Sud (sirocco), chauds et secs surtout durant la période estivale où ils accentuent l'aridité. Ils soufflent pendant 20 jours au cours de l'année avec un pic de 5 jours pour le mois de juillet.

- Les vents dominants d'hiver Nord -Nord/Ouest qui sont des vents pluvieux et frais arrosent les faces Nord et Nord Ouest du Parc National.

De se fait nous pouvons dire que le climat du Parc National de Belezma est caractérisé par trois facteurs : sécheresse estivale, froid hivernal, pluviosité assez importante surtout sur le versant Nord et amplitude thermique important.

**Tableau 15.-** Vitesse moyenne et maximale du vent en (m/s) de la région d'étude avec la direction dominante pour la période 1974-2008 (W : ouest ; SW : sud-ouest ; S : sud ; N : nord)

Année	1974-2008				
Mois	Vent moyen (m/s)	Vent maximal (m/s)	Direction du vent	Vents violents (jours)	Sirocco (jours)
Jan.	3.0	22.8	SW	6	0
Fév.	3.54	20.8	SW	7	0
Mar.	3.92	25.4	W	6	2
Avr.	3.88	24.4	S	7	2
Mai.	3.74	23.2	SW	5	2
Juin.	<b>3.96</b>	<b>29.6</b>	W	4	3
Juil.	3.9	28.4	SW	6	5
Aout.	3.92	27.8	W	5	2
Sep.	3.48	22.8	S	3	2
Oct.	3.32	<b>20.0</b>	W	3	1
Nov.	3.34	25.2	SW	5	0
Déc.	3.28	20.0	SW	6	0

(Station météorologique d'Ain Skhouna. Batna, 1974-2008)

**Tableau 16.-** Vitesse du vent moyen et maximal en (m/s) de la région d'étude pour la période 2009-2012.

Mois		Jan.	Fév.	Mar	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Aout.	Sept	Oct.	Nov	Déc	
Année														
	Vent moyen (m/s)	4.1	<b>5.1</b>	5.0	4.9	3.5	3.7	4.4	4.7	4.1	4.0	3.5	<b>4.9</b>	43

2008-2009	Vent maximal (m/s)	20	20	<b>30</b>	21	20	19	27	22	14	20	18	23	
2009-2010	Vent moyen (m/s)	3.8	3.8	3.0	3.3	3.4	3.7	2.6	3.1	3.2	2.8	4.1	3.2	3.3
	Vent maximal (m/s)	22	20	18	<b>25</b>	17	16	22	21	18	16	<b>25</b>	24	
2010-2011	Vent moyen (m/s)	2.6		2.7	3.0	2.7	4.6	3.6	1.6	1.7	2.3	2.7	2.0	
	Vent maximal (m/s)	20		<b>35</b>	24	25	33	21	16					
2011-2012	Vent moyen (m/s)	2.1	2.6	2.3	3.3	4.1	4.6	4.8	4.4	4.5	4.2	4.1	3.8	3.7
	Vent maximal (m/s)													

L'absence de données est laissée à blanc (Station météorologique d'Ain Skhouna. Batna,(2009-2012))

Tableau 17.- Nombre de jours de sirocco de la région d'étude pour la période 2009-2012.

Mois Année	Jan.	Fév.	Mar	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Aout.	Sept	Oct.	Nov	Déc	
	<b>Le sirocco</b>												
2008-2009	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
2009-2010	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
2010-2011	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
2011-2012	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0

Le point (.) utilisé dans les tableaux indique zéro (0) (Station météorologique d'Ain Skhouna. Batna,(2009-2012))

La période la plus ventée durant la période d'étude est celle des mois de Mars parfois le mois de décembre (Tableau 16 et 17).

L'évaporation est proportionnelle à la chaleur et à la vitesse du vent ; ainsi, elle est intense quand il s'agit de vent chaud (Sirocco). Selon HALITIM (1988), ce vent très desséchant fait abaisser le degré hygrosopique de 20 à 60 % (moyenne annuelle).

BOUDY (1950), considère que le vent du Sud (Sirocco) est le facteur le plus dangereux pour la régénération de la majorité des espèces végétales. Ces vents, provoquent une chute brutale de l'humidité et une augmentation notable de la température, généralement supérieure à 30 °C (SELTZER, 1946). Le maximum de sa fréquence à lieu généralement entre juin et juillet. Heureusement durant, la période de notre étude, ces derniers sont totalement absents.

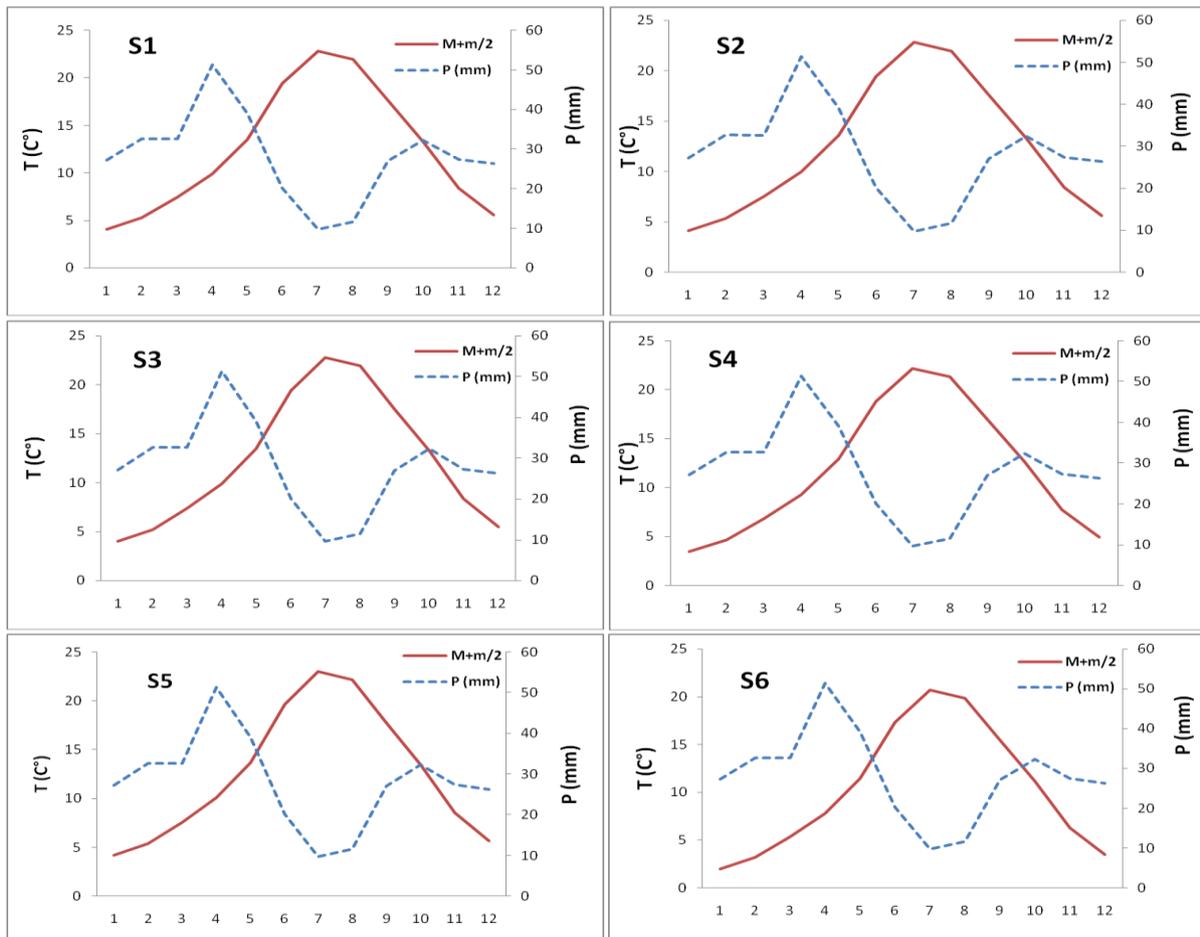
## 9.7. Synthèse climatique

### 9.7.1. Le diagramme ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS

Le diagramme ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS est une méthode graphique qui permet de définir les périodes sèche et humide de l'année (DAJOZ, 2003), où sont portés en abscisses les mois, et en ordonnées les précipitations (**P**) et les températures (**T**), avec **P=2T**

(FRONTIER et al. 2004). Un mois est réputé «sec» si les précipitations sont inférieures à 2 fois la température moyenne, et réputé «humide» dans le cas contraire.

Pour localiser les périodes humides et sèches de la région de l'étude, sur la figure n°10 nous portons le Diagramme Ombrothermique de la région de Belezma Batna établit à partir des données pluviométriques et thermiques moyennes mensuelles calculées sur la période allant de 1974-2012.



**Figure 9-** Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région d'étude (1974-2012)  
(S1 et S2: Dj Boumerzoug, S3 et S4: Dj Touggurt, S5 et S6 : Dj Bordjem)

Les graphiques ombrothermiques (fig 9) expriment le régime pluviométrique et thermique moyen des six stations étudiées; Il nous donne une assez bonne idée de la durée et de l'intensité de la sécheresse estivale qui caractérise le climat de la cédraie de Belezma.

Ainsi ; à partir de ces diagrammes nous pouvons faire les observations suivantes :

Le diagramme ombrothermique dans les six stations de la région d'étude pour la période allant de 1974-2012 fait apparaître deux périodes bien distinctes, l'une sèche et chaude, et l'autre

humide et froide. La période sèche et chaude s'étale sur 6 mois allant du fin Mai jusqu'à octobre, alors que la période humide et froide est courte, elle débute de novembre jusqu'à Avril (Fig. 09).

### 9.7.2. Climagramme d'Emberger

Parmi les indices bioclimatiques utilisés de façon traditionnelle en Afrique du Nord et ailleurs en Méditerranée (EMBERGER, 1931; GAUSSEN, 1954; DAGET, 1977; QUEZEL, 1979), on distingue l'indice bioclimatique d'Emberger, qui sert à définir et classer les différents types de climats méditerranéens, depuis le plus aride, jusqu'à celui de haute montagne (DAJOZ, 1985-2003).

Celui-ci prend en compte les précipitations annuelles, la moyenne des Maxima de température du mois le plus chaud (M en °C) et la moyenne des minima de température du mois le plus froid (m en °C) (Emberger, 1955). Donc, Cette classification fait intervenir deux facteurs essentiels, d'une part la sécheresse représentée par le quotient pluviothermique Q2 en ordonnées et d'autre part la moyenne des températures minimales du mois le plus froid en abscisses.

Cet indice est donné par la formule (Stewart, 1969) :

$$Q2 = 3.43P/M-m$$

Avec

- **Q** quotient pluviométrique d'Emberger
- **M** la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en C°
- **m** la moyenne des températures minimales du mois le plus frais en C°
- **P** pluviométrie annuelle en mm

Emberger a remarqué que l'amplitude thermique est un facteur important de la répartition des végétations. La combinaison des quotients pluvio-thermiques obtenus (Q2) et les températures minimales du mois le plus froid (m) (facteur limitant) avec les observations faites sur la répartition de végétation méditerranéenne a conduit Emberger à subdiviser l'aire du climagramme en zones caractéristiques par des aridités croissantes de haut en bas, ce sont les «étages bioclimatiques de végétation».

Le quotient pluviothermique est d'autant plus élevé que le climat est plus humide (DAJOZ, 1985). FAURIE et al. (1998-2003), avancent que cet indice n'est vraiment établi que pour la

région méditerranéenne et qu'en fonction de la valeur de ce coefficient on distingue les zones suivantes :

- Humides pour  $Q2 > 100$  ;
- Tempérées pour  $100 > Q2 > 50$  ;
- Semi-arides pour  $50 > Q2 > 25$  ;
- Arides pour  $25 > 10$  ;
- Désertiques pour  $Q2 < 10$ .

Afin de déterminer l'étage bioclimatique de la région d'étude et la situer dans le climagramme d'EMBERGER, nous avons calculé le quotient pluviométrique Q2 avec des données climatiques calculées sur deux périodes, (1984-2012) et de l'année du période d'étude (2009-2012), les données que nous avons utilisées pour ces deux dernières périodes sont ceux extrapolées.

Tableau 18- Evaluation du quotient pluviométrique Q2 sur trois périodes

Periode	Station	m	M	P	Q2	Etage
1974-2008	S1 (Boumerzoug)	-2.84	29.08	715.11	93,48	subhumide à hiver froid
	S2 (Touggurt)	-2.23	29.03	743.31	95,13	subhumide à hiver froid
	S3 (Bordjem)	-2.72	29.27	733.71	94,79	subhumide à hiver froid
2009-2012	S1 (Boumerzoug)	-2.43	31.5	440.78	52,01	subhumide à hiver froid
	S2 (Touggurt)	-3	30.7	558.98	69,22	subhumide à hiver froid
	S3 (Bordjem)	-4.1	28.91	579.18	80,07	subhumide à hiver très froid

Ces données (tableau 18) montrent que la région d'étude est toujours classée dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver froid à sub-humide à hiver très froid pour la station de Bordjem, que ce soit pour la période allant de 1974 à 2008 et celle du période d'étude (2009-2012).

Sur la base du gradient pluviométrique, nous avons donc évalué les quotients pluviométriques Q2 de la période (1974-2008) et la période ((2009-2012), pour 3 altitudes différents variant entre 1391 m et 1525 m et déterminé ainsi les limites bioclimatiques de la cédraie.

Le calcul de ce quotient (tab.8) nous a permis de positionner la cédraie de Belezma dans L'étage bioclimatique subhumide à hiver froid pour des altitudes variant entre 1391 m et 1525 m et

rejoigne les observations faites par QUEZEL (1980) qui précise que le cèdre de l'Atlas trouve son optimum écologique dans le climat méditerranéen humide à hiver froid (Quezel, 1980).

**Conclusion :**

D'une manière générale, on peut dire que le climat de montagne ou quelle appartient la cédraie étudiée est essentiellement caractérisé par une diminution régulière de la température avec l'altitude et une augmentation des précipitations, des variations thermiques annuelles et diurnes importantes, des précipitations pluvieuses et neigeuses et des vents fortement conditionnés par le relief local.

La cédraie de Belezma est caractérisée par une faible pluviosité (414 à 563 mm par année pour des altitudes qui varient entre 1391 m et 1525 m) croissant avec l'altitude et par l'orientation des expositions.

Les facteurs orographiques entraînent une certaine diversité de climats locaux. Le climat subhumide à hiver froid, correspond aux zones d'altitude égale ou supérieure à 1391 m, avec un Q2 compris entre 52.01 et 95.13).

Les précipitations estivales, très faible d'une valeur moyenne de 13.59% par rapport à la pluviosité annuelle, sont d'une importance capitale pour la survie des jeunes semis.

Les températures annuelles moyennes sont comprises entre des minima hivernaux qui oscillent entre -2.43C° et -4.1C° et des maxima variant entre 28.91C° et 31.5C°.

L'ensoleillement est également important, avec presque 7 mois secs (définition de GAUSSEN) en moyenne et une forte amplitude thermique en été.

Nous pouvons dire que sur le plan climatique trois principaux facteurs caractérisent le Belezma : Sécheresse estivale - Faible humidité relative - Froid hivernale - Amplitude thermique importante.

## **Chapitre III**

### **Matériel et méthodes d'étude**

## Chapitre III : Matériel et méthodes d'étude

### I. Choix et description des stations d'étude

Nous nous sommes basé sur des suggestions par les gents du parc national de Belezma. Ces informations nous ont permis d'opter à l'exploitation de trois Cantons localisées dans la zone d'Oued El Chaâba, et Oued El Ma, dans laquelle les terrains sont accessibles. Nous avons alors opté pour des stations choisies dans trois régions représentatives des monts de Belezma ; Djebel Boumerzoug, Djebel Touggurt et Djebel Bordjem.

Ces stations qui sont moyennement sécurisées, accessibles, homogènes et qui présentent une superficie suffisamment grande pour permettre une étude de plusieurs paramètres. Ces stations ont également retenu notre attention du fait qu'elles présentent un patrimoine naturel qui n'a pas été étudié et qui tend à disparaître à cause de l'ampleur du phénomène de dépérissement et à l'action anthropozoïque.

Les stations choisies sont différentes par leurs altitudes, leurs pentes, leurs sols, leur état de santé (dépérissement et mortalité), condition sylvicoles (densité.etc) l'état du peuplement, la fréquentation par l'homme et les animaux, état de protection.etc (Tableau 19). Les stations sont situées sur les routes nationales reliant Batna à Oued El Ma (village Ali N'mer) passant par le col de Telmet, et la route reliant Batna à Oued El Chaâba passant par la localité de Condorcet et la maison forestière d'Oued El Chaâba.

**Tableau 19** –Caractérisation générale des stations d'étude

Station	Versant	Altitude (m)	Exposition	Pente (%)	Homogénéité (%)	Etat du peuplement
S1 Dj Boumerzoug	N35°35'44.4' E006°05'34.7"	1419	NW	50	100 ou 80	Dépérit 90%
S2 Dj Boumerzoug	N35°35'47.4'' E006°05'43.0''	1410	NW	50	100 ou 80	Dépérit 90%
S3 Dj Touggurt	N35°34''46.3'' E006°03'01.7''	1425	N	25	100 ou 80	Dépérit 50 %
S4 Dj Touggurt	N35°34'44.8'' E006°02'38.6''	1525	N	25	100 ou 80	Dépérit 50%
S5 Dj Bordjem	N35°36'01.1'' E006°02'02.0''	1391	N	40	100 ou 80%	Dépérit 30%
Station 6 Dj Bordjem	N35°35'55.4'' E006°02'08.3''	1484 m	N	40	100 ou 80%	Dépérit 30%

## II. Objectifs et chronologie de l'étude

Dans ce travail, nous prétendons caractériser la structure et le fonctionnement de l'unité écologique des Cédraies *Cedrus atlantica* d'Oued El Chaâba et d'Oued El Ma dont les composantes tant abiotiques que biotiques sont très peu connues. C'est une approche écologique permettant en particulier de mettre en évidence les conditions d'existence de l'espèce, notamment, le climat et les conditions édaphiques. C'est également un travail qui permettrait l'enrichissement des connaissances sur la biodiversité (flore, faune invertébrée et vertébrée) inféodés aux Cédraies (*Cedrus atlantica*). À cet effet, nous avons réalisé plusieurs sorties sur terrain pendant la période s'étendant entre 2008 et 2010. Ces dernières sont en nombre de dix ; 3 purement de prospections de terrain et 7 pour l'exécution de notre travail expérimental. Les détails concernant la chronologie des sorties et le type de prospection réalisé sont consignés dans le tableau 20.

**Tableau 20-** Chronologie des sorties de terrain et type d'étude menée

Année	Objectifs de la sortie	Opération effectuée
2009	Première prospection du site	Prospection des différents habitats de la cédraie Ramassage des indices de présences et collecte des champignons
2009	Deuxième prospection du site Etude des indices de présences Etude des champignons	Choix des stations, Ramassage des indices de présences et collecte des champignons
Décembre 2009	Troisième prospection Etude des champignons Délimitation des stations. Mise au point du dispositif de piégeage	Délimitation des stations. Ramassage des indices de présences et collecte des champignons Installation des pièges.
Décembre 2009	Installation des pièges des insectes Etude des insectes	Récolte des contenus des pièges Installation des pièges. Ramassage des indices de présences
Janvier 2010	Réinstallation des pièges des insectes Etude des insectes Etude pédologique	Récolte des contenus des pièges trappes et colorés Capture des insectes à la vue. Réalisation des profils pédologiques
Mars 2010	Réinstallation des pièges.	Réinstallation des pièges.
Mars 2010	Réinstallation des pièges des insectes Etude pédologique Suivi des oiseaux	Récolte des contenus des pièges trappes et colorés Réinstallation des pièges. Capture des insectes à la vue. Prélèvement des échantillons des sols

		Recensement des oiseaux pour les stations de Boumerzoug et Touggurt
Avril 2010	Réinstallation des pièges des insectes Suivi des oiseaux Etude de la végétation	Récolte des contenus des pièges trappes et colorés Réinstallation des pièges. Capture des insectes à la vue. Collecte des échantillons de végétation (confection d'herbier Recensement des oiseaux pour la station de Bordjem
Mai 2010	Réinstallation des pièges des insectes Etude des xylophages Etude de la végétation	Récolte des contenus des pièges trappes et colorés Capture des insectes à vue Diagnostic des galeries d'arbres dépéris ou morts Prélèvement des échantillons de bois morts Collecte des échantillons de végétation (confection d'herbier
Juin 2010	Réinstallation des pièges	Réinstallation des pièges Diagnostic des galeries d'arbres dépéris ou morts
Juillet 2010	Réinstallation des pièges des insectes Etude dendrométrique	Récolte des contenus des pièges trappes et colorés Capture des insectes à vue Mesures des hauteurs et des diamètres d'arbres
Septembre 2010	Réinstallation des pièges	Réinstallation des pièges Mesures des hauteurs et des diamètres d'arbres
Octobre 2010	Réinstallation des pièges des insectes Etude dendrométrique	Récolte des contenus des pièges trappes et colorés Capture des insectes à vue Mesures des hauteurs et des diamètres d'arbres

### III. Caractérisation pédologique

#### III.1. Choix de l'emplacement des profils

Notre travail à été fait au niveau des trois monts dont leurs sols sont décrits par (Abdessemed 1981) et qui sont Djebel Boumerzoug, Djebel Touggurt et Dj Bordjem. En vue de déterminer l'emplacement des profils au niveau des sites les plus représentatifs pour notre étude, nous avons parcouru le terrain dans le but de Choisir des zones homogènes des points de vue ; végétation, topographie et type de sol avec des sites d'emplacement des profils non perturbé par l'homme.

Après la détermination de l'emplacement des profils, les caractéristiques stationnelles ci-dessous ont été notées selon la situation géographique du profil.

- Cordonnées prises par un GPS.
- L'altitude : déterminée à l'aide d'un GPS de marque (Garmin)
- La pente a l'aide d'un clisimètre.
- L'exposition : déterminée à l'aide d'une boussole
- La végétation ou paysage environnement: type de la formation végétale
- Litière (recouvrement en %)
- Erosion et leu degré .etc.

Après avoir noté ces caractéristiques sur une fiche « fiche de description d'un profil », on procède à l'ouverture du profil pédologique. Ces profils pédologiques ont été décrits morphologiquement sur le terrain, pour chaque horizon visible, sont notes :

- L'épaisseur : à l'aide d'un ruban mètre déroulé de la surface jusqu'à la base de la fosse.
- Couleur : déterminée au laboratoire sur un échantillon humecté, par référence au "code Munsel"
- Texture : à l'aide du triangle des textures (d'après sol survey manual, 1951)
- Structure : décrite selon la forme, la dimension et la consistance des éléments structuraux.
- Densité des racines : disposition de leur répartition, leur développement et profondeur "in situ".
- L'humidité.
- La charge caillouteuse.
- Réaction à l'acide chlorhydrique.
- La roche mère et le type de sol sont indiqués à la fin de la description de tous les horizons. Un échantillon mis dans un sac en plastique étiqueté et emporté au laboratoire en vue d'analyses physico-chimiques.

### **III.2. Méthodes de prélèvement du sol**

Le mode de prélèvement de l'échantillon du sol à analyser est fondamental. Le but de l'opération est de fournir au laboratoire une partie représentative du sol sur lequel se nourrissent les plantes. La méthode de prélèvement d'un échantillon de sol doit tenir compte des différentes formations végétales et substrats. Un échantillon de sol peut être valable pour une grande superficie, en autant

que le sol soit homogène. Il s'agit donc de diviser la surface à analyser en une ou plusieurs parcelles en respectant les critères d'homogénéité.

Pour les analyses physicochimiques du sol, il est conseillé de faire une analyse saisonnière (tout au long de l'année) et surtout de prélever les échantillons exactement au même endroit dans les différentes stations et à l'aide d'une tarière manuelle suivant des profils verticaux à des profondeurs variant entre 25 à 30 qui constitue la zone majoritairement prospectée par les racines des plantes. Nous avons prélevé trois échantillons du sol représentant les trois saisons (hiver, automne et printemps) de l'année. Ces prélèvements sont réalisés au niveau de chaque station d'étude choisi. Le sol est prélevé à l'aide d'une tarière et à une profondeur de 30 cm au centre de la station. Ce prélèvement nous permet de constater l'influence des caractéristiques du sol sur la répartition et le recouvrement des espèces végétales.

### **III.3. Méthodes d'analyses**

#### **III.3.1. Préparation manuelle –**

Les échantillons de sol prélevés sont séchés à l'air libre puis verser dans un mortier pour émietter les mottes tout en évitant d'altérer les graviers puis les tamisés à un diamètre de 2 mm et conditionnés dans des boites en carton portant la référence de l'échantillon.

Les différentes analyses physicochimiques sont effectuées au niveau des laboratoires (départements d'agronomies de l'université EL-Hadj Lakhdar, Batna et université Mohamed Khider Biskra) et le laboratoire de pédologie du centre de recherche scientifiques et technique sur les régions arides de Biskra (CRSTRA).

#### **III.3.2. Analyses physiques**

##### **III.3.2. 1. Granulométrie**

L'analyse granulométrique concerne la partie fine du sol (< 2 mm), et elle a pour but de déterminer le pourcentage des différentes fractions de particules minérales constituant les agrégats (texture du sol) (DUCHAUFFOUR, 1977). Le principe de la méthode internationale (pipette Robinson) est basé sur la vitesse de sédimentation des particules séparées et dispersées à l'hexamétaphosphate de sodium en détruisant leur ciment (calcaire et matière organique). En premier, La matière organique est détruite

pour l'analyse granulométrique par attaque à l'eau oxygénée à 30 volumes, le sol est ensuite dispersé par agitation rotative dans des flacons après adjonction d'hexamétaphosphate de sodium

Le fractionnement de ces particules se fait par l'intermédiaire de la pipette de ROBINSON, qui permet la détermination des fractions des argiles et des limons fins. Ensuite, les sables fins et grossiers sont mesurés par tamisage, vient alors le tour des limons grossiers qui sont calculés à partir des résultats précédents (BAIZE, 1988).

En effet, cette analyse granulométrique a pour but de déterminer des différentes fractions du sol (texture du sol), à savoir :

Argile : < 2 µm, Limon fin : 2 à 20 µm, Limon grossier 20 µm à 0,2 mm, Sable fin : 0 à 0,2 mm, Sable grossier : 0,2 à 2 mm

Ces résultats sont reportés en fonction des pourcentages des argiles, des limons et des sables dans le triangle des classes de texture (Fig. 10.) afin de déterminer la texture de notre sol.

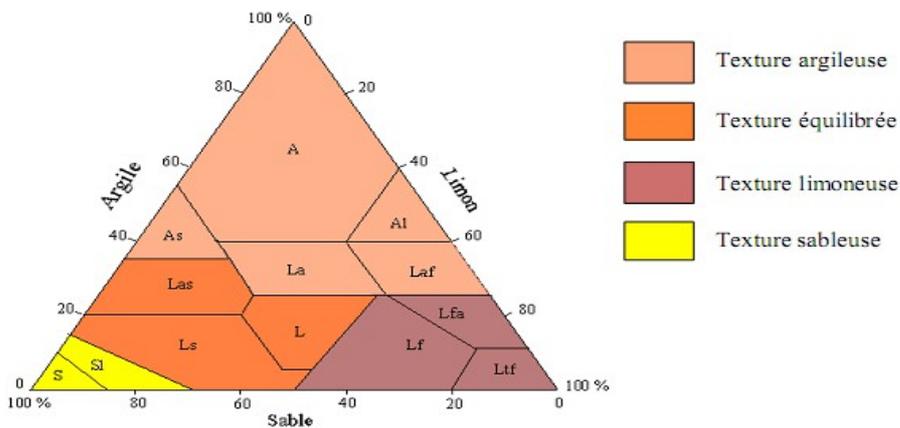


Figure 11- Classification américaine des textures pédologiques (DUCHAUFFOUR, 1997)

Figure 10. Classification Américaine des textures pédologiques (DUCHAUFFOUR, 1997)

### III.3.2. 2. Densité et porosité:

#### A. La densité apparente et la densité réelle :

La densité apparente est effectuée à l'aide de la méthode du cylindre tandis que la densité réelle est effectuée à l'aide de la méthode du pycnomètre.

Ces densités sont évaluées par le rapport de la masse de l'unité de volume réel ou apparent à la masse de l'unité de volume d'eau à 4 °C. Cette dernière valant 1 g/cm<sup>3</sup>, densité et masse volumique présentent la même valeur numérique quoique leurs unités diffèrent (la masse volumique est exprimée en g/cm<sup>3</sup> tandis que la densité est une valeur sans unités puisqu'il s'agit d'un rapport

poids/poids ou masse/masse). Cette particularité engendre souvent la confusion des termes. Dans le cadre de ce protocole, le terme de densité a été choisi et sera seul à apparaître par la suite.

La densité apparente (souvent dénommée masse volumique dans la littérature) concerne l'ensemble du sol en place, vides compris, tandis que la densité réelle (ou densité de solide) représente la masse volumique de la matière solide du sol, pores exclus. Le sol possédant des propriétés de gonflement ou de retrait des matériaux, on déterminera toujours la densité apparente dans un état standard qui est l'état sec (séché à 105 °C). En effet, seules les mesures réalisées à sec permettent de comparer les résultats des différents horizons (Baize, 2000).

## B. Calcule des densités:

### B.1. Densité apparente :

Densité apparente (**da**) Avec:

$m_{\text{sec}}$  = masse du sol en place séché à 105 °C (g) (corrigée par l'humidité résiduelle).

$V_{\text{tot}}$  = volume du sol et des pores (ml) = volume du cylindre

Pour des raisons pratiques, on assimile ici la masse au poids.

$$da = m_{\text{sec}} / V_{\text{tot}}$$

### B.2. Densité réelle :

avec:

$P_{\text{sec}}$  = poids du sol sec (g) (corrigée par l'humidité résiduelle).

$V_{\text{sol}}$  = volume des particules solides (ml) = volume de méthanol restant dans la burette

$$dr = m_{\text{sec}} / V_{\text{tot}}$$

## C. La porosité du sol

La porosité représente le volume de l'ensemble des pores du sol occupés par l'eau ou l'air, exprimé en pourcents du volume total (matière solide + pores). Sa mesure permet de donner certaines indications sur les capacités de drainage ou de rétention de l'eau dans le sol. Elle peut fournir une idée assez juste de la structure du sol.

La porosité totale comprend en fait:

- la macroporosité (pores grossiers remplis d'air), formée des vides > 50 µm occupés par l'air après ressuyage du sol (élimination de l'eau de gravité);
- la mésoporosité (porosité capillaire), formée des vides de 0.2 à 50 µm qui retiennent l'eau utile aux plantes (eau utilisable);
- la microporosité, formée des pores les plus fins (< 0.2 µm), dans lesquels se fait la rétention de l'eau indisponible pour les plantes (eau inutilisable).

La porosité totale est généralement calculée à partir de la densité apparente et de la densité réelle du sol.

Porosité totale (P)    **da** = densité apparente    **dr** = densité réelle

$$P (\%) = [(dr - da) / dr] \times 100$$

### III.3.2. 3. Mesure du pH

Le pH se définit comme le logarithme négatif de l'activité de l'ion hydrogène. Il exprime la concentration en ions H<sup>+</sup> libérés dans la solution du sol, c'est l'acidité active ou réelle d'un sol (AUBERT, 1976). Cette mesure est importante car le pH régit un grand nombre d'équilibres physico-chimiques.

La mesure du pH s'accomplit par lecture directe sur pH- mètre, d'une suspension formée de 10 g de sol dissous à l'aide d'un agitateur pendant 30 mn dans 25 ml d'eau distillée (le rapport sol/eau = 1/2,5). Après l'agitation et avant la lecture du résultat, il faut laisser la solution au repos durant 5 mn.

### III.3.2. 4. Détermination de la conductivité électrique (CE) et de la salinité

La connaissance de la conductivité permet de connaître la concentration en sels solubles par l'intermédiaire de la contribution de toutes les espèces ioniques présentes. La « salinité » est définie comme la quantité de sels minéraux qui se trouvent dissous dans la solution du sol. Plus la teneur en sels d'une solution est élevée, plus le courant électrique passe facilement, et donc plus la conductivité est élevée.

Nous procédons par la mise de 10 g de terre fine dans un bécher de 100 ml, puis nous ajoutons 50 ml d'eau distillé (Le rapport sol/eau = 1/5) et nous mettons le bécher sous agitation pendant une demi-

heure. Après repos de 10 min, nous mesurons la conductivité électrique à l'aide d'un conductimètre qui donne une valeur en en milliMhos/cm<sup>2</sup> (AUBERT, 1976).

Alors pour trouver la valeur exacte, nous appliquons la formule suivante:

$$\text{Salinité (mg/l)} = \text{CE} \times 640$$

### III.3.3. Analyses chimiques

#### III.3.3. 1. Dosage du calcaire total (CaCO<sub>3</sub>)

Le calcaire total est une des composantes héritées du sol. La présence de calcaire confère au sol des caractéristiques spécifiques en termes de comportement physique et chimique et influe sur son activité biologique. Son absence totale a pour conséquence une acidification progressive, plus ou moins rapide suivant le contexte pédoclimatique.

L'analyse du calcaire total est nécessaire pour affiner la caractérisation des constituants du sol et améliorer les choix stratégiques en termes de par exemple de chaulage.

La terre est mise en contact avec un 5 ml acide fort comme l'acide chlorhydrique (HCl) à (N=1/2) ; qui dissout le calcaire, en milieu fermé. L'attaque du calcaire (CaCO<sub>3</sub>) se traduit par un dégagement gazeux de CO<sub>2</sub> dont le volume est mesuré. C'est sur la base du mesure du CO<sub>2</sub> dégagé que le principe de cette méthode est basé. Ce dispositif réactionnel est appelé Calcimètre de BERNARD ou procédé gazométrique, qui est composé d'une burette pour la mesure du volume du CO<sub>2</sub> dégagé, d'un tube à essai pour le HCl et d'un Erlenmeyer contenant le sol.

D'après BERNARD in BAIZE (1988), le taux du calcaire total est donné par le biais de la formule suivante :

$$\text{CaCO}_3 (\%) = (V/V') \times (0.3/P) \times 100$$

Ou :

**V :** Volume lu sur la burette

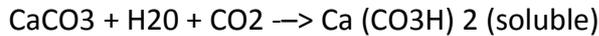
**V' :** Volume du témoin à blanc (fait par le carbonate de calcium)

**0,3 g :** Poids pour réaliser le témoin à blanc

**P :** poids du sol (0,5 g)

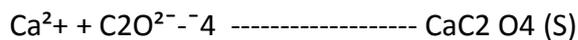
**A. Dosage du calcaire actif :**

Le calcaire actif représente les particules fines (< 50 µm) du calcaire total d'un sol. Ces particules, contrairement aux graviers et sables, sont facilement solubilisées par les eaux riches en CO<sub>2</sub>. Elles enrichissent ainsi la solution de sol en ions Ca<sup>2+</sup> qui sont alors disponibles pour les plantes. La réaction est la suivante :



La présence de calcaire actif peut induire, dans certains sols pauvres en fer libre, un risque de chlorose ferrique, auquel certaines productions sont sensibles.

La détermination du calcaire actif en utilisant la méthode DROUINEAU -Galet couvre une plage de 0 à 35% de calcaire actif. La méthode utilise la propriété que possèdent les oxalates de se combiner à certains cations, pour former des sels insolubles, faciles à isoler. On utilise, ici, l'oxalate d'ammonium qui se combine au calcium du calcaire actif, pour former de l'oxalate de calcium insoluble selon la formule :



L'excès d'oxalate d'ammonium est ensuite dosé par une solution de permanganate de potassium en milieu sulfurique.

**III.3.3. 2. Dosage du carbone et de la matière organique**

La matière organique amplifie grandement la capacité d'échange cationique du sol et retient les nutriments assimilables par les plantes. Ainsi, la matière organique constitue un réservoir de nutriments lentement assimilables. Elle joue un rôle important dans la fertilité du sol.

Pour le dosage de cette matière organique et du carbone, on fait recours à la méthode adoptée par WOLKLY BLACK dont repose sur le principe que le bichromate de potassium oxyde le carbone contenu dans le sol. Le bichromate de potassium change de couleur selon la quantité de produits réduits et ce changement de couleur peut être comparé à la quantité de carbone organique présent dans le sol.

Alors, nous mettons dans un bécher de 400 ml : 0,5 g du sol, 10 ml d'une solution de bichromate de potassium et 20 ml d'acide sulfurique concentré. Puis, nous laissons le mélange en contact pendant une demi-heure puis nous additionnons 200 ml d'eau distillée, 10 ml d'acide orthophosphorique (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) et 3 gouttes d'une solution de déphénylamine (C<sub>12</sub>H<sub>11</sub>N) (AUBERT, 1978).

Nous effectuons à la fin une titration par le sulfate de fer ( $\text{FeSO}_4$ ) (1N) et nous enregistrons le volume puis nous exécutons la formule propre à la méthode de WOLKLY BLACK.

- Pour le calcul du taux de carbone :

$$C(\%) = (V' - V / P) \times 0.38 \quad \text{avec :}$$

V : volume lu pour le sol

V' : volume pour le témoin à blanc

P : poids du sol (0,5 g)

- Pour le calcul du taux de la matière organique :

$$MO (\%) = C (\%) \times 1,72$$

### III.3.3. 3. Dosage de l'azote total (N%)

Le dosage de l'azote total est effectué par la méthode de KJELDAHL qui est se base sur le principe suivant :

- L'échantillon est minéralisé en milieu acide sulfurique en présence de cuivre et d'un catalyseur (oxyde de titane). Dans les conditions de minéralisation, l'azote organique est retrouvé sous forme ammonium.

- Les ions ammonium sont transformés en ammoniac par passage en milieu alcalin. On entraîne  $\text{NH}_3$  à la vapeur d'eau et on dose le condensât recueilli par dosage volumétrique acide/base

Elle se déroule en deux étapes :

#### A- La minéralisation

Nous mettons 1g de sol dans le matras de KJELDAHL et nous lui ajoutons 20 ml d'acide sulfurique concentré ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) et 1g de catalyseur. Nous laissons l'ensemble en contact pendant un quart d'heure puis nous le mettons sur la rampe d'attaque pendant 3 heures jusqu'à apparition d'une coloration verdâtre. Après refroidissement, nous transvasons les échantillons dans des fioles de 100 ml et nous complétons avec de l'eau distillée.

## B- La distillation

Après avoir homogénéisé par retournement le contenu de la fiole de 100 ml, nous prélevons 20 ml de la solution de minéralisation que nous mettons dans le matras KJELDAHL ensuite nous ajoutons une quantité de Soude (NaOH) (10 N) jusqu'à la coloration bleue foncée. Nous distillons, ensuite recueillons le distillat dans un bécher qui contient 20 ml d'une solution d'acide borique (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) (4 %). Enfin, nous titrons avec une solution d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0,05 N) et nous notons la valeur apparue. Le taux de l'azote total se calcule alors par la formule suivante:

$$N (\%) = (n \cdot V/V') \times N' \times (1.4/P) \quad \text{Avec :}$$

**n** : valeur lue

**V** : volume de la solution d'extraction = 100 ml

**V'** : volume prélevé pour la distillation = 20 ml

**N** : normalité de l' H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 0,05

### III.3.3. 4. Dosage des sels solubles

Les cations Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> sont dosés directement par spectrophotomètre de flamme.

### III.3.3. 5. Détermination de la capacité d'échange de cations

La CEC ou la capacité d'échange cationique correspond à la quantité de charges positives portées par les cations susceptibles d'être fixés, de façon réversible, sur les sites chargés négativement de certains constituants du sol. Ainsi, elle représente la taille du réservoir permettant de stocker de manière réversible certains éléments fertilisants cationiques (potassium, magnésium, calcium,...).

La CEC est déterminée par la méthode de METSON, et sa détermination selon la méthode de Metson comprend trois étapes :

- Le sol est saturé par une solution d'acétate d'ammonium (CH<sub>3</sub>COO NH<sub>4</sub>) N à pH 7. L'ammonium en excès est éliminé par l'alcool (éthanol : C<sub>2</sub> H<sub>5</sub>OH) et le NH<sub>4</sub> échangé est déplacé par une solution normale de KCl.
- L'échantillon est d'abord saturé en ions ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) par percolations successives d'une solution d'acétate d'ammonium (CH<sub>3</sub>CO<sub>2</sub>NH<sub>4</sub>) à 1 mol/L. Le pouvoir tampon de cette dernière permet de ramener le pH du milieu aux environs de 7, ce qui constitue une des caractéristiques essentielles de cette méthode.

- Après avoir éliminé l'excès d'ions ammonium par percolations d'alcool éthylique,
- On procède ensuite à leur échange par une solution de chlorure de sodium à 1 mol/L. Les ions ammonium déplacés sont dosés par distillation de l'ammonium (BAIZE, 1988).

La CEC est calculée par la formule suivante :

$$\text{CEC} = X.N (V1/V2). (100/P) \quad (\text{még}/100 \text{ g de sol})$$

**Avec ;**

**X** : volume d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> utilisé dans la titration (ml)

**N** : normalité d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 1

**V1** : volume total de KCL utilisé (ml)

**V2** : volume d'NH<sub>4</sub> CL mis dans le matras (ml)

**P** : poids de l'échantillon de sol (2,5 g)

### **III.3.3. 6. Dosage du phosphore assimilable :**

Le phosphore est un des éléments majeurs indispensables à la croissance et au développement des végétaux. Il joue en particulier un rôle essentiel dans la mise en place du système racinaire, la photosynthèse et la reproduction du végétal. C'est un élément peu présent à l'état naturel dans nos sols.

La méthode utilisée est celle de Joret-Hébert. Cette dernière qu'est initialement mise au point pour les sols calcaires, peut s'appliquer à tous types de sols. Un échantillon du sol de 4g de terre fine est agité pendant 120 mn en présence d'une solution d'oxalate d'ammonium ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub> C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) à 0,1 mol/l dans un rapport 1/25 (m/v). Puis on procède à une Centrifugation. En fin le dosage du phosphore extrait s'effectue par spectro-colorimétrie à 825 nm après développement de la coloration d'un complexe phospho-molybdique.

## **IV. Caractérisation du couvert végétal**

### **IV.1. Inventaire floristique et confection d'herbier**

L'inventaire floristique est devenu aujourd'hui un des éléments majeurs de la politique de protection de la nature. Il doit être consulté dans le cadre de projets d'aménagement du territoire (document d'urbanisme, création d'espaces protégés...), dans l'élaboration des plans d'action etc. Cet inventaire

doit lister de manière exhaustive toutes les espèces observées. Les statuts de menace, de rareté et de protection doivent être détaillés pour chaque espèce. Les espèces patrimoniales (espèces protégées et des listes rouges) doivent être localisées avec précision.

L'objectif est d'obtenir une image la plus représentative possible (tendant vers l'exhaustivité) de la composition floristique des périmètres considérés. Dans ce but, des sondages orientés selon les unités paysagères que nous avons choisis, notamment sur la base des sorties de prospections, les travaux de recherche disponibles et des données des documents internes et des plans des gestions du parc national de Belezma.

Des échantillons seront donc récoltés en vue de leur détermination et de leur conservation éventuelle (herbier). Les exemplaires prélevés doivent donc être aussi complets que possible.

Des échantillons seront donc récoltés en vue de leur détermination et de leur conservation éventuelle (herbier). Les exemplaires prélevés doivent donc être aussi complets que possible comportant les parties indicatrices de l'espèce, incluant le système racinaire, des feuilles basales et caulinaires, et les parties reproductrices (fleurs et/ou fruits, cônes ou sporanges). Il est souhaitable l'utilisation d'un couteau afin d'éviter l'arrachage des racines ; ainsi l'élimination de la terre des racines à la main pour ne pas casser l'échantillon. Au laboratoire, ces plantes sont mises à sécher dans du papier journal avec chacune une étiquette où sont inscrites toutes les informations prélevées lors de la récolte: la date et le lieu. Nous changeons le papier périodiquement chaque deux jour afin d'assurer aux plantes un dessèchement total. Ces échantillons sont ensuite collés sur du papier bristol et sont prêts à être identifiés.

Les identification des espèces sont soit réalisées par nos soins, soit par la précieuse contribution des collègues botanistes du centre de recherche scientifiques et technique sur les régions arides de Biskra (CRSTRA), suite à la consultation de plusieurs ouvrages : (QUEZEL et SANTA, 1962 a et 1962 b ; OZENDA, 2004 ; BAYER et *al.*, 1990).

Certaines espèces peuvent demander des compléments de détermination en salle, parfois à l'aide de matériel spécialisé (loupe binoculaire).

#### **IV.2. Relevés phytosociologiques**

La méthode de l'étude de la végétation appliquée ici s'appuie sur la technique de la conception de Josias BRAUN-BLANQUET (1884-1980) .Appelée aussi méthode zuricho-montpelliéraine ou encore sigmatiste (S.I.G.M.A = station internationale de géobotanique méditerranéenne et alpine, fondée

par J. Blanquet à Montpellier); qui consiste à dresser la liste des plantes présentes dans un échantillon représentatif et homogène du tapis végétal et en opérant strate par strate.

Lors de nos sorties sur terrain, nous avons effectué des relevés floristiques dans les différentes stations d'étude, pendant le mois de .....juin. Pour ce faire, nous avons retenu une surface de 500 m<sup>2</sup> (50 x10 m) pour chaque station délimitée par une corde. La saisie des relevés est effectuée à l'aide de carrés de 4 m<sup>2</sup> de surface (2x2 m). Chaque relevé floristique comprend la totalité des espèces présentes, leurs localisations dans le carré, leurs taux de recouvrement et leurs sociabilités.

Afin de décrire et de comparer les associations végétales des stations étudiées, nous avons réalisé le relevé floristique sur une surface n'offrant pas d'écarts de composition floristique appréciables entre ses différentes parties et qui soient les plus représentatives possibles. Il est important que la surface du relevé soit suffisante pour comprendre la quasi totalité des espèces présentes sur la surface de végétation floristiquement homogène considérée, ce qui correspond à la notion d'aire minima (ABDESSEMED, 1981).

#### **IV.1.3. Inventaire des plantes aromatiques et médicinales du Parc national**

L'histoire des plantes aromatiques et médicinales est associée à l'évolution des civilisations. Dans tous les secteurs du monde, l'histoire du peuple prouve que ces plantes ont toujours occupé une place significative dans la médecine traditionnelle, dans la composition des parfums et des préparations culinaires. Les traditions herboristes sont, en Afrique, plus nombreuses que dans n'importe quel autre continent. Aujourd'hui des médecins travaillent souvent en étroite symbiose avec les guérisseurs (3).

L'utilisation des plantes dans la médecine est très ancienne. Même les animaux sauvages emploient instinctivement certaines plantes. Étant donné que dans le bassin méditerranéen avec ces grandes variations climatiques du nord au sud, les écosystèmes forestiers présentent une terre de prédilection au développement de ces plantes.

Une grande variété de plantes médicinales pousse dans la région des Aurès. Cette flore, est traditionnellement utilisée par les populations locales et surtout riveraine pour le traitement des infections génitales, diabète, maux de ventre, piqûre de scorpion et surtout contre les troubles gastro-intestinaux et le rhumatisme.

C'est dans cette optique que notre recherche se propose de développer des procédures d'évaluation fonctionnelle des écosystèmes cédraies pour une meilleure gestion de ses ressources.

#### **IV.1.3.1. Méthode utilisée**

Pour mettre en évidence l'importance de la richesse floristique en plantes médicinales des écosystèmes cédraies et leur sens d'évolution ainsi que les principaux facteurs discriminants, nous avons entamé, en première phase un diagnostic phytoécologique, suivie de calculs de quelques indices de diversité.

A cet nous avons basé dans une première phase, sur la réalisation des relevés exhaustifs des plantes au niveau des cédraies sur les trois Cantons Boumerzoug, Touggurt et Bordjem ; par la suite en entamé une enquête auprès de la population ayant connaissance de l'usage des plantes spontanées médicinales, et enfin les plantes inventoriées ont été identifiées et ont subit une classification systématique par famille et par usage thérapeutique en utilisant des clés de détermination et des guides comme (1, 2, 3,5 et 6).

#### **IV.1.3. 3. Relevés des champignons sur les trois stations à cèdre choisies :**

Parmi les espèces végétales intervenant dans les écosystèmes forestiers, on oublie trop souvent les champignons au profit des arbres qui s'y imposent d'emblée. Pourtant, c'est à ce groupe qu'appartient la plus grande biodiversité « végétale ». Cette méconnaissance tient au fait que les champignons se manifestent surtout à l'automne, au profit d'une vie souterraine durant laquelle ils passent totalement inaperçus. Mais cette discrétion n'empêche nullement qu'ils participent à tous les niveaux au cycle de développement des peuplements arborés.

Les champignons jouent donc un rôle primordial dans l'écosystème forestier qui peut se résumer en la décomposition ligneuse, le recyclage de la matière organique tant en ce qui concerne le bois mort et les souches que les litières, la mycorhisation des arbres, qu'est une action symbiotique facilitant l'assimilation des minéraux et de l'eau par la plante. En outre, le cortège des champignons constitue un excellent indicateur du milieu que le forestier peut appréhender pour qualifier la richesse du milieu, l'état sanitaire des peuplements, et enfin, grâce aux espèces comestibles de bonne valeur culinaire, le sylviculteur peut tirer un revenu substantiel de la récolte des champignons.

#### **IV.1.3. 3. 1. Objectif de l'inventaire mycologique des cédraies**

Si la flore phanérogame des forêts du parc national de Belezma – Batna- (Algérie) a été partiellement étudiée Beloula, 2007; Bouguenna, 2010 ; Houamel, 2012 ; Litim, 2011 ; Sahli, 2004, sa fonge est très mal connue. car n'a jamais fait l'objet d'un inventaire. Ce qui est connu actuellement de

cette diversité n'est en réalité qu'une liste d'espèces recensées lors des sorties de prospection des agents forestiers (ANONYME, 2006). C'est d'ailleurs le cas pour la majorité des habitats de la cédraie. On manque donc d'inventaires pour confirmer l'originalité fongique de cet habitat, susceptible de révéler un fort intérêt patrimonial. Cette action vise à satisfaire ce besoin de connaissances.

L'objectif serait d'obtenir une liste d'espèces de la zone considérée – ici l'aire protégée (Parc National de Belezma) – la plus complète possible dans le cadre d'un état des lieux initial de la fonge, en vue de comparer cette liste à d'autres sites ou de la suivre dans le temps. Toutefois, compte tenu du très grand nombre d'espèces de champignons forestiers et du caractère à la fois aléatoire et fugace d'apparition des sporophores (« fructifications »), viser l'exhaustivité des espèces implique de multiplier considérablement le nombre de passages sur site or on est limité par le temps. Conséquence de cette contrainte, le protocole devra définir une stratégie d'échantillonnage. Il devra préciser aussi le champ taxinomique (les groupes retenus, en fonction de divers critères de pertinence) ainsi que le temps consacré aux inventaires (pour une standardisation et une reproductibilité optimales).

#### **A. Contraintes et choix méthodologiques :**

Compte tenu de l'importance de la superficie de la cédraie du parc, du relief très accidenté ainsi que d'autres conditions qui nous limitent, la définition du protocole mycologique intègre la contrainte d'un temps d'inventaire volontairement limité. Sans compter que la ressource en spécialistes est fondamentalement faible (en comparaison de disciplines moins complexes comme la botanique ou l'ornithologie, par exemple). Dans le cadre de ce temps de terrain limité, le protocole mycologique opère 2 choix méthodologiques : 1° il privilégie la récolte de tous les espèces de champignons rencontrés au sein de nos placette (lignicoles...etc) ; 2° Mais il s'appuie sur une sélection parmi les placettes étudiées.

#### **B. Méthodes et matériels utilisés**

Afin de contribuer à la détermination de la diversité fongique en Ascomycètes et Basidiomycètes de la région du parc national de Belezma, des prospections ont été effectuées dans cette région. Les récoltes des champignons Ascomycètes et Basidiomycètes ont été réalisées en 2008 au 2010, en fin d'été et en automne, dans la période supposée la plus favorable pour la fructification. Ces investigations ont été réalisées sur différents substrats, parmi eux figurent *Cedrus atlantica* et

*Quercus ilex*. Pour la collecte des carpophores, nous avons procédé à un échantillonnage aléatoire en prospectant différentes stations à cèdre dans cette aire protégée. Aucune appréciation des surfaces visitées n'a été réalisée. Sur le terrain, Quelques indications concernant l'espèce et son habitat sont relevées (substrat : bois ou terre, nature du sol, mode de développement des carpophores : isolés, en troupes,...).

Ainsi, nous avons procédé à la collecte des champignons par l'observation précise et directe. La technique consiste à prendre des photos pour l'espèce trouvée, avant la déterrer à l'aide d'un couteau puis à l'aide d'un sachet en plastique. Nous la tenons à la main d'une manière qu'elle se met à l'intérieur du sachet sans la détériorer.

Les spécimens de champignons récoltés ont été ramenés le jour même au laboratoire pour les identifier. Des photos de certains spécimens ont été prises sur terrain alors qu'ils sont encore frais.

La reconnaissance des champignons a été faite sur une série de critères :

- caractères morphologiques (macroscopiques) d'identification sont observés à l'œil nu et approfondies au laboratoire à l'aide d'une loupe binoculaire. Aspect général à l'état du chapeau, du pied, des lames, l'épaisseur et la consistance de la chair, les ornements des spécimens, et autres traits remarquables avant que le champignon ne se dessèche ;
- caractères organoleptiques : couleur (cuticule, lames, pied, chair, sporée), saveur, odeur, toucher (cuticule sèche, visqueuse, coriace ou fibreuse) ; ont été déterminés. Tous ces différents critères ont été étudiés sur des spécimens frais.
- De même, Les critères microscopiques d'identification des espèces ont été déterminés à partir des coupes microscopiques au niveau des structures anatomiques.

Ainsi, des coupes au niveau du revêtement, de la chair et de l'hyménophore ont été réalisées et observées sous microscope. L'observation des spores et la détermination à été réalisée à partir des spores de la sporée. A l'aide du bout d'une lame de rasoir ou d'une aiguille lancéolée, nous avons prélevé par raclage une pincée de spores de la sporée. Celle-ci est déposée dans une goutte d'eau ou de liquide de montage.

La récolte se fait en plusieurs exemplaires d'âges différents, car la volve, l'anneau, la couleur initiale des lames, la cortine, sont toujours mieux visibles au stade jeune ; par contre, la sporée ne s'exprime qu'au stade adulte (Montegut 1980). Cette sporée a été obtenue par le dépôt des carpophores mûrs sur des feuilles de papier de couleurs différentes et sur des lames de verre. La détermination de la

coloration naturelle des spores a été réalisée par la comparaison de la coloration de la sporée avec la couleur de la craie blanche. Cette dernière est d'après Gilbert (1927), la couleur de référence pour les spores blanches.

Enfin l'étude systématique des espèces récoltées s'est basée sur l'habitat, l'écologie et sur les caractères macroscopiques des spécimens de chaque espèce. Les critères de détermination sont soigneusement notés. Au laboratoire, l'étude des échantillons est complétée par les données microscopiques.

Cette identification a été réalisée à l'échelle du genre et parfois à l'échelle d'espèce par des chercheurs du centre de recherche scientifiques et technique sur les régions arides de Biskra (CRSTRA), et contribution de certains mycologues des laboratoires de l'université Mohamed V Casablanca Maroc à partir de clés de détermination et des guides concernant les champignons : (LANIER et *al.*, 1978 ; MILLER et *al.*, 2004) (Becker 1980; Bon 1988; Bouchet 1979; Heim, 1957; 1984; Kühner and Romagnési, 1984; Malençon and Bertault 1970; Montegut 1980; Romagnési, 1995; Courtecuisse and Duhem, 2000 and Poumarat, 2001; Slezec 1995 and Thibault, 1989).

L'analyse est réalisée de façon globale avec l'ensemble des récoltes de l'ensemble des sites.

## **V. Analyses dendrométriques des Cédraies**

Une connaissance minimum de la dynamique des peuplements de cèdre, constitue un élément indispensable à l'élaboration de scénarios de gestion raisonnée des écosystèmes de la cédraie. Dans ce but, nous avons défini quatre parcelles d'étude dont deux dans la cédraie du Dj Touggurt et deux autres dans le cédraie du Dj Bordjem ; sur lesquelles on a procédé à des observations par des mesures dendrométriques de quelques paramètres à savoir ; la hauteur moyenne du peuplement du cèdre  $H_m$  (m), en utilisant le Blum-leiss les diamètres moyennes à hauteur d'homme à 1.30 m du sol  $D_m$  à l'aide d'un compas forestier. Ces deux paramètres vont nous permis à l'aide des équations mathématique de calculer la surface terrière moyenne de chaque peuplement  $g_m$ .

Cette surface terrière permet en réalité d'accéder à d'autres grandeurs importantes, difficiles à appréhender par une mesure simple sur le terrain. Combinée à la hauteur moyenne du peuplement du cèdre, la surface terrière  $g$  (ou  $G$ ) permet d'estimer, avec une précision acceptable, le volume du peuplement ; à partir de la surface terrière et de la hauteur totale.

### **V.1. La surface terrière et le volume des peuplements de cèdre:**

Elle occupe une place plus importante dans la gestion forestière. Elle est calculée à l'aide de méthodes des mesures simples de circonférences ou de diamètres, elle permet d'avoir une idée, du capital sur pied des peuplements. Elle trouve sa place dans les actions de diagnostic des peuplements, de suivi des itinéraires sylvicoles, d'élaboration et de suivi des aménagements. Elle est également assimilée à une mesure d'intensité de compétition entre les arbres d'un peuplement et considérée comme un indicateur pertinent du renouvellement des futaies irrégulières.

Les données prélevées permettent de décrire la structure et la dynamique des peuplements de cèdre (croissance, répartition spatiale horizontale et verticale). L'objectif général est d'étudier l'évolution de la cédraie au cours du temps, c'est-à-dire de répondre à la question ; quelles sont les caractéristiques de la structure et de la dynamique des peuplements et comment évoluent-elles au cours du temps. D'autre part des propositions en matière de gestion sylvicoles de ces cédraie vont être établit.

### **V.2. La structure verticale et horizontale de la cédraie**

**V.2.1. La structure diamétrique spécifique**, ou répartition des tiges par classes de diamètre, est établie en prenant en compte tous les individus, de l'espèce cèdre. Elle est porteuse d'information sur la stabilité (équilibre) du peuplement. On choisira a priori, pour des raisons pratiques, des classes de taille constante de largeur égale à 5 ou 10 cm.

**V.2.2. La structure verticale** représente la distribution des individus par classes de hauteur. Ce paramètre offre, l'intérêt de pouvoir fournir un indicateur de richesse du site. Pour des raisons de fiabilité des résultats nous avons effectué des mesures de hauteur sur tous les individus présents. La structure verticale obtenue a également fait l'objet d'une description schématique de type profil structural, pour la caractérisation moyenne des peuplements de cèdre en question. En fin, des relations allométriques hauteur / diamètre ont été établis.

### **V.2.3. Relations à hauteur - diamètre**

Étant donné que les études dendrométriques des cédraies du parc national de Belemza sont totalement absentes, nous avons, pour les courbes de relation hauteur-diamètre, utilisé toutes les tiges que nous avons mesurés en raison de l'absence de la banque d'études d'arbres au niveau du

parc national de Belezma. La proportion des répartitions des tiges par catégories de diamètre et de hauteur sont présentés dans les figures 50,53, 54 et 55).

## **VI. Étude bioécologique de la faune**

### **VI.1. Invertébrés**

#### **VI. 1.1. Matériel et méthodes de collecte et d'échantillonnage des invertébrés**

##### **VI. 1.1.1. Méthode qualitative (chasse à vue)**

L'échantillonnage à vue (méthode active) est une excellente technique pour inventorier des espèces de grandes tailles facilement identifiable in situ (Lépidoptères diurnes, Odonates, ...).

Ainsi c'est la technique la plus simple et qui nécessite le moins de connaissances préalables (ZAHRADNIK 1988.).Elle consiste à capturer au niveau du sol les invertébrés directement à la main ou à la pince.

En soulevant des pierres ou des écorces, on peut découvrir de nombreux insectes et autres arthropodes (BENKHELIL, 1992). Dans la plupart des cas, les espèces capturées appartiennent aux classes d'insectes et d'arachnides qui vivent généralement à découvert et parfois sous les pierres (MORDJI, 1989). Nous avons procédé par cette méthode, notamment dans le but d'enrichir notre inventaire et de révéler ainsi la diversité du site en invertébrés.

##### **VI. 1.1.2. Echantillonnage sur et dans le sol**

###### **A- Pièges trappes (pots Barber)**

Pour échantillonner les Arthropodes épigés mobiles, la méthode la plus répandue est le piège à fosse ou piège Barber (Barber, 1931) Ces pièges sont constitués par des boites de toutes nature enterrés (métalliques, plastique.etc) qu'on remplit au trois quarts d'eau savonneuse (LAAMARI, 1991), pour capturer principalement des insectes de moyenne et de grande taille constituée de *Coléoptères Carabidae, Silphidae, Staphylinidae, Aranéides, Opilionides, Diplopodes, Chilopodes, Isopodes, Formicidae*, etc. circulante sur le sol et accidentellement des insectes volants qui viennent se poser à la surface ou y tombent ainsi que des reptiles et des petits mammifères (SI BACHIR, 2007).

Les pièges utilisés dans notre étude sont des gobelets en plastique blancs de 15 cl, de 4.5 cm de diamètre de bas et 6 cm de diamètre de haut et de 8 cm de profondeur. Ces pots sont enterrés dans le sol et remplis au 2/3 d'eau et d'un liquide conservateur (détergent) empêchant les invertébrés piégés de s'échapper et d'y être consommés par leurs prédateurs.

Dans chaque station, un total de neuf pots Barber ont été disposés sur une parcelle homogène de forme carrée et d'une surface de 400 m<sup>2</sup> (LAMOTTE et BOURLIÈRE, 1969). Ces pièges sont enterrés à ras du sol et alignés 3 à 3 sur 3 rangés distantes de 5 m l'une de l'autre (Fig.11).

Ces pièges ne nécessitent pas beaucoup de matériel. Elle permet la capture de toutes les espèces géophiles qui marchent plus qu'elles ne volent aussi bien diurnes que nocturnes. Elle permet d'obtenir des résultats qui peuvent être exploités par différents indices écologiques et des techniques statistiques. Le plus grand inconvénient de cette technique provient des chutes de pluies ou les eaux d'irrigation lorsqu'elles sont trop fortes. Dans ce cas le surplus d'eau finit par inonder les boîtes dont le contenu déborde entraînant vers l'extérieur les arthropodes capturés, on a aussi l'évaporation de l'eau lorsqu'il fait trop chaud.

### **B- Pièges colorés**

Ce type de piège est basé sur l'attraction visuelle des insectes héliophiles et floricoles par les couleurs (Mimétiques des fleurs). Les insectes attirés tombent dans le piège rempli d'un liquide mouillant et conservateur (Bouget et Nageleisen, 2009).

Les pièges sont remplis d'eau additionnée d'un produit mouillant (détergent) (ZHRADNIK, 1988.) Ce dernier permet non seulement de diminuer la tension superficielle de l'eau mais aussi d'agir sur les téguments des insectes et de provoquer la noyade de ceux qui entrent en contact avec le liquide. Ces pièges sont posés sur des pierres (niveau de la strate herbacée).

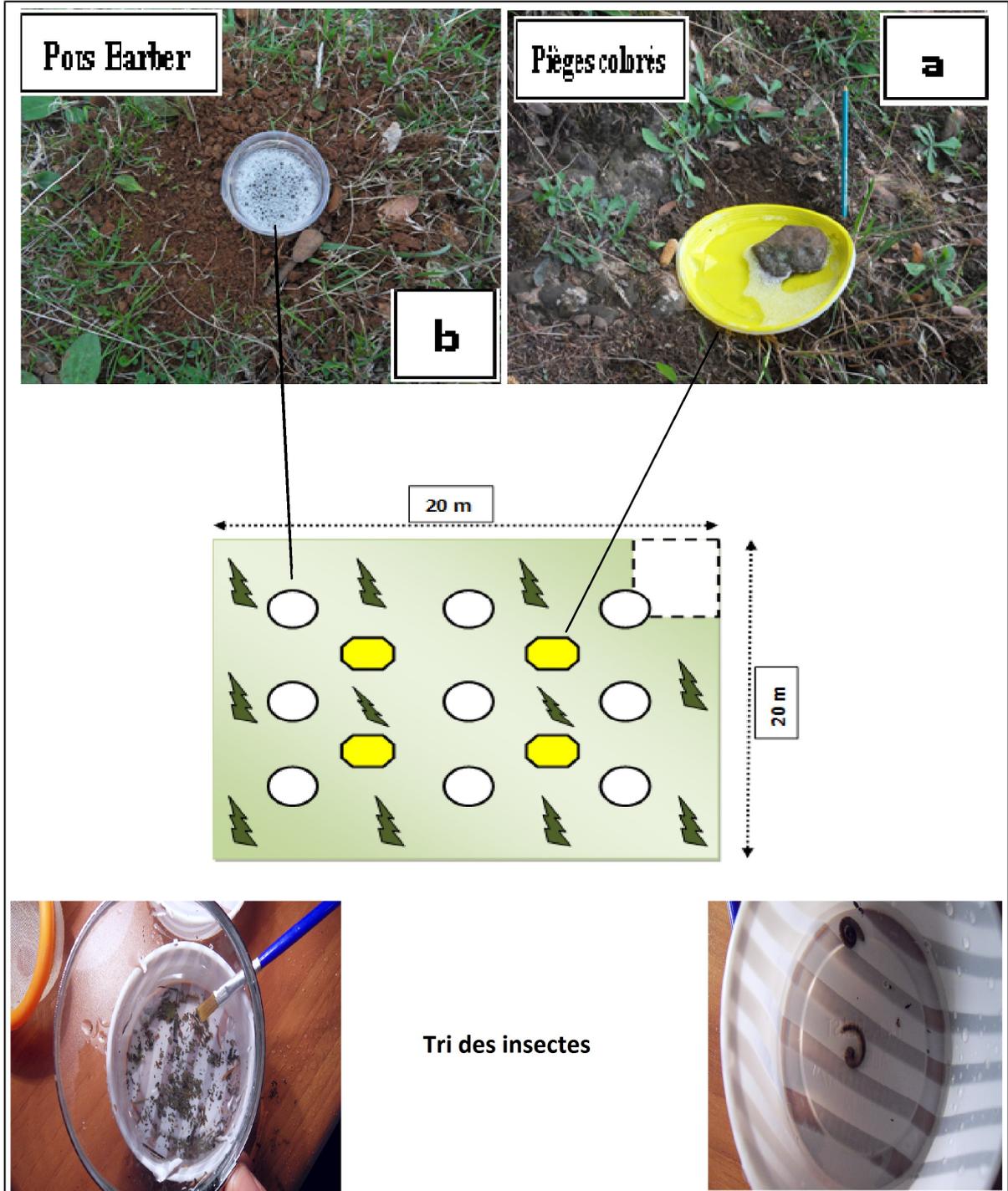
Les insectes qui se posent sur le liquide sont très rapidement tués et coulent pour la plupart, presque instantanément.

Ce moyen de piégeage présente les avantages :

- par la présence d'eau : élément vital recherché par les insectes.
- Le liquide conservateur choisi limite les dangers de manipulation et la nocivité pour la faune et l'environnement
- la viscosité (pour faciliter l'immersion des insectes piégés) ; par sa couleur : le jaune citron étant de beaucoup le plus efficace. La difficulté de récolter le contenu des bacs sans en perdre une partie (LHOIR et al., 2003). Les bacs sont parfois renversés ou même arrachés du sol. Dernier inconvénient, en fin de saison, la quantité de feuilles dans les bacs rend la récolte plus difficile encore.

### **C- Pose et récolte des pièges**

Les pièges sont récoltés tous les 15 jours. Cette fréquence de récolte semble un bon compromis pour espérer capturer le maximum d'espèces tout en minimisant le temps de récolte (Parmain, 2010). Le contenu du flacon récepteur de chaque piège est vidé individuellement dans un tamis à mailles fines et transféré dans un sachet à fermeture étanche préalablement étiqueté, localisé et daté. L'ensemble des échantillons est ensuite apporté au laboratoire.



**Figure 11**– Disposition des pièges trappes (b) et des pièges colorés(a) dans les différentes stations et Méthode de collecte des invertébrés capturés

#### D- Durée et périodicité du piégeage

Martikainen et Kaila (2004) ont démontré que plus de 75 % des espèces communes capturées sur 10 années de piégeage étaient capturées dès les 3 premières années, alors que la détection des espèces rares est beaucoup plus lente. Un échantillonnage sur une durée de 3 années consécutives est donc

un strict minimum pour avoir un bon aperçu de la faune d'un site. De même, Bouget (2008) a démontré que le maximum de richesse globale est atteint lors d'un piégeage continu centré sur la période d'activité maximale (juin) et qu'une période de 3 mois consécutifs (mai-juin-juillet) donne en moyenne les meilleurs résultats. Le dispositif d'échantillonnage sera donc mis en place entre fin avril et le mi mai selon l'altitude et la latitude (une mise en œuvre précoce est préférable en région méditerranéenne) pour se terminer entre fin juillet et début août, soit 7 récoltes consécutives.

### **E- Contraintes de l'étude**

Plusieurs problèmes ont été rencontrés pendant l'application de cette méthode. Les pluies parfois torrentielles et en particulier lorsque ils sont trop fortes, le contenu des pots déborde entraînant ainsi les arthropodes piégés à l'extérieur. La présence surtout du sanglier et la fréquentation de la région d'étude par la population et par les bergers, les pièges se trouvent parfois déplacés ou carrément détruits.

### **VI. 1.1.3. Méthodes de tri et d'identification**

Dès réception au laboratoire, les échantillons sont soit traités immédiatement soit mis en attente dans un congélateur jusqu'à leur traitement. Les insectes récoltés lors de chaque sortie sont triés au niveau du laboratoire. Les échantillons sont lavés et débarrassés des débris divers (feuilles, rameaux, bourgeons, etc..), puis de les étaler sur papier absorbant et les laisser à l'air pour dessécher. Ils sont ensuite triés selon l'ordre taxonomique ; ainsi Les insectes de petites tailles et surtout ceux appartenant aux hyménoptères sont mis dans des tubes à essai contenant de l'alcool 70° pour les conserver tandis que les coléoptères sont conservés à sec et placés soit dans des tubes à essai ou dans des boites de Pétri contenant une petite boule de naphtaline afin de les préserver pour les identifications.

A l'aide d'une loupe binoculaire ; les identifications sont soit réalisées par nos soins, soit par un réseau de spécialistes reconnus en fonction de leurs disponibilités. Elles sont réalisées à l'aide de la comparaison aux collections déjà en place et à la consultation de clés et des guides d'identification suivants : PERRIER (1961, 1963 et 1964), HELGARD (1984), D'AGUILAR et al. (1985), ZHRADNIK (1988), CARTER et HARGREAVES (1988), DORST (1990), LERAUT (1992), AUBER (1999) et BERLAND (1999 a et 1999 b).

Les espèces d'insectes sont identifiées à la famille ou à l'espèce lorsque les compétences le permettent.

Les pièges jaunes sont installés à raison de 4 pièges par station. Les bacs jaunes, sont placés à rayon de 5m de chaque piège à raison de 6 bacs par station.

## **VI.1. Vertébrés**

### **VI.1.2. Reptiles**

Cette catégorie d'animaux est très difficile à capturer en absence de pièges appropriés. A cet effet, durant nos sorties sur terrains nous avons rencontré des spécimens vivants et d'autres morts (Fig 45). Ainsi nous avons trouvé des mues de serpents et nous nous sommes référées aux spécialistes du domaine et aux études d'inventaire réalisées dans les cédraines du parc ainsi les résultats d'enquêtes réalisées auprès des cadres du parc national de Belezma.

### **VI.1.3. Oiseaux**

L'objectif de cette étude était d'obtenir un état des lieux du peuplement avifaunistique forestier avec un accent particulier sur les espèces patrimoniales.

Le suivi des oiseaux est effectué par la technique « d'indice kilométrique d'Abondance » (I.K.A.), couramment utilisée en Ornithologie. Cette méthode, dérivée de celles dites des lignes transects, a été mise au point par Ferry et Frochot (1958). Elle permet, dans un milieu suffisamment homogène, d'obtenir une abondance relative spécifique pour chaque espèce d'oiseau observée par rapport à une unité de distance, le kilomètre en l'occurrence. On obtient ainsi un Indice Kilométrique d'Abondance pour chaque espèce, qui a donné son nom à la méthode (IKA dans le jargon ornithologique). Le principe de cette méthode est simple : l'observateur parcourt à une vitesse constante de l'ordre de 1 km/heure, un itinéraire de longueur déterminée établi de manière à ce que la visibilité soit optimale et qu'il traverse la zone de manière représentative, et note tous les contacts visuels ou auditifs qu'il a avec les oiseaux.

L'itinéraire choisi dans notre étude comprend le trajet entre un point A (un arbre repéré par un ruban) jusqu'à un point B. La distance entre ces deux points est de 1km parcouru généralement en 1 heure en aller-retour au cours du mois de mars et d'avril dans chaque station.

Lors de l'application de cette méthode sur terrain, nous nous sommes équipés d'une paire de jumelle qui nous a permis d'observer les espèces. La présence de Mr. BENSASSI Mohamed

(fonctionnaire au département "animation et information" au parc national Belezma) nous a été d'une grande utilité dans la reconnaissance immédiate des espèces aviaires aussi bien pour les passereaux que pour les rapaces.

Cette méthode rend compte du nombre d'individus noté par l'observateur selon un itinéraire de 100 m environ (dans notre cas la distance totale parcourue étant de 1 km en 1 heure) par rapport au nombre total d'observations. Soit,

**N<sub>i</sub>** : le nombre total d'individus contactés de l'espèce *i*.

**Y** : est le nombre total de contacts.

L'indice kilométrique d'abondance de l'espèce *i* est alors égal à :

$$IA = N_i/Y \times 100 \quad (\text{BAIZE, 1988})$$

Cet indice, nous permet d'avoir une idée générale sur les espèces les plus abondantes et les moins abondantes dans notre milieu.

#### **VI.1.4. Mammifères**

Pour certaines espèces de mammifères on a basé pour leur identification sur l'observation directe sur terrain ou par l'identification de leurs empreintes, de leurs excréments laissés sur place ossements, cadavres ou encore les habitats caractéristiques (indice de présence). Nous nous sommes contentés d'adapter la méthode d'observation directe sur terrain avec l'utilisation d'un guide intitulé "guide des traces d'animaux" (BANG et DAHLSTROM, 1987), pour faciliter la détermination des traces de quelques espèces. Cependant, bien que ces méthodes indirectes soient très utiles, il convient tout de même de les utiliser avec précaution car le pouvoir discriminant des indices recueillis s'estompe avec le temps et le changement de conditions environnementales (Marchesi et al, 2008).

En outre, les pots barber nous ont permis occasionnellement la capture de petits mammifères, notamment des petits rongeurs, aussi nous nous sommes également basés sur des enquêtes réalisées auprès des cadres de la direction du parc national de Belezma .

### **VI. 2. Exploitation des résultats par des indices écologiques**

#### **VI. 2.1. Qualité de l'échantillonnage**

Elle est déterminée par le rapport du nombre des espèces contactées une seule fois et en un seul exemplaire (a) au nombre total de relevés (R). Le rapport (a/R) permet de savoir si la qualité de l'échantillonnage est bonne. Où plus a/R est petit, plus la qualité de l'échantillonnage est meilleure (BLONDEL, 1979 ; RAMADE, 2009).

### **VI. 3. Application d'indices de structure et d'organisation**

#### **VI. 3. 1. Fréquence en nombre**

La fréquence centésimale (Fc) représente l'abondance relative et correspond au pourcentage d'individus d'une espèce (ni) par rapport au total des individus recensés (N) d'un peuplement. Elle peut être calculée pour un prélèvement ou pour l'ensemble des prélèvements d'une biocénose (DAJOZ, 1985).

$$Fc = ni/N \times 100$$

#### **VI. 3. 2. Constance ou indice d'occurrence**

La constance (C) est le rapport du nombre de relevés contenant l'espèce étudiée (Pi) au nombre total de relevés (P) exprimé en pourcentage (DAJOZ, 1985).

$$C(\%) = Pi/P \times 100$$

BIGOT et BODOT (1973), distinguent des groupes d'espèces en fonction de leur fréquence d'occurrence :

- Les espèces constantes sont présentes dans 50% ou plus des relevés effectués.
- Les espèces accessoires sont présentes dans 25 à 49% des prélèvements.
- Les espèces accidentelles sont celles dont la fréquence est inférieure à 25 %.
- Les espèces très accidentelles qualifiées de sporadiques, ont une fréquence inférieure à 10 %.

#### **VI. 3. 3. Analyse de similitude (Indice de Sorensen)**

Afin de pouvoir statuer sur la similitude ou la différence existante dans la composition du peuplement des invertébrés dans l'espace d'une part et dans le temps d'autre part, nous avons calculé l'indice de Sorensen ou le coefficient de similitude de Sorensen (Qs) (MAGURRAN, 1988) :

$$Q_s = 2C / (a + b) \times 100$$

*a* : Nombre d'espèces proies mentionnées dans le premier échantillon ;

*b* : Nombre d'espèces proies décrites dans le deuxième échantillon ;

*C* : Nombre d'espèces proies recensées simultanément dans les deux échantillons.

Nous avons utilisé ce coefficient pour comparer la composition spécifique de la faune des deux stations.

Plus les valeurs de ce coefficient sont proches de 100 plus les deux stations comparées sont qualitativement semblables.

#### **VI. 3.4. Application d'indices de diversité des peuplements**

La diversité des peuplements vivants s'exprime généralement par la richesse spécifique totale qui est le nombre total (**S**) d'espèces dans un biotope et la richesse moyenne (**S<sub>m</sub>**) qui est la moyenne du nombre d'espèces observées dans une série de prélèvements. Elle peut être également représentée par des indices différents.

##### **VI. 3.4. 1. Richesse spécifique totale**

La richesse spécifique totale (**S**) est le nombre d'espèces contractées au moins une seule fois au terme de **N** relevés effectués. L'adéquation de ce paramètre à la richesse réelle est d'autant meilleure que le nombre de relevés est plus grand (BLONDEL, 1975 ; MAGURRAN, 2004).

##### **VI. 3.4. 2. Richesse spécifique moyenne**

La richesse spécifique moyenne (**S<sub>m</sub>**) est utile dans l'étude de la structure des peuplements. Elle est calculée par le nombre moyen d'espèces présentes dans un échantillon (RAMADE, 1984) :

$$S_m = \text{nombre total d'espèces recensées lors de chaque relevé} / \text{nombre de relevés réalisés}$$

##### **VI. 3.4. 3. Indice de diversité de SHANNON**

L'indice de diversité de SHANNON dérive d'une fonction établie par SHANNON et WIENER qui est devenue l'indice de diversité de SHANNON. Il est parfois, incorrectement appelé indice de SHANNON –WEAVER (KREBS, 1989 ; MAGURRAN, 1988). Cet indice, symbolisé par la lettre **H'**, fait appel à la théorie de l'information. La diversité est fonction de la probabilité de présence de

chaque espèce dans un ensemble d'individus. La valeur de  $H'$  représentée en unités binaires d'information ou bits est donnée par la formule suivante (MAGURRAN, 1988) :

$$H' = - \sum P_i \log_2 P_i$$

Où :  $P_i$  représente le nombre d'individus de l'espèce  $i$  par rapport au nombre total d'individus recensés ( $N$ ) :

$$P_i = n_i/N$$

Cet indice renseigne sur la diversité des espèces d'un milieu étudié. Lorsque tous les individus appartiennent à la même espèce, l'indice de diversité est égal à 0 bits. Selon MAGURRAN (1988), la valeur de cet indice varie généralement entre 1,5 et 3,5. Il dépasse rarement 4,5. Cet indice est indépendant de la taille de l'échantillon et tient compte de la distribution du nombre d'individus par espèce (DAJOZ, 1985).

#### VI. 3.4. 4. Indice d'équirépartition des populations (équitabilité)

L'indice d'équitabilité ou d'équirépartition ( $E$ ) est le rapport entre la diversité calculée ( $H'$ ) et la diversité théorique maximale ( $H'_{max}$ ) qui est représentée par le  $\log_2$  de la richesse totale ( $S$ ) (BLONDEL, 1979).

$$E = H'/H'_{max}$$

**Ou :  $H'$  est l'indice de Shannon**

$$H'_{max} = \log_2 S$$

Cet indice varie de zéro à un. Lorsqu'il tend vers zéro ( $E < 0,5$ ), cela signifie que la quasi-totalité des effectifs tend à être concentrée sur une seule espèce. Il est égal à 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance (BARBAULT, 1981).

#### VI. 4. Exploitation des résultats par des analyses statistiques

Les traitements statistiques des données sont faits par le logiciel XLSTAT 2010 (XLstat, 2010).

#### **VI. 4. 1. Test de corrélation**

Le coefficient de corrélation ( $r$ ) est calculé pour établir l'existence d'un lien entre une variable indépendante quantitative ( $X$ ) et une autre variable dépendante quantitative ( $Y$ ) (LEGENDRE et LEGENDRE, 1979, 1998). Il est appliqué pour tester l'existence d'un lien entre les effectifs saisonniers chez les insectes. La signification de la corrélation est déterminée pour un seuil alpha égal à 5%.

#### **VI. 4. 2. Classification ascendante hiérarchique (CAH)**

La CAH organise les observations, définies par un certain nombre de variables et de modalités, en les regroupant de façon hiérarchique (LEGENDRE et LEGENDRE, 1998).

L'application de la CAH pour les effectifs des peuplements d'insectes a pour objectif de regrouper de façon hiérarchique les strates échantillonnées en groupes homogènes afin de déterminer les similitudes spatiales des effectifs des espèces. Les liens hiérarchiques apparaissent sur un dendrogramme. La CAH est aussi appliquée afin de faire ressortir des groupes homogènes pour les différents types de pièges.

# **Chapitre IV**

## **Résultats**

## Chapitre IV : Résultats

### 1. Dynamique saisonnière des caractères pédologiques

L'exploitation des résultats des analyses pédologiques nous a permis de caractériser la texture des sols étudiés ainsi que l'évolution saisonnière des paramètres physicochimiques du sol dans les six stations échantillonnées. Ces données sont représentées dans les tableaux suivants (Tableaux 21, 22, 23, 24, 25 et 26).

#### 1-1 Variation saisonnière des caractéristiques physicochimiques des sols dans les Cédraies de Oued El Ma et Oued El Chaâba

Tableau 21- Analyses physicochimique du profil n°1 : Station Boumerzoug

	Station 1, Dj Boumerzoug : Profil 1											
	H1			H2			H3			H4		
Saison	Aut	Hiv	Pri	Aut	Hiv	Pri	Aut	Hiv	Pri	Aut	Hiv	Pri
Profondeur	0-16			16-27			27-47			47-72		
A	63			49			66			53		
LF	23			16			10			5		
LG	2.37			24.27			5.63			36.16		
SF	7.71			6.96			15.84			2.19		
SG	3.92			3.77			2.53			3.65		
Texture	Argileuse			Argileuse			Argileuse			Argilo-limoneuse		
M.O	9.54	9.8	9.85	5.53	5.64	5.67	5.41	5.5	5.62	2.21	2.32	2.33
C%	5.55	5.70	5.73	4.22	4.28	4.30	4.15	4.20	4.27	1.29	1.35	1.36
N%	0.43	0.44	0.47	0.19	0.21	0.23	0.19	0.22	0.25	0.16	0.19	0.23
C/N%	12.90	12.95	12.19	16.94	15.61	14.34	16.57	13.63	13.08	9.92	7.10	5.91
Ph eau	7.7	7.9	7.1	8	8.2	7.5	8.1	8.5	7.7	7.7	8.1	7.3
Ph Kcl	6.1	7.7	6	6.3	6.9	6.1	7	7.5	6.9	7.1	7.6	7
CACO3	1.59	1.39	1.65	22.9	20.6	23.9	28.33	25.4	30.1	22.9	19.5	24.5
P2O2 ppm	5.11	5	5.85	2.01	1.9	2.6	1.39	1.45	1.70	1.12	1.50	1.3
Ca <sup>++</sup>	31.7	30.5	29.3	25.1	26	24.2	18.7	15	16.3	11.9	13.5	12.5
Mg <sup>++</sup>	14.7	15.1	16.3	11.4	12.3	12.8	8.2	9.1	8.9	8.9	7.9	7.5
K <sup>+</sup>	4.3	4	3.9	1.1	1.5	1.5	0.7	1	0.9	1	1.2	1.3
Na <sup>+</sup>	1.7	1.4	1.2	0.7	0.9	1	0.5	0.7	0.9	0.6	0.8	0.5
S	52.3	53.8	50	39.7	40.9	37	27.9	30.2	31	22.9	20.9	22
T	61.9	65	64.1	43.3	42	40.1	34.2	38.6	35.2	31.1	33.2	32.5
S/T%	84.49	82.76	78	91.68	97.38	92.26	81.57	78.23	88.06	73.63	62.95	67.69
CE mmohs/cm	0.33	0.29	0.25	0.24	0.28	0.31	0.19	0.23	0.21	0.22	0.19	0.27
Densité app g/cm <sup>3</sup>	1.05	1	0.9	1.01	0.9	1.2	1.13	1.12	1	1.18	1.23	1.2
Densité réelle g/cm <sup>3</sup>	2.15	1.9	2	2.13	2	2	2.45	2.17	2.7	2.28	2.13	2.15
Porosité en %	52	48	55	53	55	40	47	49	63	49	43	45

### 1.1.1. Description du sol du profil n°1:

0-2cm : Horizon organique, matière organique en décomposition, peu humide, faible réaction à l'HCl

0-16cm : Texture argileuse, structure en grumeaux, racines abondantes, forte réaction à l'HCl

16-27 cm : Texture argileuse, présence de racines fines, forte réaction à l'HCl

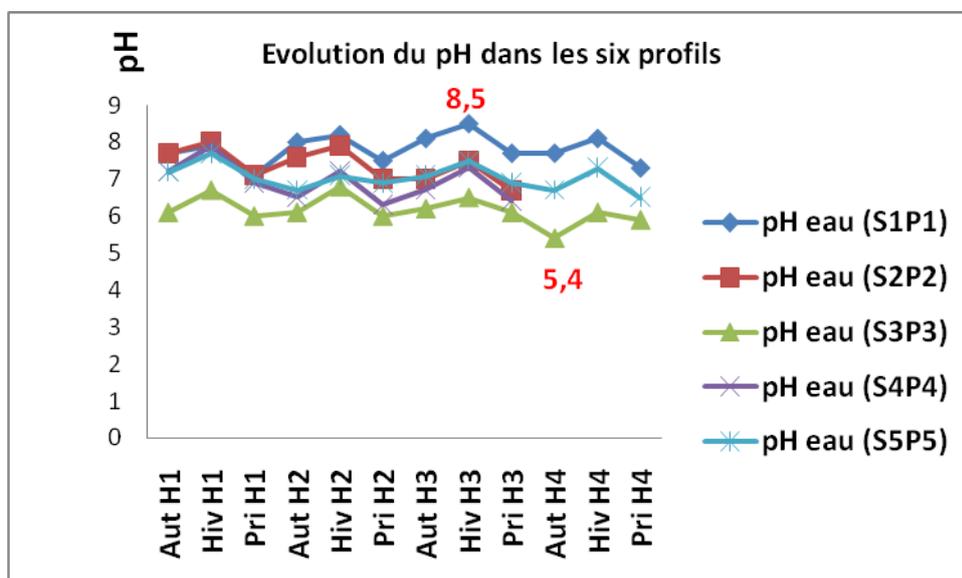
27-47 cm : Texture argileuse, présence de racines fines, forte réaction à l'HCl

47-72 cm : Texture argilo-limoneuse, présence de racines fines, forte réaction à l'HCl

**Type de sol** : sol rendzine brunifié presque totalement décalcarisé près de la surface.

Le sol du profil n°1 de Dj Boumerzoug est développé sur calcaire, marneux Il est de type ABC. Il est caractérisé par la présence d'une structure grumeleuse et une texture de type Argileuse a argilo-limoneuse en profondeur. Les teneurs en calcaire totale sont élevées.

Les taux de pH les plus élevés sont signalés en hiver et en surface du sol pour les six stations avec une variation saisonnière faiblement marquée (Fig. 12).



**Figure 12-** Variation spatio-temporelle du pH du sol des Cédraies de d'Oued El chaâba et d'Oued El Ma. (Stations S1, S2 (Dj Boumerzoug), Stations S3, S4 (Dj Touggurt, StationsS5, S6 (Dj Bordjem)

Tableau 22- Analyses physicochimique du profil n°2 : Station Boumerzoug

Station 2, Dj Boumerzoug : Profil 2												
	H1			H2			H3			H4		
Saison	Aut	Hiv	Pri									
Profondeur	0-7			7-24			24-36			36-72		
A	48			69			61			61		
LF	20			8.6			3			29		
LG	6.76			12.69			27.91			4.83		
SF	2.94			3.39			3.39			4.44		
SG	22.30			5.72			4.70			1.93		
Texture	Argileuse			Argileuse			Argileuse			Argileuse		
M.O	10.11	10.14	10.23	6.27	6.36	6.51	3.92	4	2.24	1.49	1.54	1.58
C%	5.88	5.90	5.95	4.65	4.70	4.79	2.28	2.33	2.47	0.87	0.90	0.92
N%	0.43	0.45	0.47	0.27	0.32	0.37	0.19	0.25	0.32	0.17	0.20	0.25
C/N%	13.67	13.11	12.65	13.51	11.56	10.24	12	9.32	7.71	5.11	4.5	4.68
Ph eau	7.7	7.9	7.5	7.9	8.2	7.4	7.7	8.1	7.5	8.3	8.5	7.9
Ph Kcl	6.1	6.7	6	6.1	6.7	6	6.3	6.9	6.1	6.6	7.1	6.2
CACO3	2.07	1.8	2.9	8.69	7.8	9.3	17.99	15.6	19.2	22.98	20.9	24.3
P2O2 ppm	2.90	2.5	2.1	2.01	1.8	2.3	1.13	0.9	1.3	1.11	0.98	1.4
Ca <sup>++</sup>	19.1	18.2	17.9	23.1	21.3	21.3	19.5	17.5	18.5	9.99	10.23	10.2
Mg <sup>++</sup>	13.5	12.5	11.59	8.1	9	9.3	4.9	4.9	4.2	7.1	6.8	7
K <sup>+</sup>	2	2.1	2	1.5	1.9	2	0.4	0.7	0.9	1.3	1	1.3
Na <sup>+</sup>	0.8	0.9	1	0.7	0.9	1.2	0.5	0.6	0.8	0.3	0.5	0.6
S	34.9	37	36	32.9	31.2	29	25.2	23.9	21.3	18.9	20.1	21.3
T	64.8	60.5	57.6	59.1	57.4	55.2	45.9	42.9	44.1	37.8	33.9	36.2
S/T%	53.85	61.15	62.5	55.66	54.35	52.53	54.90	55.71	48.29	50	59.29	58.83
CE mmohs/cm	0.26	0.25	0.29	0.26	0.24	0.29	0.25	0.21	0.26	0.18	0.18	0.22
Densité app g/cm <sup>3</sup>	1.15	1.1	0.9	1.04	0.95	1.2	1.13	1.12	1.05	1.10	1.23	1.12
Densité réelle g/cm <sup>3</sup>	2.19	1.74	2.2	2.22	2.05	2.4	2.36	2.27	2.3	2.19	2.07	2.23
Porosité en %	48	37	59	54	42	50	47	54	55	52	46	50

### 1.1.2. Description du sol du profil n°2:

A0 : Litière : brindilles, aiguilles genévrier et cèdre, branches

0-2cm A0- Litière en décomposition

0-7 cm Texture argileuse, structure meuble, sol sec, taux de gravier 20%, réaction faible à l'Hcl.

7-24 cm Texture argileuse, structure en grumeaux, présence de racines, 30% de cailloux.

24-36 cm Texture argileuse, structure compacte, présence de racines, réaction à l'Hcl forte.

36-72 cm Texture argileuse, structure compacte, présence de racines, humidité faible, forte réaction à l'Hcl.

**Type de sol** : sol Rendzine brunifié.

La teneur en argile est très élevée dans tous les horizons, le sol du profil est de type ABC. Le sol est caractérisé par une texture argileuse dans tout le profil. Dans sa partie supérieure, c'est la fraction de limon fin qui prédomine ; tandis que, sa partie inférieure se caractérise par l'accumulation de limon grossier. Le phénomène de décarbonatation est traduit par la présence dans sa partie supérieure de seulement une moyenne de 2.25 à 8.59 % de calcaire.

Tableau 23- Analyses physicochimique du profil n°3 : Station Touggurt

Station 3, Dj Touggurt : Profil 3									
	H1			H2			H3		
Saison	Aut	Hiv	Pri	Aut	Hiv	Pri	Aut	Hiv	Pri
Profondeur	0-8			8-17			17-69		
A	31			32			54		
LF	10			5			22		
LG	46.68			40.93			1.21		
SF	1.70			2.46			19.99		
SG	12.94			19.51			2.80		
Texture	Limon- Argileuse			Limon- Argileuse			Argilo- Limoneuse		
M.O	6	6.10	5.88	4.19	4.27	4.59	4.06	4.23	4.35
C%	4.49	4.55	4.42	2.44	2.60	2.67	1.78	1.88	1.95
N%	0.30	0.36	0.31	0.17	0.21	0.19	0.10	0.13	0.15
C/N%	11.63	9.86	11.03	14.35	12.38	14.05	17.8	14.46	13
Ph eau	7.7	8	7.1	7.6	7.9	7	7	7.5	6.7
Ph Kcl	5.9	6.7	5.8	6.1	6.8	6	5.7	6.4	5.5
CACO3	0.70	0.56	0.79	0.16	0.12	0.21	0.17	0.13	0.23
P2O2 ppm	4.39	4.1	4.5	4.69	4.82	4	2.38	2.53	2.8
Ca <sup>++</sup>	29.1	27.3	25.6	26.9	25	23.9	21.7	23.2	25.1
Mg <sup>++</sup>	15.8	17.3	16	13.3	14	13.2	9.3	8.5	8.6
K <sup>+</sup>	4.7	4.3	2.5	2.9	4.2	2.7	1	1.2	1.2
Na <sup>+</sup>	2.4	2.3	1.9	1.8	2	1.9	1.2	0.9	1.1
S	51.5	49.3	53	43.9	45.9	45.4	32.1	35	35.9
T	67.1	68.1	65.3	49.8	50.6	51.2	43.8	40.8	44.5
S/T%	76.75	72.39	81.16	88.15	90.71	88.67	73.28	85.78	80.67
CE mmohs/cm	0.40	1.34	0.41	0.39	0.32	0.40	0.27	0.22	0.31
Densité app g/cm <sup>3</sup>	0.92	0.88	0.79	1.13	1.10	1.25	1.63	1.52	1.68
Densité réelle g/cm <sup>3</sup>	1.86	1.74	1.81	2.17	2.40	2.10	2.32	2.35	2.37
Porosité en %	57	50	57	48	55	41	30	36	30

### 1.1.3. Description du sol du profil n°3:

A0 : Litière : rameaux, branches, aiguilles de genévrier et cèdre en décomposition

0-8 cm : Texture limono-argileuse, sol de couleur brun, horizon humide, présence de racines, structure meuble, réaction négative à l'Hcl.

17-69cm : Texture argilo-sableuse, horizon de couleur brun et rougeâtre, présence de racines, réaction négative à l'Hcl.

Type de sol : Brun fersialitique

Tableau 23- Analyses physicochimique du profil n°4 : Station Touggurt

Station 4, Dj Touggurt : Profil 4												
	H1			H2			H3			H4		
Saison	Aut	Hiv	Pri									
Profondeur	0-11			11-25			25-55			55-79		
A	38			23			50			47		
LF	6			17			5			5		
LG	47.46			51.20			40.80			44.60		
SF	3.37			4.33			2.29			1.95		
SG	5.17			4.47			1.91			1.45		
Texture	Limono-argileuse			Limono-argileuse			Argilo-limoneuse			Argilo-limoneuse		
M.O	7.89	7.74	7.94	5.14	4.95	5.05	4.93	4.04	4.04	2.76	2.66	2.80
C%	4.59	4.50	4.62	2.99	2.88	2.94	2.29	2.35	2.35	1.61	1.55	1.63
N%	0.41	0.44	0.42	0.27	0.28	0.32	0.19	0.20	0.19	0.15	0.14	0.15
C/N%	11.19	10.22	11	11.07	10.28	9.18	12.05	11.75	12.36	10.73	11.07	10.86
Ph eau	7.3	7.9	7	7.3	7.6	7.1	7.3	7.8	6.9	7.2	7.5	6.8
Ph Kcl	6.1	6.7	6	6.1	6.8	6	6.2	6.5	6.1	5.4	6.1	5.9
CACO3	1.78	1.6	2	1.69	1.5	1.86	2.55	2.1	2.85	0.19	0.12	0.26
P2O2 ppm	5.65	5.48	5.2	4.97	5.1	3.6	4.40	4.2	4.8	3.7	4.2	3.2
Ca <sup>++</sup>	28.9	27	25.9	29.8	30.1	29.9	23.8	25.3	25	17.9	19.8	19
Mg <sup>++</sup>	14.2	13.9	15	11.8	11	13.2	9.7	10.2	10.2	7.3	6.9	8.6
K <sup>+</sup>	1.7	1.5	1.8	0.9	1.1	0.8	1.3	1.1	1.5	1.5	1.2	1.1
Na <sup>+</sup>	0.6	0.7	0.6	0.7	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.7
S	44.8	50.2	50.9	43.9	45.3	42.3	34.7	30.9	33.2	25.9	27.1	27.2
T	64.9	64.5	66.3	51.8	49.8	48.6	40.1	39.9	42.9	33	35.2	36.8
S/T%	69.02	77.82	76.77	84.74	90.96	87.03	86.53	77.44	83.20	78.48	76.98	73.91
CE mmohs/cm	0.04	0.03	0.09	0.37	0.32	0.37	0.33	0.29	0.35	0.32	0.25	0.29
Densité app g/cm <sup>3</sup>	1.24	1.29	1.28	1.36	1.40	1.38	1.32	1.29	1.27	1.39	1.36	1.32
Densité réelle g/cm <sup>3</sup>	2.15	2.14	2.10	2.20	2.19	2.12	2.40	2.35	2.29	2.40	2.31	2.25
Porosité en %	40	40	39	39	37	35	43	46	45	38	42	42

#### 1.1.4. Description du sol du profil n°4:

A00 : Litière : brindilles, rameaux, aiguilles genévrier et cèdre, branches en décomposition

0-11cm Texture limon-argileuse, 15 % de cailloux, horizon humide réaction négative à l'Hcl

11-25 cm Texture limon-argileuse, taux de cailloux 17%, un peu humide, pas de réaction à l'Hcl.

25-55 cm Texture argilo-limoneuse, structure en grumeaux, très forte présence de racines, horizon humide, réaction négative à l'Hcl.

55-79 cm Texture argilo-limoneuse, présence de cailloux, présence de racines, présence de cailloux, réaction négative à l'Hcl.

**Type de sol** : Brun fersiallitique

Ces deux profils sont faiblement calcaires. Dans la partie supérieure de ce profil on observe seulement moyenne de 0.68 %. Ce sol est de type ABC. Le milieu est alcalin du fait d'une remontée des basses par voie capillaire. Ces profils sont formés sur limono-argileux. D'une manière générale les horizons supérieurs sont moins épais du sans doute de la forte érosion qu'a subi ces sols (tableau 23.). Dans la partie inférieure des deux profils, la teneur en argile, est très importante. L'argile étant lessivée, on est en présence d'un maximum de limon grossier, dans la partie supérieure des profils.

Tableau 24- Analyses physicochimique du profil n°5 : Station Bordjem

	Station 5, Dj BordjemTouggurt : Profil 5								
	H1			H2			H3		
Saison	Aut	Hiv	Pri	Aut	Hiv	Pri	Aut	Hiv	Pri
Profondeur	0-10			10-45			45-88		
A	33			30			29		
LF	2			2			9		
LG	12.11			11.02			8.96		
SF	46.18			49.08			39.02		
SG	6.11			7.85			14.02		
Texture	Argilo-sableuse			Argilo-sableuse			Argilo-sableuse		
M.O	10.32	10.83	11.18	4.07	2.92	4.11	1.89	2.06	2.21
C%	6	6.3	6.5	1.79	1.70	1.81	1.1	1.2	1.29
N%	0.43	0.40	0.39	0.19	0.20	0.22	0.15	0.17	0.19
C/N%	13.95	15.75	16.66	9.42	7.72	8.22	7.33	7.05	6.78
Ph eau	7.2	7.9	6.9	6.5	7.2	6.3	6.7	7.3	6.4
Ph Kcl	6.3	6.7	6	5.1	5.8	5	5.4	5.9	5.1
CACO3	0.35	0.29	0.52	0.20	0.15	0.26	1.79	1.3	1.95
P2O2 ppm	6.26	6.3	7.1	1.4	1.2	1.12	1.15	1.32	1.41
Ca <sup>++</sup>	22.1	20.1	23	19.9	21	19.1	18.1	16.9	16.9
Mg <sup>++</sup>	9.5	10.2	10.3	7.9	7.6	8.2	6	5.9	7.1
K <sup>+</sup>	1.2	1	0.8	1	1	1.1	0.7	0.9	0.9
Na <sup>+</sup>	0.9	1.1	0.8	0.8	0.8	0.9	0.5	0.4	0.6
S	33.9	42.9	35.6	29.9	35.2	35.5	26.1	23.8	24.1
T	61.1	60.1	62	45.9	44.8	44.1	37.3	38.5	38.5
S/T%	55.48	71.38	57.41	65.14	78.57	80.49	69.97	61.81	62.59
CE mmohs/cm	0.31	0.28	0.35	0.17	0.15	0.20	0.09	0.07	0.1
Densité app g/cm <sup>3</sup>	0.76	0.80	0.82	1.48	1.52	1.54	1.65	1.70	1.69
Densité réelle g/cm <sup>3</sup>	2.04	2	2.06	2.34	2.29	2.37	2.51	2.61	2.54
Porosité en %	63	60	61	37	34	36	24	35	36

**1.1.5. Description du sol du profil n°5:**

A00 : Litière : brindilles, rameaux, aiguilles genévrier et cèdre, branches en décomposition  
 0-10cm très humifère, abondance racines fines, transition nette, réaction négative à l'Hcl

10-45 cm Couleur brun rougeâtre foncée, Texture limon-argileuse avec du sable, taux de cailloux 35%, humide, pas de réaction à l'Hcl, aéré avec la présence de racines.

45-88 cm Texture limono sableuse, présence de racines fines, humide, réaction négative à l'Hcl.

**Type de sol** : Brun eutrophe sur grès.

Le profil n° 5 ; est de type ABC, avec des teneurs en sables fins et argiles plus importantes dans tout le profil. il est dominé par la présence dans tous les horizons des teneurs élevées en sables fins et argiles. Notre sol est un sol brun eutrophe, riche en matière organique et saturé en bases échangeables, profond et fertile.

Tableau 25- Analyses physicochimique du profil n°6 : Station Bordjem

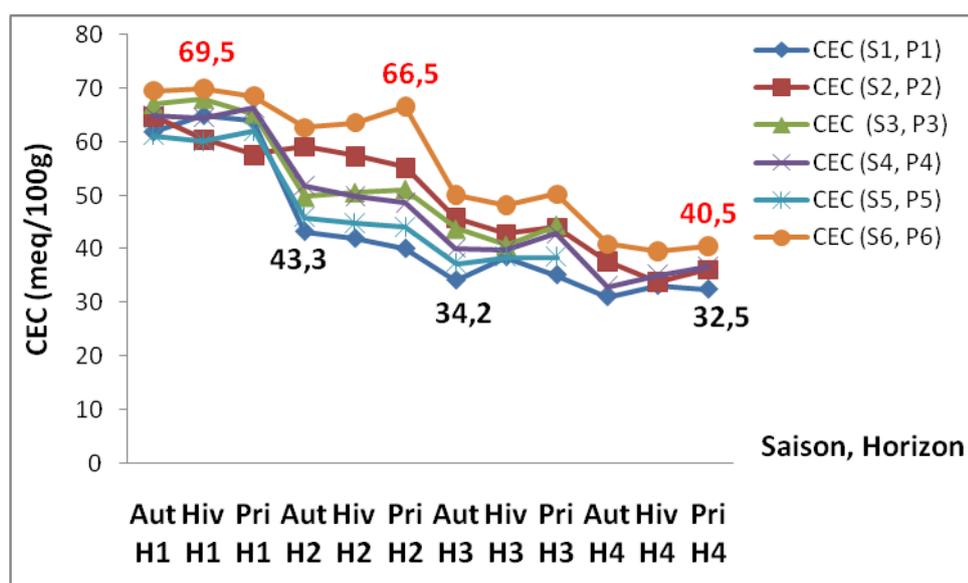
Station 6, Dj Bordjem Touggurt : Profil 6												
Saison	H1			H2			H3			H4		
	Aut	Hiv	Pri									
Profondeur	0-5			5-21			21-37			37-89		
A	45			59			43			57		
LF	19			11			7			21		
LG	2.7			2.42			29.13			16.11		
SF	31.98			24.96			1.59			4.87		
SG	1.32			4.62			19.28			1.02		
Texture	Argileuse			Argileuse			Argileuse			Argileuse		
M.O	9.61	9.54	10.16	9.13	9.32	9.46	4.76	4.83	4.95	4.04	4.23	4.23
C%	5.59	5.55	5.91	5.31	5.42	5.5	2.19	2.23	2.30	1.77	1.88	1.88
N%	0.51	0.55	0.56	0.47	0.50	0.49	0.10	0.09	0.11	0.11	0.10	0.12
C/N%	10.96	10.09	10.55	11.29	10.84	11.22	21.9	20.27	20.90	16.09	18.8	15.66
Ph eau	7.2	7.7	7	6.7	7.1	6.9	7.1	7.5	6.9	6.7	7.3	6.5
Ph Kcl	5.8	6.1	5.6	5.7	6	5.5	5.8	6.2	5.6	5.7	6.3	5.4
CACO3	0.19	0.12	0.26	0.17	0.14	0.29	0.08	0.1	0.15	2.61	2.26	2.9
P2O2 ppm	5.97	5.6	5.5	5.24	6	5.6	2.81	3	2.9	2.30	2.2	2.21
Ca <sup>++</sup>	23.4	20.2	19.6	19.8	20	18.2	16.1	15	17	13	14.2	12.3
Mg <sup>++</sup>	10.6	9.6	10	9.6	9.5	9	7.2	7.8	8.6	7.1	6.9	7.5
K <sup>+</sup>	1.5	1.2	1.3	1.2	1.1	1.3	0.7	0.8	0.5	0.6	0.5	0.5
Na <sup>+</sup>	0.8	1	1.1	0.8	1	0.9	0.6	0.8	0.8	0.7	0.9	1.1
S	35.1	40.2	41	29.7	31.2	32	23.9	21.3	20.1	22.1	19.3	23.5
T	69.5	69.9	68.5	62.6	63.5	66.5	50.1	48.2	50.2	40.9	39.5	40.5
S/T%	50.50	57.51	59.85	47.44	49.13	48.12	47.70	42.43	40.03	54.03	48.86	58.02
CE mmohs/cm	0.03	0.02	0.05	0.27	0.25	0.35	0.21	0.19	0.24	0.25	0.19	0.29
Densité app g/cm <sup>3</sup>	0.99	1.10	1.15	1.34	1.42	1.38	1.27	1.35	1.41	1.30	1.25	1.25
Densité réelle g/cm <sup>3</sup>	2.05	2.12	2.15	2.26	2.31	2.29	2.23	2.21	2.22	1.25	1.40	1.35
Porosité en %	52	49	47	41	39	40	44	39	37	34	11	8

#### 1.1.6. Description du sol du profil n°6:

A00 : Litière : brindilles, rameaux, aiguilles genévrier et cèdre, branches en décomposition  
 0-5cm de couleur brun, humide, humifère, abondance racines fines, présence de cailloux, transition progressive, réaction négative à l’Hcl  
 5-21 cm Couleur brun foncée, présence de cailloux et de racines fines, structure argileuse en grumeaux, humide, pas de réaction à l’Hcl.  
 21-37 cm Texture limono sableuse, humifère, présence de racines fines, humide, réaction négative à l’Hcl.  
 37-89 cm : de couleur brun, humifère, présence cailloux et de racines de cèdre, meuble avec une porosité importante, pas de réaction à l’Hcl.  
**Type de sol** : Brun eutrophe sur grès.

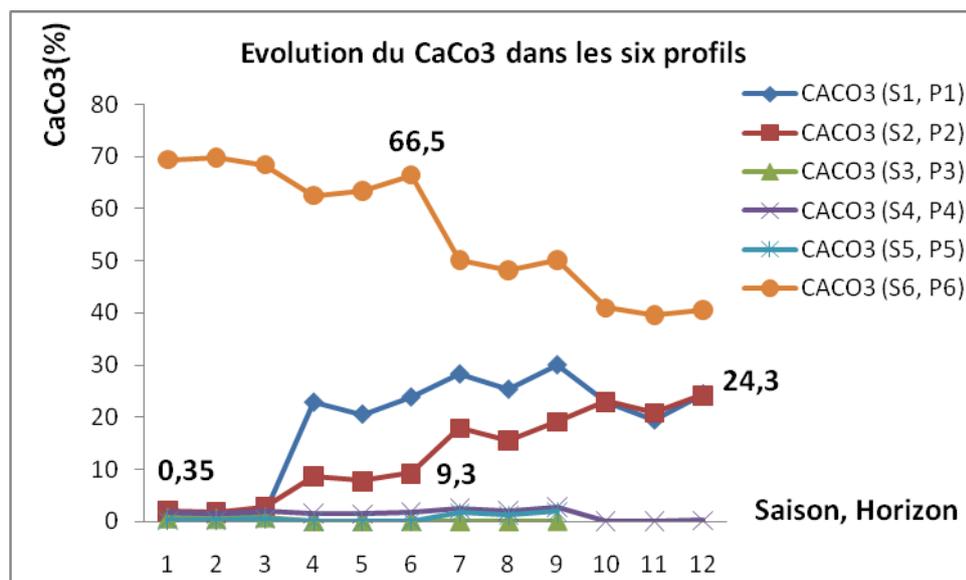
Le sol de ce profil est caractérisé par une bonne activité biologique, qui se traduit par une augmentation avec la profondeur du rapport C/N. Les deux horizons A et B sont riches en matière organique. Il a une texture argileuse avec quatre horizons.

La valeur la plus élevée de la capacité d’échange cationique est mesurée au niveau de la station six de Dj Bordjem en hiver. Cependant, la capacité d’échange cationique est la plus faible à été enregistrée en printemps pour la station 1 du Dj Boumerzoug. Ainsi il y a tendance de la diminution de la capacité d’échange cationique avec la profondeur (Fig.13).



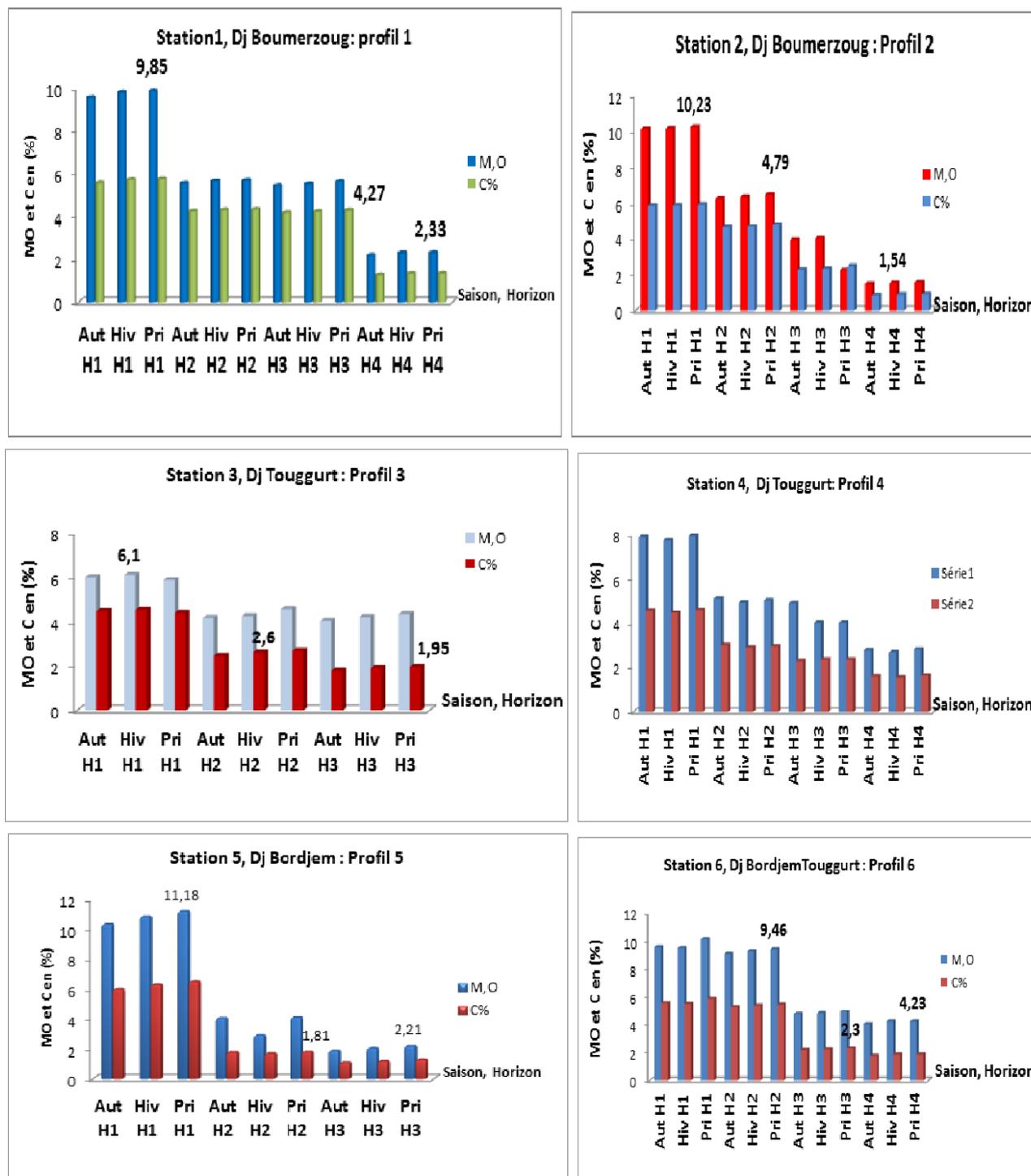
**Figure 13-** Variation spatio-temporelle de la capacité d'échange cationique (CEC) en meq/100g du sol des Cédraies de d'Oued El chaâba et d'Oued El Ma. (Stations S1, S2 (Dj Boumerzoug), Stations S3, S4 (Dj Touggurt, Stations S5, S6 (Dj Bordjem).

Les résultats obtenus pour le taux de calcaire total varient entre 35,2 et 65,2 %. Les taux les plus élevés sont signalés pour la station 6 et cela pour les quatre saisons et en deuxième position la station 1 en printemps. Le calcaire total tend à diminuer au cours des saisons pour les stations 2, 4 et 5 (Fig. 14).



**Figure 14-** Variation spatio-temporelle du calcaire total Caco3 (%) du sol Cédraies de d'Oued El chaâba et d'Oued El Ma. (Stations S1, S2 (Dj Boumerzoug), Stations S3, S4 (Dj Touggurt, Stations S5, S6 (Dj Bordjem)

Le taux de la matière organique est plus élevé dans les horizons de surface pour les six stations étudiées. D'une manière générale ce taux ne varie pas beaucoup entre les stations et les saisons et a tendance régressive avec la profondeur (Fig. 15).



**Figure 15-** Evolution saisonnière de la matière organique (MO %) et de l’azote total (C %) des Cédraies de d’Oued El chaâba et d’Oued El Ma. (Stations S1, S2 (Dj Boumerzoug), Stations S3, S4 (Dj Touggurt, StationsS5, S6 (Dj Bordjem)

## 2. Flore, structure et physionomie du couvert végétal

### 2.1. Inventaire taxonomique de la flore

A l’issue des recensements floristiques que nous avons effectués, nous avons dressé une liste floristique des espèces végétales qui sont représentées dans le tableau 27, selon les trois Cantons

d'étude et suivant l'ordre systématique établi par MESSAILI (1995). Aussi, nous avons pu identifier un total de 51 espèces de champignons, collectés dans les cédraies du parc (Tableau 27).

Tableau 28- Liste systématique des espèces végétales inventoriées dans les cédraies de *cedrus atlantica* d'Oued El Chaâba et Oued El Ma (Parc national de Belezma).

Famille	Espèces	Canton Bordjem	Canton Boumerzoug	Canton Touggurt
Anacardiaceae	<i>Pistacia terebinthus</i> *	-	+	+
Apiaceae	<i>Ammoides atlantica</i>	-	+	+
	<i>Chaerophyllum temulum (NS)</i>	+	-	+
	<i>Carum montanum (NS)</i>	+	+	+
	<i>Smyrniolum olusatrum (NS)</i>	+	+	+
	<i>Bupleurum spinosum</i>	+	-	+
	<i>Thapsia garganica</i> *	+	+	+
	<i>Eryngium ilicifolium</i> * (NS)	-	+	-
	<i>Caucalis bifrons</i>	+	+	+
	<i>Scandix stellatum (NS)</i>	+	+	+
	<i>Daucus carota</i> * (NS)	+	-	-
	<i>Bunium alpinum</i>	+	+	+
Asparagaceae (Liliaceae)	<i>Ruscus aculeatus</i> *	+	-	+
	<i>Asparagus acutifolius</i> *	+	+	+
	<i>Muscari neglectum</i>	+	+	+
	<i>Ornithogalum umbellatum</i>	+	+	+
Asphodelacées	<i>Asphodeline lutea</i>	-	+	+
	<i>Asphodelus macrocarpus (NS)</i>	+	+	+
	<i>Asphodelus microcarpus</i>	-	+	+
Berberidaceae	<i>Berberis hispanica</i> *	+	-	+
Boraginacées	<i>Borago officinalis</i> *	+	-	+
	<i>Lithospermum arvense</i>	+	+	-
	<i>Myosotis collina</i>	-	+	-
	<i>Echium italicum (NS)</i>	+	-	-
	<i>Echium humile (NS)</i>	+	-	+
Aseraceae	<i>Acer monspessulanum</i>	+	-	-
Asteraceae	<i>Bellis silvestris</i> *	+	+	+
	<i>Catananche Montana</i>	+	-	+
	<i>Catananche caerulea</i>	+	+	+
	<i>Centaurea incana (NS)</i>	+	-	+
	<i>Helichrysum lacteum</i>	+	+	+
	<i>Artemisia campestris</i> *	-	+	+
	<i>Anacyclus clavus</i>	-	+	+
	<i>Atractylis cancellata (NS)</i>	-	+	+
	<i>Atractylis humilis (NS)</i>	-	+	+
	<i>Atractylis serratuloides</i>	-	+	+
	<i>Calendula arvensis (NS)</i>	+	-	+
	<i>Carduncellus pinnatus (NS)</i>	-	+	+
	<i>Carduus nutans</i>	-	+	+
	<i>Ferula communis (NS)</i>	+	+	+
	<i>Centaurea tougourensis</i>	+	-	+
	<i>Centaurea pullata</i>	+	-	-
<i>Centaurea acaulis (NS)</i>	+	-	-	
<i>Echinops spinosus</i> *	-	+	+	

	<i>Hyoseris radiate</i>	-	+	-
	<i>Filago spathulata (NS)</i>	+	-	+
	<i>Launaea resedifolia (NS)</i>	+	-	+
	<i>Onopordum bracteatum (NS)</i>	-	+	+
	<i>Hieracium pseudo-pilosella (NS)</i>	-	-	+
	<i>Oryzopsis paradoxa</i>	-	-	+
	<i>Inula Montana</i>	-	+	+
	<i>Anthemis pedunculata</i>	+	+	+
	<i>Reichardia picroides</i>	+	+	+
	<i>Xeranthemum inapertum</i>	-	+	+
	<i>Lithospermum arvense</i>	-	-	+
	<i>Myosotis collina</i>	-	-	+
Brassicaceae	<i>Arabis pubescens</i>	-	-	+
	<i>Alliaria officinalis*</i>	+	-	-
	<i>Erysimum bocconeii</i>	+	-	+
	<i>Eryngium campestre</i>	+	-	-
	<i>Arabis auriculata</i>	+	+	+
	<i>Diplotaxis erucoides</i>	+	-	+
	<i>Hutchinsia petraea</i>	-	+	+
	<i>Thlaspi perfoliatum* (NS)</i>	+	+	+
Campanulaceae	<i>Campanula rapunculus*</i>	+	+	+
Caprifoliaceae	<i>Lonicera etrusca</i>	+	-	+
	<i>Lonicera arborea</i>	+	-	-
Caryophyllaceae	<i>Dianthus virgineus</i>	-	+	+
	<i>Arenaria grandiflora</i>	+	+	+
	<i>Silene italic (NS)</i>	+	+	+
	<i>Paronychia argentea (NS)</i>	+	-	+
	<i>Paronychia echinata (NS)</i>	+	-	+
	<i>Herniaria fontanesii</i>	+	-	+
	<i>Cerastium brachypetalum (NS)</i>	+	+	+
	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	-	+	+
	<i>Polycarpon polycarpoides</i>	+	+	+
Cistaceae	<i>Helianthemum pilosum</i>	+	+	+
	<i>Helianthemum apenninum</i>	+	-	-
	<i>Helianthemum croceum</i>	+	-	-
	<i>Helianthemum oelandicum</i>	+	-	-
	<i>Helianthemum lipii</i>	-	+	+
	<i>Helianthemum rubellum</i>	-	+	-
	<i>Cistus salvifolius*</i>	+	+	+
	<i>Cistus monspeliensis*</i>	+	-	-
Convolvulacées	<i>Convolvulus cantabrica</i>	+	+	+
Crassulaceae	<i>Sedum sediforme</i>	+	+	+
	<i>Sedum tenuifolium</i>	-	+	+
Cupressaceae	<i>Juniperus oxycedrus*</i>	+	+	+
Fabaceae	<i>Trifolium ochroleucum</i>	+	+	+
	<i>Vicia tetrasperma (NS)</i>	-	-	+
	<i>Vicia onobrychioides</i>	+	+	+
	<i>Genista cinerea</i>	-	+	+
	<i>Trifolium stellatum</i>	-	-	+
	<i>Trifolium tomentosum (NS)</i>	-	-	+
	<i>Astragalus armatus (NS)</i>	-	+	+
	<i>Calycotome spinosa (NS)</i>	-	+	-
	<i>Erinacea anthyllis</i>	-	+	-

	<i>Medicago sativa</i>	+	+	+
	<i>Medicago laciniata</i> (NS)	+	-	+
	<i>Astragalus monspessulanus</i> *	-	+	+
	<i>Coronilla scorpioides</i>	-	+	+
Fagaceae	<i>Quercus ilex</i>	+	+	+
Geraniaceae	<i>Geranium robertianum</i> *	+	-	+
	<i>Geranium rotundifolium</i>	-	+	+
	<i>Erodium glaucophyllum</i> (NS)	+	+	+
	<i>Erodium triangulare</i> (NS)	+	-	+
Iridaceae	<i>Iris pseudacorus</i> (NS)	+	-	+
	<i>Iris unguicularis</i> (NS)	+	-	-
Lamiaceae	<i>Saturjea granatensis</i> * (NS)	+	+	+
	<i>Salvia argentea</i> *	+	-	+
	<i>Satureja vulgaris</i> *	+	+	+
	<i>Lamium longiflorum</i>	+	+	+
	<i>Teucrium chamaedrys</i> *	+	-	+
	<i>Mentha aquatica</i> * (NS)	+	-	+
	<i>Thymus algeriensis</i> * (NS)	-	-	+
	<i>Thymus hirtus</i> (NS)	+	-	+
	<i>Rosmarinus officinalis</i> **	-	+	+
	<i>Salvia verbenaca</i> *	-	-	+
	<i>Teucrium polium</i> *	-	-	+
	<i>Marrubium deserti</i> * (NS)	-	+	+
	<i>Thymus ciliatus</i> *	+	+	+
Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i> *	-	-	+
Oleacées	<i>Fraxinus xanthoxyloides</i>	-	+	+
	<i>Jasminum fruticans</i>	+	-	-
	<i>Phillyrea angustifolia</i> (NS)	-	+	+
Orchidaceae	<i>Cephalanthera damasonium</i>	-	-	+
	<i>Cephalanthera grandiflora</i>	+	-	-
	<i>Ophrys</i> sp (NS)***	-	-	+
Orobanchaceae	<i>Orobanche crenata</i> (NS)	+	-	+
Pinacées	<i>Cedrus atlantica</i> *	+	+	+
Papaveraceae	<i>Papaver rhoeas</i> * (NS)	-	-	+
Plantaginaceae	<i>Veronica hederifolia</i>	+	-	+
	<i>Plantago albicans</i> * (NS)	+	+	+
	<i>Globularia alypum</i> *	-	-	+
Plumbaginaceae	<i>Armeria plataginea</i> (NS)	-	-	+
Poacées	<i>Avena bromoides</i>	-	+	+
	<i>Arrhenatherum elatius</i>	+	+	+
	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	+	+	+
	<i>Agrostis reuteri</i> (NS)	+	+	+
	<i>Bromus erectus</i>	+	+	+
	<i>Brachypodium distichum</i>	-	+	-
	<i>Hordeum murinum</i>	+	+	+
	<i>Schismus barbatus</i> (NS)	+	+	+
	<i>Stipa tenacissima</i>	-	+	+
	<i>Stipa parviflora</i>	-	+	+
	<i>Stipa pennata</i>	-	+	+
	<i>Cynosuorus balansae</i> (NS)	+	+	+
	<i>Cynosuorus elegans</i> (NS)	+	+	+
<i>Dactylis glomerata</i> (NS)	+	+	+	

	<i>Festuca deserti</i>	+	-	+
	<i>Oryzopsis paradoxa</i>	+	+	+
	<i>Poa nemoralis</i>	+	-	+
	<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	+	+	+
	<i>Aegilops ovata</i>	-	+	+
	<i>Avena macrostachya</i>	-	+	+
	<i>Bromus madritensis</i>	+	+	+
	<i>Bromus rubens (NS)</i>	-	+	+
	<i>Bromus tectorum</i>	+	+	-
Polygenaceae	<i>Rumex tuberosus*</i>	+	-	-
Ranunculaceae	<i>Ranunculus spicatus</i>	+	-	+
	<i>Thalictrum minus</i>	-	+	+
	<i>Ranunculus montanus</i>	+	-	+
Rhamnaceae	<i>Rhamnus alaternus*</i>	-	+	+
Rosaceae	<i>Potentilla recta (NS)</i>	+	+	+
	<i>Crataegus laciniata*</i>	+	-	+
	<i>Cotoneaster racemiflora</i>	+	-	+
	<i>Crataegus monogyna*</i>	+	+	+
	<i>Rosa Montana</i>	+	-	+
	<i>Rubus ulmifolius*</i>	+	-	+
	<i>Rosa canina*</i>	+	-	+
	<i>Rubus ulmifolius*</i>	+	-	+
Rubiaceae	<i>Asperula cynanchica</i>	+	+	+
	<i>Crucianella angustifolia</i>	-	+	+
	<i>Galium aparine*</i>	+	-	+
Thymelaceae	<i>Daphne gnidium*</i>	+	-	-
Valerianaceae	<i>Centranthus calcitrapa (NS)</i>	-	+	+
Zygophyllaceae	<i>Peganum harmala* (NS)</i>	-	+	+

(\*) : Espèce à intérêt médicinal. (\*\*) Espèces aromatiques et médicinales. (\*\*\*) : Espèce rare. (NS) : Espèce non signalée dans la liste des plantes du parc national de Belezma (Plan de gestion, 2010).

## 2.2. Structure et physionomie de la végétation

Afin de donner une représentation de la structure et de la physionomie du couvert végétal des trois cédraies étudiées, nous avons schématisé les données obtenues suite au transect réalisé sur une ligne en profil et en projection de 50 m de long sur 10 m de large au niveau des trois stations (Fig. 16, 17, 18, 19, 20 et 21).

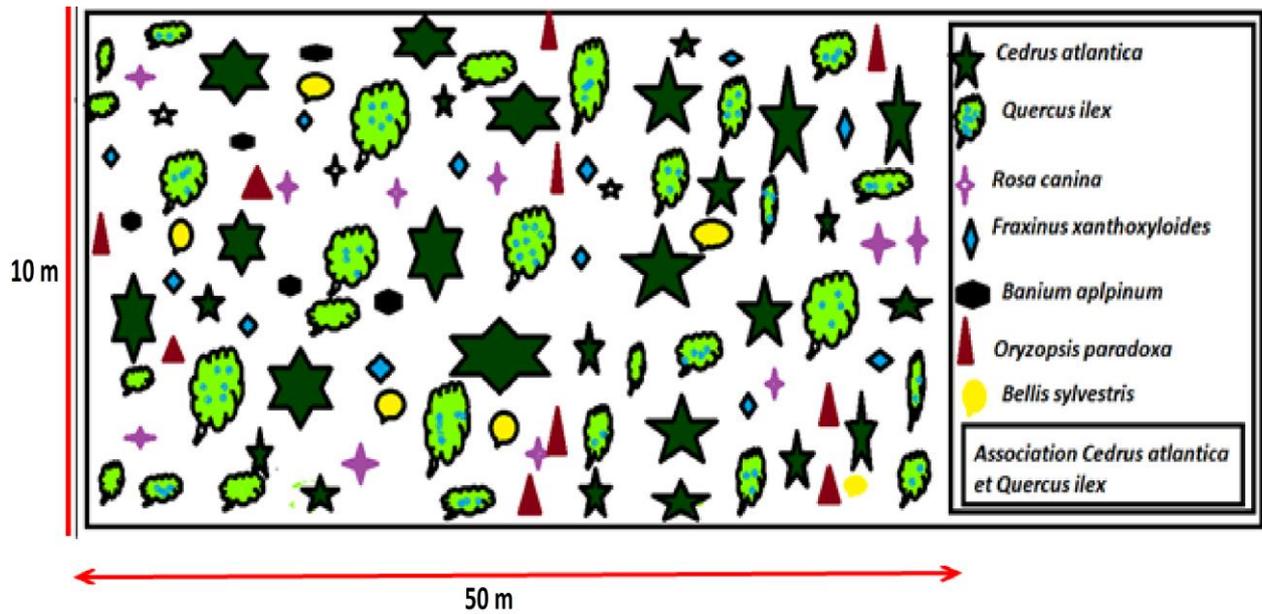


Fig 16. Stratification horizontale de la végétation dans la cédraie de Dj Touggurt.

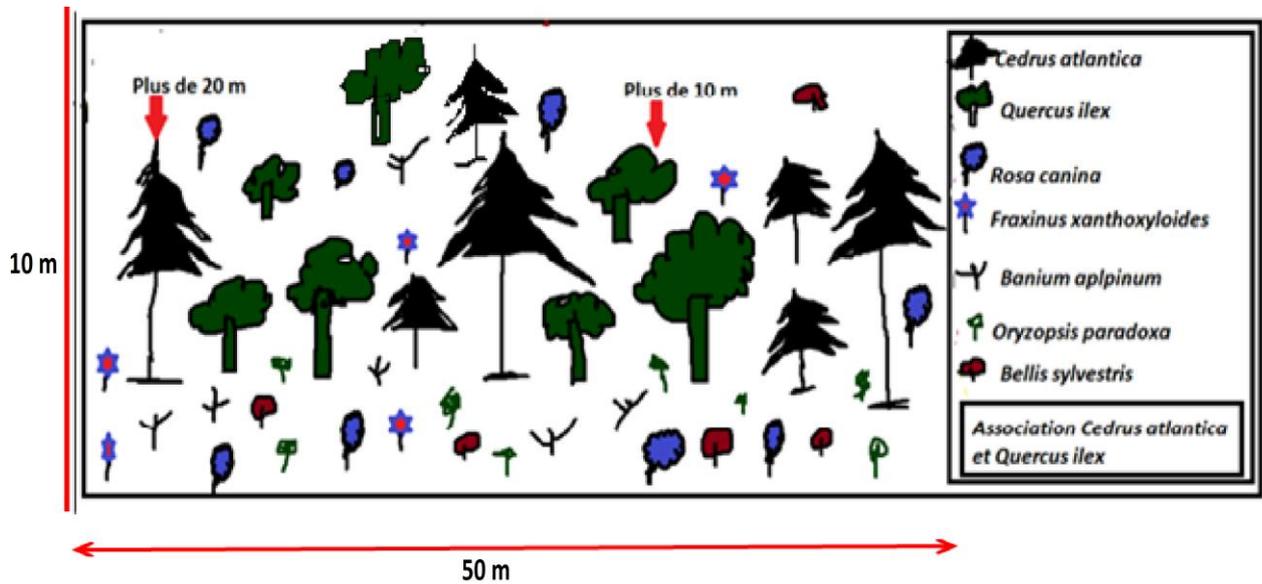


Fig.17.Stratification verticale de la végétation dans la cédraie de Dj Touggurt.

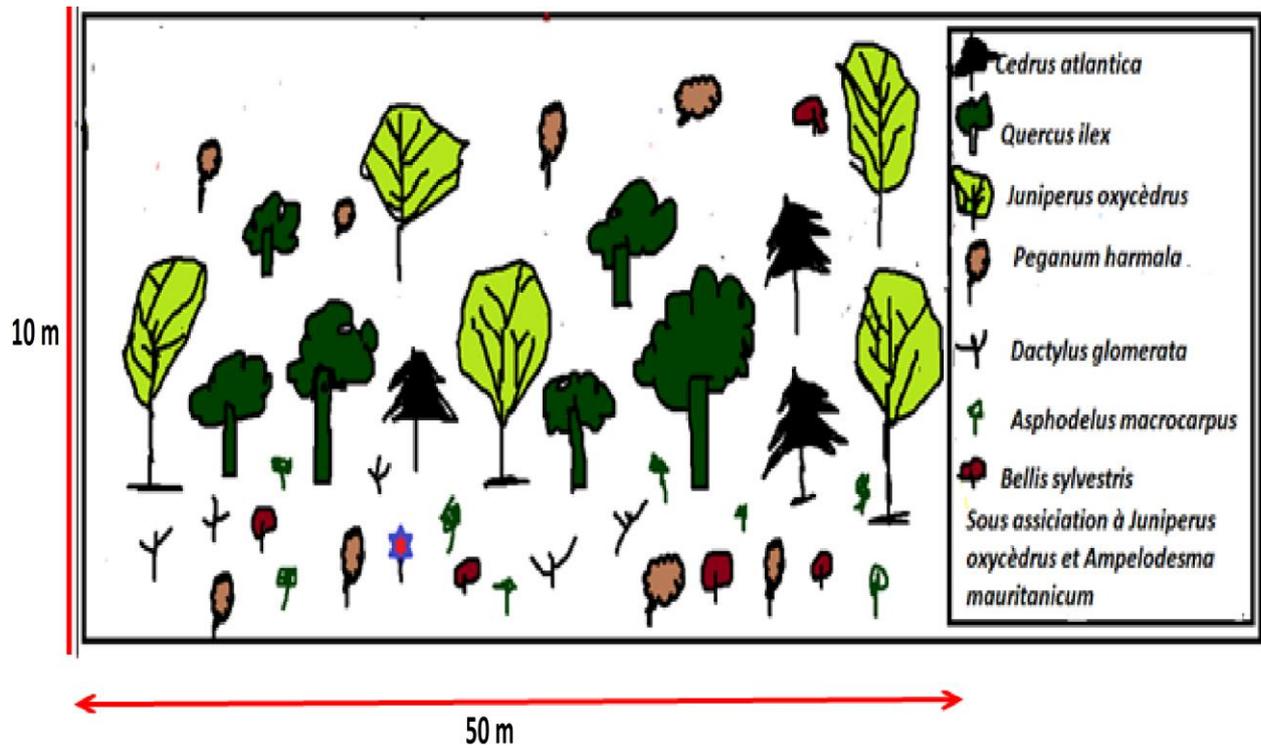


Fig 18.Stratification verticale de la végétation dans la cédraie de Dj Boumerzoug

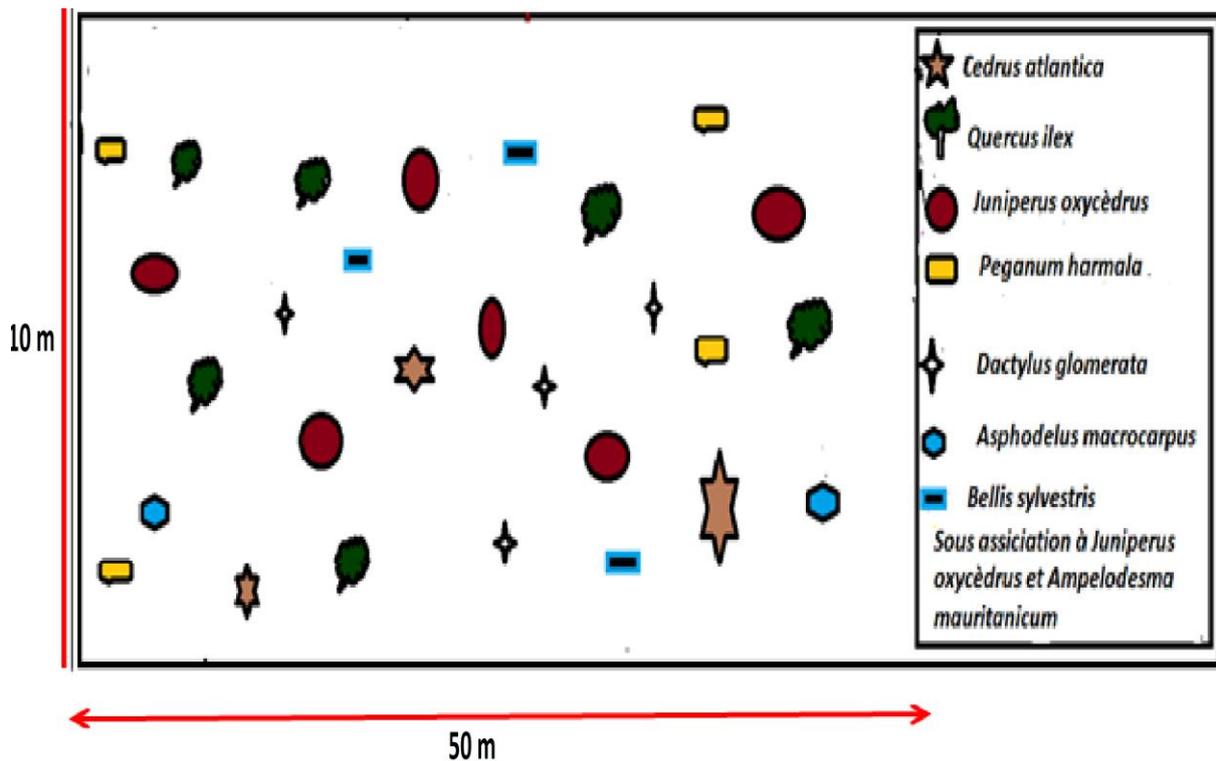


Fig 19.Stratification horizontale de la végétation dans la cédraie de Dj Boumerzoug.

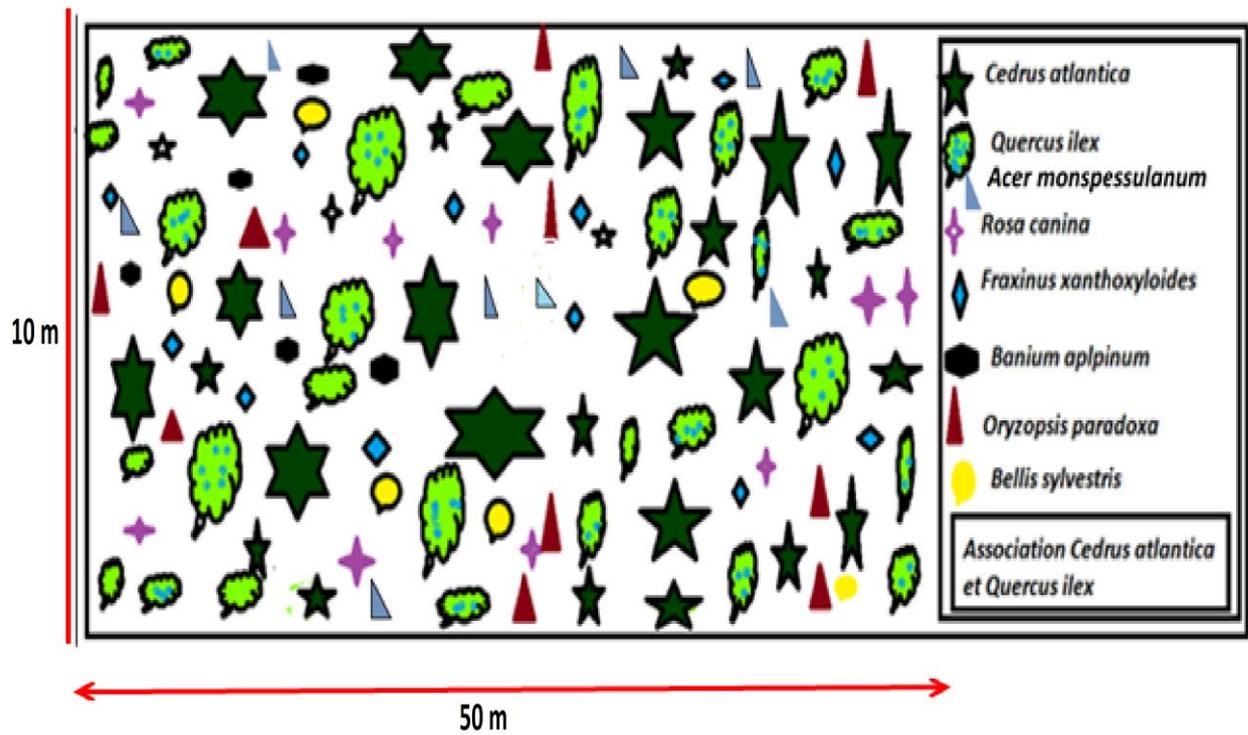


Fig 20. Stratification horizontale de la végétation dans la cédraie de Dj Bordjem.

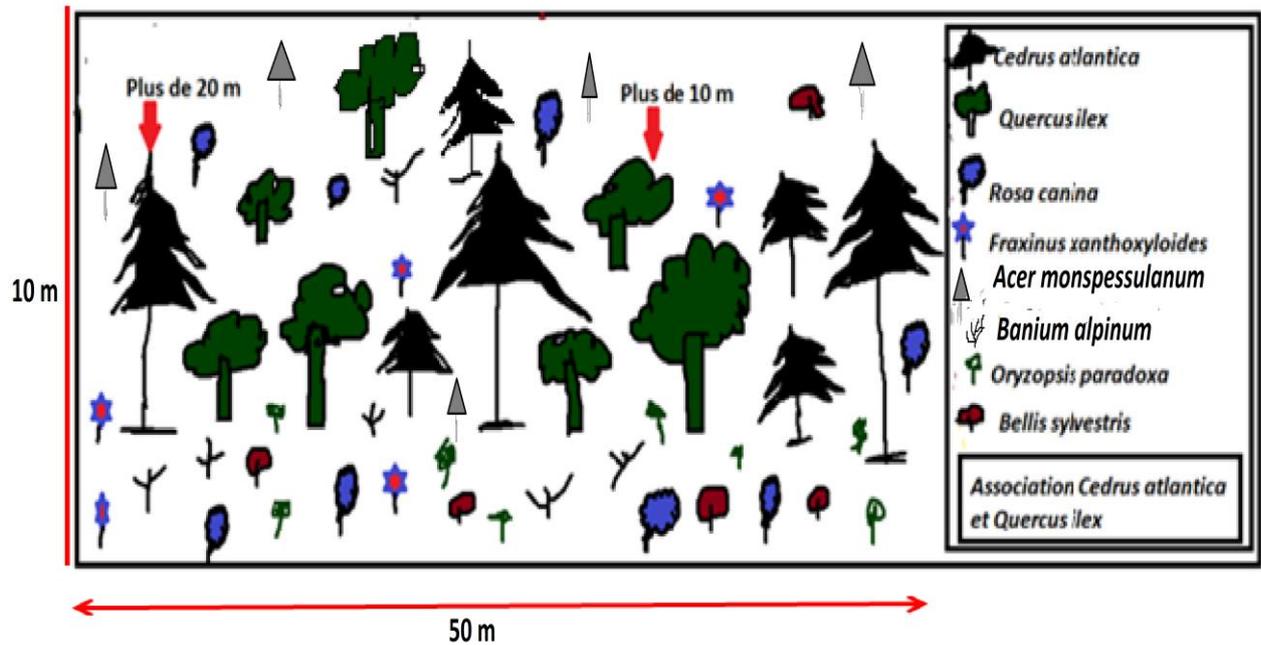


Fig 21. Stratification verticale de la végétation dans la cédraie de Dj Bordjem.

### 2.3. Sociabilité de la végétation

Le recouvrement et la sociabilité du couvert végétal qui exprime l'importance de la couverture végétale, est noté pour chaque strate : arborée, arbustive, herbacée. Chaque espèce du relevé est

affectée de deux indices ; le premier traduit l'abondance-dominance qui est l'expression de l'espace occupé par l'ensemble des individus de cette espèce (Tableau 28).

L'échelle utilisée est celle de BRAUN-BLANQUET (1951)

+ : recouvrement et abondance très faibles

1 : espèce abondante mais recouvrement faible

2 : très abondante et recouvrement supérieur à 5 %.

3 : recouvrement de 25 à 50 %, abondance quelconque

4 : recouvrement de 50 à 75 %, abondance quelconque

5 : recouvrement supérieur à 75 %, abondance quelconque

Le second indice, exprime la sociabilité, c'est-à-dire la façon dont les individus de la même espèce sont distribués les uns par rapport aux autres. L'échelle utilisée est celle de BRAUN-BLANQUET (1951):

1 : individus isolés

2 : individus en groupes

3 : individus en troupes

4 : individus en colonies

5 : individus en peuplements denses.

**Tableau 28** : Taux de recouvrement et sociabilité des espèces caractéristiques des cédraies de Oued El Chaaba et Oued El Ma (Parc national de Belezma).

Strate arborescente	Espèces	Station 1		Station 2		Station 3	
		R %	S	R%	S	R%	S
	<i>Cedrus atlantica</i>	4	3	+	1	3	3
Strate arbustive	<i>Quercus ilex</i>	3	2	2	2	4	3
	<i>Juniperus oxycedrus</i>	+	1	2	2	2	2
	<i>Rosa canina</i>	+	1	3	2	+	1
	<i>Cratagus laciniata</i>	2	2	/	/	+	1
	<i>Cratagus monogyna</i>	2	2	/	/	+	1
	<i>Fraxinus xanthoxyloides</i>	/	/	/	/	3	1
	<i>Rosa montana</i>	+	1	3	2	/	/

	<i>Acer monspessulanum</i>	3	2	/	/	/	/
<b>Strate herbacée</b>	<i>Bellis silvestris</i>	+	1	+	1	+	1
	<i>Ampelodesmos mauritanicum</i>	2	2	2	2	2	2
	<i>Silene italica</i>	2	2	+	1	+	1
	<i>Banum alpinum</i>	2	2	+	1	+	1
	<i>Oryzopsis paradoxa</i>	+	1	+	1	+	1
	<i>Carum montanum</i>	+	1	+	1	+	1
	<i>Dactylus glomerata</i>	2	2	2	2	2	2
	<i>Arabis auriculata</i>	2	2	+	1	+	1
	<i>Arrhenatherum elatius</i>	2	2	+	1	+	1
	<i>Sedum sediforme</i>	2	2	+	1	+	1
	<i>Asphodelus macrocarpus</i>	+	1	+	1	+	1
	<i>Astragalus armatus</i>	+	1	+	1	+	1
	<i>Astragalus monspessulanum</i>	+	1	+	1	+	1
	<i>Peganum harmala</i>	+	1	1	1	+	1
	<i>Bromus rubens</i>	1	1	1	1	1	1

(R) Recouvrement en %, (S) Sociabilité S1 : Canton Bordjem S2 : Canton Boumerzoug S3 : Canton Touggurt

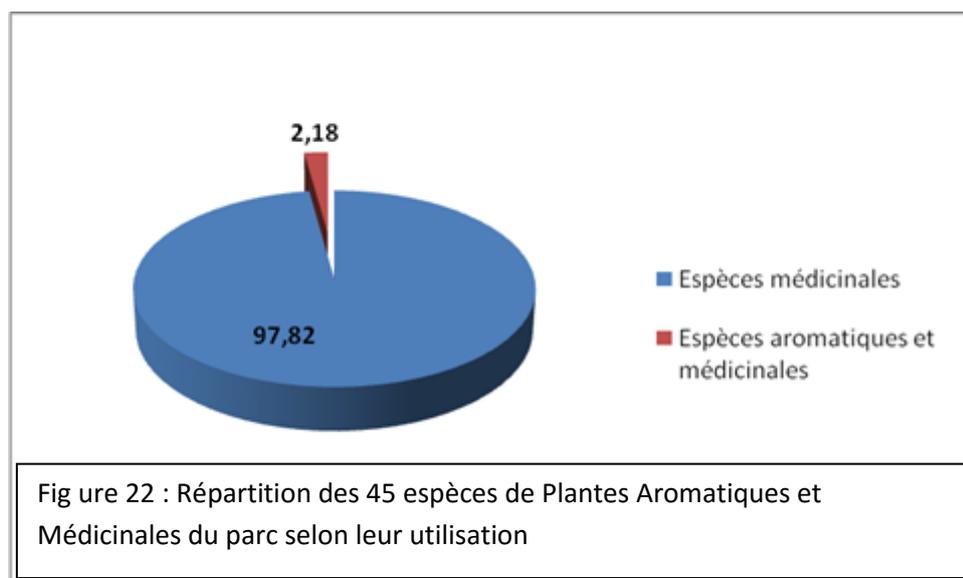
## 2.4. Inventaire taxonomique des plantes médicinales :

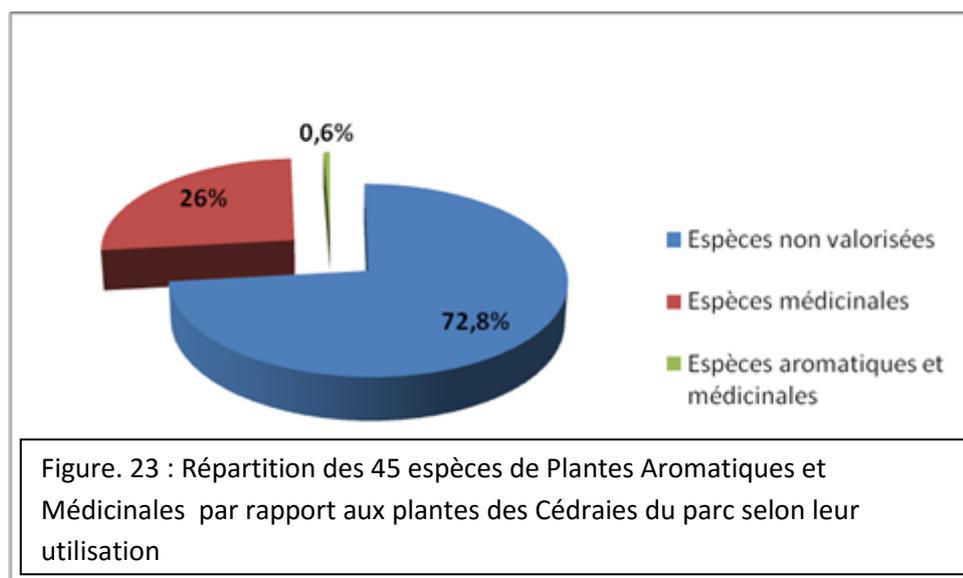
**Tableau 29-** Liste systématique des espèces végétales médicinales inventoriées dans les cédraies de *cedrus atlantica* d'Oued El Chaâba et Oued El Ma (Parc national de Belezma).

Famille	Espèces	Canton Bordjem	Canton Boumerzoug	Canton Touggurt
Anacardiaceae	<i>Pistacia terebinthus*</i>	-	+	+
Apiaceae	<i>Thapsia garganica*</i>	+	+	+
	<i>Eryngium ilicifolium* (NS)</i>	-	+	-
	<i>Daucus carota* (NS)</i>	+	-	-
Asparagaceae (Liliac)	<i>Ruscus aculeatus*</i>	+	-	+
	<i>Asparagus acutifolius*</i>	+	+	+
Berberidaceae	<i>Berberis hispanica*</i>	+	-	+
Boraginacées	<i>Borago officinalis*</i>	+	-	+
Asteraceae	<i>Bellis silvestris*</i>	+	+	+
	<i>Artemisia campestris*</i>	-	+	+
	<i>Echinops spinosus*</i>	-	+	+
	<i>Alliaria officinalis*</i>	+	-	-
	<i>Thlaspi perfoliatum* (NS)</i>	+	+	+
Campanulaceae	<i>Campanula rapunculus*</i>	+	+	+
	<i>Cistus salvifolius*</i>	+	+	+
	<i>Cistus monspeliensis*</i>	+	-	-
Cupressaceae	<i>Juniperus oxycedrus*</i>	+	+	+
Fagaceae	<i>Astragalus monspessulanus*</i>	-	+	+
Geraniaceae	<i>Geranium robertianum*</i>	+	-	+
	<i>Saturjea granatensis* (NS)</i>	+	+	+
	<i>Salvia argentea*</i>	+	-	+

Lamiaceae	<i>Satureja vulgaris</i> *	+	+	+
	<i>Teucrium chamaedrys</i> *	+	-	+
	<i>Mentha aquatica</i> * (NS)	+	-	+
	<i>Thymus algeriensis</i> * (NS)	-	-	+
	<i>Rosmarinus officinalis</i> **	-	+	+
	<i>Salvia verbenaca</i> *	-	-	+
	<i>Teucrium polium</i> *	-	-	+
	<i>Marrubium deserti</i> * (NS)	-	+	+
	<i>Thymus ciliatus</i> *	+	+	+
Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i> *	-	-	+
Orchydaceae	<i>Ophrys sp</i> ***	-	-	+
Pinacées	<i>Cedrus atlantica</i> *	+	+	+
Papaveraceae	<i>Papaver rhoeas</i> * (NS)	-	-	+
	<i>Plantago albicans</i> * (NS)	+	+	+
	<i>Globularia alypum</i> *	-	-	+
Polygenaceae	<i>Rumex tuberosus</i> *	+	-	-
Rhamnacées	<i>Rhamnus alaternus</i> *	-	+	+
	<i>Crataegus laciniata</i> *	+	-	+
	<i>Crataegus monogyna</i> *	+	+	+
	<i>Rosa canina</i> *	+	-	+
	<i>Rubus ulmifolius</i> *	+	-	+
	<i>Galium aparine</i> *	+	-	+
Thymelaceae	<i>Daphne gnidium</i> *	+	-	-
Zygophyllaceae	<i>Peganum harmala</i> * (NS)	-	+	+

(\*): Espèce à intérêt médical. (\*\*) Espèces aromatiques et médicinales. (\*\*\*) : Espèce rare. (NS) : Espèce non signalée dans la liste des plantes du parc national de Belezma (Plan de gestion, 2010).





D'après l'inventaire floristique réalisé, la flore des stations étudiées est représentée par 173 espèces végétales, regroupées en 39 familles (Tableau 27) dont 42 espèces ne sont pas signalées dans la liste de la flore du Parc national de Belezma consignée dans la phase 1 du plan de gestion du PNB (2010). Dans notre inventaire, nous notons la présence de 45 espèces à intérêt médicinal, 6 (*Thapsia garganica*, *Geranium robertianum*, *Satureja granatensis*, *Satureja vulgaris*, *Teucrium polium* et *Thymus algeriensis*) peuvent être cultivées et 39 spontanées, 1 espèces aromatiques et médicinales (*Rosmarinus officinalis*) deux espèces à usage artisanal (*Stipa tenacissima*, *Ampelodesma mauritanicum*) et une espèce rare (*Ophris sp.*). (Tableau 29).

## 2.5. Analyse des types biologiques des espèces des cédraies

Les types biologiques rencontrés dans la cédraie de Belezma se répartissent en Chaméphytes (Ch), Hémicryptophytes (He), Thérophytes (Th), Phanérophytes (Ph) et Géophytes (Ge) (tableau 30). Les spectres de ces types biologiques comparés des cédraies d'Oued El Chaâba et d'Oued El Ma sont montrés par la figure 24.

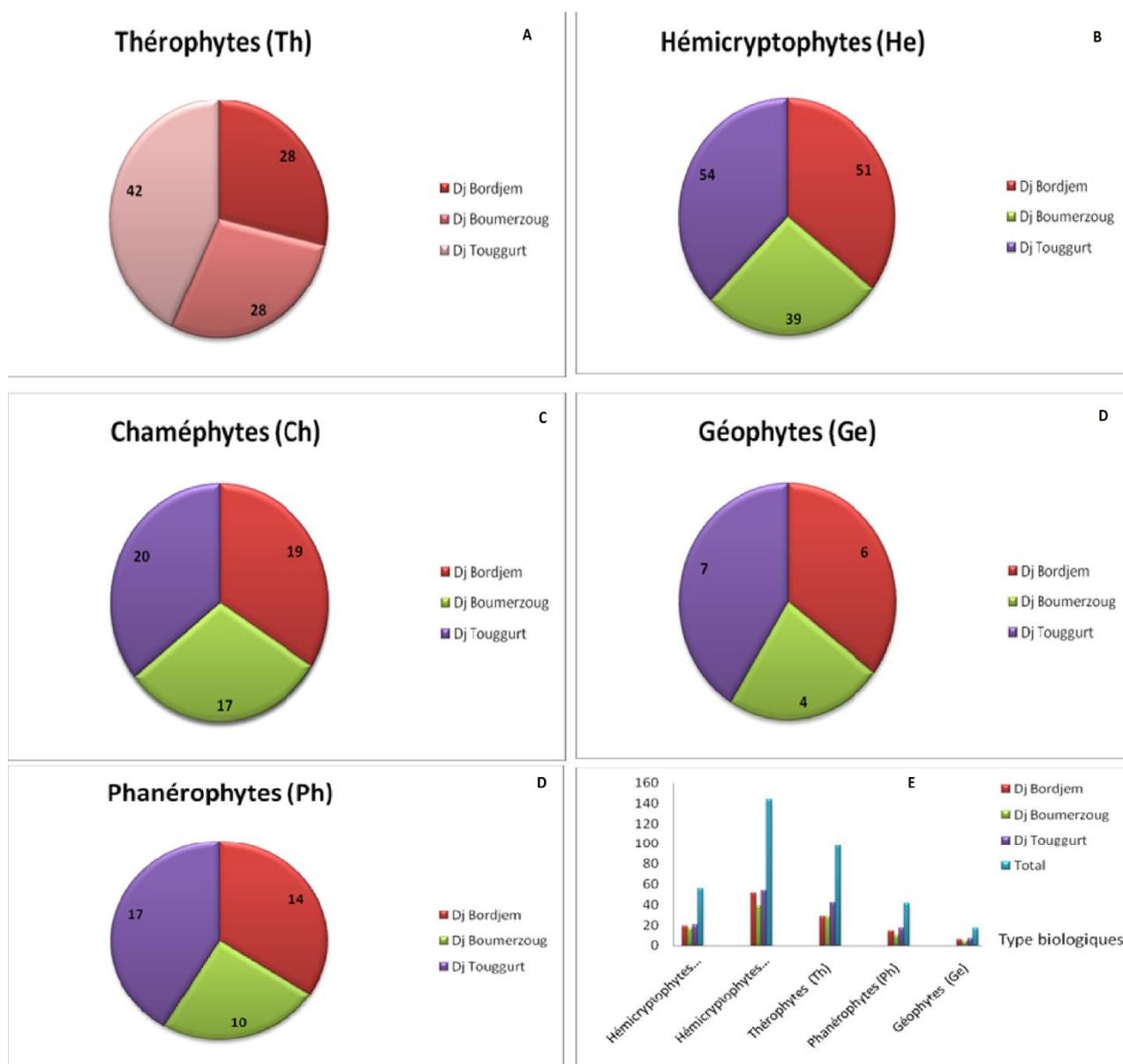
**Tableau 30:** Répartition des divers types biologiques dans les trois Cantons

Type biologique	Canton		
	Dj Bordjem	Dj Boumerzoug	Dj Tougourt
Chaméphytes (Ch)	19	17	20

<b>Hémicryptophytes (He)</b>	51	39	54
<b>Thérophytes (Th)</b>	28	28	42
<b>Phanérophytes (Ph)</b>	14	10	17
<b>Géophytes (Ge)</b>	6	4	7
<b>Total</b>	118	98	140

L'analyse des proportions des diverses formes biologiques dans les différentes stations (tableau 30) montrent que, pour les trois forêts de cèdre (Dj Touggurt, Dj Bordjem et Dj Boumerzoug), il n'y a pas de grande différence entre les stations pour le même type biologique. Donc les distributions des proportions des espèces dans la même catégorie de type biologique au niveau de toutes les stations ne présentent pas de grandes différences.

Ainsi, le spectre biologique (Fig. 24) montre que les Hémicryptophytes constituent 44.45% des types biologiques qui peuplent la forêt de cèdre pour les trois stations. Les Thérophytes constituent la deuxième plus importante composante de cette cédraie avec 27.52% des espèces suivi par les autres types biologiques.



**Fig. 24:** Spectres biologiques comparés des espèces des cédraies Ph: Phanérophytes; Ch: Chaméphytes; Th: Thérophytes; Gé: Géophytes; He: Hémicryptophytes;

## 2.6. Inventaire taxonomique des champignons:

Malgré que nous avons consacré un nombre limité de 4 sortie à la collecte des champignons, nous avons pu collecter 51 espèces différentes dont 9 espèces ne sont pas identifiées.

**Tableau 31-** Liste des champignons collectés dans les cédraies d'Oued El Chaâba et Oued El Ma (Parc national de Belezma).

N°	Famille	Espèce	S1	S2	S3	Intérêt
			Nombre			
1	<i>Lycoperdaceae</i>	<i>Lycoperdon molle</i>	+	+	-	Sans intérêt
2	<i>Lycoperdaceae</i>	<i>Lycoperdon pyriforme (NS)</i>	-	+	+	Comestible

3	<i>Lycoperdaceae</i>	<i>Lycoperdon perlatum (NS)</i>	+	-	+	Comestible à l'état Jeune
4	<i>Agaricaceae</i>	<i>Bovista sp (NS)</i>	+	-	+	Comestible
5	<i>Mycenastraceae</i>	<i>Mycenastrum corium (NS)</i>	-	+	+	Sans intérêt
6	<i>Geastraceae</i>	<i>Geastrum pectinatum (NS)</i>	-	+	-	Sans intérêt
7	<i>Geastraceae</i>	<i>Geastrum striatum (NS)</i>	+	+	-	Sans intérêt
8	<i>Geastraceae</i>	<i>Geastrum floriforme (NS)</i>	+	-	+	Sans intérêt
9	<i>Agaricaceae</i>	<i>Coprinus comatus (NS)</i>	+	+	+	Comestible
10	<i>Agaricaceae</i>	<i>Lepiota Rhacodes (NS)</i>	-	+	+	Toxique
11	<i>Agaricaceae</i>	<i>Lépiota procera</i>	+	+	+	Comestible
12	<i>Agaricaceae</i>	<i>Leucogaricus pseudocinerascens (NS)</i>	+	+	+	Sans intérêt
13	<i>Agaricaceae</i>	<i>Agaricus essettei (NS)</i>	-	-	+	Comestible
14	<i>Agaricaceae</i>	<i>Agaricus subfloccosus (NS)</i>	+	+	+	Toxique
15	<i>Agaricaceae</i>	<i>Leucagaricus macrorhizus (NS)</i>	-	+	+	Toxique
16	<i>Tricolomataceae</i>	<i>Clitocybe graminicola (NS)</i>	+	+	+	Toxique
17	<i>Tricolomataceae</i>	<i>Clitocybe phaeophthalma (NS)</i>	+	+	+	Sans intérêt
18	<i>Tricolomataceae</i>	<i>Leucopaxillus paradoxus (NS)</i>	-	+	+	Sans intérêt
19	<i>Hygrophoraceae</i>	<i>Hygrophorus cossus (NS)</i>	+	+	+	Sans intérêt
20	<i>Cortinariaceae</i>	<i>Hebeloma ebumeum (NS)</i>	+	-	+	Sans intérêt
21	<i>Tricolomataceae</i>	<i>Clitocybe niyea (NS)</i>	+	-	+	Sans intérêt
22	<i>Hygrophoraceae</i>	<i>Hygrophorus camarophyllus (NS)</i>	+	+	-	Comestible
23	<i>Cortinariaceae</i>	<i>Hebeloma circinans (NS)</i>	-	+	+	Sans intérêt
24	<i>Hygrophoraceae</i>	<i>Hygocybe mucronella (NS)</i>	+	+	-	Sans intérêt
25	<i>Marasmiaceae</i>	<i>Mycena algeriensis (NS)</i>	+	+	-	Sans intérêt
26	<i>Psathyrellaceae</i>	<i>Coprinus disseminatus (NS)</i>	+	+	+	Sans intérêt
27	<i>Marasmiaceae</i>	<i>Mycena flosnivium (NS)</i>	+	+	-	Sans intérêt
28	<i>Marasmiaceae</i>	<i>Mycena albidolilacea (NS)</i>	+	-	+	Sans intérêt
29	<i>Marasmiaceae</i>	<i>Collybia dryophila (NS)</i>	-	+	+	Comestible moyen
30	<i>Cortinariaceae</i>	<i>Hebeloma cavipes (NS)</i>	-	-	+	Sans interet
31	<i>Cortinariaceae</i>	<i>Hebeloma flammuloides (NS)</i>	-	+	+	Sans interet
32	<i>Cortinariaceae</i>	<i>Hebeloma anthracophilum (NS)</i>	+	+	-	Sans intérêt
33	<i>Cortinariaceae</i>	<i>Cortinarius arellanus (NS)</i>	-	+	+	Mortel
34	<i>Cortinariaceae</i>	<i>Hebeloma favrei (NS)</i>	+	-	+	Sans intérêt
35	<i>Tricholomataceae</i>	<i>Leucopaxillus cerealis (NS)</i>	-	-	+	Sans intérêt
36	<i>Tricholomataceae</i>	<i>Clitocybe lituus (NS)</i>	-	+	+	Sans intérêt
37	<i>Polyporaceae</i>	<i>Trametes multicolor (NS)</i>	+	+	+	Non comestible
38	<i>Polyporaceae</i>	<i>Trametes versicolor (NS)</i>	+	-	+	Utilisé en médecine
39	<i>Grifolaceae</i>	<i>Abortiporus biennis (NS)</i>	-	+	+	Sans intérêt
40	<i>Stereaceae</i>	<i>Stereum hirsutum (NS)</i>	+	+	+	Sans intérêt
41	<i>Hymenochaetaceae</i>	<i>Phellinus sp (NS)</i>	+	+	+	Utilisé en médecine
42	<i>Marasmiaceae</i>	<i>Armillaria sp. (NS)</i>	+	+	+	/
43	<i>Hymenochaetaceae</i>	<i>Phellinus torulosus (NS)</i>	+	+	+	Sans intérêt
44	<i>Pezizaceae</i>	<i>Peziz sp (NS)</i>	+	+	+	/
45	<i>Boletaceae</i>	<i>Xerocomus chrysenteron (NS)</i>	+	+	+	Comestible moyen
46	<i>Boletaceae</i>	<i>Boletus sp (NS)</i>	-	+	+	Comestible moyen
47	<i>Agaricaceae</i>	<i>Agaricus sp (NS)</i>	-	+	-	Comestible
48	<i>Amanitaceae</i>	<i>Amanite sp (NS)</i>	-	+	+	Peut-être Comestible

49	<i>Amanitaceae</i>	<i>Amanite sp (NS)</i>	+	+	-	Peut-être Comestible
50	<i>Agaricales</i>	<i>Lepista sp (NS)</i>	+	-	+	Comestible
51	<i>Stereaceae</i>	<i>Stereum purpureum (NS)</i>	+	+	+	Sans interet
<b>TOTAL</b>			<b>33</b>	<b>39</b>	<b>41</b>	

(NS) : Espèce non signalée dans la liste des champignons du parc national de BELEZMA.

Sans interet : Non comestible



**Fig.25.** Quelques spécimens de champignons récoltés dans les cédraies du Parc National de Belezma (Photos : H.BOUKERKER 2009-2010) (1 : *Lycoperdon molle*, 2 : *Lycoperdon perlatum*, 3 : *Peziza sp*, 4 : *Bovista sp*, 5 : *Mycenastrum corium*, 6 : *Geastrum pectinatum*, 7 : *Geastrum striatum*, 8 : *Geastrum floriforme*, 9 : *Coprinus comatus*, 10 : *Xerocomus chrysenteron*, 11 : *Boletus appendiculatus*, 12 : *Boletus impolitus*, 13 : *Boletus venenatus*, 14 : *Macrolepiota procera* , 15 : *Lepiota rhacodes*, 16 : *Agaricus sp*, 17 : *Lipoiota procera*, 18 : *Tricholoma album*, 19 : *Iaccaria tortilis*, 20 : *Clitocybe graminicola*)

La flore fongique du Parc, pour ne citer que les familles, en compte 51 espèces (50 espèces pour Basidiomycètes et 1 espèce pour les Ascomycètes. La famille la plus diversifiée pour les Basidiomycètes est celles des *Agaricaceae* avec 9 espèces réparties en 5 genres, alors que la seule famille (*Pezizaceae*) qu'appartient aux Ascomycètes ne contient qu'une seule espèce, il s'agit de *Peziz sp.*

La figure 26, donne la répartition de la flore fongique du parc national de Belezma selon les divisions mycologiques, 98.06 % appartient à la division de Basidiomycètes et 1.94 % Ascomycètes.

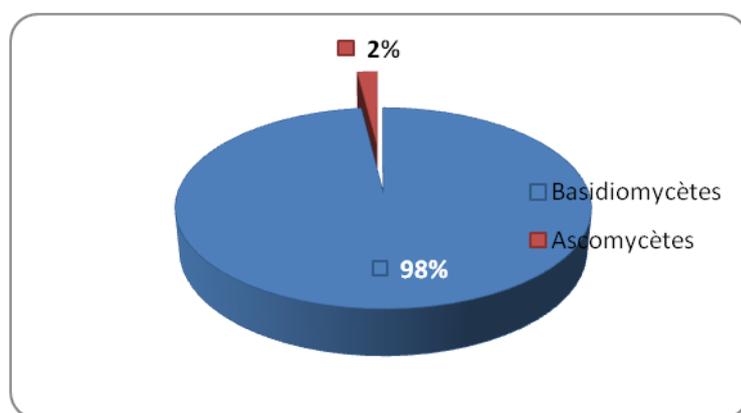
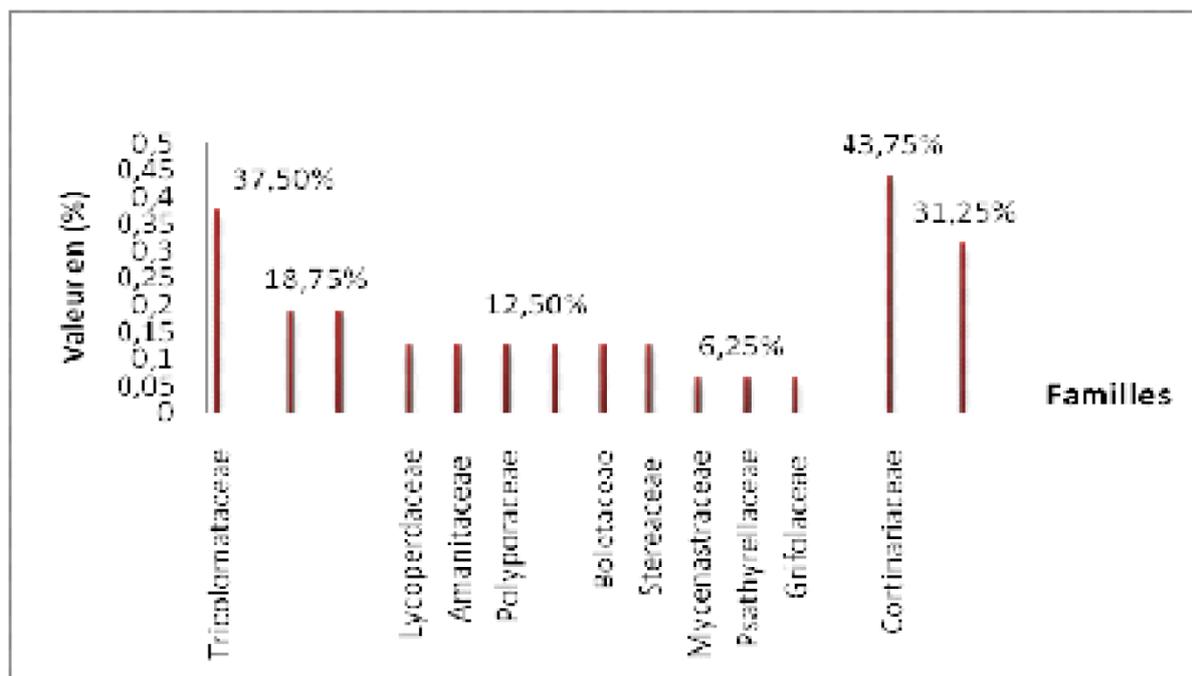


Figure .26. Répartition en divisions de la mycoflore du parc

La division Basidiomycota (Figure 27) est plus diversifiée, avec 16 familles réparties comme suivent : *Agaricaceae* (62.5%), *Tricolomataceae* (37.5), *Cortinariaceae* (43.75%), *Marasmiaceae* (31.25%), *Geastraceae* et *Hygrophoraceae* (18.75%), (*Lycoperdaceae*, *Amanitaceae*, *Polyporaceae*, *Hymenochaetaceae*, *Boletaceae* et *Stereaceae*) avec une valeur de (12.5%). En fin les familles des *Mycenastraceae*, *Psathyrellaceae*, *Grifolaceae* et *Pezizaceae* présentent une valeur réduite de (6.25%).



**Figure. 27.:** Répartition des familles de Basidiomycètes du parc

La figure 28 montre que la division des Ascomycètes est la moins diversifiée par rapport à celle des Basidiomycètes, avec seulement 1 famille c'est celle de Pezizaceae avec une valeur de 6,25 %



**Figure 28:** Répartition des familles d'Ascomycètes du parc

Au cours de ce travail, le nombre de certains genres récoltés dans les endroits visités est très réduit, et ne sont représentés dans nos résultats que par une seule espèce à savoir ; *Armillaria sp*, *Bovista sp*, *Mycenastrum corium*, *Hygocybe mucronella*, *Collybia dryophila*, *Boletus sp*, *Cortinarius*

*arellanus*, *Abortiporus biennis*, et *Xerocomus chrysenteron*. Pour les Basidiomycètes et *Peziz sp* pour les Ascomycètes.

Parmi les espèces des cédraies rencontrées pour la première fois dans le parc par rapport à celles citées dans le plan de gestion du parc (2006-2010), on cite 49 espèces à savoir ; *Lycoperdon pyriforme* Schaeffer, *Lycoperdon perlatum* Pers, *Bovista sp*, *Mycenastrum corium* (Guers), *Geastrum pectinatum* Pers, *Geastrum striatum*, *Geastrum floriforme*, *Coprinus comatus*, *Lepiota Rhacodes*, *Agaricus essettei*, *Leucogaricus pseudocinerascens*, *Agaricus subfloccosus*, *Leucogaricus macrorhizus*, *Clitocybe graminicola*, *Clitocybe phaeophthalma*, *Leucopaxillus paradoxus*, *Hygrophorus cossus*, *Hebeloma ebumeum*, *Clitocybe niyea*, *Hygrophorus camarophyllus*, *Hebeloma circinans*, *Hygocybe mucronella*, *Mycena algeriensis*, *Coprinus disseminatus*, *Mycena flosnivium*, *Mycena albidolilacea* Kuhner, *Collybia dryophila*, *Hebeloma cavipes* Huisiman, *Hebeloma flammuloides*, *Hebeloma anthracophilum*, *Cortinarius arellanus*, *Hebeloma favrei* Romagn, *Leucopaxillus cerealis*, *Clitocybe lituus*, *Trametes multicolor*, *Trametes versicolor* (L.), *Abortiporus biennis* (Bull.), *Stereum hirsutum*, *Phellinus sp*, *Armillaria sp*, *Phellinus torulosus* (Pers.), *Xerocomus chrysenteron* (Bull.), *Boletus sp*, *Agaricus sp*, *Amanite sp*, *Lepista sp* et *Stereum purpureum* pour les Basidiomycètes et *Peziza sp* pour les Ascomycètes.

### **3. La surface terrière et le volume des peuplements de cèdre**

L'ensemble des résultats des mesures dendrométriques des diamètres et des hauteurs des sujets de cèdre pour les quatre stations sont présentés dans (tableau 32).

Tableau 32. Mesures du diamètre et des hauteurs moyens des arbres de cèdre de l'Atlas

Classe de diamètre di (m)	Nombre de tiges ni					Classe de hauteurs hi (m)	Nombre de tiges ni			
	S1	S2	S3	S4			S1	S2	S3	S4
0.05	20	1	0	8		1	0	0	0	1
0.10	14	14	0	4		2	1	0	0	6
0.15	4	12	0	3		3	4	0	0	7
0.20	4	7	1	10		4	7	1	0	8
0.25	3	6	2	1		5	12	3	0	7
0.30	3	4	4	4		6	3	4	0	4
0.35	3	3	6	1		7	10	3	0	4
0.40	2	7	7	2		8	6	5	0	0
0.45	3	1	5	1		9	2	8	0	0
0.50	3	2	5	0		10	1	10	1	1
0.55	1	1	2	0		11	0	2	1	0
0.60	0	0	1	0		2	1	3	1	0
0.65	0	0	3	0		13	0	3	2	0
0.70	0	0	2	0		14	0	3	2	0
0.75	0	1	3	0		15	0	6	2	0
0.80	0	0	0	0		16	0	4	2	0
0.85	0	0	0	0		17	0	3	1	0
0.90	0	0	1	0		18	0	0	7	0
0.95	0	0	0	0		19	1	0	3	0
1.00	0	1	0	0		20	1	0	7	0
1.05	0	0	0	0		21	0	0	3	0
1.10	0	0	0	0		22	1	1	3	0
1.15	0	0	0	0		23	1	0	1	0
1.20	0	0	0	0		24	1	0	2	0
1.25	0	0	0	0		25	4	0	4	0
1.30	0	1	0	0		26	0	1	0	0
1.35	0	0	0	0		27	0	0	0	0
1.40	0	1	0	0		28	2	0	0	0
1.45	0	0	0	0		29	0	0	0	0
1.50	0	0	0	0		30	1	0	0	0
1.55	0	0	0	0		31	1	0	0	0
1.60	0	0	0	0		32	0	1	0	0
0	0	0	0	0		33	0	0	0	0
0	0	0	0	0		34	0	1	0	0
<b>Total arbres</b>	60	62	42	38		/	60	62	42	38

**Di (m) : Classe de diamètre, hi (m) : Classe de hauteurs et ni : Nombre de tiges**

Après l'application des formules de calculs des surfaces terrières et des volumes d'arbres, qui sont décrites en dessous, nous avons obtenues les résultats présentées dans le tableau 33.

La surface terrière (notée g), est la somme des sections transversales à 1.30 m du sol de tous les arbres du peuplement. La surface terrière se calcule par la formule :

$$g = \mu \cdot D^2 / 4$$

$\mu$  : constant (3.14)

**D** : diamètre moyen à 1.30 m par arbre et station

Le produit de la surface terrière par sa hauteur donne une estimation de son volume en m<sup>3</sup>.

$$V = g \cdot H$$

**g** : surface terrière moyenne par arbre et par station

**H** : hauteur moyenne par arbre et par station

Tableau 33. Calcule des moyennes par station des diamètres, des hauteurs, des surfaces terrières et des volumes des arbres de cèdre de l'Atlas

Station Paramètre	S1	S2	S3	S4
<b>D<sup>~</sup>S (m)</b>	0.18	0.28	0.47	0.19
<b>H<sup>~</sup>S (m)</b>	9.88	11.35	18.55	4.29
<b>g<sup>~</sup>S (m<sup>2</sup>)</b>	0.04	0.12	0.01	1.25
<b>V<sup>~</sup>S (m<sup>3</sup>)</b>	0.25	0.72	3.22	0.12

S1: Dj Touggurt S2: Dj Touggurt S3: Dj Bordjem S4: Dj Bordjem

#### 4. Bioécologie des invertébrés inféodés aux Cédraies

##### 4.1. Inventaire taxonomique des espèces recensées

Au terme de nos prospections effectuées, nous avons recensé 327 espèces d'invertébrés à partir d'un échantillon de 4781 individus capturés. Cet inventaire a été établi au cours de la période s'étendant entre 2008 et 2010. Il s'agit des résultats obtenus par l'ensemble des différentes méthodes de capture utilisées, à savoir : la chasse à vue, les pièges colorés et les pièges trappes (Tableau.34.).



**Figure.29.** Photos H. BOUKERKER Chasse à vue des insectes (1: *Messor sp.*; 2,3 : *Amadllidum sp.*, 4 : *Buprestidae sp.*, 5 : *Thaumetopoea pityocampa.*)

La liste systématique des espèces recensées est dressée selon un ordre de classification après la consultation de plusieurs ouvrages et fascicules de systématique : PERRIER (1961,1963 et 1964),

HELGARD (1984), D'AGUILAR et al. (1985), CARTER et HARGREAVES (1988), ZHRADNIK (1988), DORST (1990), LERAUT (1992), AUBER (1999) et BERLAND (1999 a et b). L'identification est poussée jusqu'au genre et parfois même à l'espèce pour la majorité des échantillons recueillis. Le tableau récapitule ces espèces qui ont été déterminées par chercheurs du CRSTRA centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides Biskra et des chercheurs à l'université Mohammed V Casablanca Maroc suivant les six stations. Les catégories trophiques sont établies, selon le type d'alimentation des formes adultes.

Tableau 34- Liste systématique globale des espèces d'invertébrées inventoriées dans les trois cédraies de Oued El Ma et Oued El Chaâba (S1 : Station 1, S2 : Station 2, S3 : Station 3, S4 : Station 4, S5 : Station5 et S6 : Station 6, R.A. : régime alimentaire, Ph : phytophage, Pr : prédateur, Sapr : saprophage, Poly : polyphage, P/Par: parasite/parasitoïde, Copr : coprophage). + : Présence non quantifiée, (NS) : Espèce non signalée dans la liste des invertébrés du parc national de BELEZMA (Plan de gestion, 2010).

Classe	Ordre	Famille	Espèce	S1	S2	S3	S4	S5	S6	R.A.	
Gasteropoda	Pulmonata	Lymnaeidae	Lymnaeidae sp.Ind.	1		2		2		Ph .	
		Stylommatophora	helicidae	Helix Sp.	-	1		2	2	2	Ph.
			Helicidae Sp.Ind.	1		8		9		Ph.	
			Albea candidissima (NS)	-	-		3		3	Ph.	
Arachnida	Aranea	Arnaeidae	Aranaeidae sp.Ind.	-	196	181	193	201	180	Pr.	
		Arachnidae	Arachnidae sp.Ind	-	-	7	6	9	8	Pr.	
	Scorpionida	Buthidae	Buthus sp.	+				+		Pr.	
			Buthuss occitanus (NS)	-	+		+	+		Pr.	
		Scorpionidae	Scorpionidae sp.Ind.	1	1	1	1	1		Pr.	
Myriapoda	Chilopoda	scutigeraidae	Scutigera sp	2		4	3	3	4	poly	
Crustacea	Isopoda	Oniscoidae	Armadillidum sp.	1		1	1	1		poly	
		Crustacae	Crustacae sp.Ind	-	1		1		1	Poly.	
Insecta	Poduromorpha	Poduriidae	Poduridae sp.Ind.	1	2	1	1	2		Sapr.	
	Thysanoptera	Tubulifera ind.	Tubulifera sp.Ind. (NS)	-				1	1	Poly.	
		Thripidae	Thrips sp	-	-	1		2	2	Ph.	
	Thysanura	Lepismatidae	Lepisma saccharina (NS)	1			1	1	1	Poly.	
			Lepisma sp. (NS)		1	1		1		Poly.	
		Camppeidae	Camppeidae sp. Ind.	54			67		45	Poly.	
	Odonata	Gomphidae	Gomhus sp. (NS)		1	1	1	1	1	Pr.	
	Phasmida	Phasmidae	Phasmidae sp. Ind.	1		1		1		Ph.	
	Orthoptera	Tettigonidae	Decticus sp. (NS)	1	1	1	1	1	1	1	Ph.
			Decticus albifrons (NS)	1	-	1	2	1	2	1	Ph.
			Ephippigera sp	1	1	1	1	1	1	1	Ph.
		Gryllidae	Gryllus sp.	6	7	10	9	11	13	Ph.	
		Pyrgomorphidae	Pyrgomorpha sp.	+	+		+	+		Ph.	
		Pamhagidae	Pamphagus sp.	1	-	2	1	1	2	1	Ph.
			Pamphagus elephas	-	+	+	+	+	+	+	Ph.
Acrididae		Acrotylus patruelis	1	-	1	1	1			Ph.	
		Omocestus sp	-	1	1	2	2	1	1	Ph.	
		Locusta migratoria	+		+	+	+	+	+	Ph.	
	Locusta sp. (NS)	1	1	1	1	1	2	1	Ph.		
	Oedipoda caerulescens	1	2		2	2	2	1	Ph.		
Oedipoda sp.	1		1	1	2	1		Ph.			

		<i>Sphingonotus sp.</i>	1		1		1	1	Ph.
		<i>Acrididae sp.Ind</i>		1	2	1	1	1	Ph.
<i>Dermaptera</i>	<i>Labiduridae</i>	<i>Labidura riparia (NS)</i>	1	1	1	2	1	1	Poly.
	<i>Forficulidae</i>	<i>Forficula auricularia</i>	1	1		1		2	Poly.
<i>Blatoptera</i>	<i>Blatteridae</i>	<i>Blata orientalis</i>		+	+	+		+	Poly.
		<i>Blata sp. (NS)</i>			5		7		Poly.
<i>Manthoptera</i>	<i>Mantidae</i>	<i>Mantis religiosa*</i>	2			3	2	3	Pr.
<i>Heteroptera</i>	<i>Reduviidae</i>	<i>Reduviidae sp.Ind</i>	2	3		1	1	1	Poly.
	<i>Miridae</i>	<i>Psillus sp.(NS)</i>	+		+	+		+	Ph.
		<i>Adelphocoris sp</i>			2			1	Ph.
		<i>Phytocoris sp</i>			4			8	Poly.
		<i>Miridae sp.Ind</i>				1			Ph.
	<i>Nabidae</i>	<i>Nabidae sp.Ind.</i>	1		1		2	1	Ph.
	<i>Alydidae</i>	<i>Alydidae sp.Ind</i>	2	2	1		1		Ph.
	<i>Lygaeidae</i>	<i>Spilostethus pandurus (NS)</i>	1	1		1		1	Ph.
		<i>Lygaeus equestris (NS)</i>	2	-	1				Ph.
		<i>Lygaeus saxatilis(NS)</i>	-	2			1		Ph.
		<i>Spilostethus militaris (NS)</i>	1	1	1			2	Ph.
	<i>Cydnidae</i>	<i>Corimelaena sp.</i>	1			1	1	1	Ph.
	<i>scutelleridae</i>	<i>Coptosoma sp (NS)</i>		1	1	1		1	Ph.
	<i>Pentatomidae</i>	<i>Aelia sp.</i>						2	Ph.
		<i>Pentatoma sp.</i>	3			2	1		Ph.
		<i>Pentatomidae sp.Ind.</i>			2				Ph.
	<i>Coreidae</i>	<i>Coreidae sp.Ind.</i>	1		2	1		1	Ph.
		<i>Coreus sp.</i>			3				Ph.
	<i>Miridae</i>	<i>Miridae sp.Ind</i>	2	2		1		1	Ph.
	<i>Tingidae</i>	<i>Tingidae sp.Ind</i>	2	2			1		Poly.
	<i>Coreidae</i>	<i>Coreomeris denticulatus (N)</i>	3	-		1		2	Ph.
		<i>Syromastus sp (NS)</i>	-	1	1				Ph.
	<i>Berytidae</i>	<i>Berytinus sp (NS)</i>	1	1				1	Ph.
<i>Lygaeidae</i>	<i>Heterogaster sp.</i>	1	1	1	2	1	1	Ph.	
<i>Homoptera</i>	<i>Issidae</i>	<i>Issus sp. (NS)</i>	2	1			3	4	Ph.
		<i>Issidae sp.Ind.</i>			3				Ph.
	<i>Cicadidae</i>	<i>Cicadetta montana (NS)</i>	+		+		+	+	Ph.
		<i>Cicadetta sp. (NS).</i>			2				Ph.
	<i>Cercopidae</i>	<i>Cercopidae sp. Ind.</i>			2				Ph.
	<i>Jassidae</i>	<i>Cicadella sp</i>		22		21	17	23	Ph.
		<i>Jassidae sp.Ind</i>		62			70		Ph.
	<i>Psyllidae</i>	<i>Psylla sp.</i>	2	3	1	4	1	3	Ph.
		<i>Psyllidae sp.Ind.</i>	1			1			Ph.
	<i>Lachninae</i>	<i>Lachnus sp (NS)</i>	2	1				1	Ph.
		<i>Cinara sp (NS)</i>	1	2		1			Ph.
	<i>Aphididae</i>	<i>Aphididae sp.Ind.</i>		69	55			60	Ph.
		<i>Hyperomyzus sp.Ind</i>	-	2		1			Ph.
		<i>Diuraphis sp (NS)</i>	3	-				1	P/Par
	<i>Dictyophoridae</i>	<i>Dictyophoridae sp .ind.</i>	2			1		4	Ph.
	<i>Cicadellidae</i>	<i>Eupteryx sp (NS)</i>	2	1					Ph.
	<i>Diaspididae</i>	<i>Leucaspis sp.</i>		+					Ph.
<i>Carabidae</i>	<i>Calosoma inquisitor* (NS)</i>	+		+	+	+		Pr.	
	<i>Broscus sp.</i>	1		2		2		Pr.	
	<i>Chlaenius sp.</i>		3		1	2	1	Pr.	
	<i>Carabidae sp.Ind</i>			5				Pr.	
	<i>Cymindis sp. (NS)</i>	1				1		Pr.	
	<i>Demetrias sp. (NS)</i>	2		1	1			Pr.	

		<i>Zabrus sp</i>	1	1	1	1	2	1	Pr.
	Histeridae	<i>Hister major</i>	1	1	2	1	1	1	Pr.
	Staphylinidae	<i>Staphylinus stercorarius</i> (N)	3		2		1	3	Poly.
		<i>Staphylinus sp. (NS)</i>			5	2	3		Poly.
		<i>Ocyopus sp.</i>	2			3	1	2	Pr.
		<i>Aleochara sp. (NS)</i>		-		1	1		Pr.
		<i>Staphylinidae sp.Ind.</i>			16				Sapr.
		<i>Staphylinus olens (NS)</i>	-	4	-	-	-	-	Poly.
		Trogidae	<i>Trox sp (NS)</i>	1		1		1	1
	Geotrupidae	<i>Geotrupes sp.</i>	2	1	1	2	1	1	Sapr.
	scarabaedae	<i>Scarabaeus sp.</i>	1	-	2	1	1	1	Sapr.
		<i>Scarabaeus semipunctata</i>	-	2	1	3	1	2	Sapr.
		<i>Aphodius sp.</i>		1	1	1	1	1	Sapr.
		<i>Hopia sp (NS)</i>			+			+	Ph.
		<i>Cetonia sp (NS)</i>	3	2			1		Ph.
		<i>Rhizotrogus sp.</i>	1		2	1		1	Ph.
		<i>Scarabaeidae sp.Ind</i>			3				Sapr.
	Cetoniidae	<i>Tropinota hirta</i>	1	1	1	2	1	1	Ph.
		<i>Cetonia sp</i>			2		1		Ph.
		<i>Tropitnota sp.</i>		1	1	2	2		Ph..
	Cantharidae	<i>Cantharis sp. (NS)</i>	1	1		1	1		Ph.
	Buprestidae	<i>Capnodis sp. (NS)</i>	2	1	2	1	4	1	Ph.
		<i>Anthaxia chobauti (NS)</i>	2	2	3	2	2	2	Ph.
		<i>Anthaxia ludovicæ (NS)</i>	1	2	1	2	1	2	Ph.
		<i>Anthaxia marmottani (NS)</i>	3	1	1	3	2	4	Ph.
		<i>Anthaxia sp.</i>	2	2	1	2	1	2	Ph.
		<i>Buprestidae sp.Ind</i>	1	3	2	2	2	2	Ph.
	Elateridae	<i>Elateridae sp.Ind</i>	1		3	1	2	1	Poly.
	Dermetidae	<i>Anthrenus sp (NS)</i>		1	1			1	Ph.
	coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i>	-	2	1	2	3	1	Pr.
		<i>Coccinella sp</i>				1		2	Pr.
	Mycetophagidae	<i>Mycetophagidae sp.Ind</i>	2			1	2	3	Ph.
	Tenebrionidae	<i>Pimelia sp</i>	2	-	1	3	2	1	Sapr.
		<i>Blaps sp.</i>	4		2		3		Sapr.
		<i>Pimelia sp.</i>	2	-	3	2	3	3	Sapr.
		<i>Tentyria sp.</i>	-	2	1	2	2	2	Sapr.
		<i>Tenebrionidae sp.Ind</i>				1		1	Sapr.
	Rhipiphorinidae	<i>Rhipiphoridae sp.Ind</i>	1	1	2	1	1	1	P/Par
	Meloidae	<i>Mylabris variabilis*</i>	1	1	1	1	1	1	Ph.
		<i>Mylabris sp</i>		2					Cop
		<i>Mylabris quadripunctata</i>	1	2	1	1	3	1	Cop.
	Oedemeridae	<i>Oedemera sp. (NS)</i>	2		1	1	1	1	Ph.
	Cerambycidae	<i>Leptura ruba (NS)</i>	1	1	2	1	1	1	Poly.
		<i>Tetrops sp. (NS)</i>	1	-	1	1	2	1	Ph.
		<i>Semanotus russica algerica</i>	-	1	1	3	1	1	Ph.
		<i>Clytra sp.</i>	3	-	1	1	1	2	Ph.
		<i>Callidium cedri</i>	-	2	1	1	1	1	Ph.
		<i>Plagionotus sp</i>	1	1	1	1	2	1	Ph.
		Bruchidae	<i>Bruchus sp. (NS)</i>		2	1		1	1
	<i>Bruchidae sp Ind.</i>						15		Ph.

			<i>Clythra sexpunctata (NS)</i>	-	1	1	1	1	1	1	Ph.
			<i>Clythra sp.</i>		1	1	1	1			Ph.
			<i>Chrysomela sp</i>	-	2	2	1	2			Ph.
			<i>Longitarsus sp (NS)</i>	2		1	1	1	1		Ph.
			<i>Hispa sp (NS)</i>		-	1	1			2	Ph.
			<i>Chrysomelidae sp.Ind</i>							1	Ph.
			<i>Oulema melanopus</i>		3		1				Ph.
			<i>Oulema sp.</i>	2	1	1	1	3	1		ph
			<i>Attelabidae Deporaus sp. (NS)</i>	1		2		1	1		Ph.
			<i>Brachyceridae Brachycerus sp</i>		2				4		Ph.
				14							Ph.
			<i>Otiorhynchus sp (NS)</i>								Ph.
			<i>Stomodes sp.</i>				3				Ph.
			<i>Phyllobius sp.</i>		1	1	1	1			Ph.
			<i>Strophosomus sp.</i>			3	3	2	3		Ph.
			<i>Lixus algirus *(NS)</i>				2		1		Ph.
			<i>Hylobius sp.</i>		1		1	1	1		Ph.
			<i>Orchestes sp.</i>	3		3	1	3	3		Ph.
			<i>Polydrosus sp. (NS)</i>					1			Ph.
			<i>Cleonus sp (NS)</i>			1					Ph.
			<i>Rhyncholus sp.</i>	2			4		2		Ph.
			<i>Rhinoncus sp. (NS)</i>	1	1	-	1	1	1		Ph.
			<i>Curculionidae sp.Ind</i>				1				Ph.
			<i>Apionidae Apion sp.</i>		3	2		1	3		Ph.
			<i>Rhynchitidae Rhynchitidae sp.Ind</i>	3		2		1	2		Ph.
			<i>Alticinae Psylliodes sp (NS)</i>	1	3				1		Ph.
			<i>Chaetocnema (NS)</i>	-	1		2				Ph.
			<i>Longi tarsus (NS)</i>	1	-				1		Ph.
			<i>Melolonthinae Rhizotrogus sp (NS)</i>	1	1						Ph.
			<i>Rhizotrogus carduorum (NS)</i>	1	1		1				Ph.
			<i>Rhizotrogus sp (NS)</i>	1	2						Ph.
			<i>Entiminae Otiorrhynchus (NS)</i>	1	1				2		Ph.
			<i>Balaninus sp (NS)</i>	2	1						Ph.
			<i>Polydrosinae Sitona sp (NS)</i>	1	2		3				Ph.
			<i>Phyllobius oblongus (NS)</i>	3	1				1		Ph.
			<i>Attelabus nitens (NS)</i>	1	1						Ph.
			<i>Melyridae Melyridaesp.Ind</i>	1	1				1		Poly.
			<i>Dasytinae Dasytes sp (NS)</i>	1	1		1				Ph.
			<i>Dasytinaesp.Ind</i>	1	-						Ph.
			<i>Ptinidae Ptinus obesus (NS)</i>	-	1			1			Poly.
			<i>Ptinus sp (NS)</i>	2	1		2		1		Poly.
			<i>Phalacridae Olibrus sp (NS)</i>	1	1						Ph.
			<i>Phalaceus sp (NS)</i>	3	1		3				Ph.
			<i>Bostrichidae Xylopertha sp(NS)</i>	1	1			2	1		Ph.
			<i>Phloeosinus cedri (NS),</i>	3	2	4	4	2	1		Ph.
			<i>Scolytidae Scolytus amygdali (NS)</i>	1	-	2	1	1	1		Ph.
			<i>Cisdygma corioli P, (NS)</i>	-	3	2	1	2	3		Ph.
			<i>Scolytidae sp. Ind</i>	5	-	5	3	1	6		Ph.
			<i>Neuroptera Chrysopidae Chrysopa carnea* (NS)</i>	-	2	1	1	2	2		Ph.
			<i>Macrophya sp. (NS)</i>	2			1	1	1		Ph.
			<i>Athalia sp (NS)</i>				1		1		Ph.
			<i>Nematinus sp.</i>		2		1	1	1		Ph.
			<i>Tenthredinidae Tethredinidae sp.Ind.</i>		1						Ph.
			<i>Hymenoptera</i>								

		<i>Diapriidae</i>	<i>Aneurhynchus sp (NS)</i>	1		1	1		1	P/Par
		<i>Chalcididae</i>	<i>Chalcididae sp. Ind</i>	3					2	Par
		<i>Mymaridae</i>	<i>Mymaridae sp ind.</i>	1	1	1	1	1	2	Par
		<i>Pteromalidae</i>	<i>Pteromalus sp. (NS)</i>	2		2		2		P/Par
		<i>Ichneumonidae</i>	<i>Ichneumon sp (NS)</i>		2			1		P/Par
			<i>Ichneumonidae sp</i>		5	5		3	2	P/Par
		<i>Braconidae</i>	<i>Braconidae sp.Ind</i>		1	1	1	1		Pr.
		<i>Cynipidae</i>	<i>Cynipidae sp.Ind</i>	1	4		3	8	5	Ph.
		<i>Prototrupidae</i>	<i>Prototrupidae sp.Ind</i>		2	4		3	1	P/Par
		<i>Chrysidae</i>	<i>Spinolia sp. (NS)</i>		1		1	1		P/Par
			<i>Chrysis sp.(NS)</i>		2		1	1	2	P/Par
			<i>Chrysidae sp.Ind</i>		6					P/Par
			<i>Holopyga gloriosa (NS)</i>			2				Pr.
		<i>Myrmicidae</i>	<i>Aphaenogaster sp.</i>			5		2		Ph.
			<i>Pheidole pallidula</i>		29		41	35	28	Ph.
			<i>Pheidole sp (NS)</i>			8				Ph.
			<i>Monomorium salamonis (NS)</i>	5		3	2	4	3	Ph.
			<i>Monomorium pallidula (NS)</i>	5	2			1		Poly.
			<i>Monomorium sp (NS)</i>	2				5		Poly.
			<i>Messor barbara</i>			2		2		Ph.
			<i>Tetramorium biskrensis (NS)</i>				5		3	Ph.
			<i>Tetramorium salamonis (NS)</i>	2			1	2		Ph.
		<i>Tetramorium sp (NS)</i>		3		5	1		Ph.	
		<i>Dolichoderidae</i>	<i>Tapinoma simrothi (NS)</i>	2	3	3	1	2	3	Poly.
		<i>Formicidae</i>	<i>Camponotus barbaricus (NS)</i>	2		1	1		3	Poly.
			<i>Camponotus sp</i>		13		9	11	11	Poly.
			<i>Formicidae sp. Ind.</i>					5		Poly.
			<i>Cataglyphis bicolor* (NS)</i>	9		9	2	5	4	Poly.
		<i>Scoliidae</i>	<i>Scolia sp</i>	2	3		1	2	1	Pr.
			<i>Scoliidae sp .ind.</i>			1		2		Pr.
		<i>Pepsidae</i>	<i>Priocnemis sp (NS)</i>				2			Pr.
		<i>Tiphidae</i>	<i>Tiphia sp.</i>	3	3		1		2	Pr.
		<i>Carridae</i>	<i>Tachytes.sp.</i>			2		2		Pr.
		<i>Pompilidae</i>	<i>Pompilidae sp Ind</i>				2			Pr.
			<i>Anoplius cingulatus (NS)</i>	1	-		1	1		Pr.
			<i>Deuteragenia sp.</i>	1			2	1	2	Pr.
		<i>Vespidae</i>	<i>Eumenes sp (NS)</i>	-	2	2	1	2	2	P/Par
	<i>Hymenoptera</i>	<i>Sphecidae</i>	<i>Sphex maxillosus</i>	2	2	3	2	2	2	Pr.
			<i>Sphecidae sp.Ind</i>				2			Pr.
			<i>Sphex sp</i>		2		6	111		Pr.
			<i>Ammophila sabulosa (NS)</i>		3		2	2	2	Pr.
		<i>Sceliphron sp.</i>		2	1		2		Pr.	
		<i>Andrenidae</i>	<i>Andrena sp (NS)</i>		3			1		Ph.
		<i>Eurytomidae</i>	<i>Sycophila binotata (NS)</i>	2	2				1	P/Par
		<i>Pteromalidae</i>	<i>Mesopolobus ichtensteini</i>	2	2		1			P/Par
			<i>Mesopolobus sp (NS)</i>	3	2					P/Par
		<i>Eulophidae</i>	<i>Necremnus sp (NS)</i>	1	2				1	P/Par
			<i>Crysocharis sp (NS)</i>	2	3					P/Par
		<i>Encyrtidae</i>	<i>Encyrtidae sp.Ind</i>	2	-		1			P/Par
		<i>Eupelmidae</i>	<i>Eupelmus seculatus (NS)</i>	2	2					P/Par
		<i>Braconidae</i>	<i>Apanteles sp (NS)</i>	-	2					P/Par
		<i>Blacinae</i>	<i>Taphaeus sp (NS)</i>	3	2			1		P/Par
			<i>Sphecodes sp. (NS)</i>	2		3	1	3		P/Par

		<i>Halictidae</i>	<i>Halictus sp</i>	2			1			Ph.
			<i>Halictus scabiosa (NS)</i>	1			2	2		Ph.
		<i>Melittidae</i>	<i>Dasygaster sp (NS)</i>	9		13				Ph.
		<i>Megachilidae</i>	<i>Osmia sp (NS)</i>		1			1		Ph.
			<i>Megachile sp.</i>			5				Ph.
		<i>Apidae</i>	<i>Apis mellifera*</i>	2	1	12	6	10	15	Ph.
			<i>Bombus terrestris *</i>	1	2	2	3	2	2	Ph.
			<i>Apis sp.</i>				4		8	Ph.
			<i>Apidae sp.Ind</i>		11			9		Ph.
<i>Lepidoptera</i>		<i>Sphingidae</i>	<i>Sphingidae sp.Ind</i>		4		2			Ph.
		<i>Geometridae</i>	<i>Geometridae sp. ind.</i>					6		Ph.
		<i>Papilionidae</i>	<i>Papilio machaon* (NS)</i>	-	1	1	1	1	1	Ph.
			<i>Iphiclidia podalirius (NS)</i>	2	1		1			Ph.
		<i>Geometridae</i>	<i>Scopula sp (NS)</i>	2	1					Ph.
		<i>Tortricidae</i>	<i>Tortrix sp.Ind</i>	2	3			1		Ph.
		<i>Pieridae</i>	<i>Pieris brassicae</i>	1		1	1	2	1	Ph.
			<i>Pieris rapae</i>	1	1	1	1	1	1	Ph.
			<i>Pieris napi (NS)</i>		2		1			Ph.
			<i>Gomopteryx cleopatra (NS)</i>			2	1	2	2	Ph.
			<i>Pieridae sp .ind.</i>			1				Ph.
			<i>Colias croceus*(NS)</i>	3	1	-	-	1	-	Ph.
		<i>Pontia daplidice (NS)</i>	2		2				Ph.	
		<i>Lycaenidae</i>	<i>Aricia agestis (NS)</i>							Ph.
			<i>Polyommatus icarus * (NS)</i>	5			1	1	1	Ph.
			<i>Lycaena phlaeas (NS)</i>		2	2	2			Ph.
			<i>Lycaenidae sp.Ind</i>				1			Ph.
			<i>Plebejus sp.Ind</i>	.	-		1			
		<i>Nymphalidae</i>	<i>Nymphalidae sp.Ind</i>					1		Ph.
			<i>Vanessa sp.Ind</i>	-	6	-	-	-	-	
		<i>Notodontidae</i>	<i>Thaumetopoea pityocampa</i>	1	1	3	2	1	1	Ph.
			<i>Notodontidae sp. ind.</i>			3				Ph.
		<i>Noctuidae</i>	<i>Autographa gamma (NS)</i>	1	1	1	1	1	1	Ph.
			<i>Noctuidae sp.Ind</i>				5		3	Ph.
		<i>Tipulidae</i>	<i>Tipulidae sp.Ind</i>			11			5	Sapr.
		<i>Anthomyiidae</i>	<i>Anthomyiidae sp. Ind</i>	3	2			1		Poly.
			<i>Anthomyiidae sp.Ind</i>	2	-					Poly.
		<i>Tephritidae</i>	<i>Tephritidae sp. Ind</i>	1	2					Ph.
	<i>Tephritidae sp.Ind</i>		-	3		1			Ph.	
	<i>Heleomyzidae</i>	<i>Suillia sp (NS)</i>	1	1	-	-	-	1	Poly.	
	<i>Calliphoridae</i>	<i>Calliphora sp (NS)</i>	1	1	-	-	-	-	P/Par	
		<i>Calliphoridaesp.Ind</i>	1	-	-	-	-	-	P/Par	
	<i>Dryomyzidae</i>	<i>Dryomyzidae sp.Ind</i>	1	4	-	1	-	-	Poly.	
	<i>Sarcophagidae</i>	<i>Sarcophaga sp1 (NS)</i>	-	2	-	-	-	1	P/Par	
		<i>Sarcophaga sp2 (NS)</i>	2	1	-	-	-	-	P/Par	
	<i>Bibionidae</i>	<i>Bibio sp (NS)</i>	3	-	2	-	5	-	Poly.	
		<i>Bibionidae sp.Ind</i>	-	-	5	-	-	-	Sapr.	
	<i>Culicidae</i>	<i>Culex sp.</i>	14	-	5	6	12	9	Poly.	
		<i>Culicidae sp.Ind</i>	-	-	112	-	-	96	Poly.	
	<i>Simuliidae</i>	<i>Simuliidae sp.Ind</i>	2	-	-	-	-	-	Poly.	
	<i>Tabanidae</i>	<i>Tabanus sp</i>	1	1	1	1	1	1	Poly.	
		<i>Tabanidae sp.Ind</i>	-	3	-	-	-	5	Poly.	
	<i>Asilidae</i>	<i>Asilus sp.</i>	1	1	1	1	-	1	Pr.	
		<i>Asilidae sp.Ind</i>	-	2	-	-	-	-	Pr.	
	<i>Therevidae</i>	<i>Thereva sp (NS)</i>	-	-	9	-	9	-	Pr.	

	Diptera		<i>Therevidae sp.Ind.</i>	-	13	-	-	-	-	Poly.	
		<i>Bombyliidae</i>	<i>Bombylius sp.</i>	-	1	-	1	1	-	Ph.	
			<i>Bombyliidae sp.Ind</i>	-	55	-	-	-	37	Pr.	
		<i>Syrphidae</i>	<i>Chilosia sp (NS)</i>	+	+	-	+	-	+	Poly.	
			<i>Eristalis tenax</i>	1	2	1	1	1	2	Sapr.	
			<i>Syrphus arbostratus (NS)</i>	1	1	4	1	5	1	Pro.	
			<i>Syrphys sp.</i>	-	8	-	-	10	-	Pr.	
			<i>Eristalis sp</i>	-	-	1	-	-	3	Poly.	
			<i>Epistrophe balteata (NS)</i>	-	+	-	+	-	-	Ph.	
			<i>Eristrophe sp. (NS)</i>	1	1	-	-	-	1	Ph.	
			<i>Syrphidae sp.Ind</i>	-	-	6	-	5	-	Poly.	
			<i>Opomyzidae</i>	<i>Opomyza sp (NS)</i>	2	2	-	1	3	-	Ph.
		<i>Opomyzidae sp.Ind</i>		-	-	9	-	-	-	Poly.	
		<i>Drosophilidae</i>	<i>Drosophila sp (NS)</i>	15	-	11	-	-	9	Sapr.	
			<i>Drosophila melanogaster (NS)</i>	2	1	1	-	4	1	Sapr.	
			<i>Drosophilidae sp. Ind</i>	-	-	-	15	-	-	Poly.	
		<i>Ephydriidae</i>	<i>Ephydriidae sp.Ind</i>	4	2	3	-	4	3	Poly.	
		<i>Scatophagidae</i>	<i>Scatophaga sp (NS)</i>	5	1	3	8	4	3	Copr.	
			<i>Scatophagidae sp.Ind</i>	-	-	1	5	-	-	Poly.	
		<i>Muscidae</i>	<i>Muscidae sp.Ind</i>	12	45	41	47	35	47	Poly.	
			<i>Musca sp.</i>	-	1	-	1	2	-	Sapr.	
		<i>Calliphoridae</i>	<i>Lucilia ceasar (NS)</i>	1	2	2	1	2	2	Poly.	
			<i>Lucilia sp.</i>	1	-	1	-	-	-	Poly.	
			<i>Calliphora vicina (NS)</i>	3	2	2	4	1	2	Poly.	
			<i>Calliphora sp</i>	4	-	-	5	-	-	Poly.	
			<i>Calliphoridae sp.Ind</i>	-	-	-	2	-	-	Poly.	
		<i>Sarcophagidae</i>	<i>Sarcophaga stercoraria (NS)</i>	1	1	1	1	1	1	Sapr.	
			<i>Sarcophaga sp.</i>	-	18	-	-	11	13	Sapr.	
			<i>Sarcophagidae sp.Ind</i>	-	2	3	-	1	-	Poly.	
		<i>Tachinidae</i>	<i>Tachina sp (NS)</i>	1	2	1	1	2	2	Ph.	
			<i>Tachinidae sp.Ind</i>	54	-	39	41	34	42	Poly.	
		Neuroptera	<i>Ascalaphidae</i>	<i>Ascalaphus sp.Ind</i>	2	1	-	-	2	-	P/Par
				<i>Palpares sp.Ind</i>	1	1	-	-	-	-	P/Par
<b>Total individus / Station</b>					<b>478</b>	<b>836</b>	<b>849</b>	<b>769</b>	<b>933</b>	<b>916</b>	<b>7 Catégories trophiques</b>
<b>Moyenne individus par Canton</b>					<b>657</b>		<b>809</b>		<b>924.5</b>		
<b>Nombre total d'individus pour les 6 stations</b>					<b>4781</b>						
<b>Total par Station</b>	<b>23</b>	<b>148</b>		<b>183</b>	<b>183</b>	<b>170</b>	<b>188</b>	<b>190</b>	<b>176</b>		
<b>Nombre moyen d'espèces par Canton</b>				<b>330</b>	<b>183</b>		<b>179</b>		<b>183</b>		
<b>Nombre total d'espèces</b>				<b>327</b>							

(\*) : Espèce protégée par l'arrêté du 17 janvier 1995 paru dans le journal officiel de la république Algérienne n° 19 du 12 avril 1995 complétant la liste des espèces animales non domestiques protégées en Algérie (décret n° 83-509 du 20/08/1983 relatif aux espèces animales non domestiques protégées).

Les invertébrés recensés dans les 6 stations d'étude regroupent un total de 327 espèces (183 espèces dans la station 1, 183 espèces dans la station 2, 170 espèces dans la station 3, 188 espèces

dans la station 4, 190 espèces dans la station 5 et 176 espèces dans la station 6), réparties en 2 embranchements : les Mollusques et les Arthropodes. L'embranchement des Mollusques n'est représenté que par la classe des Gastéropodes avec 4 espèces. Les Arthropodes englobent 4 classes, (Arachnida, Myriapoda, Gasteropoda, Crustacea et Insecta). Ces classes couvrent 148 familles réparties en 23 ordres. Suivant le régime alimentaire de chaque espèce nous avons distingué 7 catégories trophiques. Parmi les espèces recensées, 13 espèces d'insectes sont protégées en Algérie.

## 4.2. Structure et organisation des peuplements d'invertébrés

### 4.2.1. Qualité d'échantillonnage

La qualité de l'échantillonnage des invertébrés inventoriés dans les six stations est consignée dans le tableau 35. Où « a » est le nombre total des espèces contactées une seule fois et en un seul exemplaire, « R » est le nombre total de relevés effectués.

Tableau 35- Qualité d'échantillonnage des invertébrés

Paramètres	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Total
<b>A</b>	87	83	77	97	90	80	
<b>R</b>	7	7	7	7	7	7	7
<b>Qualité d'échantillonnage (a/R)</b>	12.42	11.85	11	13.85	12.85	11.48	

Les valeurs de la qualité de l'échantillonnage est relativement faible et varie de 11 à 13.85. Nous constatons qu'il n'y a pas une grande différence de qualité d'échantillonnage entre les stations étudiées (Tableau 35).

### 4.2.2. Fréquences d'abondance et de constance globales des différents ordres d'invertébrés

Afin de donner un aperçu sur l'importance numérique globale des différents taxons d'invertébrés recensés, nous avons opté à calculer les fréquences d'abondance et d'occurrence en pourcentages pour les divers ordres d'invertébrés. Les résultats obtenus sont énumérés dans le tableau 36.

Tableau 36- Fréquences d'abondance (Fc), d'occurrence (Occu.) et échelle de constance des différents ordres d'invertébrés recensés dans les six stations. Fc : Abondance ; Occu. : Occurrence ; C: Constant ; Ac : Accessoire ; A : Accidentel ; Tac : Très accidentel.

	Nombre total	Total		
<b>Ordres</b>		<b>Fc (%)</b>	<b>Occu. (%)</b>	<b>Echelle</b>

<i>Pulmonata</i>	1	0.30	7	Tac
<i>Stylommatophora</i>	3	0.91	50	C
<i>Aranea</i>	2	0.61	90	C
<i>Scorpionida</i>	3	0.91	7	Tac
<i>Chilopoda</i>	1	0.30	55	C
<i>Isopoda</i>	2	0.61	15	A
<i>Poduromorpha</i>	1	0.30	7	Tac
<i>Thysanoptera</i>	2	0.61	7	Tac
<i>Thysanura</i>	3	0.91	7	Tac
<i>Odonata</i>	1	0.30	8	Tac
<i>Phasmida</i>	1	0.30	7	Tac
<i>Orthoptera</i>	15	<b>4.58</b>	60	C
<i>Dermaptera</i>	2	0.61	9	Tac
<i>Blattoptera</i>	2	0.61	80	C
<i>Manthoptera</i>	1	0.30	30	A
<i>Heteroptera</i>	24	<b>7.33</b>	70	C
<i>Homoptera</i>	17	<b>5.19</b>	100	C
<i>Coleoptera</i>	102	<b>31.19</b>	100	C
<i>Neuroptera</i>	1	0.30	25	A
<i>Hymenoptera</i>	66	<b>20.18</b>	100	C
<i>Lepidoptera</i>	24	<b>7.33</b>	60	C
<i>Diptera</i>	51	<b>15.59</b>	100	C
<i>Nevroptera</i>	2	0.61	50	C

Nous notons que les ordres Coléoptères, Homoptères, Hyménoptères et Diptères sont les plus abondants dans le milieu étudié et également les plus constants dans le temps. Les Arachnides et les Blatteridae viennent en second lieu avec des abondances faibles ne dépassant 0.61 % mais ils sont constants. Les ordres des Orthoptères, Lépidoptères et Hétéroptères présentent des valeurs d'abondance moins importantes variant respectivement entre 4,58 pour le premier et 7.33 % pour les deux derniers.

#### 4.2.3. Variation spatio-temporelle des peuplements d'invertébrés

Afin de représenter la structure et l'organisation dans l'espace et dans le temps de la faune invertébrée inventoriée, nous avons opté pour l'étude de leur répartition à la fois stationnaire et en fonction des saisons. Les résultats ainsi obtenus sont reportés dans les figures ci-dessous (Fig. 30, 31, 32, 33, 34 et 35)

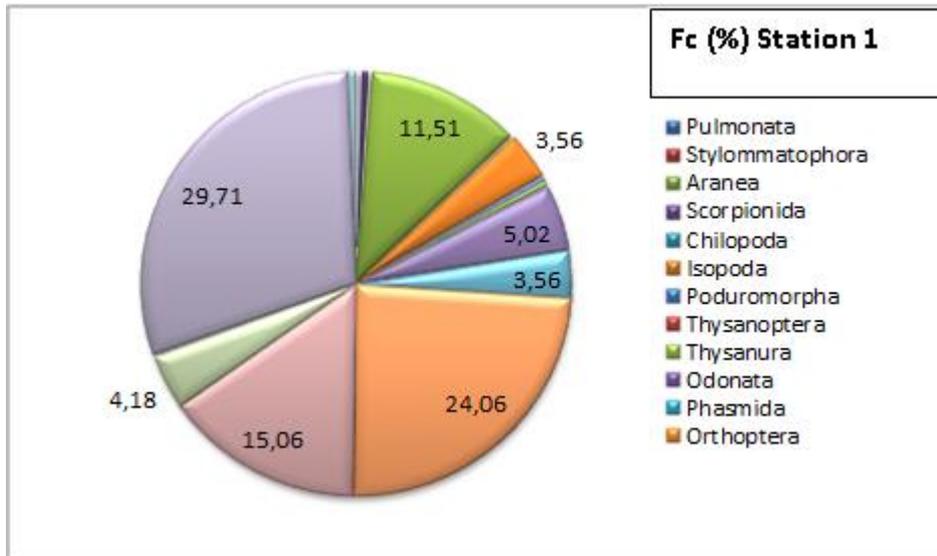


Fig.30. Variation spatio-temporelle des peuplements d'invertébrés station 1

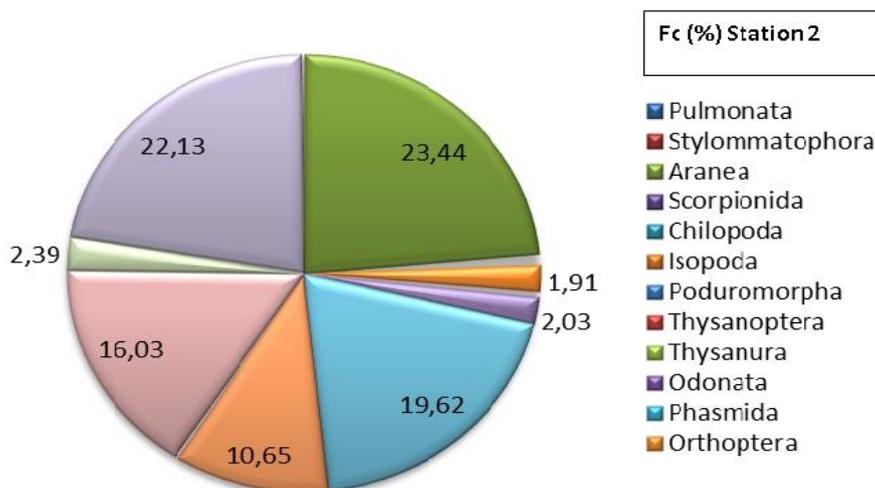


Fig.31. Variation spatio-temporelle des peuplements d'invertébrés station 2

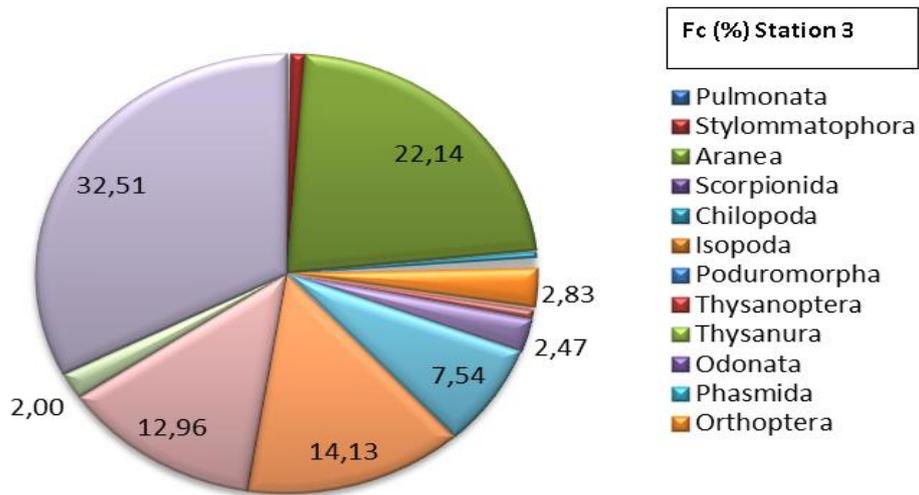


Fig.32. Variation spatio-temporelle des peuplements d'invertébrés station 3

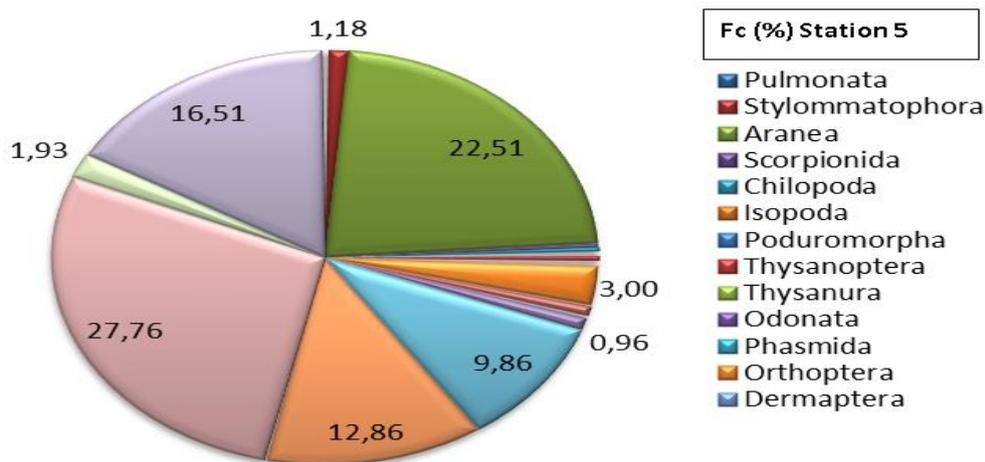


Fig.33. Variation spatio-temporelle des peuplements d'invertébrés station 4

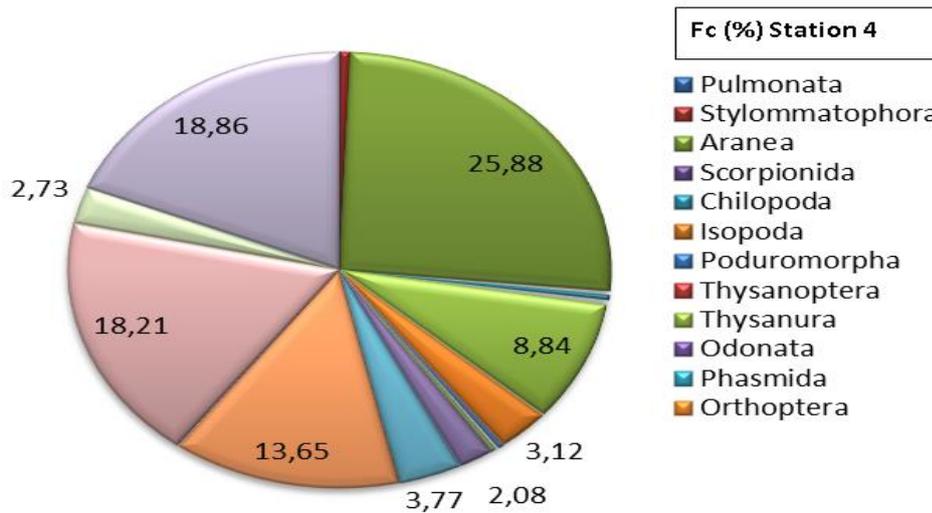


Fig.34. Variation spatio-temporelle des peuplements d'invertébrés station 5

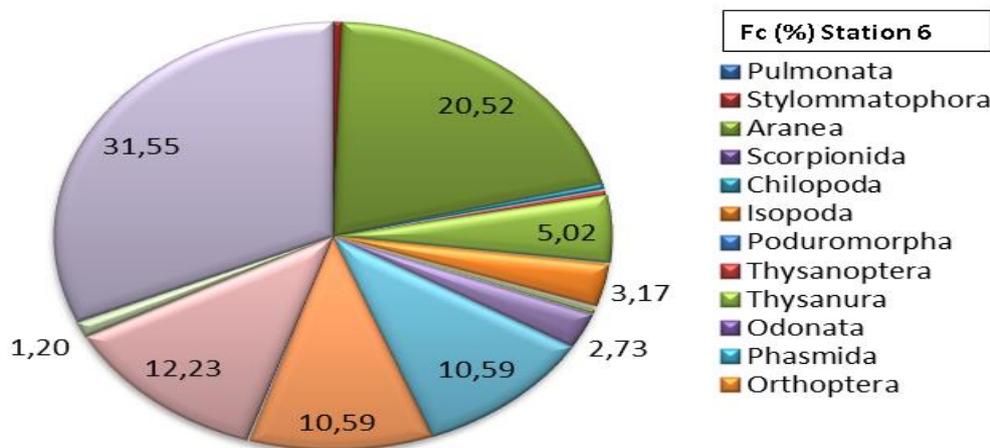
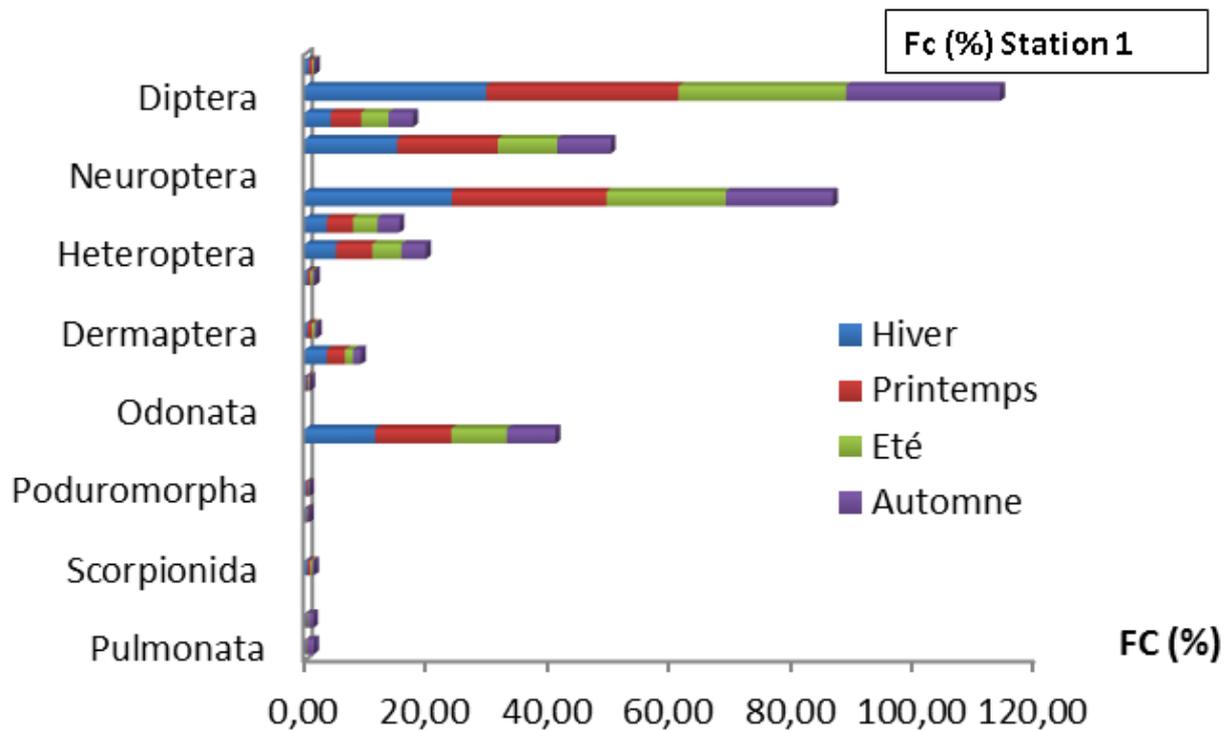


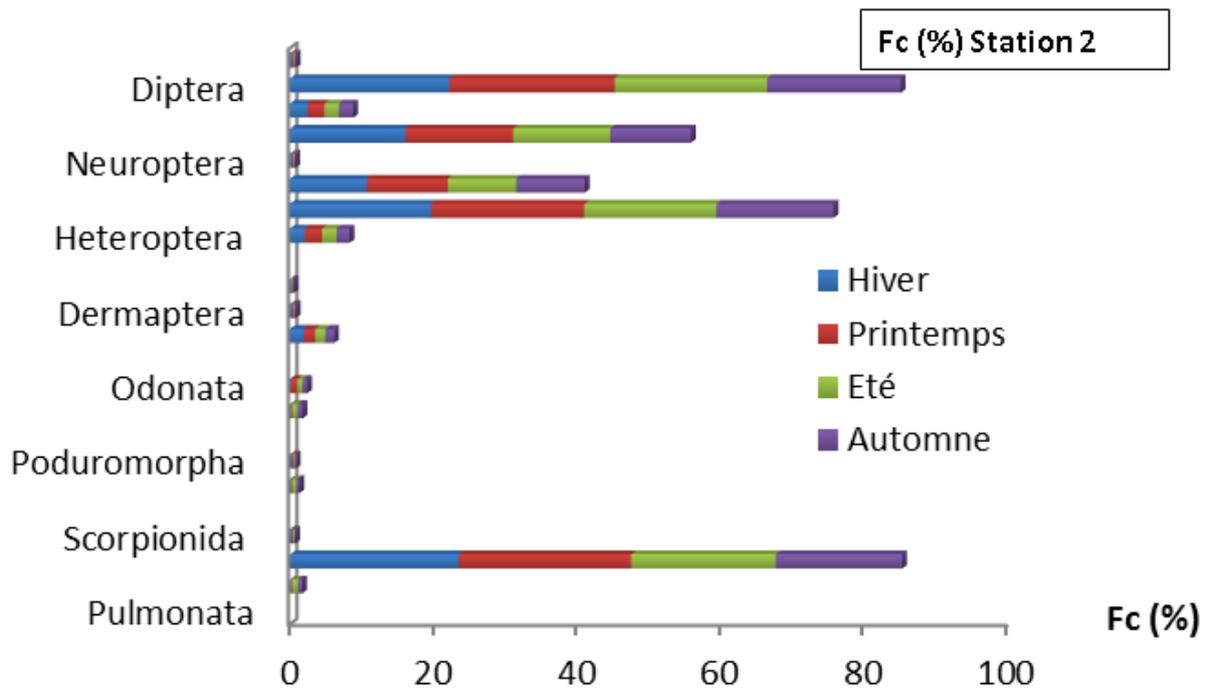
Fig.35. Variation spatio-temporelle des peuplements d'invertébrés station 6

D'une manière générale, l'abondance relative des différents ordres recensés ne marque pas de grandes variations entre les six stations étudiées. Nous notons que pour les stations 1,3 et 6 l'ordre des Diptères qui est le plus abondant et présente la fréquence d'abondance la plus élevée dans la station 3. Alors que pour les deux stations 2 et 4 c'est l'ordre *Arachnides* qui domine. La dernière station 6 se caractérise par la dominance des Hyménoptères.

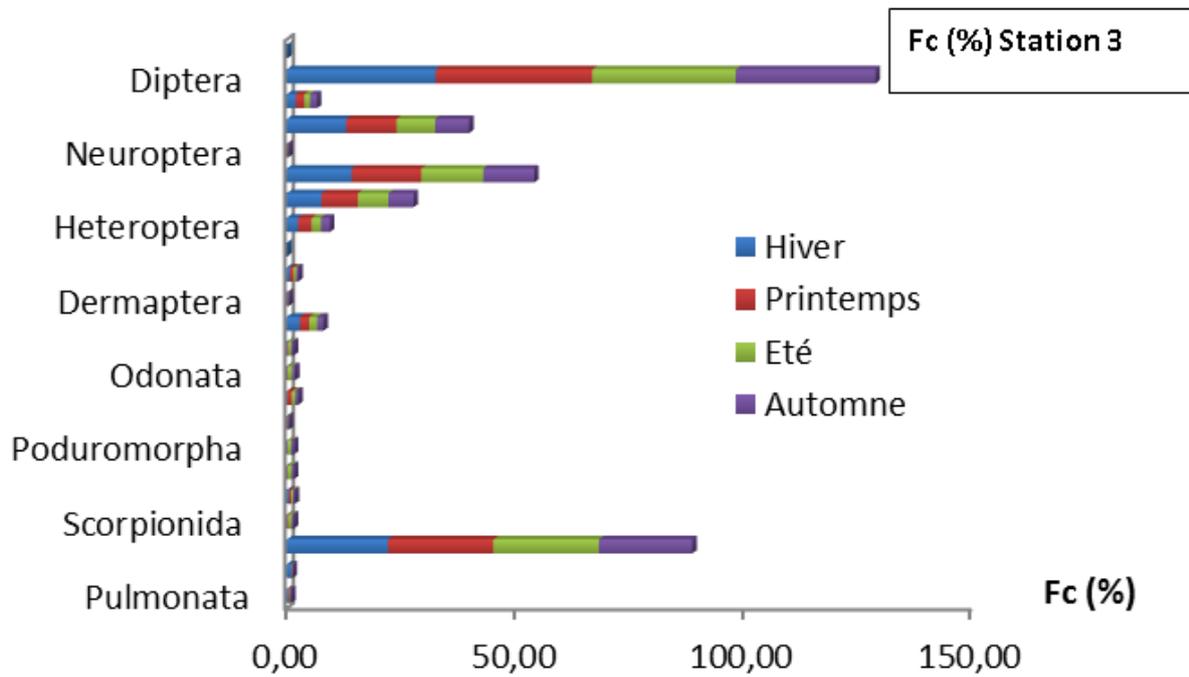
Les variations saisonnières de l'abondance en nombre dans les six stations, sont représentées dans les Figures 30, 31, 32, 33, 34 et 35.



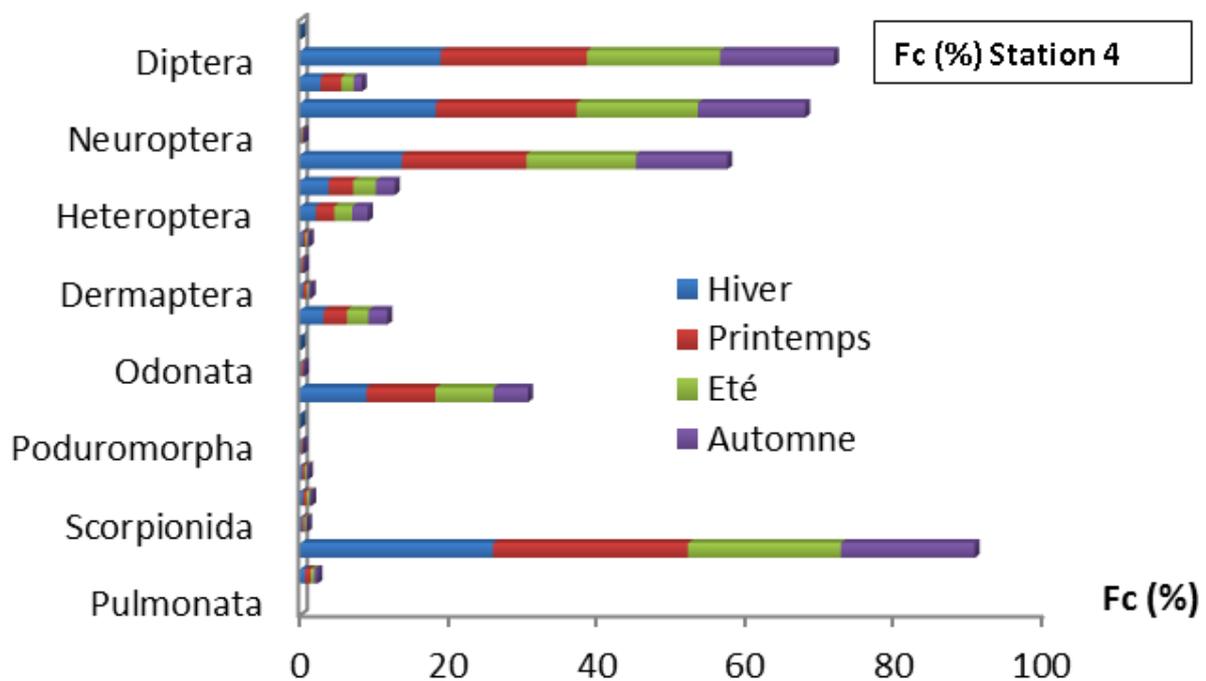
**Figure 36-** Variations en fonction des saisons de l'abondance relative des différents ordres d'invertébrés recensés dans la station 1.



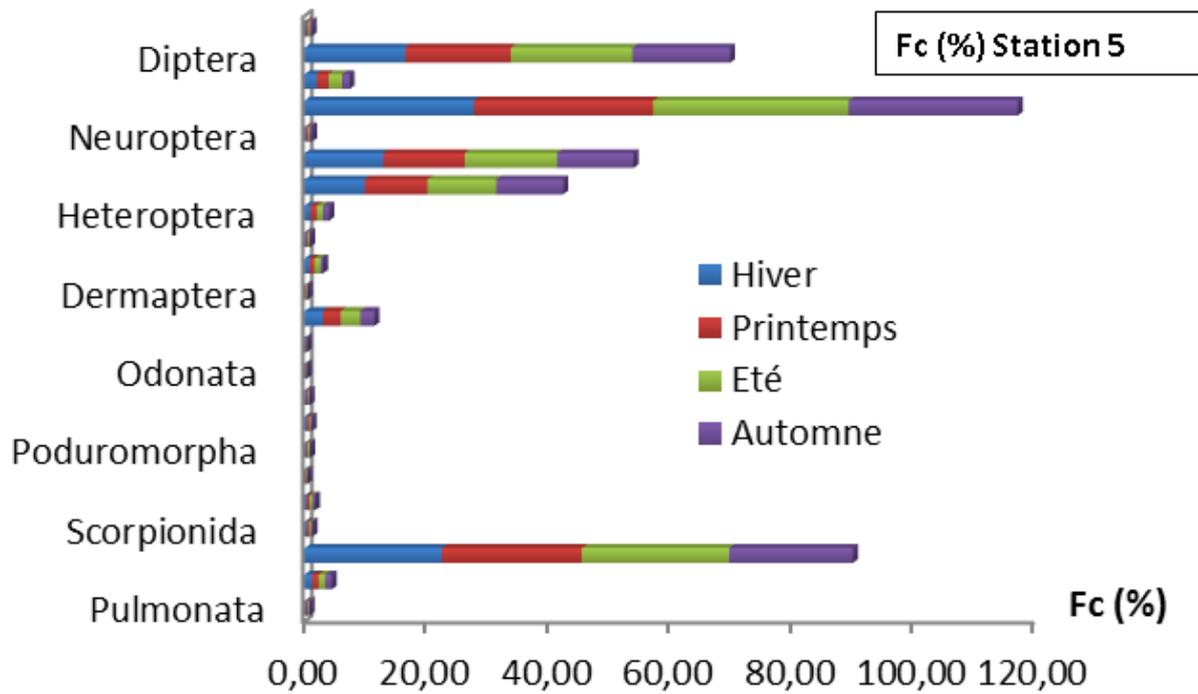
**Figure 37-** Variations en fonction des saisons de l'abondance relative des différents ordres d'invertébrés recensés dans la station 2.



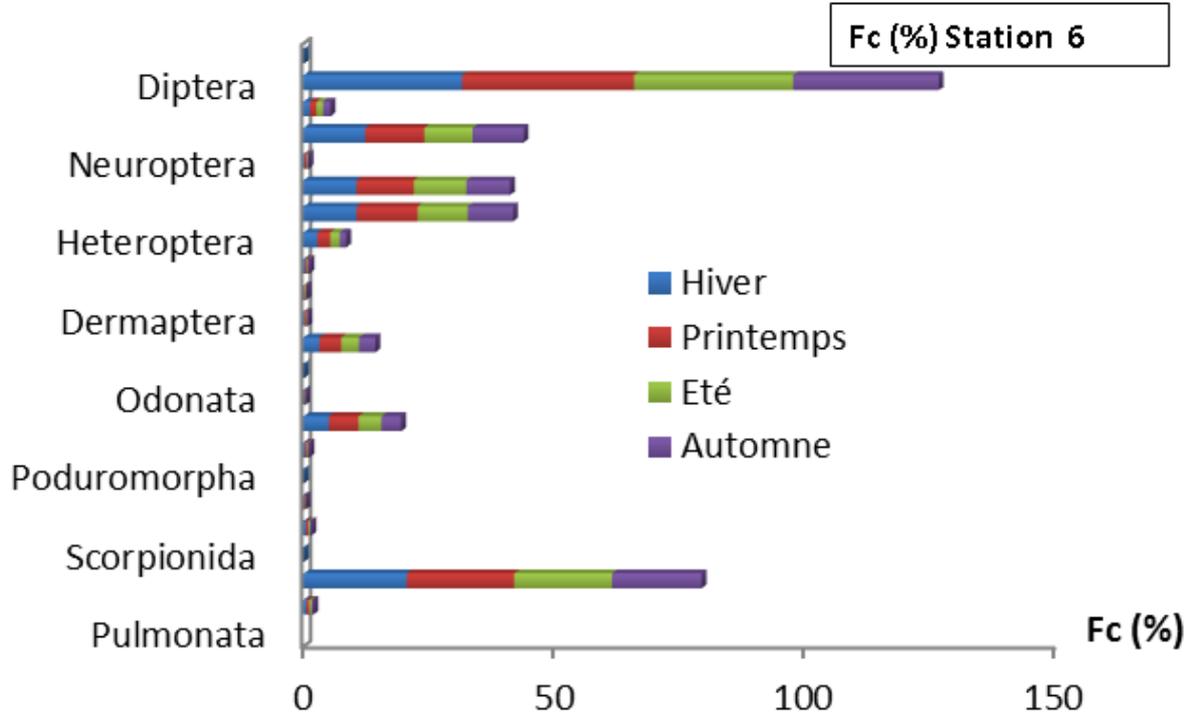
**Figure 38-** Variations en fonction des saisons de l'abondance relative des différents ordres d'invertébrés recensés dans la station 3.



**Figure 39-** Variations en fonction des saisons de l'abondance relative des différents ordres d'invertébrés recensés dans la station 4.



**Figure 40-** Variations en fonction des saisons de l'abondance relative des différents ordres d'invertébrés recensés dans la station 5.



**Figure 41-** Variations en fonction des saisons de l'abondance relative des différents ordres d'invertébrés recensés dans la station 6.

Il est à signaler que dans presque toutes les stations (S1- S6), les ordres des ; Hyménoptères, Coléoptères, Arachnides et les Diptères sont les plus abondants au cours des différentes saisons climatiques, néanmoins leur abondance en nombre varie d'une saison à une autre (Fig. 36 au 41).

En printemps, les Hyménoptères, les Coléoptères, les Diptères marquent une légère augmentation en nombre d'individus dans les six stations avec des valeurs qui varient d'une station à l'autre. En hiver, on observe presque les mêmes tendances évolutives concernant les ordres précédant. Par contre pour ces mêmes ordres une légère régression pendant l'automne et à degré moindre en Eté est à signalée.

#### 4.2.4. Similitude spatio-temporelle des peuplements

Afin de pouvoir statuer sur la similitude existante dans la composition du peuplement des invertébrés dans l'espace, d'une part et dans le temps d'autre part, nous avons calculé l'indice de similitude de Sorensen. Cet indice calculé entre les six stations comparées deux à deux ; est de ;  $Q_s = 21.13\%$  entre S1 et S2 (Canton Boumerzoug),  $Q_s = 22.68\%$  entre S3 et S4 (Canton Touggurt) et  $Q_s$  de  $24.54\%$  entre S5 et S6 (Canton Bordjem).

Dans le temps, la similitude globale entre les saisons, prises deux à deux varie entre  $36,5\%$  enregistrée entre l'été et l'Automne et  $65.1\%$  enregistrée entre le Printemps et l'Hiver ; témoignant d'une importante similitude entre la composition spécifique des peuplements d'invertébrés représentant les saisons hiver et printemps ; printemps et été, où nous avons noté des taux de similitude supérieurs à  $50\%$  (Tableau 37).

**Tableau 37-** Valeurs de l'indice de similitude de Sorensen ( $Q_s$ ) pour les espèces d'invertébrés inventoriées dans les cédraies de Oued El Ma et d'Oued El Chaâba suivant les saisons d'étude prises deux à deux.

Saison	Automne	Hiver	Printemps	Eté
Automne	100	59	42.1	36.5
Hiver		100	<b>65.1</b>	50.3
Printemps			100	55
Eté				100

#### 4.2.5. Analyse statistique des modalités d'occupation spatiotemporelle

La corrélation entre les effectifs saisonniers de chaque espèce d'insectes dans les six stations a été testée suite au calcul du coefficient de corrélation de Pearson. Dans les 6 stations (S1, S2, S3, S4, S5 et S6), la matrice obtenue a donné lieu à des corrélations significatives positives entre les quatre saisons (Tableaux 38-43). Cependant, des fortes corrélations selon les stations sont observées :

- Entre le printemps et l'hiver au niveau de la première station (Tableau 38),
- Entre toutes les saisons prises deux à deux au niveau de la station 2 (tableau 39),
- Entre l'été et le printemps d'une part et le printemps et l'hiver d'autre part dans la troisième station (tableau 40),
- Entre l'été et l'hiver, l'été et le printemps et entre le printemps et l'hiver dans la station 4 (tableau 41),
- Entre l'été et l'automne et entre le printemps et l'hiver dans la station 5 (tableau 42),
- Et enfin, entre le printemps et l'automne et entre le printemps et l'hiver dans la station 6 (tableau 43).

Tableau 38- Matrice des coefficients de corrélation de Pearson appliquée aux effectifs saisonniers des insectes dans la station 1. En gras, les valeurs significatives ( $\alpha=0,050$ ).

Saison	Eté	Printemps	Hiver	Automne
Automne	<b>0,709</b>	<b>0,822</b>	<b>0,792</b>	<b>1</b>
Hiver	<b>0,587</b>	<b>0,902</b>	<b>1</b>	
Printemps	<b>0,690</b>	<b>1</b>		
Eté	<b>1</b>			

Tableau 39- Matrice des coefficients de corrélation de Pearson appliquée aux effectifs saisonniers des insectes dans la station 2. En gras, les valeurs significatives ( $\alpha=0,050$ ).

Saison	Eté	Printemps	Hiver	Automne
Automne	<b>0,949</b>	<b>0,927</b>	<b>0,948</b>	<b>1</b>
Hiver	<b>0,938</b>	<b>0,977</b>	<b>1</b>	
Printemps	<b>0,941</b>	<b>1</b>		
Eté	<b>1</b>			

Tableau 40- Matrice des coefficients de corrélation de Pearson appliquée aux effectifs saisonniers des insectes dans la station 3. En gras, les valeurs significatives ( $\alpha=0,050$ ).

Saison	Eté	Printemps	Hiver	Automne
Automne	<b>0,868</b>	<b>0,795</b>	<b>0,775</b>	<b>1</b>
Hiver	<b>0,888</b>	<b>0,981</b>	<b>1</b>	
Printemps	<b>0,904</b>	<b>1</b>		
Eté	<b>1</b>			

Tableau 41- Matrice des coefficients de corrélation de Pearson appliquée aux effectifs saisonniers des insectes dans la station 4. En gras, les valeurs significatives ( $\alpha=0,050$ ).

Saison	Eté	Printemps	Hiver	Automne
Automne	<b>0,758</b>	<b>0,710</b>	<b>0,760</b>	<b>1</b>
Hiver	<b>0,936</b>	<b>0,958</b>	<b>1</b>	
Printemps	<b>0,938</b>	<b>1</b>		
Eté	<b>1</b>			

Tableau 42- Matrice des coefficients de corrélation de Pearson appliquée aux effectifs saisonniers des insectes dans la station 5. En gras, les valeurs significatives ( $\alpha=0,050$ ).

Saison	Eté	Printemps	Hiver	Automne
Automne	<b>0,960</b>	<b>0,844</b>	<b>0,807</b>	<b>1</b>
Hiver	<b>0,856</b>	<b>0,973</b>	<b>1</b>	
Printemps	<b>0,887</b>	<b>1</b>		
Eté	<b>1</b>			

Tableau 43- Matrice des coefficients de corrélation de Pearson appliquée aux effectifs saisonniers des insectes dans la station 6. En gras, les valeurs significatives ( $\alpha=0,050$ ).

Saison	Eté	Printemps	Hiver	Automne
Automne	<b>0,733</b>	<b>0,810</b>	<b>0,765</b>	<b>1</b>
Hiver	<b>0,577</b>	<b>0,898</b>	<b>1</b>	
Printemps	<b>0,721</b>	<b>1</b>		
Eté	<b>1</b>			

Nous avons également recherché les éventuelles similitudes entre les effectifs d'insectes des différents relevés. L'application d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) de la répartition des effectifs spécifiques suivant les différents types de pièges et les différentes saisons en tenant compte de la similitude de Pearson entre les effectifs des espèces d'insectes a permis de tracer un dendrogramme de la CAH pour chacune des six stations étudiées, qui font ressortir des groupes différents ; rassemblant chacun les relevés selon leurs analogies en effectifs recensés.

Cependant, la CAH obtenue pour les deux types de pièges dans les six stations, a permis de faire ressortir deux catégories ou groupes homogènes avec un coefficient de corrélation de Pearson qui oscille entre 0.75 et 0.85 selon les stations.

Ainsi, la CAH obtenue pour les quatre saisons dans les six stations, a révélé trois catégories ou groupes homogènes avec un coefficient de corrélation de  $r=0,83$  pour la station 1,  $r=0,96$  pour la station 2,  $r=0,93$  pour la station 3,  $r=0,95$  pour la station 4,  $r=0,96$  pour la station 5 et  $0,84$  pour la sixième station.

### 4.3. Diversité en espèces et équitabilité des peuplements

Afin d'évaluer la diversité du peuplement d'invertébrés, nous avons calculé la richesse spécifique totale et moyenne, une fois, pour les six stations d'étude ainsi que pour les quatre saisons de l'année. Nous avons également calculé l'indice de diversité de Shannon et l'équitabilité. Ces valeurs sont représentées dans les tableaux 44 et 45.

**Tableau 44-** Indices écologiques (Richesse totale ( $S$ ), Richesse moyenne ( $S_m$ ), Indice de diversité de Shannon ( $H'$ ) et Indice d'équitabilité ( $E$ ) des peuplements d'invertébrés recensés dans les six stations d'étude).

Paramètres de diversité	S1	S2	S3	S4	S5	S6
S	183	183	170	188	190	176
$S_m$	68.29	119.43	121.29	109.86	133.29	130.86
$H'$ (bits)	3.22	2.34	2.32	2.48	2.16	2.19
$H'$ max (bits)	8.90	9.71	9.73	9.59	9.87	9.84
E (%)	<b>36.20</b>	24.11	23.80	25.82	21.92	22.28

La richesse totale la plus élevée est notée au niveau de la station 5 avec 190 espèces, dans laquelle est enregistrée aussi la richesse moyenne la plus élevée avec 133.29.

Par contre, l'indice de diversité de Shannon montre, que la station 1 abrite les peuplements les plus diversifiés avec une valeur de 3.22 bits.

La valeur de l'équitabilité (équirépartition) est plus élevée dans la station 1 avec 36.20 %. Ce paramètre est un peu inférieur de 100 dans les six stations ce qui reflète que les peuplements des invertébrés échantillonnés ne sont pas bien équilibrés (Tableau 44).

**Tableau 45-** Indices écologiques : (Richesse totale ( $S$ ), Richesse moyenne ( $S_m$ ), Indice de diversité de SHANNON ( $H'$ ) et Indice d'équitabilité ( $E$ ) des peuplements d'invertébrés selon les quatre saisons. **N** : nombre des effectifs totaux des différentes saisons, **n** : nombre de sorties réalisées dans chaque saison).

Station/ paramètre	S1				S2			
	Automne	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Hiver	Printemps	Eté
<b>Paramètre de diversité</b>								

<b>N</b>	105	1015	1201	261	136	1076	1180	279
<b>S</b>	19	55	<b>97</b>	23	21	73	<b>101</b>	28
<b>Sm</b>	19	27.5	<b>32.33</b>	23	21	<b>35.5</b>	<b>33.66</b>	28
<b>H' (bits)</b>	<b>4.58</b>	0.95	0.64	<b>3.21</b>	<b>4.19</b>	0.85	0.67	<b>3.10</b>
<b>H'max (bits)</b>	4.25	5.78	6.6	4.52	4.39	6.19	6.66	4.81
<b>E (%)</b>	<b>98.5</b>	16.5	9.68	<b>70.86</b>	<b>95.49</b>	13.67	10.10	<b>64.53</b>
<b>n</b>	1	2	3	1	1	2	3	1
	<b>S3</b>				<b>S4</b>			
<b>Paramètre de diversité</b>	<b>Automne</b>	<b>Hiver</b>	<b>Printemps</b>	<b>Eté</b>	<b>Automne</b>	<b>Hiver</b>	<b>Printemps</b>	<b>Eté</b>
<b>N</b>	151	1118	1019	213	129	1057	1230	285
<b>S</b>	18	57	<b>104</b>	22	18	51	<b>98</b>	21
<b>Sm</b>	18	28.33	<b>34.66</b>	22	18	25.5	<b>32.66</b>	21
<b>H' (bits)</b>	<b>4.04</b>	0.77	0.95	<b>3.52</b>	<b>4.27</b>	0.88	0.59	<b>3.07</b>
<b>H'max (bits)</b>	4.17	5.83	<b>6.70</b>	4.46	4.17	5.67	<b>6.61</b>	4.39
<b>E (%)</b>	<b>96.82</b>	13.28	14.13	<b>78.87</b>	<b>99</b>	15.50	8.97	<b>69.87</b>
<b>n</b>	1	2	3	1	1	2	3	1
	<b>S5</b>				<b>S6</b>			
<b>Paramètre de diversité</b>	<b>Automne</b>	<b>Hiver</b>	<b>Printemps</b>	<b>Eté</b>	<b>Automne</b>	<b>Hiver</b>	<b>Printemps</b>	<b>Eté</b>
<b>N</b>	127	1166	1115	223	123	1216	1128	271
<b>S</b>	20	59	<b>103</b>	23	18	55	<b>110</b>	20
<b>Sm</b>	20	29.5	<b>51.5</b>	23	18	27.5	<b>36.66</b>	20
<b>H' (bits)</b>	<b>4.3</b>	0.70	0.78	<b>3.45</b>	4.17	<b>5.78</b>	<b>6.78</b>	<b>4.32</b>
<b>H'max (bits)</b>	4.32	5.88	<b>6.69</b>	4.52	1.04	0.11	<b>0.11</b>	0.73
<b>E (%)</b>	<b>99.41</b>	11.82	11.66	<b>76.20</b>	<b>98.7</b>	10.64	11.18	<b>72.82</b>
<b>n</b>	1	2	3	1	1	2	3	1

La saison du printemps représente les plus grandes valeurs de richesse totale dans les stations 1, 2, 3, 4, 5 et 6 avec respectivement 97, 101, 104, 98, 103 et 110 espèces. De même, les valeurs de la richesse moyenne sont plus importantes au printemps pour toutes les stations et oscillent entre 32.33 pour la station et 51.5 pour la station 5. L'indice de Shannon révèle une diversité plus importante au printemps dans les (stations 1, 2, 3, 4 et 5 avec des valeurs respectivement de (6.6, 6.66, 6.70, 6.61 et 6.99) bits (Tableau 45).

## Conclusion

Le climat saisonnier est un facteur important agissant sur la densité des peuplements d'invertébrés. Les Homoptères dominent largement l'ensemble des autres ordres en automne et en hiver. Dès le printemps, les conditions climatiques s'adoucissent avec une élévation de la

température entraînant à nouveau une augmentation de la fréquence d'abondance des Hyménoptères et des Lépidoptères.

La majorité des invertébrés capturés appartiennent à la classe des insectes. Celle-ci domine largement les autres classes. Les Homoptères, les Hyménoptères et les Diptères sont les groupes d'invertébrés les plus abondants pendant les quatre saisons de l'année et dans les six stations d'étude.

Nous notons aussi que l'équirépartition varie de 8.97 % dans la station 4 et 99.41 % dans la station 5. Ceci reflète un déséquilibre de la structure des peuplements durant toute la période d'étude. Les valeurs les plus élevées sont notées en automne dans toutes les stations.

#### 4.4. Diversité selon le statut trophique des peuplements recensés (Diversité fonctionnelle)

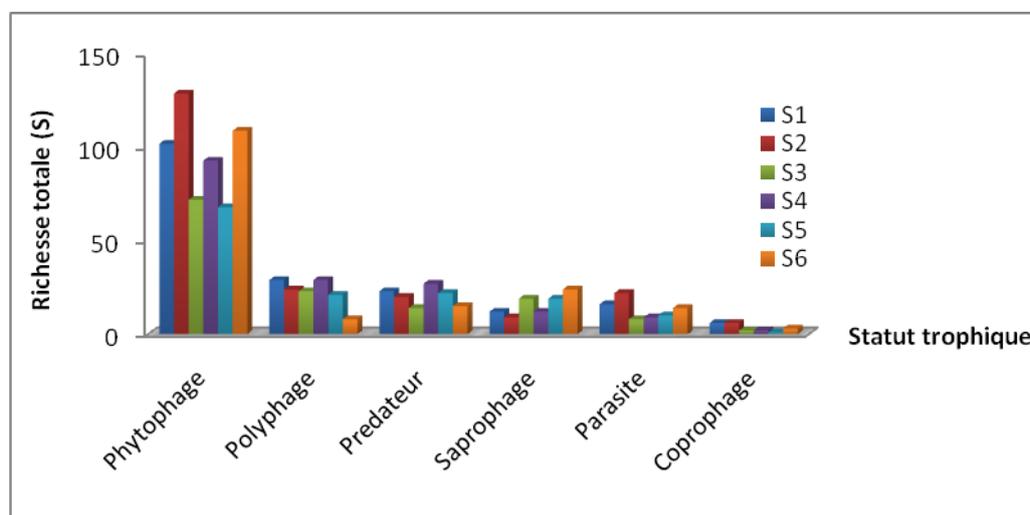
Nous avons réparti les espèces d'invertébrés recensées selon leurs statuts trophiques en six catégories distinctes. La diversité spécifique du peuplement d'invertébrés recensés selon les catégories trophiques établies est calculée par plusieurs paramètres écologiques (richesse totale ( $S$ ), indice de diversité de Shannon ( $H'$ ) et équirépartition ( $E$ )) pour les six stations d'étude (Tableau 46).

**Tableau 46-** Diversité et équitabilité selon le statut trophique des invertébrés recensés

Station	Paramètre de diversité	Régime alimentaire					
		Phytophage	Polyphages	Prédateur	Saprophages	Parasitoides	Coprophages
S1	Richesse totale ( $S$ )	102	29	23	12	16	6
	Indice de Shannon ( $H'$ )	6.98	5.07	4.71	3.71	4.2	<b>2.82</b>
	Indice d'équitabilité ( $E$ )	99.09	99.06	99.06	98.03	99.02	99.08
S2	Richesse totale ( $S$ )	<b>129</b>	24	<b>29</b>	9	<b>22</b>	6
	Indice de Shannon ( $H'$ )	7.28	<b>4.76</b>	4.49	3.26	<b>4.74</b>	2.82
	Indice d'équitabilité ( $E$ )	99.07	99.03	99.04	99.02	99.02	99.07
S3	Richesse totale ( $S$ )	72	23	14	19	8	2
	Indice de Shannon ( $H'$ )	6.32	4.7	3.92	4.45	3.10	1.08
	Indice d'équitabilité ( $E$ )	99.06	99.04	99.05	99.03	99.01	99.04

<b>S4</b>	Richesse totale ( <b>S</b> )	93	29	27	12	9	2
	Indice de Shannon ( <b>H'</b> )	6.73	<b>5.07</b>	<b>4.98</b>	3.71	3.28	1.08
	Indice d'équitabilité ( <b>E</b> )	99.05	99.06	99.02	99.07	99.01	99.08
<b>S5</b>	Richesse totale ( <b>S</b> )	68	21	22	19	10	1
	Indice de Shannon ( <b>H'</b> )	6.23	4.55	4.64	4.45	3.45	0.04
	Indice d'équitabilité ( <b>E</b> )	99.04	99.06	99.01	99.06	99.05	99.03
<b>S6</b>	Richesse totale ( <b>S</b> )	109	8	15	<b>24</b>	14	3
	Indice de Shannon ( <b>H'</b> )	<b>7.39</b>	3.05	3.99	<b>4.72</b>	3.89	2.02
	Indice d'équitabilité ( <b>E</b> )	99.06	99.05	99.02	99.05	99.05	99.01

Les valeurs les plus élevées de la richesse totale sont notées au niveau de la catégorie des phytophages avec valeurs variant entre un maximum de 129 espèces dans la station 2 et un minimum de 68 espèces dans la station 5. De même, l'indice de Shannon est plus élevé dans cette catégorie avec respectivement **7.39** bits pour la station 2. Tandis que, l'indice d'équitabilité montre que toutes les catégories représentent des peuplements plus équilibrés dans les six stations étudiées (Tableau 46).

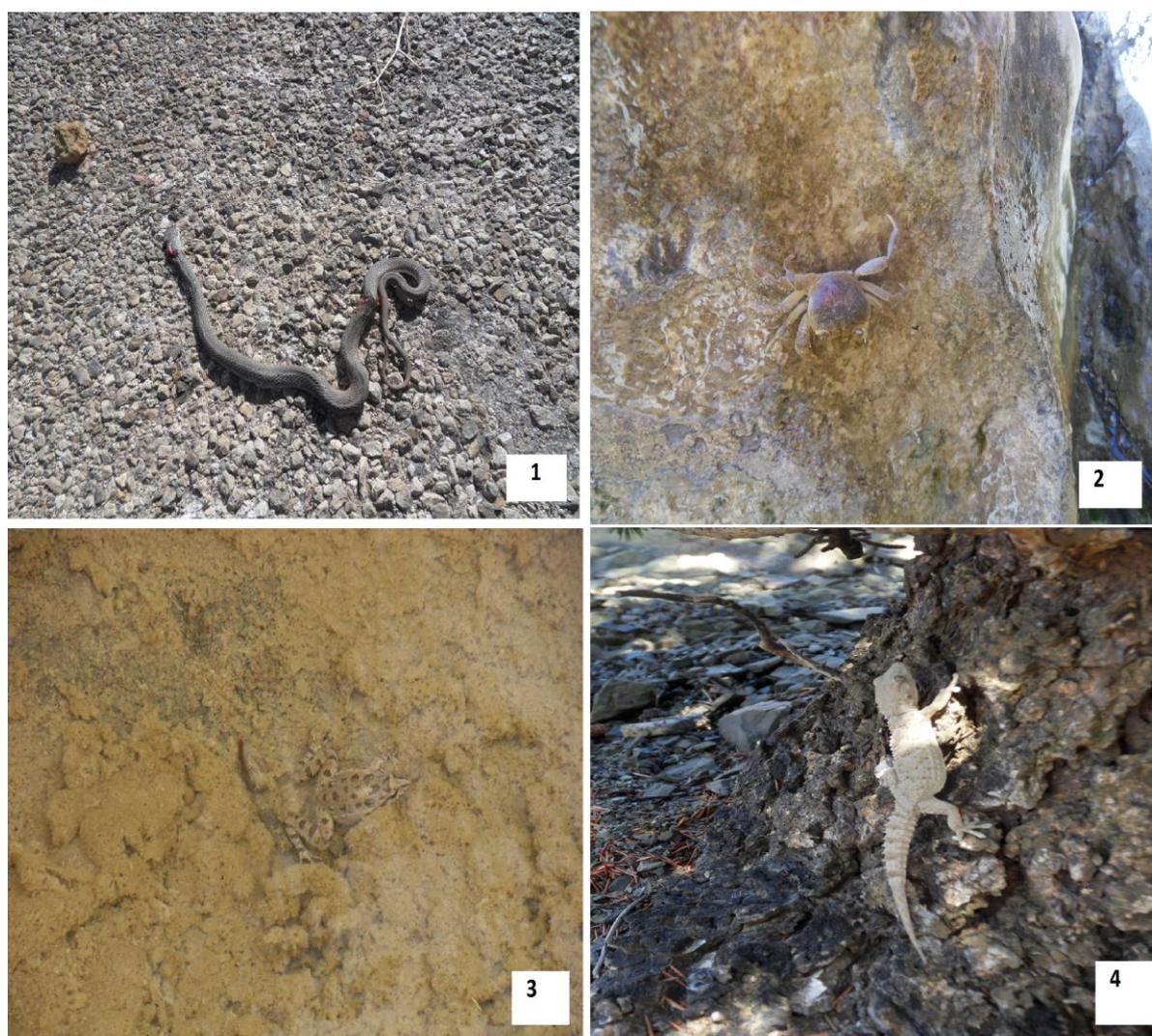


**Figure.44.** Richesse totale (S) selon les stations

## 5. Analyse bioécologique des vertébrées inféodés aux Cédraies

### 5.1. Liste systématique et statut écologique du peuplement herpétologique

Les observations de terrain (Figure 48), ainsi que l'enquête faite sur l'herpétofaune de la région d'étude (Oued El Ma et Oued El Chaâba) auprès des fonctionnaires du parc national de Belezma et en plus de la consultation des travaux réalisés sur l'herpétofaune du parc national de Belezma (ZERAIB, 2007) ont permis de recenser 2 espèces d'amphibiens et 15 espèces de reptiles. Ces espèces sont classées systématiquement suivant l'ordre établi par CIHAR et CEPICKA (1979) dans le Tableau 40.



**Figure 45.** Photos H. BOUKERKER Indie de présence (1 : *Mapolon monspessulanus* 2 : *Decapoda sp.*, 3 : *Rana saharica*, 4 : *Tarentola mauritanica*.)

**Tableau 47** – Liste systématique des Amphibiens et des Reptiles recensés dans la région d'Oued El Ma et Oued El Chaâba avec leur catégorie trophique (CT). (C : Carnivore, CI : Consommateur d'invertébrés, H : Herbivore)

Classe	Ordre	Famille	Nom scientifique	Nom Français	CT
--------	-------	---------	------------------	--------------	----

Amphibia	Anoura	<i>Bufo</i>	<i>Bufo bufo</i> (Linnaeus,	Crapaud commun	CT
		<i>Rana</i>	<i>Rana saharica</i> (Pallas, 1771)	Grenouille rieuse	CT
Reptila	Chelonia	<i>Testudinidae</i>	<i>Testudo graeca</i> *	Tortue grecque	H
	Sauria	<i>Gekkonidae</i>	<i>Tarentola mauritanica</i> (Linn	Tarente de Mauritanie	CI
		<i>Chameleoniae</i>	<i>Chamaeleo chamaeleon</i> * (Linnaeus, 1758)	Caméléon commun	CI
		<i>Scincidae</i>	<i>Chalcides ocellatus</i> (Forskal,	Seps ocellé	CI
			<i>Lacerta pater</i> (Lataste, 1880)	Lézard ocellé	CI
		<i>Lacertidae</i>	<i>Acanthodactylus sp.</i>	Acanthodactyle	CI
			<i>Psammotromus algirus</i> (1758)	Psammotrome d'Algérie	CI
			<i>Podarcis hispanica</i> (Bouleng	Lézard des murailles	CI
			<i>Ophisops occidentalis</i> (Boulenger, 1887)	L'oeil du serpent	CI
			<i>Agama impalearis</i> * (Bibronii et Duméril, 1851)	Agama de Beberon	CI
		Ophidia	<i>Colubridae</i>	<i>Coluber algirus</i>	Couleuvre Algérienne
	<i>Coluber hippocrepis</i> (Linnaeus, 1758)			Couleuvre fer à cheval	C
	<i>Malpolon monspessulanus</i> (Hermann, 1804)			Couleuvre de Montpellier	C
	<i>Natrix maura</i>			Couleuvre vipérine	C
	<i>Macrovipera mauritanica</i> (Gray, 1849)			Vipère lébétine	C

(\*) Espèces protégées par le décret N° 83 du 20 août 1983 relatif aux espèces non domestiques protégées en Algérie.

L'inventaire de l'herpétofaune des cédraies d'Oued El Ma et Oued El Chaâba a révélé l'existence de 17 espèces réparties en 4 ordres, 9 familles et 16 genres différents dont trois espèces sont protégées à l'échelle nationale (Tableau 47).

## 5.2. Liste systématique, statut bioécologique et structure du peuplement d'oiseaux

### 5.2.1. Liste systématique

Les résultats que nous présentons ci-dessous sont obtenus grâce aux observations effectuées par la méthode de l'indice d'abondance kilométrique et nous ont permis de dresser la liste des espèces présentes dans les trois stations pendant la période reproductive. Le tableau 48 présente la liste systématique des oiseaux inventoriés suivant l'ordre taxinomique établi par HEINZEL et *al.* (2004).

Tableau 48- Liste systématique des espèces aviaires recensées dans les Cédraies de Oued El Chaâba et Oued El Ma

Ordre	Famille	Nom Français	Nom scientifique	S1	S2	S3
Falconiformes	Falconidae	Faucon crécerelle	<i>Falco tinniculus*</i>	+	+	+
		Facon crécerellette	<i>Falcon naumanni</i>	-	-	+
Accipitriformes	Accipitridae	Aigle botté	<i>Hieraaëtus pennatus*</i>	-	+	+
		Circaète Jean-le-blanc	<i>Circaëtus gallicus*</i>	-	+	+
		Milan noir	<i>Milvus migrans</i>	+	+	+
		Buse féroce	<i>Buteo rufinus*</i>	-	+	+
		Epervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>	-	+	+
Passériformes	Alaudidae	Alouette calandrelle	<i>Calandrella cinerea</i>	+	-	-
		Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	+	+	-
		Alouette lulu	<i>Lullula arborea</i>	+	+	+
		Cochevis huppé	<i>Galerida cristata</i>	+	+	+
	Motacillidae	Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	+	+	+
	Emberizidae	Bruant fou	<i>Emberiza cia</i>	+	+	+
		Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	+	+	+
		Bruant zizi	<i>Emberiza cirlus</i>	+	+	+
	Acrocephalidae	Hypolaïs polyglotte	<i>Hippolais polyglotta</i>	+	+	+
	Fringillidae	Linotte mélodieuse	<i>Acanthis cannabina</i>	+	+	+
		Verdier d'Europe	<i>Carduelis chloris</i>	+	+	+
		Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis*</i>	+	+	+
		Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	+	+	+
		Bec-croisé des sapins	<i>Loxia curvirostra*</i>	+	+	-
		Serin cini	<i>Serinus serinus*</i>	+	+	+
	Phylloscopus	Pouillot de Bonelli	<i>Phylloscopus bonelli</i>	+	+	+

		Pouillot siffleur	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	-	+	+
	Régulidae	Roitelet triple bandeau	<i>Regulus ignicapillus</i>	-	+	+
	Muscicapidae	Merle de rochers	<i>Monticola saxatilis</i>	-	+	+
		Rossignol philomèle	<i>Luscinia megarhynchos</i>	+	+	+
		Rouge-gorge	<i>Erithacus rubecula</i>	+	+	+
		Gobe-mouche gris	<i>Muscicapa striata</i>	+	+	+
		Gobe-mouche noir	<i>Ficedula hypoleuca</i>	-	+	+
		Rouge-queue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i>	-	+	+
		Traquet tarier	<i>Saxicola rubetra</i>	+	+	+
	Turdidae	Merle noir	<i>Turdus merula</i>	+	+	+
		Rubiète de moussier	<i>Phoenicurus monssieri</i>	+	+	+
	Turdidae	Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	-	+	+
	Paridae	Mésange bleue	<i>Parus caeruleus</i>	+	+	+
		Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	+	+	+
		Mésange noire	<i>Parus aser</i>	+	+	+
	Ploceidae	Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	+++	+++	+++
		Moineau soulcie	<i>Petronia petronia</i>	+	+	+
	<i>Hirundinidae</i>	Hirondelle de rochers	<i>Hirundo rupestris</i>	+	+	+
	Troglodytidae	Troglodyte mignon	<i>Traglodytes traglodytes</i>	+	+	+
	Laniidae	Pie grièche à tête rousse	<i>Lanius senator</i>	+	+	+
		Pie grièche grise	<i>Lanius excubitor</i>	-	+	-
	Sylviidae	Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	+	+	+
		Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	+	+	+
		Fauvette mélanocéphale	<i>Sylvia melanocephala</i>	+	+	+
		Fauvette pitchou	<i>Sylvia undata</i>	+	+	+
	Corvidae	Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>		+	+

		Grand corbeau	<i>Corvus corax</i>	+++	+++	+++
	Certhiidae	Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i>	+	+	+
Strigiformes	Cuculidea	Chouette chevêche	<i>Athene noctua</i>	+	+	+
		Chouette effraie	<i>Tyto alba*</i>	+	+	+
Ciciniiformes	Ciconiidae	Cigogne blanche	<i>Ciconia ciconia*</i>	+	+++	-
Coraciiformes	Meropidae	Guêpier d'Europe	<i>Merops apiaster*</i>	-	+	+
	Upipidae	Huppe fasciée	<i>Upupa epops*</i>	-	+	+
Apodiformes	Apodidae	Martinet noir	<i>Apus apus</i>	+	-	-
Galliformes	Phasianidae	Perdrix gabra	<i>Alectoris barbara</i>	-	+	+
Piciformes	Picidae	Pic vert	<i>Picus viridis*</i>	+	+	+
Columbiformes	Columbidae	Pigeon biset	<i>Columba livia</i>	+	+	+
		Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	+	+	+
		Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>	+	+	+
				44	56	54
<b>Total</b>	<b>61</b>					

N : espèce protégée en Algérie. C: convention CITES. A: annexe S1: Dj Boumerzoug S2: Dj Touggurt S3: Dj Bordjem

Nous avons compté 61 espèces aviaires représentées par 10 ordres, 29 familles et 51 genres différents dont 13 espèces sont protégées en Algérie.



**Figure 46** Indices de présence, Photos H. BOUKERKER Indice de présence (1 et 2 : *Turdus viscivorus*, 3 et 4 : *Nichoir à oiseax*, 5 : *Corvus corvax*).

### 5.2.2. Statuts bioécologiques

Nous avons réparti les espèces aviaires décrites dans les Cédraies de Oued El Ma et Oued El Chaâba selon leurs statuts bioécologiques en plusieurs catégories : faunique (selon VOOUS 1960), trophique (selon GEROUDET 1980 a et b ; BLONDEL, 1969), phénologique (selon HEINZEL et *al.* 2004) et de protection selon la réglementation nationale et internationale (Tableau 49).

**Tableau 49-** Liste systématique des espèces d’oiseaux recensées dans les Cédraies de Oued El Ma et Oued El Chaâba selon leurs statuts bioécologiques (la signification des abréviations est reportée dans le tableau 50).

Nom Français	Nom scientifique	CF	CP	CT	Catégories de protection		
					CITES	BONN	DZ
Aigle botté	<i>Hieraaëtus pennatus</i>	TM	SN	C	Annexe II	Annexe II	+
Alouette calandrelle	<i>Calandrella cinerea</i>	P	ME (N)	Pp			
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	P	SN	Pp			
Alouette lulu	<i>Lullula arborea</i>	P	ME	Pp			
Bec-croisé des sapins	<i>Loxia curvirostra</i>	H	SN	G			+
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	P	ME	I			
Bruant fou	<i>Emberiza cia</i>	TM	S (N)	Pp			
Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	E	SN	Pp			
Buse féroce	<i>Buteo rufinus</i>	PX	SN	C	Annexe II	Annexe II	+
Chardonneret	<i>Carduelis carduelis</i>	ET	SN	G			+
Chouette chevêche	<i>Athene noctua</i>	M	ME (N)	C			
Chouette effraie	<i>Ttko alba</i>	H	NS	C			
Cigogne blanche	<i>Ciconia ciconia*</i>	P	N) ME)	Pp			
Circaète Jean-le-blanc	<i>Circaëtus gallicus</i>	LA	ME	C	Annexe II	Annexe II	+
Cochevis huppé	<i>Galerida cristata</i>	P	SN	G			
Epervier d’Europe	<i>Accipiter nisus</i>	P	ME	C	Annexe II		+
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnuculus</i>	H	SN	Pp	Annexe II		+
Facon crécerelette	falcon naumanni	P	N) ME)	Pp	Annexe II		+
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	H	ME	I			
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	P	ME	Pp			
Fauvette mélanocéphale	<i>Sylvia melanocephala</i>	TM	N	Pp			

Fauvette pitchou	<i>Sylvia undata</i>	M	S (N)	I		Annexe II	
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	P	SN	G			
Gobe-mouche gris	<i>Muscicapa striata</i>	H	ME	Pp			
Gobe-mouche noir	<i>Ficedula hypoleuca</i>	M	N) ME)	Pp			
Grand corbeau	<i>Corvus corax</i>	H	SN	Pp			
Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i>	P	N	I			
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	P	SN	Pp			
Guêpier d'Europe	<i>Merops apiaster</i>	TM	SN	I			+
Hirondelle de rochers	<i>Hirundo rupestris</i>	P	ME	I			
Huppe fasciée	<i>Upupa epops</i>	AM	SN	G			+
Hypolaïs polyglotte	<i>Ippolais polyglotta</i>	M	ME	I			
Linotte mélodieuse	<i>Acanthis cannabina</i>	ET	SN	G			
Martinet noir	<i>Apus apus</i>	H	ME	I			
Merle de rochers	<i>Monticola saxatilis</i>	P	N	Pp			
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	P	SN	Pp			
Mésange bleue	<i>Parus caeruleus</i>	P	SN	Pp			
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	P	S (N)	Pp			
Mésange noire	<i>Parus aser</i>	P	SN	I			
Milan noir	<i>Milvus migrans</i>	AM	ME (N)	Ch	Annexe II	Annexe II	+
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	P	SN	Pp			
Moineau soulcie	<i>Petronia petronia</i>	M	ME	I			
Perdrix gabra	<i>Alectoris barbara</i>	M	SN	Pp			
Pic vert	<i>Picus viridis</i>	M	SN	G			+
Pie grièche à tête rousse	<i>Lanius senator</i>	P	ME	Pp			
Pie grièche grise	<i>Lanius excubitor</i>	H	SN	Pp			
Pigeon biset	<i>Columba livia</i>	H	SN	Pp			

Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	ET	SN	G			
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	E	SN	G			
Pouillot de Bonelli	<i>Phylloscopus bonelli</i>	E	ME	I			
Pouillot siffleur	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	H	ME	I			
Roitelet triple bandeau	<i>Regulus ignicapillus</i>	P	ME	C			
Rossignol philomèle	<i>Luscinia megarhynchos</i>	H	ME	Pp			
Rouge-gorge	<i>Erithacus rubecula</i>	P	ME	Pp			
Rouge-queue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i>	P	ME	Pp			
Rubiète de moussier	<i>Phoenicurus moussieri</i>	M	SN	I			
Serin cini	<i>Serinus serinus</i>	M	SN	G			+
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>	H	SN	Pp			
Traquet tarier	<i>Saxicola rubetra</i>	P	ME	I			
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	H	ME	I			
Verdier d'Europe	<i>Carduelis chloris</i>	ET	SN	G			

CF : Catégories fauniques, CP : Catégories phénologiques, CT : Catégories trophiques.

**Tab.50.** La signification des abréviations.

Catégorie faunique	Catégorie phénologique	Catégorie trophique
<b>H</b> : Holarctique		
<b>P</b> : Paléarctique		<b>I</b> : Consommateur
<b>E</b> : Européen	<b>ME</b> : Migrateur Estivant	d'invertébrés
<b>ET</b> : Européo-Turkestanien	<b>S</b> : Sédentaire	<b>Pp</b> : Polyphage
<b>TM</b> : Turkesto-Méditerranéen	<b>N</b> : Nicheur	<b>G</b> : Granivore
<b>M</b> : Méditerranéen	<b>[N]</b> : Nicheur Probable	<b>C</b> : Carnivore
<b>PX</b> : Paléoxérique	<b>MH</b> : Migrateur Hivernant	<b>Ch</b> : Charognard

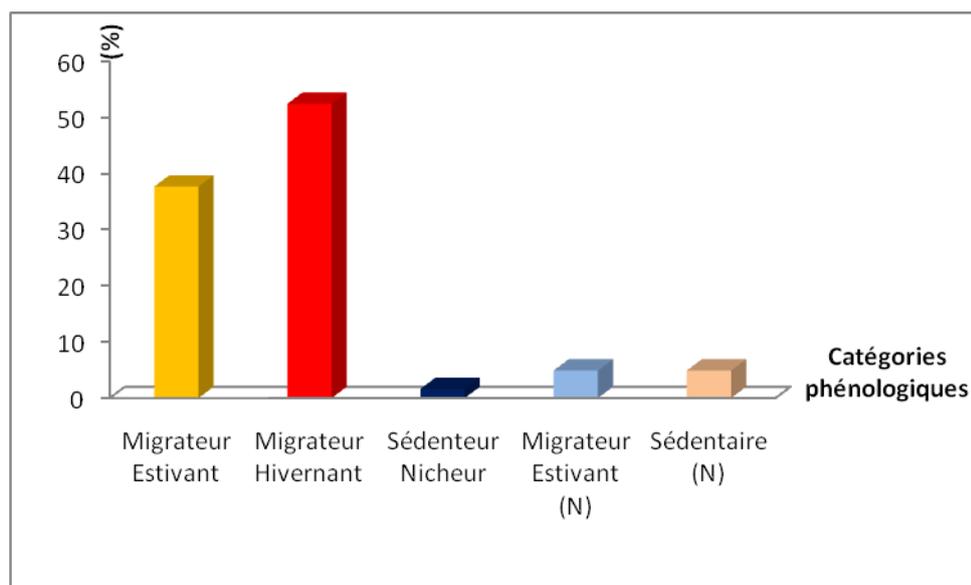
<b>AM</b> : Ancien Monde		
<b>IA</b> : Indo-Africain		
<b>Catégories de protection</b>		
<p><b>CITES : Convention de Washington (03/03/1973)</b> Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction.</p> <p><b>Bonn</b> : Convention de Bonn relative à la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (23/06/1979).</p> <p><b>DZ</b> : Décret N° 83 du 20 août 1983 relatif aux espèces non domestiques protégées en Algérie. (+ : protégée en Algérie)</p>		

L'avifaune recensée appartient à 9 types fauniques définis selon VOOUS (1960). Le type faunique du Paléarctique domine les autres types. Il est suivi par l'Holarctique, ensuite vient Le Méditerranéen, l'Européo-Turkestanien, Turkesto-Méditerranéen, l'Européen, l'Ancien monde et enfin l'Indo-Africain et le Paléoxérique (Tableau.50).

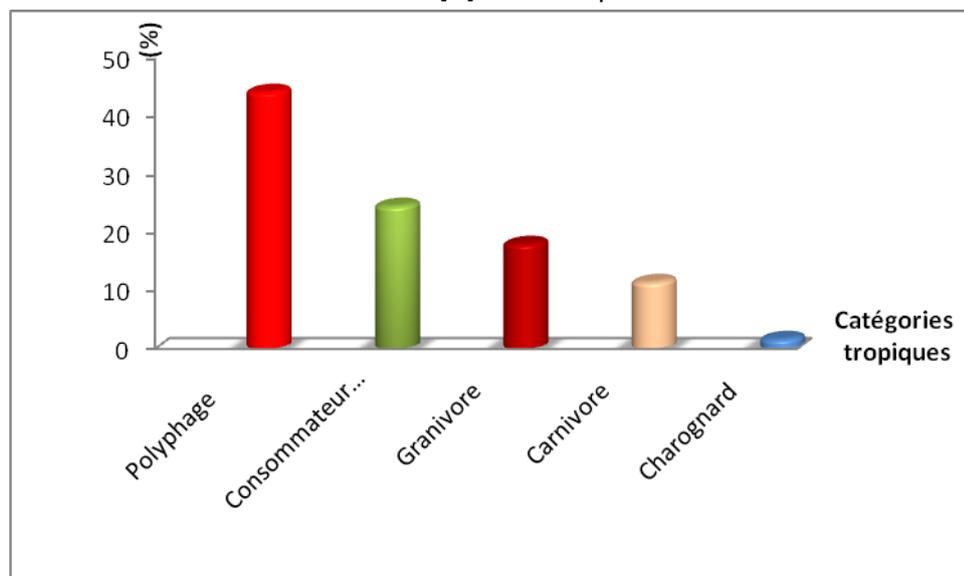
Les espèces sédentaires sont représentées par 32 espèces dominant ainsi les migratrices qui sont de l'ordre de 7 espèces. Les espèces migratrices sont en majorité estivantes sauf une seule espèce qui est hivernante (Rubiette de Moussier) (Tableau 49).

Les espèces aviaires recensées sont regroupées en 5 catégories trophiques distinctes. Les espèces polyphages sont les mieux représentées avec 27 espèces. Les consommatrices d'invertébrés et les granivores sont également bien notés respectivement avec 15 et 11 espèces. Les charognards et les carnivores sont faiblement dénotés (Fig. 47).

En ce qui concerne les espèces protégées par la convention de Washington (CITES), 7 espèces sont notées sur l'annexe II. Au total, 5 espèces sont signalées dans la convention de Bonn et qui figurent sur l'annexe II de cette convention. A l'échelle nationale, 13 espèces sont protégées (Tableau .49).



**Figure 47-** Pourcentages des différentes catégories phénologiques des oiseaux recensés dans les cédraies d'Oued El Ma ET d'Oued El Chaâba. [N] : Nicheur probable.



**Figure 48-** Pourcentages des différentes catégories trophiques des oiseaux recensés dans les cédraies d'Oued El Ma ET d'Oued El Chaâba.

### 5.2.3. Structure et organisation du peuplement des oiseaux

#### 5.2.3.1. Abondance et répartition spatiale

Afin de donner un aperçu sur l'importance numérique de chaque espèce d'oiseau recensée dans les 3 stations, nous avons opté pour le calcul de la fréquence d'abondance et l'indice kilométrique d'abondance (I.K.A.). Les résultats obtenus sont énumérés dans le tableau.51.

**Tableau 51-** Indice kilométrique d'abondance (I.K.A.) et fréquence d'abondance du peuplement aviaire recensé dans les cédrailles d'Oued El Ma et Oued El Chaâba.

Nom Français	S1		S2		S3	
	I.K.A.	Fc %	I.K.A.	Fc %	I.K.A.	Fc %
Aigle botté	0	0	1	0,19	1	0,28
Alouette calandrelle	3	0,90	10	1,89	0	0,00
Alouette des champs	3	0,90	1	0,19	0	0,00
Alouette lulu	3	0,90	1	0,19	2	0,56
Bec-croisé des sapins	5	1,50	4	0,76	0	0,00
Bergeronnette grise	4	1,20	2	0,38	4	1,11
Bruant fou	10	<b>3,00</b>	7	1,33	3	0,83
Bruant proyer	7	<b>2,10</b>	10	1,89	3	0,83
Buse féroce	0	0,00	2	0,38	1	0,28
Chardonneret	0	0,00	1	0,19	0	0,00
Chouette chevêche	3	0,90	2	0,38	1	0,28
Chouette effraie	1	0,30	1	0,19	1	0,28
Cigogne blanche	5	1,50	17	3,22	2	0,56
Circaète Jean-le-blanc	0	0,00	1	0,19	1	0,28
Cochevis huppé	7	<b>2,10</b>	7	1,33	2	0,56
Epervier d'Europe	0	0,00	1	0,19	2	0,56
Faucon crécerelle	1	0,30	1	0,19	1	0,28
Facon crécerelette	0	0,00	0	0,00	1	0,28
Fauvette à tête noire	4	1,20	8	1,52	6	1,67
Fauvette grissette	5	1,50	4	0,76	3	0,83
Fauvette mélanocéphale	5	1,50	13	2,46	7	1,94
Fauvette pitchou	5	1,50	9	1,70	7	1,94
Geai des chênes	0	0,00	1	0,19	1	0,28

Gobe-mouche gris	8	2,40	9	1,70	2	0,56
Gobe-mouche noir	0	0,00	7	1,33	3	0,83
Grand corbeau	7	<b>2,10</b>	12	2,27	14	3,89
Grimpereau des jardins	1	0,30	4	0,76	6	1,67
Grive draine	0	0,00	2	0,38	3	0,83
Guêpier d'Europe	0	0,00	2	0,38	3	0,83
Hirondelle de rochers	4	1,20	0	0,00	5	1,39
Huppe fasciée	0	0,00	1	0,19	1	0,28
Hypolaïs polyglotte	3	0,90	12	2,27	6	1,67
Linotte mélodieuse	11	<b>3,30</b>	15	2,84	6	1,67
Martinet noir	1	0,30	0	0,00	0	0,00
Merle de rochers	1	0,30	1	0,19	1	0,28
Merle noir	6	1,80	26	4,92	12	3,33
Mésange bleue	7	2,10	17	3,22	11	3,06
Mésange charbonnière	5	1,50	3	0,57	6	1,67
Mésange noire	5	1,50	9	1,70	6	1,67
Milan noir	1	0,30	3	0,57	2	0,56
Moineau domestique	100	30,03	100	18,94	100	27,78
Moineau soulcie	6	1,80	11	2,08	16	4,44
Perdrix gabra	0	0,00	3	0,57	2	0,56
Pic vert	1	0,30	2	0,38	0	0,00
Pie grièche à tête rousse	4	1,20	8	1,52	6	1,67
Pie grièche grise	0	0,00	1	0,19	0	0,00
Pigeon biset	5	1,50	22	4,17	3	0,83
<b>Pigeon ramier</b>	11	<b>3,30</b>	18	3,41	13	3,61
Pinson des arbres	13	<b>3,90</b>	23	4,36	12	3,33

Pouillot de Bonelli	9	2,70	14	2,65	8	2,22
Pouillot siffleur	0	0,00	4	0,76	1	0,28
Roitelet triple bandeau	0	0,00	9	1,70	3	0,83
Rossignol philomèle	2	0,60	7	1,33	2	0,56
Rouge-gorge	5	1,50	9	1,70	6	1,67
Rouge-queue noir	0	0,00	3	0,57	4	1,11
Rubiète de moussier	12	<b>3,60</b>	21	3,98	11	3,06
Serin cini	10	<b>3,00</b>	16	3,03	9	2,50
Tourterelle des bois	8	2,40	12	2,27	9	2,50
Traquet tarier	2	0,60	4	0,76	2	0,56
Troglodyte mignon	3	0,90	7	1,33	4	1,11
Verdier d'Europe	11	3,30	7	1,33	13	3,61
<b>Total</b>						100
<b>I.K.A. moyen</b>						

Nous ne constatons que les espèces ayant les fréquences les plus élevées dans les trois stations d'étude sont : Rubiète de moussier, Moineau domestique, Moineau domestique, le Pinson des arbres, le Serin cini et le Verdier d'Europe.

### 5.2.3.2. Similitude des peuplements

En se basant sur la présence ou l'absence des espèces dans l'espace, nous avons comparé nos stations deux à deux, en calculant l'indice de similitude de Sorensen, la composition des peuplements aviens recensés dans les trois stations, cet indice est de ; 30.55 % entre la station 1 et la station 2 et de 32.92% entre la station 2 et la station 3. Ces valeurs dénotent d'une similitude moyenne entre les trois stations.

### 5.2.3.3. Diversité et équirépartition

Afin d'évaluer la diversité des peuplements aviaires, nous avons calculé la richesse spécifique totale, l'indice de diversité de Shannon et l'équitabilité des peuplements dans les 3 stations. Ces valeurs sont représentées dans le tableau 52.

**Tableau.52.** Richesse totale ( $S$ ), Indice de diversité de Shannon ( $H'$ ) et Indice d'équitabilité ( $E$ ) des peuplements d'oiseaux dans les trois stations d'étude.

Paramètres de diversité	Station 1	Station 2	Station 1
Richesse totale ( $S$ )	44	56	54
Indice de Shannon ( $H'$ )	1.60	0.78	1.47
Diversité maximale ( $H_{max}$ )	1.87	1.21	1.76
Indice d'équitabilité ( $E$ )	0.85	0.64	0.83

Nous remarquons une certaine égalité entre les trois stations pour les différents paramètres de diversité des peuplements aviaires. La valeur de l'indice d'équitabilité est dans l'ensemble proche de 100, ce qui reflète que les peuplements des stations étudiées sont bien équilibrés (Tableau 52).

### 5.3. Liste systématique et statut bioécologique des mammifères inféodés aux cédrailles

Nous avons rassemblé les espèces de mammifères déterminées par leurs traces (Figure.49) et d'après les inventaires réalisés sur la faune mammalienne du parc national de Belezma (Plan de gestion du PNB, 2010). L'ordre taxonomique et les catégories trophiques de la mammalofaune inventoriée sont établis suite à la consultation de HALTERNORTH et DILLER (1985). Les catégories fauniques sont déterminées selon HEIM DE BALSAC (1936) (Tableau 53).

**Tableau 53**– Liste systématique et répartition des mammifères inventoriés dans la région de Oued El Ma et Oued El Chaâba par catégories fauniques (CF) et trophiques (CT).

Ordre	Famille	Nom scientifique	Nom Français	CF	CT
<i>Artiodactyla</i>	<i>Suidae</i>	<i>Sus scrofa</i>	Sanglier	Paléarctique	Omnivore
<i>Lagomorpha</i>	<i>Leporidae</i>	<i>Lepus capensis</i>	Lièvre commun	Paléarctique	Herbivore
<i>Fissipeda</i>	<i>Canidae</i>	<i>Canis aureus</i>	Chacal commun	Paléarctique	Omnivore
		<i>Canis vulpes</i>	Renard roux	Paléarctique	Carnivore
	<i>Viveridae</i>	<i>Genetta genetta</i>	Genette	Paléarctique	Carnivore
	<i>Hyaenidae</i>	<i>Hyaena hyaena</i>	Hyène rayée	Ancien monde	Charognard
<i>Insectivora</i>	<i>Erinacoïdae</i>	<i>Erinaceus algirus</i>	Hérisson d'Algérie	Indo -éthiopien	Insectivore
<i>Chiroptera</i>	<i>Chiroptera Ind.</i>	<i>Chiroptera sp. Ind.</i>	Chauve-souris	-	Insectivore
<i>Rodentia</i>	<i>Dipodidae</i>	<i>Jaculus jaculus</i>	Gerboise	Paléarctique	Polyhage
<i>Carnivora</i>	<i>Herpestidae</i>	<i>Herpestes ichneumon</i>	Mangouste	Paléarctique	Carnivore

(\*) Espèces protégées par le décret N° 83 du 20 août 1983 relatif aux espèces non domestiques protégées en Algérie.

La faune mammalienne sauvage des cédraies de Dj Touggurt, Dj Boumerzoug et Dj Bordjem comprend 10 espèces réparties en 7 ordres, 9 familles et 9 genres différents. 4 espèces sont protégées à l'échelle nationale, il s'agit de *Herpestes ichneumon*, *Genetta genetta*, *Hyaena hyaena* et *Erinaceus algirus*. Selon le statut faunique, nous remarquons que la majorité des espèces sont de type Paléarctique. Par ailleurs, nous distinguons six catégories trophiques caractérisant les mammifères inventoriés (Tableau 53).



**Figure.49.** Photos H. BOUKERKER Indice de présence (1 et 3 : crottes de renard : 2 et 4 crottes de chacal)

# **Chapitre V**

## **Discussion**

## Chapitre V : Discussions

### 1. Dynamique saisonnière des caractères pédologiques

Les résultats des différentes analyses physicochimiques et les profils effectués dans les six stations montrent que nos sols diffèrent d'un Canton à l'autre et d'un profil à l'autre comme suit.

#### 1.1. Le sol du profil 1

Le sol du profil n°1 de Dj Boumerzoug est de type ABC. Il est développé sur calcaire, marneux et colluviums. La présence d'une structure grumeleuse est liée à la formation du complexe argilo-humique (Duchaufour 1977). Les teneurs en calcaire totale sont élevées (tableau 21). La forte présence du  $\text{CaCO}_3$ , a causé une importante réaction au HCl dans tout le profil excepte l'horizon organique A0, en raison d'une décarbonatation (Duchaufour 1977). Le rapport C/N est important dans l'horizon de surface (une bonne activité des microorganismes), comparativement aux horizons de profondeurs égale au supérieur à une moyenne de 12.68, ce qui traduit une activité microbienne moins importante. Donc on peut dire d'après ces caractéristiques et selon (Duchaufour 1977), qu'on est en présence d'un sol clacimagnésique de type rendzine brunifiée.

Les valeurs de la densité apparente ( $1.01$  à  $1.18\text{g/cm}^3$ ), ainsi que la densité réelle ( $2.15$ - $2.45\text{g/cm}^3$ ) qui augmente en profondeur, sont le résultat d'une part des teneurs en argile plus élevée en horizon A1 (66%) et B2 (65%), et le limon grossier qui prédomine (37.3%) dans la partie inférieure du profil de l'autre part. Notons que ce sol est très carbonaté dans sa partie inférieure BC et D (19.5 à 30.1), mais il ne montre en moyenne que plus de 1.54 de calcaire total en A. La diminution du calcaire en surface à augmenter le phosphore assimilable (5.32 ppm). L'horizon organique est un mull calcaire, caractérisé par un rapport C/N de 12.68, le sol est alcalin, le pH est comprise entre 7.1 et 8.5. Ce profil est bien pourvu en matière organique et en azote total, la capacité totale d'échange augmente (63.2 meq/100g) et le taux de saturation diminue dans la partie supérieure du profil.

#### 1.2. Le sol du profil 2

Le sol du profil n°2 de Dj Boumerzoug est de type ABC. Dans la partie supérieure de ce profil on observe seulement une moyenne de 2.25 à 8.59 % de calcaire, et cela est au phénomène de décarbonatation, la teneur en argile est très élevée dans tous les horizons. La CEC dans l'horizon de surface est plus importante. D'après (Duchaufour 1977), les caractéristiques précitées montrent qu'il s'agit d'une rendzine partiellement brunifiée sur calcaire. Le sol est caractérisé par une structure

argileuse dans tout le profil. Dans sa partie supérieure, c'est la fraction de limon fin qui prédomine ; tandis que, sa partie inférieure se caractérise par l'accumulation de limon grossier. La porosité totale augmente relativement en surface et diminue en profondeur. Tant qu'on est en présence d'une structure grumeleuse anguleuse, il en résulte une augmentation de la porosité totale.

D'après Becker. M, F. Le Tacon, J. Timbal (1980) ; l'évolution de la matière organique est fortement influencée par la présence ou l'absence de calcaire en surface et comme la présence de calcaire total en A et B est réduite, la teneur en matière organique est moyenne (10.11 à 6.27%), mais le pH reste supérieur à 7.7.

Il en résulte que l'humus est un mull calcaire, caractérisé par un rapport C/N de 10.24 à 13.67 pour les deux horizons A et B. la capacité totale d'échange est devenue très élevée dans la partie supérieure du profil (57.6 à 64.8 meq/100g), mais elle diminue en fonction de la profondeur. Le profil ne montre plus que 54.18 à 59.16 % taux de saturation et le  $Ca^{++}$  est réduit jusqu'à 19.1 meq/100 g dans les premiers 7 cm. Notons enfin que la teneur en phosphore assimilable diminue avec la profondeur ainsi que la capacité totale d'échange (tableau n° 22).

### **1.3. Le sol du profil 3**

Le sol du profil n°3 de Dj Touggurt est de type ABC. Dans la partie supérieure de ce profil on observe seulement moyenne de 0.68 % de calcaire, et cela est au phénomène de décarbonatation, la teneur en limon est très élevée dans les deux horizons de surface A et B, contrairement à l'horizon C qui reste riche en argile avec un taux de 54%. Le milieu est alcalin du fait d'une remontée des basses par voie capillaire, ce qui explique les valeurs de la MO enregistrées dans le tableau n° 23. Le C/N décroît avec la profondeur. Le sol est de type bruns fersiallitiques.

### **1.4. Le sol du profil 4**

Le sol du profil n°4 du bas du versant de Dj Touggurt est de types ABC. Ils appartiennent aux classes de sols fersiallitiques. (D'après Duchauffour 1977), la couleur brune rouge qui domine dans ces sols est due à l'ambiance forestière qui maintient un pédoclimat frais et humide, avec une importante incorporation de la matière organique. Ce qui explique les valeurs de la MO enregistrées dans le tableau n° 24. Le milieu est alcalin du fait d'une remontée des basses par voie capillaire. La valeur de la capacité d'échange cationiques élevée enregistrée au niveau de l'horizon de surface A qui varie entre

(64.5 et 66.3 meq/100g) ; est due à la contenance de ce dernier en argiles. Le sol est de type brun fersiallitique.

Selon D. Soltner (1987), généralement les stations des bas versants sont caractérisées par leur humidité élevée et un sol mal drainé. Ce sont les conditions favorables à la formation des sols bruns fersiallitiques. C'est le cas des deux profils (3 et 4). Les sols de ces derniers sont caractérisés par leur texture fine en horizon supérieur et limono-argileux à argileux dans la partie sous-jacente .est un sol brun fersiallitique peu évolué. Ces profils sont de type ABC, formés sur limono-argileux .Au total les horizons supérieurs sont moins épais. L'épaisseur moins importantes des horizons supérieurs est les résultats sans doute de la forte érosion qu'à subi ces sols.

Dans la partie inférieure des deux profils, la teneur en argile, est très importante. L'argile étant lessivée, on est en présence d'un maximum de limon grossier, dans la partie supérieure des profils. Aussi le sol est devenu dense en profondeur. La densité apparente est comprise entre 0.79 et 1.68g/cm<sup>3</sup> pour le profil 3 et entre 1.24 et 1.40 g/cm<sup>3</sup> pour le profil 4. La densité réelle augmente en fonction de la profondeur. Les horizons inférieurs ont réduit leur perméabilité et aération.

La capacité d'échange du complexe absorbant en horizon A est relativement élevée varie entre (40.8 et 68.1meq/100g) pour le profil 3 et entre (33 et 66.3 meq/100g) en dessous de celui-ci, le taux de saturation est plus élevée. Pour les deux profils, en raison de la dégradation de l'écosystème forestier, la teneur en matière organique est relativement faible en surface. Le rapport C/N s'accroît en profondeur. Il s'agit d'un mull eutrophe très actif. En dépit de la décarbonatation, le pH des solutions des sols est très élevé, surtout dans la partie supérieure des deux profils.

### **1.5. Le sol du profil 5**

Le profil n° 5 ; est de type ABC, avec un Ph eau qui varie entre 6.3 et 7.9 ce qui a favorisé le développement d'un humus de type mull eutrophe. Ce la ce traduit par la forte activité biologique avec un C/N qui varie entre 6.78 à 7.33 pour l'horizon C et de 13.95 à 16.66 pour l'horizon A.

Les teneurs en sables fins et argiles sont plus importantes dans tout le profil. Au niveau de l'horizon A, la présence des taux importantes en MO et en argiles à engendré une capacité d'échange cationique importantes qui variée entre (60.1 et 62 meq/100g).

Les caractères les plus essentielles du sol de cette station sont ; l'épaisseur de l'horizon A : 10 cm indiquant un développement moyen par rapport à l'épaisseur de l'horizon d'altération B de 45 cm, qui indique une importante évolution. Et enfin la terre végétale de 88 cm. La texture d'après le tableau n° 25) est argilo-sableuse. La densité réelle augmente en fonction de la profondeur conformément à la porosité totale qui devient assez importante en surface et diminue fortement en profondeur. La structure que présente l'horizon en grumeau que présente l'horizon B permet au sol de mieux retenir de l'eau. Notre sol est un sol brun eutrophe, riche en matière organique et saturé en bases échangeables, profond et fertile Ph. Duchauffour (1976).

La capacité d'échanges diminue avec la profondeur et atteint jusqu'à (62 meq/100g), par contre elle varie de 44.1 à 37.3 meq/100g respectivement pour les horizons B et C. Ainsi le taux de saturation diminue avec la profondeur. D'une manière générale ce sol est riche en matière organique, en azote et en phosphore assimilable surtout en surface du sol. Le C/N décroît avec la profondeur et varie de 16.66 en A à 6.78 en B, ce qui indique une bonne activité biologique.

### **1.6. Le sol du profil 6**

La couleur brun des horizons A et B est due au taux de la matière organique plus élevé 9.61% en A. notre sol est marqué par la prédominance surtout des argiles et à degré moindre les limons. Ainsi au niveau de l'horizon C on observe relativement une quantité importante d'argile (57%) et de limon (21%), cela peut être due au lessivage des éléments fin vers les profondeurs (tableau n° 26). La structure du sol est grumeleuse, ce qui assure une bonne perméabilité et une bonne aération donc une bonne activité biologique D. Soltner (1990). Le sol en A et B surtout dans les horizons A et B (9.13 à 10.16%).le rapport C/N augmente avec la profondeur ce qui signifie une bonne activité biologique en A et B.

Le profil n°6, est un sol développé sur un Grès, avec un humus de type Mull eutrophe à pH de 6.5 et 7.7, c'est sol évolué avec un profil de type ABC.il se caractérise par un taux de MO plus élevé surtout dans les horizons A et B et qui continue jusqu'au des profondeurs importantes mais avec des taux un peu moins importantes variant entre 3.04 à 4.95%. Ce profil est formé d'apports colluviaux surtout en argiles. Puisque nous sommes en présence d'une roche mère Grès, le taux de calcaire est presque négligeable dans tout le profil. Dans les horizons de surface A et B, la présence des taux importantes en

MO et en argiles à engendré une capacité d'échange cationique importantes qui variée entre (62.6 et 69.9 meq/100g).

## **Conclusion**

Cette étude nous à permis de révéler certaines contrainte susceptible de freiner le développement et la croissance des arbres. Ces contraintes sont :

La profondeur du sol : en effet les sols décrits ont une profondeur faible à moyenne, de ce fait l'exploitation racinaire peut être restreinte surtout que la roche mère est souvent une roche dure (dolomie) qui bien qu'elle est la capacité de se fissurer, constitue néanmoins un obstacle difficile à lever pour l'arbre.

La réserve utile : cette caractéristique dépend de la texture du sol et de sa profondeur. Dans le Belezma celle-ci est faible et constitue donc une contrainte de taille difficile à lever pour le développement et la croissance des arbres.

La richesse du sol en calcium et magnésium, du fait de la nature de la roche mère (dolomie) et le pH alcalin, le phosphore est immobilisé sous forme non soluble et non assimilable par la plante. Le faible taux de potassium dans les stations est également une contrainte dans les différentes stations. En effet ces deux éléments sont essentiels à la croissance et au développement des arbres notamment dans la résistance à la sécheresse pour le potassium. La carence en phosphore augmente la sensibilité des plants au parasitisme.

Malgré ces contraintes, les sujets de cèdres âgés ont atteint des hauteurs et des diamètres considérables notamment au Dj Touggurt et Dj Bourdjem, le cèdre s'est adapté aux affleurements rocheux et a pu coloniser des espaces très rocheux. Dans cette station, sol est souvent sous forme de poches ou l'arbre à contourne la roche par ces racines puissantes. En effet le système racinaire du cèdre est de nature pivotant et latérale. Les racines vont coloniser le sol sur plusieurs mètres latéralement et en profondeur.

## **2. Flore, structure et physionomie du couvert végétal**

### **2.1. Inventaire taxonomique de la flore**

D'après l'inventaire floristique réalisé, la flore des stations étudiées est représentée par 173 espèces végétales, regroupées en 39 familles dont 58 espèces ne sont pas signalées dans la liste de la

flore du Parc national de Belezma consignée dans la phase 1 du plan de gestion du PNB (2010). Dans notre inventaire, nous notons la présence de 45 espèces à intérêt médicinal, dont une espèce à intérêt médicinal et aromatique en même temps et dont deux espèces à usage artisanal (*Stipa tenacissima*, *Ampelodesma mauritanicum*) et une espèce rare (*Ophris sp.*).

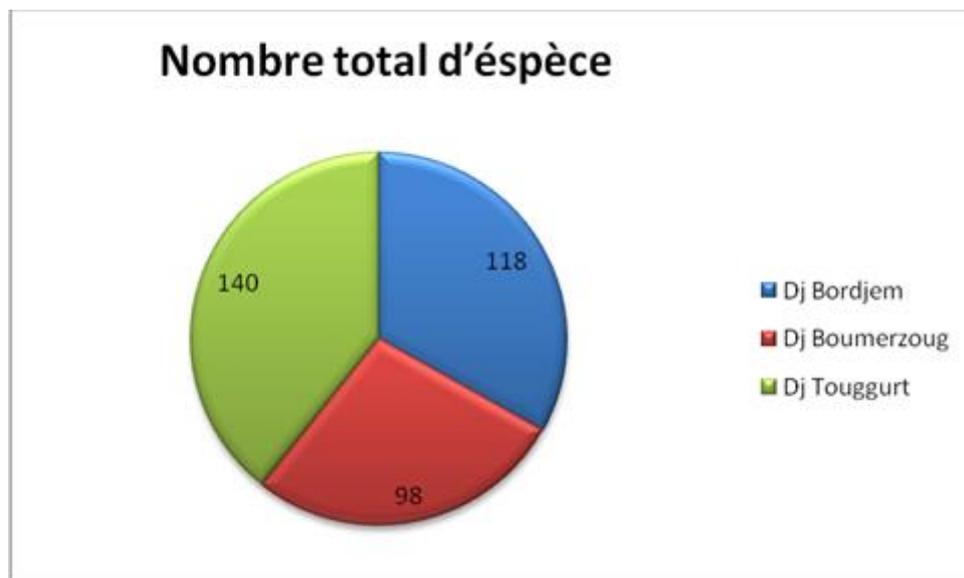


Figure .50. Nombre d'espèces végétale par Canton

D'une manière générale pour les trois stations (Dj Boumerzoug, Dj Touggurt et Dj Bordjem) les familles présentant les nombres d'espèces les plus élevées sont les *Apiaceae*, les *Poaceae*, les *Lamiaceae* et les *Asteraceae*. Concernant les deux familles des *Rasaceae* et des *fabaceae* ; la première est plus importantes dans deux cantons Dj Touggurt et Dj Bordjem Par contre, la deuxième est abondante dans les deux stations de Dj Boumerzoug et Dj Touggurt. Le reste des familles ne sont représentées que par 1 ou 2 espèces.

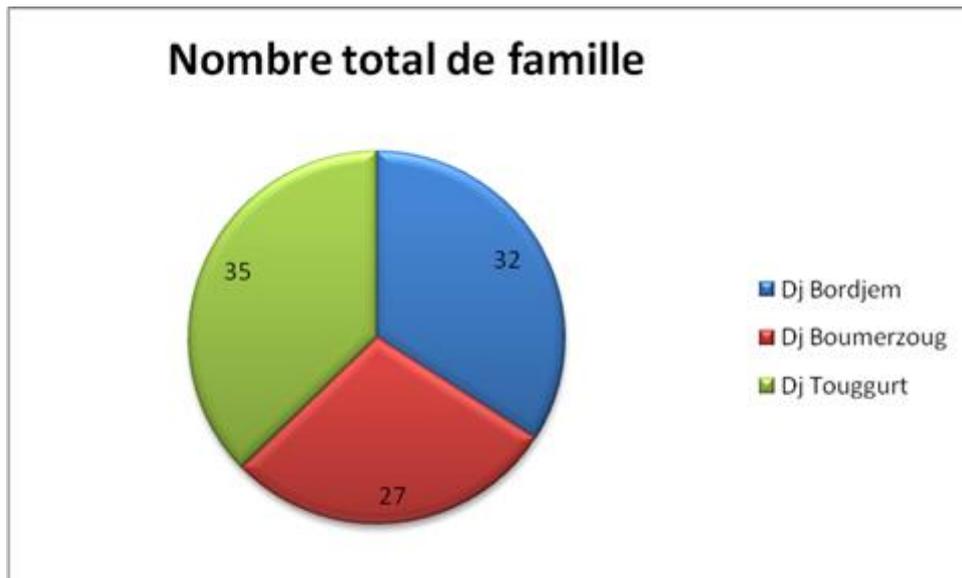


Fig.51. Nombre de familles des plantes par Canton

Nous notons que la majorité des espèces qui représentent la famille des *Poaceae* sont présentes dans 2 stations celle de Dj Boumerzoug et Dj Touggurt. Pour les deux familles ; *Asteraceae* et *Lamiaceae* les effectifs en nombre d'espèces les plus importants sont observés au niveau du Dj Touggurt. Les familles des *Asteraceae* et des *Poaceae* enregistrent les plus hauts nombre d'espèces avec 27 et 22 pour la station de Dj Touggurt (Figure. 51).

Les espèces communes entre les trois stations étudiées et qui présentent des recouvrements importants, appartiennent aux familles des : *Poaceae* (*Broums erectus*, *Hordeum murinum*, *Ampelodesma mauritanicum*), *Lamiaceae* (*Satureja vulgaris*, *Lamium longiflorum*), *Cistaceae* (*Helianthemum pilosum*), *Babaceae* (*Medicago sativa*, *trifolium ochroleucum*, *Viciaonobrychoides*), *Asteraceae* (*Helichrysum lacteum*, *Ferula communis*, *Bellis sylvestris*) et la famille des *Apiaceae* est représentée par (*Carum montanum*, *Thapsia garganica*).

La présence de ces espèces témoigne d'une roche mère calcaire et d'une ambiance thermique chaude car ce sont des espèces qui préfèrent des endroits secs et chauds sur calcaire (BAYER et *al.*, 1990).

D'après KADIK (1984), les espèces à écologie voisine se regroupent ensemble; parallèlement les relevés s'assemblent entre eux lorsqu'ils ont un grand nombre d'espèces en commun, c'est à- dire d'autant plus qu'ils présentent des conditions écologiques voisines.

Par ailleurs, nous constatons que la station de Dj Touggurt avec 141 espèces végétales et 35 familles est la plus riche et diversifiée, suivi par la station de Dj Bordjem avec 118 espèces et 32 familles et enfin la station de Dj Boumerzoug avec 98 espèces et 27 familles. Ces différences enregistrées entre les trois stations peuvent être dues aux divers facteurs biotiques et abiotiques qui varient d'une station à l'autre. En fait, l'observation des résultats des analyses physicochimiques des différentes stations; montre des variations parfois importantes. En effet les sols des stations de Boumerzoug et à degré moindre de Bordjem présentent des profondeurs faible à moyenne par rapport à celles du Dj Touggurt, donc l'exploitation racinaire peut être restreinte surtout lorsque la roche mère est souvent une roche dure (dolomie). Ainsi la réserve utile qui dépend de la texture du sol et de sa profondeur semble plus importantes dans la station de Touggurt par rapport aux autres stations, Il se pourrait aussi que ces différences peuvent être le résultat des excès du sol en calcium et magnésium qui peuvent rendre certains éléments comme le phosphore et le potassium immobilisable donc sous forme non soluble et non assimilable par la plante.

Malgré ces contraintes, les sujets de cèdres âgés ont atteint des hauteurs et des diamètres considérables notamment au Dj Touggurt et Dj Bourdjem, le cèdre s'est adapté aux affleurements rocheux et a pu coloniser des espaces très rocheux. Dans cette station, sol est souvent sous forme de poches ou l'arbre à contourner la roche par ces racines puissantes. En effet le système racinaire du cèdre est de nature pivotant et latérale. Les racines vont coloniser le sol sur plusieurs mètres latéralement et en profondeur.

### **2.1.1. Discussion de la répartition des types biologiques des espèces des cédraies :**

Dans cette étude, les Hémicryptophytes sont les plus abondantes (44.45%). Elles sont suivies par les Thérophytes et les Chaméphytes avec des valeurs respectivement de 25.72% et 15.73%.

Les hémicryptophytes, dont la proportion en milieu forestier augmente à haute altitude (Dahmani, 1996),

Les Géophytes et les Phanerophytes sont moins représentés. En effet, les espèces de la catégorie des Géophytes sont essentiellement sciaphytes et préfèrent par conséquent des habitats de forêts moins ouvertes (Oumorou, 2003). L'ensoleillement dû à la présence de trouées, de chablis et à la coupe d'arbres serait donc la cause de la rareté de cette forme de vie. Le système d'ancrage au type de milieu

de vie des espèces présente des adaptations remarquables telles que les adaptations à la sécheresse et au froid.

Aussi on peut dire que malgré la proportion des Phanérophytes qu'est relativement moyenne par rapport aux autres types biologiques ; cette catégorie confirme les conclusions de Guillaumet (1967), Malaisse (1984), Sokpon (1995) et Habiyaemye (1997) sur le caractère forestier d'un écosystème. La proportion non moins négligeable des Chaméphytes est liée à la stratégie de tolérance au stress hydrique lié au changement brusque de saison (Grime, 1977)

### **Conclusion**

La liste des espèces végétales recensées dans nos stations d'étude montre une flore riche et diversifiée comptant 173 espèces végétales réparties sur 39 familles.

La station la plus représentée en termes du nombre d'espèces et famille est celle de Dj Touggurt avec 141 espèces et 35 familles. Ces différences sont liées généralement aux conditions écologiques qui règnent dans chaque station. On peut dire de ce fait que ; malgré les conditions défavorables qui règnent sur le sol (fertilité médiocre, sols squelettiques) et le climat (zone soumise à des influences sahariennes), la cédraie de Belezma présent un patrimoine considérable qui nécessite une prospection, une analyse plus profonde et une meilleure gestion en vue de sa préservation et valorisation durable.

Ainsi, les 5 types biologiques rencontrés dans la cédraie de Belezma se répartissent en Chaméphytes (Ch), Hémicryptophytes (He), Thérophytes (Th), Phanérophytes (Ph) et Géophytes (Ge). Dans cette étude, les Hémicryptophytes constituent 44.45% des types biologiques qui peuplent la forêt de cèdre pour les trois stations. Les Thérophytes constituent la deuxième plus importante composante de cette cédraie avec 27.52% des espèces.

### **2.2. Structure et physionomie de la végétation**

Le recouvrement global de la végétation ne dépasse pas les 50 % dans la cédraie de Boumerzoug mais il devient plus intéressant et oscille entre les 70 et les 85 % pour les deux autres cédraies celle de Bordjem et Touggurt. Ainsi on remarque une homogénéité importante pour ces deux dernières stations avec 90 %. Par contre pour le canton de Boumerzoug les peuplements sont relativement hétérogènes et ce taux n'excède pas les 65 %.

D'une manière générale, nous constatons que les espèces végétales des cédraies étudiées sont réparties d'une façon uniforme. Mais elles présentent certaines différences liées généralement à l'état

de préservation et les conditions qui caractérisent chaque station (type du sol, épaisseur exploitables par les racines, conditions topographiques .etc.). Par ailleurs, il est bien remarquable que l'association de ces espèces répond grossièrement à l'affinité de chacune d'elles aux conditions locales surtout l'exposition et l'altitude (Abdessemed, 1981).

Quant à la physionomie de la végétation (figure ci-dessus), elle dépasse les 15 mètres dans la station 1 et les 5 mètres dans la station 2. C'est une végétation à trois strates principales (Strate arborescente, strate arbustive et strate herbacée).

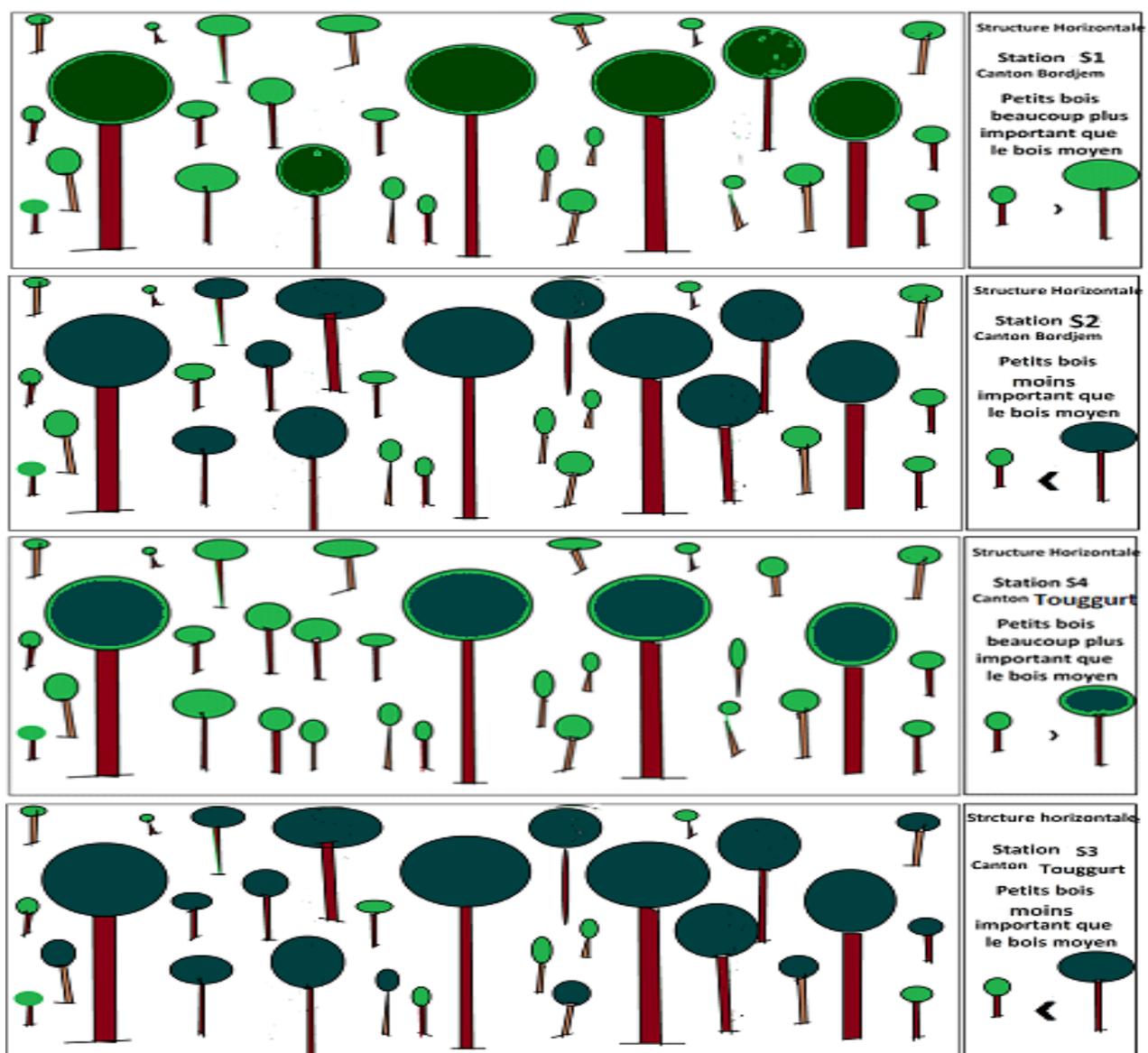


Figure 52 : Structure horizontale des cédraies des quatre stations

Les 3 cédraies étudiées présentent l'aspect de futaies jardinées ; avec des peuplements mixtes de toutes les classes d'âge depuis le gaulis jusqu'à la futaie adultes. Un certain nombre de ressemblances est observé entre les deux peuplements de cèdre, ceux de Bordjem et Touggurt. D'une façon générale on décrit les trois cédraies de la façon suivante :

Le canton de Boumerzoug, est caractérisé par une sous association à *Juniperus oxycedrus* et *Ampelodesma mauritanica*. C'est une futaie initialement de cèdre très claire avec des sujets dépérissant. Ce qui caractérise cette sous association est la présence d'une strate arbustive constituée essentiellement de chêne vert et d'oxycèdre avec un taux de recouvrement qui ne dépasse pas les 50%. En plus cette station est caractérisée par la présence d'espèces indicatrices de dégradation comme *Asphodelus macrocarpus*, *Astragalus armatus*, *Astragalus monspessulanum* et *Peganum harmala*.

Cependant les deux cédraies des cantons Bordjem et Touggurt présentent presque les mêmes cortèges floristiques à savoir *Cedrus atlantica*, *Quercus ilex*, *Rosa canina*, *Cratagus monogyna*, *Cratagus laciniata*, *Arabis auriculata*, *Sedum sediforme*, *Carum montanum*, *Baniam alpinum*, *Oryzopsis paradoxa*, *Ampelodesma mauritanicum* et *Bellis silvestris*.

Il s'agit d'une association à *Cedrus atlantica* et *Quercus ilex*. Cette dernière est composée par une futaie mixte jardinée de chêne vert et cèdre de l'Atlas, avec un recouvrement qui dépasse parfois les 70 à 80 %. Les hauteurs de cèdre dépassent les 20 m, alors celles du chêne vert dépassent guère les 10 à 12 m.

Ainsi sur le plan richesse spécifique, la 1<sup>ère</sup> cédraie (Bordjem) se différencie de celle de Touggurt par la présence de l'espèce *Acer monspessulanum*.

Par contre la cédraie de Touggurt est caractérisée par la présence de l'espèce *Fraxinus xanthoxyloides* et de quelques espèces dites indicatrices de dégradation et de surpâturage comme le *Peganum harmala* et *Astragalus armatus*.

Le cortège floristique caractérisant les deux cédraies du Dj Boumerzoug et celle du Dj Touggurt est le résultat d'une dégradation poussée (pâturage trop intensif, coupes illicites abusives). Dans ces vieilles futaies par fois claires (Dj Boumerzoug), le cortège floristique n'est plus strictement sylvatique, mais fortement infiltré par un lot d'espèces des pelouses écorchées se rapportant, en général, aux notamment les genres *Astragalus sp*, *Erysimum bocconeii*, *Catananche montana*, *Carduncellus*

*pinnatus*, *Poa s* et, *Helianthemum sp*, etc. Il faut signaler, plus spécialement, dans cette vieille cédraie surpâturée, l'abondance du genre *Asphodelus* qui est caractéristique des zones servant de reposoirs pour le bétail, où les sols sont fortement enrichis en nitrates par les déjections des bovins.

Cette physionomie de la cédraie constitue, sans doute, une première étape de la dynamique régressive vers les pelouses écorchées à xérophytes épineux.

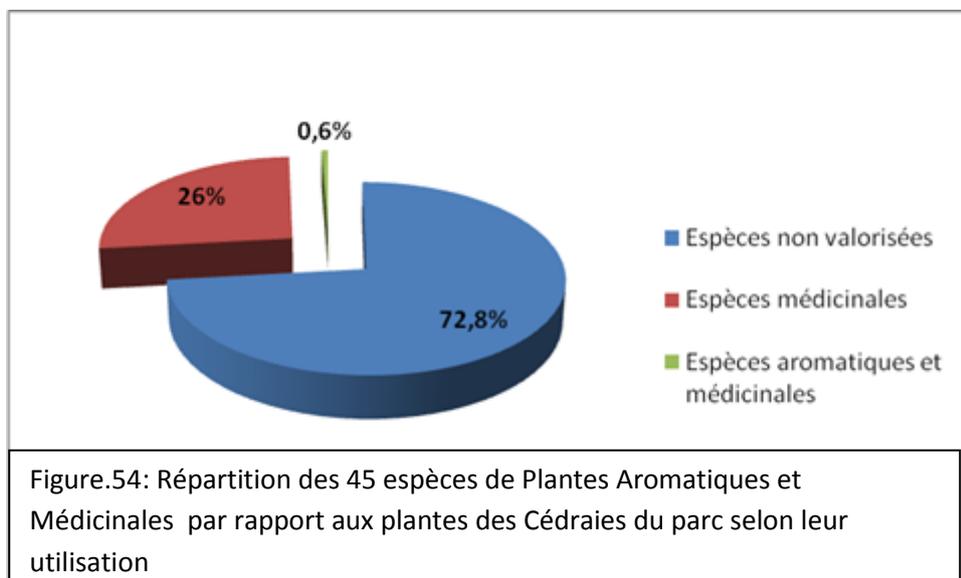
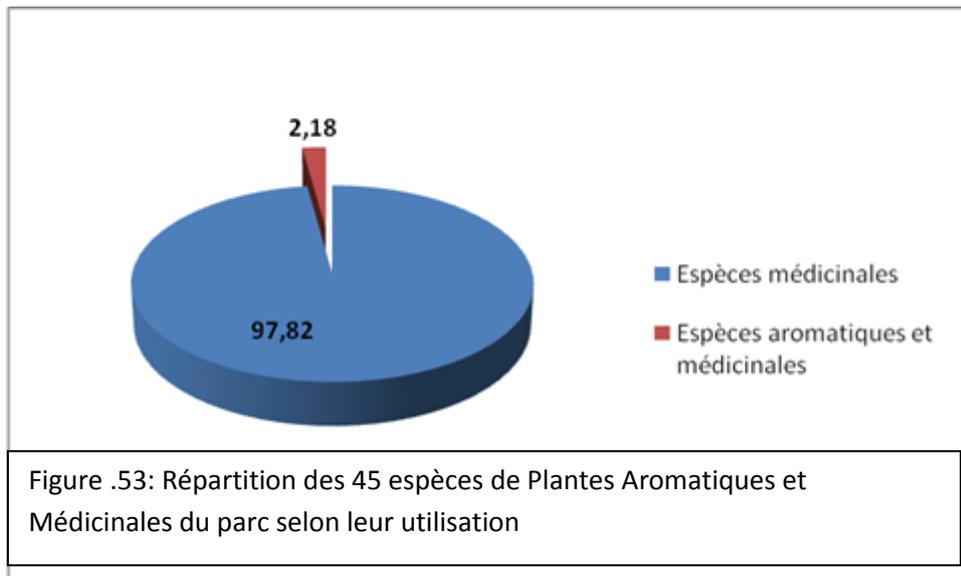
### Conclusion

Les cédraies de la région d'Oued El Chaâba et d'Oued El Ma sont des formations de hautes montagnes, elles sont caractérisées par un recouvrement relativement moyen pour Boumerzoug et important pour Bordjem et Touggurt. Du point de vue caractéristiques dendrométriques et sylvicoles ; les trois cédraies forment des peuplements organisés en futaies mixtes qui présentent des rassemblements en matière de caractéristiques dendrométriques pour les stations de Bordjem et Touggurt avec des hauteurs importantes, surtout dans les stations S2 et S3, cependant le canton de Bordjem (S4) est moins intéressant en matière de croissance en longueurs. Ces observations sont valables au mois dans les stations étudiées.

Du point de vue physionomie de la végétation, nous sommes en présence de deux formations de hautes montagnes la première caractéristique des cantons Bordjem et Touggurt, il s'agit d'une association caractéristique à *Cedrus atlantica* et *Quercus iliex*. La deuxième qui concerne la cédraie de Boumerzoug, est une sous association caractéristique des Monts de Belezma et surtout Dj Boumerzoug (Abdessemed, 1981), elle est à base de *Juniperus oxycèdrus* et *Ampelodesma mauritanica*.

### 2.3. Inventaire taxonomique des plantes médicinales

Les espèces médicinales occupent la première place avec 97.82%, suivies des espèces aromatiques et médicinales (2.18%). Au niveau de l'écosystème cédraie :



### Conclusion :

Les plantes aromatiques et médicinales ont de nombreuses utilisations. Elles sont employées, soit sous leur forme naturelle comme condiment et en pharmacopée traditionnelle, soit pour en extraire le principe actif recherché par les industries pharmaceutiques, cosmétiques et alimentaires. L'exploitation de ce secteur en Algérie est loin d'être rationnelle et peut, parfois hypothéquer la survie et la pérennité des peuplements. Les ressources aromatiques et médicinales longtemps considérées par le gestionnaire comme produits secondaires n'ont pas retenu toute l'attention méritée. Les régions assylvatiques et à vocation de plantes aromatiques telles que, le romarin et l'armoise peuvent faire l'objet d'aménagements intégrés. Dans la recherche d'une meilleure gestion et d'un développement

socio-économique de la filière, il y a lieu de procéder à un certain nombre d'études pour déterminer les potentialités Algérienne en matières de ressources aromatiques et médicinales et définir une politique nationale adéquate traçant des actions intégrées et participatives. Afin d'œuvrer pour la valorisation de ce secteur, il est indispensable d'intensifier les efforts pour adapter la filière aux évolutions du contexte national et international. L'exploitation de ce patrimoine souffre d'un manque de connaissances précises en ce qui concerne les potentialités existantes, la caractérisation chimique et biologique, les techniques d'exploitation, les techniques culturelles et les possibilités de leurs utilisations.

#### 2.4. Inventaire taxonomique de la flore champignons

Au cours de ce travail 49 espèces de champignons ont été rencontrée pour la première fois dans le parc il s'agit de ; *Lycoperdon pyriforme* Schaeffer, *Lycoperdon perlatum* Pers, *Bovista* sp, *Mycenastrum corium* (Guers), *Geastrum pectinatum* Pers, *Geastrum striatum*, *Geastrum floriforme*, *Coprinus comatus*, *Lepiota Rhacodes*, *Agaricus essettei*, *Leucogaricus pseudocinerascens*, *Agaricus subfloccosus*, *Leucagaricus macrorhizus*, *Clitocybe graminicola*, *Clitocybe phaeophthalma*, *Leucopaxillus paradoxus*, *Hygrophorus cossus*, *Hebeloma ebumeum*, *Clitocybe niyea*, *Hygrophorus camarophyllus*, *Hebeloma circinans*, *Hygocybe mucronella*, *Mycena algeriensis*, *Coprinus disseminatus*, *Mycena flosnivium*, *Mycena albidolilacea* Kuhner, *Collybia dryophila*, *Hebeloma cavipes* Huisiman, *Hebeloma flammuloides*, *Hebeloma anthracophilum*, *Cortinarius arellanus*, *Hebeloma favrei* Romagn, *Leucopaxillus cerealis*, *Clitocybe lituus*, *Trametes multicolor*, *Trametes versicolor* (L.), *Abortiporus biennis* (Bull.), *Stereum hirsutum*, *Phellinus* sp, *Armillaria* sp, *Phellinus torulosus* (Pers.), *Xerocomus chrysenteron* (Bull.), *Boletus* sp, *Agaricus* sp, *Amanite* sp, *Lepista* sp et *Stereum purpureum* pour les Basidiomycètes et *Peziza* sp pour les Ascomycètes.

Ces résultats signifient d'une part que les champignons dans cette aire protégée demeurent donc peu étudiés et que la douceur du climat du parc est sans doute le facteur déterminant de l'existence de ces espèces dans cette forêt où elles trouvent des conditions climatiques favorables à leur développement d'autre part.

Les espèces présentées dans ce travail sont caractérisées par des rôles importants et diversifiés. En effet, le genre *Phellinus* est quant à elle compte des espèces phytopathogènes (saprophytes et parasites pluriannuels) provoquant la pourriture blanche donc ils décomposent la lignine du bois.

La présence de *Armillaria sp*, ainsi qu'un certain nombre de champignons reconnus comme parasites, qui sont surtout des lignivores qui prennent de l'ampleur dans les conditions défavorables qui sévissent dans la cédraie, tels que, *Trametes versicolor* et les espèces du genre *Phellinus*.

Un cortège mycorhizique probablement très partiel compte-tenu des difficultés climatiques rencontrées, mais où se détache une certaine richesse en représentants; *Cortinarius arellanus*, *Amanita sp* et *Boletus sp*.

Un cortège de champignons saprophytes humicoles et terricoles original et typé, qui sont, les grands nettoyeurs des forêts, ils se nourrissent de matière organique, en décomposition. Les produits organiques résultant de la décomposition ou de la dégradation peuvent être utilisés par d'autres espèces. En plus ils contribuent, avec certaines bactéries, à la biodégradation des matières organiques, qui assure la formation de l'humus. Ces saprophytes peuvent être présentés dans notre travail par *Agaricus essettei*, *Agaricus subfloccosus*, *Geastrum pectinatum*, *Geastrum striatum*, *Geastrum floriforme*, *Lepiota Rhacodes*, *Lepiota procera*, *Lycoperdon mollePers*, *Lycoperdon perlatum*.

Ainsi ; la présence de saproxyliques liés aux « vieilles forêts » est peut être corrélée à une certaine continuité d'une grande surface forestière, possédant des îlots naturels de sénescence, protégés par des conditions topographiques et géomorphologiques limitant les perturbations anthropiques.

Ainsi, on peut dire que malgré l'état de dégradation actuelle des cédraies du parc, ces dernières gardent encore une richesse fongique très intéressante ; c'est pour cette raison que ces cédraies présentent un intérêt particulier au point de vue mycologique, qu'on doit étudier, du fait qu'aucun mycologue n'a eu jusqu'à présent la possibilité de s'attacher de façon suivie à cette mycoflore locale.

Enfin on peut dire que, l'étude des champignons dans les cédraies du parc national de Belezma, a permis d'inventorier 51 espèces, chiffre qui reste loin de la réalité, parce que l'apparition des carpophores reste suspendue à des facteurs biotiques et abiotiques, et aussi en raison de la richesse probable de ce patrimoine, ce qui montre la difficulté de connaître la présence ou l'absence réelle de certaines espèces. Mais à part ce travail, dont le résultat constitue une base de données indispensable pour comprendre la richesse fongique actuelle, la totalité du territoire du parc demeure largement inexplorée. Une approche intégrée de gestion de ce capital est donc nécessaire pour assurer la conservation de ce patrimoine.

## CONCLUSION

50 espèces de Basidiomycètes et 1 Ascomycètes, rencontrées dans la région du parc national de Belezma, Algérie, ont été présentées dans cette étude. *Lycoperdon pyriforme* Schaeffer, *Lycoperdon perlatum* Pers, *Bovista* sp, *Mycenastrum corium* (Guers), *Geastrum pectinatum* Pers, *Geastrum striatum*, *Geastrum floriforme*, *Coprinus comatus*, *Lepiota Rhacodes*, *Agaricus essettei*, *Leucogaricus pseudocinerascens*, *Agaricus subfloccosus*, *Leucagaricus macrorhizus*, *Clitocybe graminicola*, *Clitocybe phaeophthalma*, *Leucopaxillus paradoxus*, *Hygrophorus cossus*, *Hebeloma ebumeum*, *Clitocybe niyea*, *Hygrophorus camarophyllus*, *Hebeloma circinans*, *Hygocybe mucronella*, *Mycena algeriensis*, *Coprinus disseminatus*, *Mycena flosnivium*, *Mycena albidolilacea* Kuhner, *Collybia dryophila*, *Hebeloma cavipes* Huisiman, *Hebeloma flammuloides*, *Hebeloma anthracophilum*, *Cortinarius arellanus*, *Hebeloma favrei* Romagn, *Leucopaxillus cerealis*, *Clitocybe lituus*, *Trametes multicolor*, *Trametes versicolor* (L.), *Abortiporus biennis* (Bull.), *Stereum hirsutum*, *Phellinus* sp, *Armillaria* sp, *Phellinus torulosus* (Pers.), *Xerocomus chrysenteron* (Bull.), *Boletus* sp, *Agaricus* sp, *Amanite* sp, *Lepista* sp et *Stereum purpureum* pour les Basidiomycètes et *Peziza* sp pour les Ascomycètes.

Malgré le faible nombre de sites visités et les conditions climatiques des automnes de 2010, 2011 et 2012 qui ont été défavorables à la fructification des champignons, ce travail a révélé l'originalité du cortège fongique des cédraies du parc national de Belezma. A notre connaissance, il a amené également une meilleure connaissance de la fonge local 49 espèces nouvelles pour cette aire protégée.

L'étude des champignons des cédraies du parc national de Belezma, a permis d'inventorier 51 espèces (50 espèces de Basidiomycètes et 1 espèces d'Ascomycètes) ; dont 49 espèces ont été décrites pour la première fois dans la région du parc.

Ce chiffre reste loin de la réalité, car, d'une part, l'apparition des carpophores reste suspendue à des facteurs biotiques et abiotiques, et d'autre part, il est difficile de parcourir toute la superficie de cette aire protégée pendant les périodes favorables, ce qui montre la difficulté de connaître la présence ou l'absence réelle de certaines espèces. Mais à part ce travail, dont le résultat constitue une base de données indispensable, pour comprendre la richesse fongique actuelle, la totalité du parc e demeure largement inexplorée, ce qui exige de consacrer du temps pour combler ces lacunes. Les espèces présentées dans ce travail sont caractérisées par des rôles importants et diversifiés.

En matière d'exploitation des résultats, les propositions de mesures de gestion adaptées à la conservation de l'habitat et particulièrement de cette fonge.

Dans la mesure où :

- 1- cet habitat a une valeur patrimoniale élevée, liée à sa rareté relative et son endémisme,
- 2- il abrite une fonge originale et parfois remarquable,
- 3- les conditions stationnelles drastiques confère à l'habitat une productivité en bois très faible en volume et que les produits sont de piètre qualité, nous recommandons :

- de l'éviter autant que possible, par exemple lors de la construction de voirie forestière, de tendre vers un état de maturation maximal, par abandon des interventions sylvicoles, ce qui amènera un accroissement du volume de bois mort favorable aux saproxyliques et, au moins localement. , De même, on évitera les pratiques sylvicoles pouvant précipiter la disparition d'espèces, comme les coupes systématiques des arbres sans valeur économique, enlèvement systématique des arbres morts et la monoculture forestière

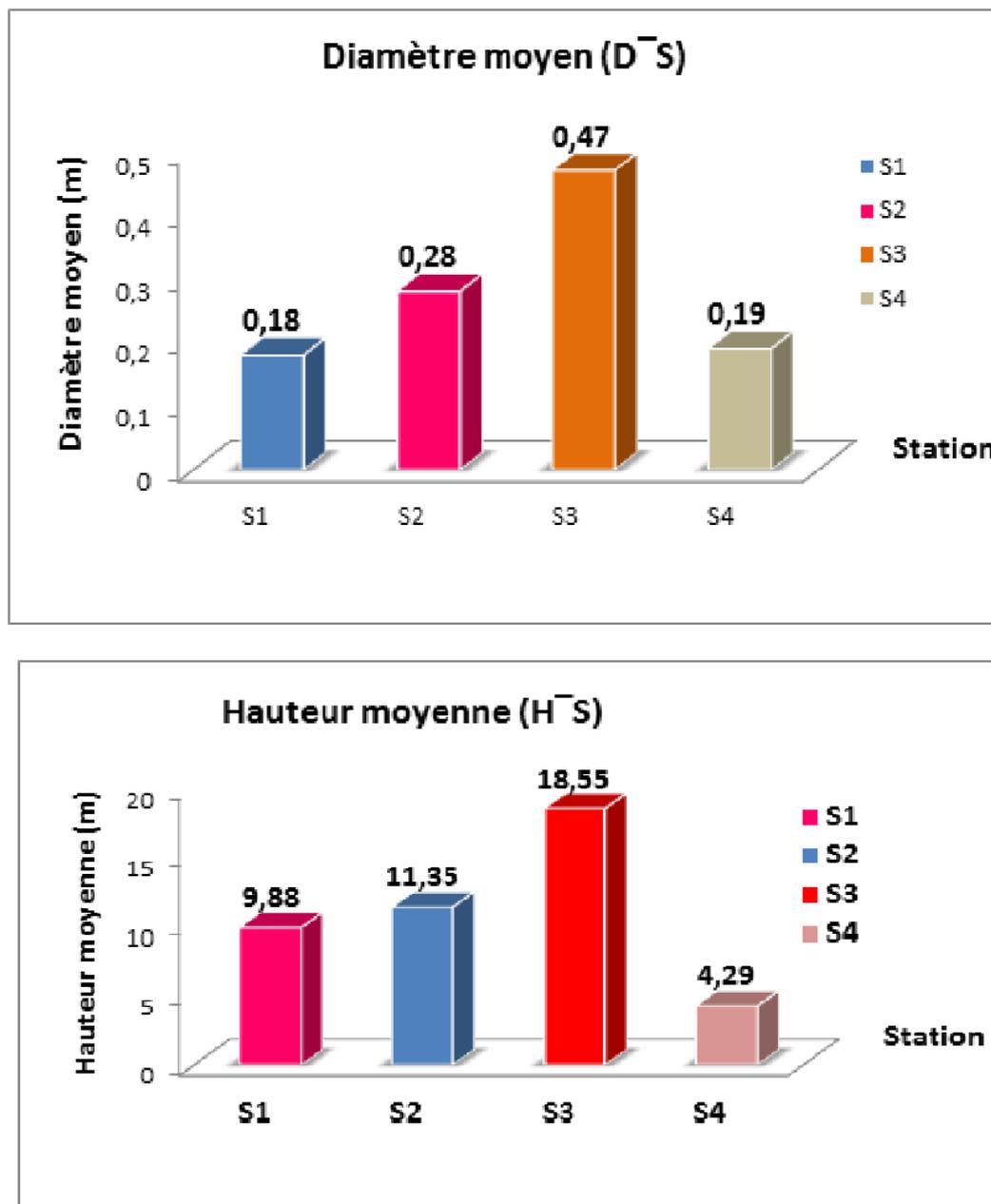
Conserver des "îlots de vieillissement", c'est-à-dire un bouquet d'arbres de quelques ares (que l'on maintiendra au-delà de l'âge d'exploitabilité) pour conserver des espèces n'apparaissant que dans les forêts très âgées.

Compte tenu des effets limités de la réglementation, il est préférable d'informer et d'éduquer les usagers de la forêt au respect de l'environnement, et notamment des champignons.

Les champignons sont liés à des plantes ou des arbres auxquels ils sont associés. En cas de disparition de ces plantes, les champignons symbiotiques peuvent disparaître, d'autant plus facilement si ces champignons sont liés à une seule espèce ou un groupe d'espèces spécifiques.

## **2.5. La structure verticale et horizontale de la cédraie**

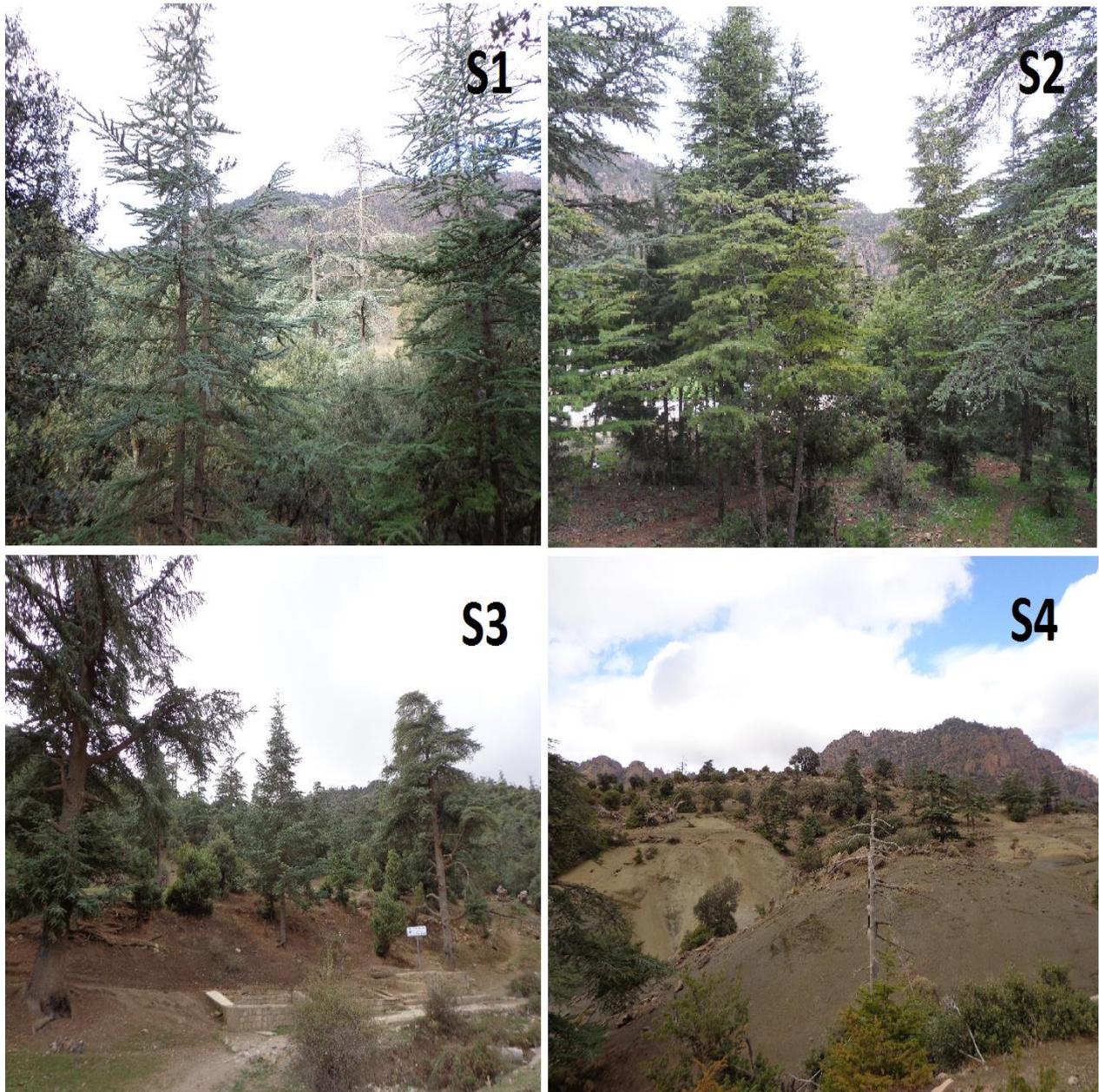
Les résultats de l'étude sont essentiellement présentés sous forme de graphiques pour chacune des quatre cédraies étudiées.



**Fig.55.** Croissance en diamètre et en hauteur moyennes par arbre et par station

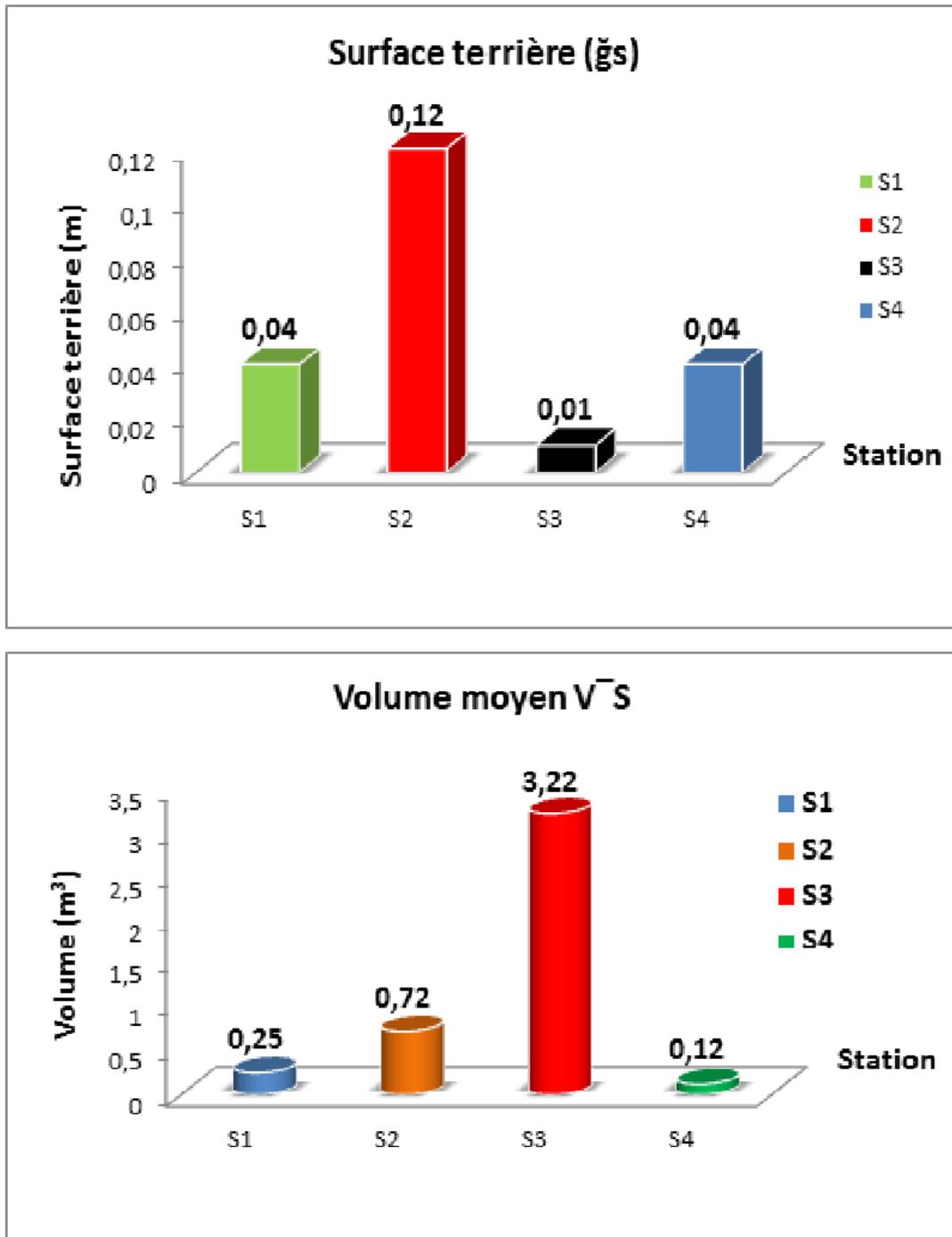
On voit que, quel que soit les valeurs moyennes obtenues des diamètres ou des hauteurs des individus de cèdre ; la station S3 se classe en première position suivi par la station S2, tandis que la station S1 présente des valeurs de  $\bar{H}$  deux fois plus élevées que la station S4 (Figures 55).

La croissance en hauteurs est tributaires de l'âge du peuplement et des conditions qui règnent dans chaque station ; climatique, édaphique et surtout sylvicole (concurrence entre les arbres toutes espèces confondues en matière de lumière).



**Figures.56.** Les diverses stations d'étude ; S1 et S2 (Dj Bordjem), S3 et S4 Dj Touggurt

Ce comportement nous paraît toutefois assez logique du fait que, le *Cedrus atlantica* étant une espèce de demi-ombre durant leur premier âge (phase de semis), puis il devient héliophile ; donc il a tout d'abord besoin de la lumière pour sa croissance axiale (hauteur), une fois stabilisée la croissance radiale (Diamètre) prend place.



**Figure.57.** Croissance en surface terrière et en volume moyen par arbre et par station

D'après la figure.57, on constate que les valeurs de la surface terrière moyenne par arbre et par station peuvent être classées selon un ordre décroissant: S2, S1, S4 et enfin S3 par des valeurs respectivement de 0.12, 0.04 et 0.01 ; dans lesquelles prédominent les individus de la cédraie S2 en ce paramètre.

Ces valeurs sont utilisables pour suivre l'évolution des peuplements de cèdre dans les diverses stations. Elle nous permet la comparaison rapide entre les différents peuplements. A cet effet le

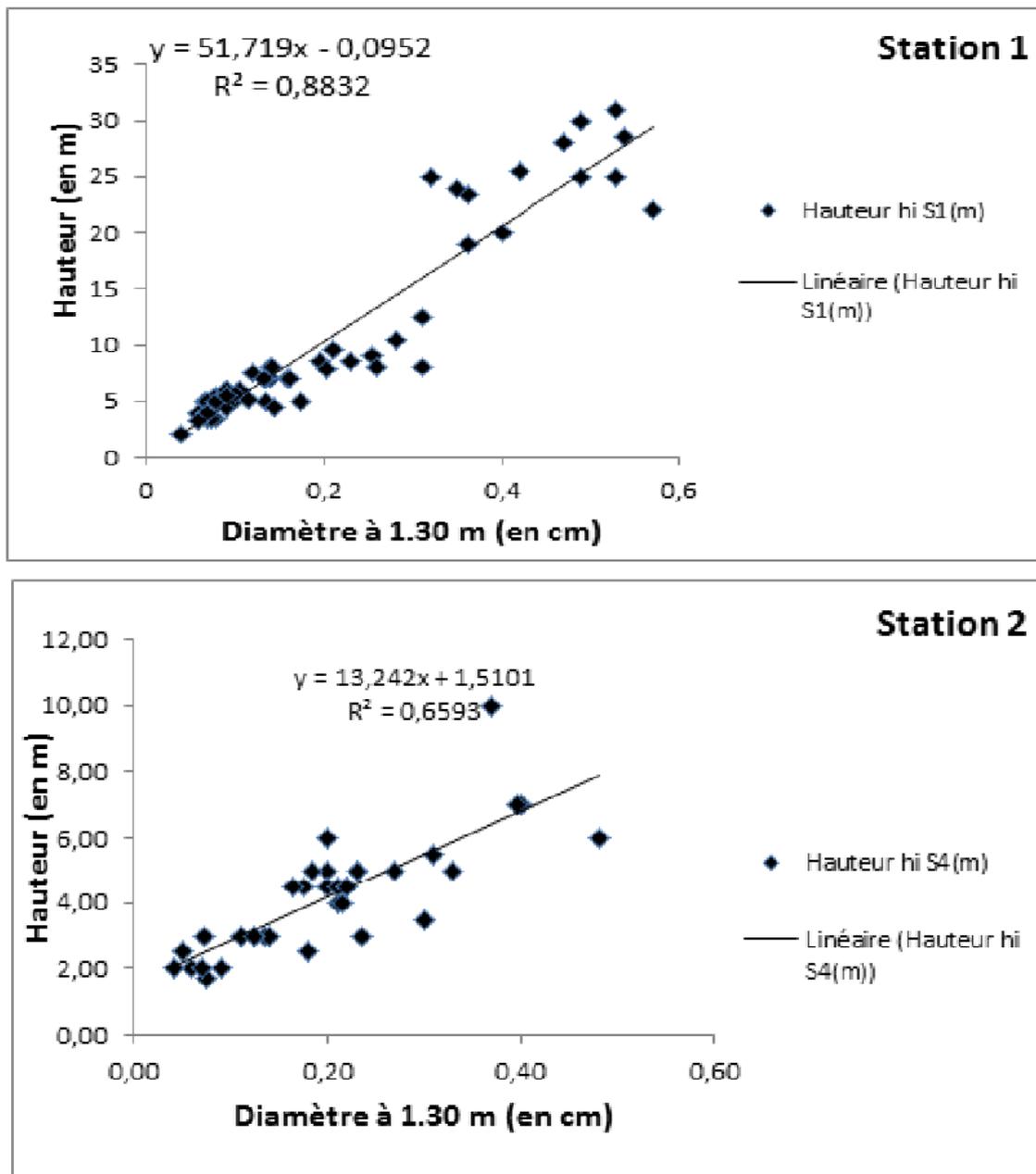
ralentissement de la croissance constaté dans les stations S1 et S4 ; traduit une saturation de la capacité de production de la plantation ce qui induit une intervention sylvicole, dite éclaircie, se faisant généralement par élimination d'arbres en surnombre au sein du peuplement.

Ainsi nous remarquons que S3 revient en tête de liste en matière de production ligneuse (Volume en m<sup>3</sup>) du fait qu'elle avait la plus grande valeur moyenne en hauteur (18.55 m), surtout comme le volume est directement proportionnel à ce paramètre. Les trois autres stations se classe par ordre décroissant : S2, S1 et S4 (Figure 57).

Ces résultats démontrent la capacité de la station S3 à produire un volume de bois plus important ; presque 5 fois plus que la station S2 et 12 à 26 fois plus que les stations respectivement S1 et S4.

## 2.6. Relations à hauteur – diamètre :

La relation entre les paramètres mesurés hauteur et diamètre est présentée sur les figures 58.

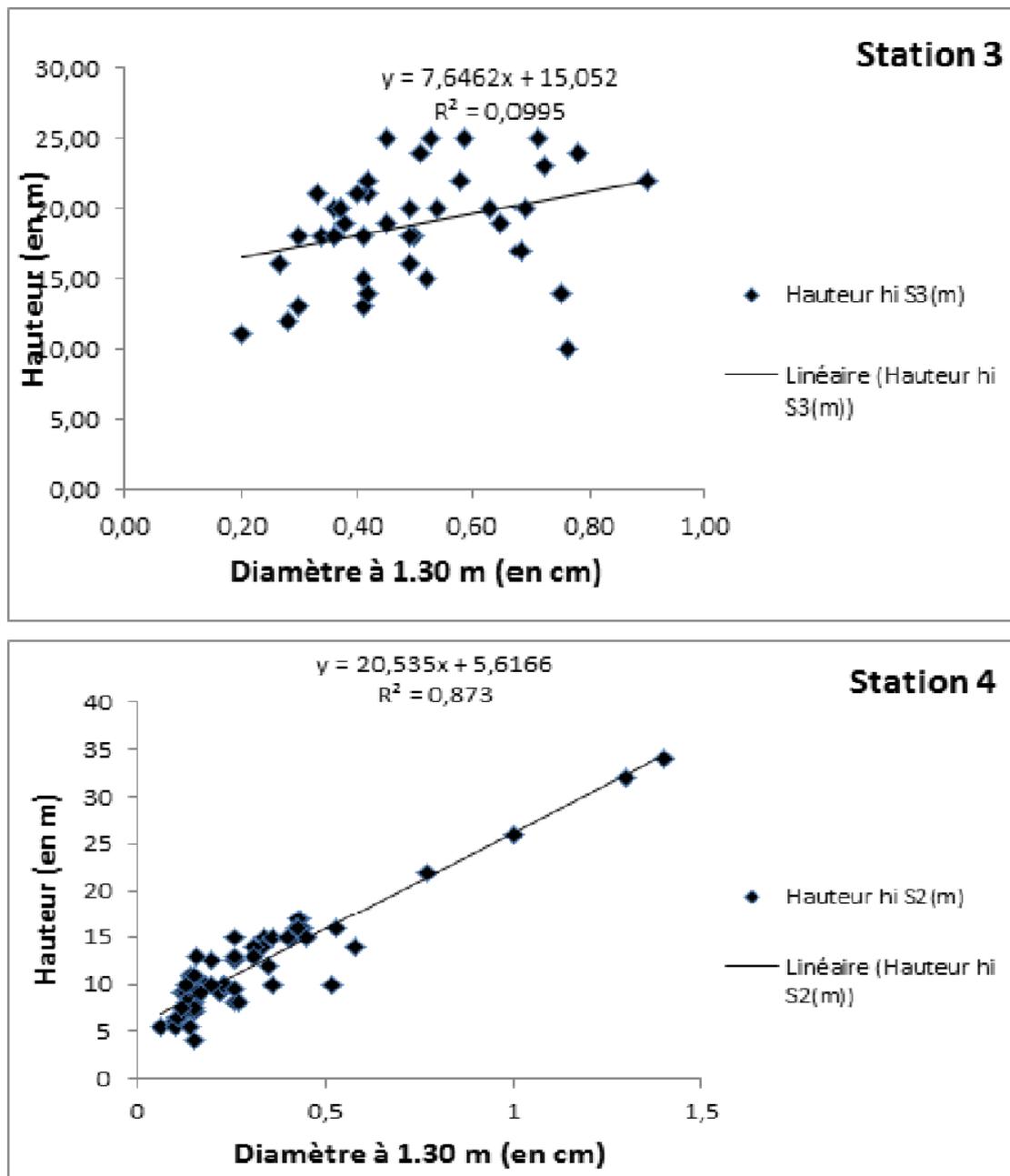


**Fig.58.** Croissance en hauteur en relation avec le diamètre moyen pour la station 1 et 2

On constate donc qu'on a des caractéristiques plus fortes sur stations plus fertiles S3 et relativement S2 que sur stations pauvres S1 et surtout S4.

L'allure de la courbe donnant la hauteur de tiges par classe de diamètre est presque semblable dans les deux cédraies S1 et S4 d'une part et entre S2 et S3 de l'autre part. Cela veut dire qu'on a beaucoup

plus de petits bois que de bois moyens dans les stations S1 et S4, et plus de bois moyens que de petits bois dans les stations S2 et surtout S3..



**Figure.59.** Croissance en hauteur en relation avec le diamètre moyen pour les stations 3 et 4

Enfin, chez les individus des gains de croissances sont observés pour la cédraie de la station 3 et à degré moindre pour la station 2 ; en réponse probablement à l'établissement de meilleures conditions microclimatiques. Ce sont des arbres qui profitent des trouées nouvellement créée par d'autre arbres morts après le dépérissement) ou d'arbres qui atteignent une strate plus claire de la forêt. Chez ces

derniers la « priorité » donnée à la croissance terminale sur la croissance cambiale (rapport H/D élevé) peut être un moyen de se dégager rapidement des strates basses et sombres.

La variabilité des taux de croissance des arbres dans les forêts tropicales a déjà été montrée par divers auteurs (Ng *et al.*, 1974; Whittmore, 1975, 1982; Prevost et Puig, 1981 ; Primack *et al.*, 1985 ; Loffeier, 1989 ; Hladik, 1982 ; Swaine *et al.*, 1987 ; Swaine, 1989) et en particulier pour des forêts humides de Côte d'Ivoire (Huttel *et al.*, 1975). Le degré d'exposition de la couronne à l'énergie lumineuse, le rôle des microsites liés à des différences locales de qualité du sol, les différentes potentialités de croissance de la même espèce due à sa variabilité génétique, sont les causes le plus souvent invoquées pour en rendre compte.

Les résultats obtenus dans la présente étude mettent en évidence divers aspects de cette variabilité qui traduisent la capacité des espèces à croître dans un milieu hétérogène dans l'espace et dans le temps. Comme d'autres auteurs (Swaine *et al.*, 1987 dans des forêts du Ghana ou Loffeier 1989, en Inde, par exemple), nos propres résultats sur l'espèce la plus abondante des forêts du parc national de Belezma montrent que la variabilité entre les individus d'une même espèce, dans les différentes stations, est toujours importante et qu'il existe ainsi des « stratégies de croissance très diversifiées au sein d'une même espèce » (Loffeier *op. cit.*). La variabilité des taux de croissance, qui reflète partiellement la structure démographique du peuplement, traduit aussi l'hétérogénéité de la structure spatiale de la forêt et de son architecture, principalement en réponse aux conditions locales d'éclairement. Alexandre (1977) en donne un bon exemple pour *Tuiraenthus africana*, arbre de la forêt humide ivoirienne. L'auteur indique que cette espèce sciaphile peut être sensible à de très faibles différences des conditions lumineuses en sous-bois.

La variabilité de la croissance des cèdes peut être expliquée d'une part par les conditions climatiques et édaphiques, en particulier de la répartition des pluies et de l'évolution de la teneur en eau du sol dont nous avons montré ailleurs l'importance sur la phénologie des arbres et sur la production ligneuse (Devineau, 1974, 1976, 1989). En effet, les croissances les plus élevées enregistrées en faveur des cèdes de la station 3 et à degré moindre pour la station 2, est due sans doute aux conditions climatiques et édaphiques favorables qui règnent dans ces dernières. Les sols des deux stations sont des sols profonds avec une importante épaisseur exploitable par les racines, en plus la station 3 est située sur une cuvette sur versant nord, ce qui constitue un microclimat différent des autres stations.

**Conclusion :**

Cette étude a permis de dresser un portrait exhaustif de la répartition actuelle des tiges selon les types de canton et par station dans les cédraies du parc national de Belezma.

Ainsi, les courbes données dans cette étude montrent qu'il y a une différence de croissance entre les paramètres dendrométriques étudiés. Malgré les efforts déployés pour les mesures dendrométriques de terrain, le nombre d'arbres-étudiés demeurait parfois quand même très faible dans certaines classes de diamètre ou d'hauteurs.

Les courbes données dans cette étude montrent qu'il y a une différence de croissance entre les paramètres dendrométriques étudiés. Ainsi il est de rappeler que pour les paramètres hauteur et volume sont proportionnellement liés.

Il est évident que de nombreuses autres informations seraient intéressantes à analyser et compiler à partir de ces données. On pourrait notamment comparer en plus du cèdre ; toutes les autres essences dominantes des peuplements étudiés et cela dans des stations équilibrées ou intacts et les comparer à d'autres peuplement perturbés, et ce, pour différentes formations forestières, en vue d'avoir une idée sur les facteurs sylvicoles telle que la densité des peuplements, la compétition ou la concurrence des espèces secondaires de l'étage dominé. Ces informations peuvent aider les gestionnaires de cette aire protégée à programmer les travaux sylvicoles nécessaire d'une manière scientifique et durable pour préserver ce patrimoine fragile.

La répartition des tiges dans des classes de grosseur, permet de connaître la structure du peuplement. Cette répartition s'obtient en notant le nombre, de petits bois, de bois moyens etc. Il semble nécessaire d'insister sur la signification écologique d'une telle diversité des comportements de croissance des arbres selon les diverses stations au sein des cédraies naturelles, et en particulier sur l'importante proportion des arbres a croissance lente qui peuvent apparaître comme un « poids mort » du point de vue de la production forestière.

Le grand nombre, parmi eux, d'arbres sur le déclin justifie l'utilité des coupes dans l'aménagement de ces cédraies, mais il faut les mener avec discernement et se fonder sur des études scientifiques précises tant qu'il s'agit d'une aire protégée.

La faible productivité en volume de certains individus surtout dans les stations 2 et 4 est en effet peut être l'un des aspects d'une diversité de comportements de croissance qui permet aux pieds de

cèdre de répondre à la variabilité spatiale et temporelle de leur environnement. La présence d'arbres en attente dans les différentes strates forestières peut être ainsi considérée comme un moyen de maintenir un état stable dans ces communautés végétales où les trouées dues à la mort et au dépérissement massif ou partiel des arbres représentent des d'importantes perturbations.

### **3. Bioécologie des invertébrés inféodés aux Cédraies**

#### **3.1. Inventaire taxonomiques des espèces recensées**

L'inventaire réalisé sur les invertébrés des cédraies étudiées nous a permis de recenser une large variété d'espèces (327 espèces) réparties en deux embranchements : les mollusques et les Arthropodes. L'embranchement des mollusques n'est représenté que par la classe des Gastéropodes avec 4 espèces. Les Arthropodes englobent 5 classes : celle des insectes avec 315 espèces, celle des Arachnides avec 5 espèces, celle des myriapodes avec une espèce et celle des Crustacées avec deux espèces.

La classe des insectes est la plus dominante (315 espèces) tant en nombre d'espèces qu'en terme d'abondance en nombre. Les espèces entomologiques recensées sont réparties en 23 ordres dont celui des Coléoptères est le mieux représenté avec 102 espèces couvrant 35 familles différentes. Les Hyménoptères et les Diptères viennent ensuite au deuxième rang avec respectivement 66 et 51 espèces. Nous constatons que les ordres des Coléoptères et des Hyménoptères présentent à eux seuls presque la moitié du total des espèces inventoriées. Les Coléoptères forment, en effet, l'un des groupes les plus riches en espèces parmi les insectes (AUBER, 1999). Les Lépidoptères et les Hétéroptères ont la même valeur de 24 espèces. Les Homoptères et les orthoptères sont représentés respectivement avec 17 et 15 espèces. Les autres ordres sont faiblement notés et ne dépassent guère 2 espèces chacun.

En outre, nous notons que la composition du peuplement invertébré des six stations renferme un grand nombre d'espèces rattachées au milieu sec et ensoleillé. C'est le cas notamment de plusieurs espèces de Coléoptères. Par ailleurs, nous signalons la présence des Odonates qui sont des espèces rattachées au milieu aquatique et humide, ceci pourrait s'expliquer par la présence de cours d'eau temporaires près des stations étudiées. D'une manière générale, l'ensemble des espèces récoltées sont caractéristiques des milieux forestiers notamment les forêts de cèdre. C'est le cas par exemple de la famille des *Scolytidae* qui comprend des espèces colonisant surtout les Cèdres comme il a été noté

par plusieurs chercheurs dans le domaine MOUNA M. et FABRE J-P. (2005) Ces espèces cherchent avant tout les arbres affaiblis parfois riche en sève de diverses dimensions LIEUTIER F. (1988).

Parmi les espèces entomologiques recensées, nous signalons la présence de sept espèces protégées par la réglementation en Algérie. Ces espèces sont : *Calosoma inquisitor*, *Coccinella septempunctata*, *Mylabris variabilis*, *Chrysopa carnea*, *Bombus terrestris*, *Apis mellifera*, *Lixus algirus*. Afin de révéler l'importance des espèces d'invertébrés inféodées aux Cédraies de Oued El Ma et Oued El Chaâba, nous avons fait une comparaison avec celles signalées dans le parc national de BELEZMA, cette comparaison a révélé l'existence de 57 espèces non signalées dans la liste des invertébrés du PNB (Plan de gestion, 2010).

## Conclusion

L'embranchement des Arthropodes s'est révélé quantitativement le plus important en espèces. La classe des insectes est la mieux représentée dans notre zone d'étude avec une nette dominance des Coléoptères, des Hyménoptères et des Diptères.

La présence de 13 espèces protégées en Algérie mérite une attention particulière, notamment pour la préservation des espèces utiles et l'orientation des recherches sur les espèces considérées rares ou menacées.

## 3.2. Structure et organisation des peuplements d'invertébrés

### 3.2.1. Qualité d'échantillonnage

Les valeurs globales de la qualité d'échantillonnage ne varient pas beaucoup entre les diverses stations et oscille généralement entre 11 pour la station 3 et 13.85 pour la station 4. Ces valeurs étant relativement faibles témoignent d'un échantillonnage suffisant. Toutefois, nous pensons qu'il serait nécessaire de compléter ce travail par l'augmentation des nombres des prospections sur d'autres stations surtout pendant la période estivale qui représente la meilleure saison aux activités des insectes. Ainsi l'échéancier doit être plus fréquent afin de rencontrer le maximum d'espèces d'insectes et d'aboutir à un échantillon le plus exhaustif possible car durant la période notre étude plusieurs sorties ont été annulées pour des raisons liées à la sécurité du terrain et aux manque de moyens.

La qualité de l'échantillonnage est en relation avec le nombre total d'espèces recensées et le nombre de relevés réalisés. Par ailleurs, les espèces dominantes jouent un rôle majeur dans le

fonctionnement de l'écosystème en contrôlant le flux de l'énergie, les nombreuses espèces rares conditionnent la diversité du peuplement (RAMADE, 2003).

Ceci permet de dire que les espèces observées une seule fois et considérées rares ne sont pas des espèces à négliger étant donné qu'elles peuvent jouer un rôle important dans le fonctionnement de l'écosystème forestier. C'est d'ailleurs le cas de certaines espèces prédatrices et parasites comme : (*Spinolia sp.*, *Calliphora sp.*, *Suillia sp.*, *Coccinella septempunctata*; *Calosoma inquisitor*; *Anoplius cingulatus*, *Ichneumon sp.*) ou des espèces phytophages comme *Coreus sp.*, *Leucapsis sp.*, *miridae sp.*

De ces résultats on peut dire qu'il y a une relation évidente entre la richesse floristique de la cédraie et le nombre d'insectes inventoriés. Cette grande diversité d'insectes participe grandement à la dynamique de ces cédraies, à différents niveaux. Les insectes xylophages (*Buprestidae* et les *Cerambycidae*) s'attaquent aux arbres morts, facilitant ainsi le recyclage de la matière végétale en décomposition et enrichir le sol. De sa part (Tavakilian, 1993) ; affirment que plus une zone est riche en espèces végétales plus la variabilité en insectes est grande même si tous ne se nourrissent pas directement de plantes (beaucoup sont carnassiers prédateurs, nécrophages, coprophages, ou autres parasites). La grande diversité végétale de la cédraie entraîne la présence d'une multitude d'organismes liés et adaptés à cette végétation.

Prenant l'exemple des 7 espèces de Carabidae que nous avons inventoriées à savoir *Calosoma inquisitor*, *Broscus sp.*, *Chlaenius sp.*, *Carabidae sp.*, *Cymindis sp.*, *Demetrius sp.* et *Zabrus sp.* Ces espèces constituent un groupe clé parmi les arthropodes de la litière en raison de leur abondance et de leur régime alimentaire le plus souvent prédateur. Ils dominent dans les régions à climat tempéré et/ou humide, et ils se raréfient lorsque le climat devient plus chaud et plus aride (Dajoz, 2002).

Ces Caraboidea sont des bio-indicateurs des habitats qui régulent les populations de certaines espèces nuisibles et saprophages (limaces, collemboles, chenilles) (Clergue *et al.*, 2004; Kotze *et al.*, 2011). Dans les milieux forestiers, ces espèces sont très sensibles aux variations des conditions environnementales qui influencent leurs distributions (Chakali & Belhadid, 2005). L'humidité relative de l'air, les nutriments disponibles, la lumière, la température, la couverture végétale, la nature et l'épaisseur de la litière, la force du vent, l'accumulation de la neige en hiver, les perturbations du milieu (le feu, les coupes forestières, le changement climatique), la compétition interspécifique et l'altitude constituent les facteurs qui influencent la distribution de ces espèces (Pena, 2001).

Ainsi on peut remarquer au niveau des deux stations 1 et 2 (Canton Boumerzoug), la présence des espèces d'insectes liée beaucoup plus au chêne vert, comme c'est le cas d'*Anthomyidae sp. Ind*, *Sarcophaga sp*, *Suillia sp*, *Plebejus sp*. Cela peut être expliqué par les coupes rases qu'à subit les sujets de cèdre laissant la place au chêne vert qui devient dominant.

### Conclusion

La valeur globale de la qualité d'échantillonnage (a/R) des invertébrés de la cédraie d'Oued El Chaâba et Oued El Ma est globalement suffisante. Cette valeur est en relation avec le nombre d'espèces observées une seule fois dans les stations étudiées et qui sont classées comme des espèces accidentelles, parce qu'entre une sortie et une autre, une espèce peut compléter son cycle de développement. Aussi, nos techniques d'échantillonnage limitées ne permettent pas de capturer toutes les espèces présentes dans la forêt. Les espèces considérées rares ne sont pas des espèces à négliger car elles pouvaient avoir un rôle fonctionnel important. Aussi, il serait important de compléter les relevés par plus de sorties notamment en saison d'été.

### 3.2.2. Fréquences d'abondance et de constance globales des différents ordres d'invertébrés

En termes de nombre d'individus capturés, la classe des insectes dominant largement les classes des Gastéropodes, des Arachnides, des Myriapodes et des Crustacés. L'ordre des Coléoptères domine les autres ordres avec 31.19 % de l'ensemble des invertébrés recensés, contre 20,18 % pour les Hyménoptères et 15.59 % pour les Diptères qui viennent respectivement en 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> rang.

La fréquence d'occurrence ou la constance peut renseigner sur les invertébrés caractéristiques de la cédraie. En effet, il existe 12 ordres constants (Constance  $\geq$  50 %). Les Arachnides, les Coléoptères, les Homoptères, les Hyménoptères et les Diptères sont les taxons les plus constants durant toutes les sorties effectuées dans la cédraie.

Par contre, les ordres considérés comme sporadiques dans la cédraie sont ceux qui présentent les groupes rencontrés une ou deux fois seulement durant toute la période d'étude, autrement dit, ils sont présents uniquement au cours d'une saison, c'est le cas de *Poduromorpha*, *Odonata*, *Phasmida*, *Dermaptera* et *Scorpionida* avec une Constance  $<$  10 %. Les Homoptères, les Hyménoptères, les coléoptères et les Diptères sont les plus constants (Constance = 100 %). La catégorie des accessoires n'est représentée que par l'ordre des Manthoptères avec 30 % de constance. Cet ordre n'est

représenté que par une seule espèce : *Mantis religiosa* qui est considérée comme rare et ne présente de ce fait qu'une faible fréquence relative dans le peuplement invertébré étudié (0,03 %).

### Conclusion

Les ordres les plus abondants et les plus constants dans le temps appartiennent à la classe des insectes, ce qui dénote d'un milieu favorable pour le développement des espèces entomologiques. Les espèces sporadiques sont soit des visiteurs occasionnels du site comme les Odonates, soit des espèces nécessitant des types de piégeage plus appropriés pour leur capture. Les différences enregistrées entre les trois cédraies en matière de nombre d'individus et d'espèce d'insectes et lié sans doute aux différences de richesses de ces cédraies en espèces végétales. Plus la variabilité floristique est importante, grande est la diversité d'organismes liés et adaptés à cette végétation.

### 3.2.3. Variation spatio-temporelle des peuplements d'invertébrés

L'étude de la répartition spatiale des invertébrés recensés, nous a permis de noter que l'abondance relative des invertébrés capturés ne montre pas une grande différence entre les six stations étudiées. D'une manière générale les ordres les plus dominants de façon constante dans toutes les stations sont ; les Diptères, les Arachnides et les Hyménoptères.

Les Diptères dominent dans les stations 1, 3 et 6 avec respectivement des fréquences d'abondance de 29.71%, 32.51% et 31.55%. Pour les stations 2 et 4 c'est les Diptères qui sont les plus représentatifs avec des fréquences d'abondance respectivement de 29.71% et 32.51%. Nous signalons également que dans la station 5 c'est les Hyménoptères qui sont les plus abondants avec une valeur de fréquences d'abondance de 27.76%.

En effet, la variabilité de l'environnement implique l'aptitude pour chaque organisme de s'adapter à un gradient de température, de luminosité et de n'importe quel autre facteur écologique (RAMADE, 1984).

La variation des effectifs des invertébrés dans le temps montre que l'hiver et le printemps sont les saisons durant lesquelles sont enregistrés les effectifs les plus importants du peuplement invertébré. Par contre, il est connu que c'est pendant la saison estivale que se concentrent les peuplements d'invertébrés. Ceci s'expliquerait d'une part par l'insuffisance de nombre de récoltes effectuées lors de

chaque saison et de l'autre par la fréquence de récolte diffère d'une saison à l'autre (plus important durant l'hiver et le printemps).

Toutefois, la fluctuation des effectifs des différents ordres d'invertébrés au cours de chaque saison est complètement différente pour chaque station étudiée.

En hiver, où les températures sont généralement basses, nous remarquons des fréquences d'abondance des Arachnides et des Diptères assez marqués dans les stations 2, 3, 4 et 6 avec des valeurs qui varient entre un minimum de 18.86% (station 4) et un maximum de 32.51% (station 3) pour les Diptères et entre un minimum de 20.52 % (S6) et un maximum de 25.88 % (S4) pour les Arachnides. Dans la station 5, les Hyménoptères dominant a avec une fréquence de 27.76 %. Ces résultats dénotent une capacité de résistance au froid chez ces taxons. D'après DAJOZ (2003), il existe des insectes très résistants au froid et renfermant du glycérol, formé à partir du glycogène, qui agit comme antigel et qui peut abaisser le point de congélation des liquides internes jusqu'au -20°C.

Pendant la saison printanière et avec l'augmentation des températures on assiste à des augmentations des fréquences d'abondances dans toutes les stations ou on a par exemple enregistré pour les Diptères des fréquences minimales des 17.34% dans la station 5 et une valeur maximale de l'ordre de 34.30% dans la station 3. La même tendance est à annoncer pour la saison estivale où des Hausses des effectifs sont enregistrées pour tous les ordres et dans toutes les stations mais avec la dominance des Diptères, les Arachnides, les coléoptères et les Hyménoptères. Ces derniers continuent à restés les plus dominants pendant la saison d'automne.

Par contre, la fréquence d'abondance des Névroptères dans la station 2 et les orthoptères dans la station 3 tendent à diminuer au printemps et en été. Les insectes ne peuvent maintenir leur activité métabolique qu'à l'intérieur d'une plage limitée de températures corporelles. Etant des animaux poïkilothermes, les conditions climatiques dans l'environnement immédiat de l'insecte déterminent le niveau de la température corporelle (FEILED, 1992 in FEILED, 2000). Ils passent la mauvaise saison, le plus souvent à l'état de nymphe ou d'adulte, dans le sol ou abrités dans des crevasses, débris végétaux ou écorces et sous les pierres, ou par la modification des cycles de développement par l'estivation, l'hibernation ou la migration (APPERT et DEUSE, 1982 ; DAJOZ, 2003). Les insectes peuvent échapper aux conditions thermiques défavorables en s'installant dans des stations ayant des mésoclimats ou des microclimats particulières (DAJOZ, 2003).

Dans la station 2, les ordres des *Chilopoda*, *Manthoptera*, *Phasmida* et la station 6, les ordres des *Phasmida*, *Nevroptera* et des *Manthoptera* au niveau de la station 3 sont présents ou absents selon les saisons. Il apparait que certains espèces pullulent ou se raréfient sans que la cause en soit bien élucidée. Certains insectes apparaissent brusquement et se raréfient tout aussi vite (DAJOZ, 2003).

## Conclusion

Le climat saisonnier est un facteur important agissant sur la densité des peuplements d'invertébrés. D'une manière générale les ordres les plus dominants de façon constante dans toutes les stations sont ; les Diptères, les Arachnides et les Hyménoptères.

La variation des effectifs des invertébrés dans le temps montre que l'hiver et le printemps sont les saisons durant lesquelles sont enregistrés les effectifs les plus importants du peuplement invertébré. La fluctuation des effectifs des différents ordres d'invertébrés au cours de chaque saison est complètement différente pour chaque station étudiée. En basse température hivernale, les fréquences d'abondance des Arachnides et des Diptères sont assez marquées dans les stations 2, 3, 4 et 6.

L'élévation des températures et l'adoucissement des conditions climatiques pendant le printemps entraînant à nouveau une augmentation de la fréquence d'abondance des dans toutes les stations ou on a par exemple enregistré pour les Diptères des fréquences minimales des 17.34 % dans la station 5 et une valeur maximale de l'ordre de 34.30% dans la station 3. Ainsi pendant la saison estivale on assiste à des Hausses des effectifs pour tous les ordres et dans toutes les stations mais avec la dominance des Diptères, les Arachnides, les coléoptères et les Hyménoptères. Ces derniers continuent à restés les plus dominants pendant la saison d'automne.

La majorité des invertébrés capturés appartiennent à la classe des insectes. Celle-ci domine largement les autres classes. Les Homoptères, les Hyménoptères et les Diptères sont les groupes d'invertébrés les plus abondants pendant les quatre saisons de l'année et dans les six stations d'étude.

### 3.2.4. Similitude spatio-temporelle des peuplements

L'indice de similitude de Sorensen entre les six stations comparées deux à deux est assez faible et oscille entre 21.13% et 24.54% ce qui dénote d'une très faible similitude grande variabilité et donc une variabilité dans la composition spécifique des peuplements d'invertébrés représentant les six stations. Cette différence entre les stations étudiées s'expliquerait par le fait qu'elles n'offrent pas

généralement les mêmes conditions écologiques à la faune invertébrée, notamment par la composition du couvert végétal qui est très différentes d'une station à l'autre et les propriétés physicochimique du sol où elles se développent.

Dans le temps, la similitude globale exprimée par les valeurs de l'indice de SORENSON entre les saisons prises, prises deux à deux varie entre 36,5% enregistrée entre l'été et l'Automne et 65.1% enregistrée entre le Printemps et l'Hiver ; ce ci revient à dire qu'il existe une variation de similitude saisonnière entre les peuplements d'insectes selon les saisons. La plus importante similitude est notée entre la saison printanière et hivernale avec  $Q_s$  65,1%. La plus faible similitude est notée entre l'été et l'Automne et serait due au fait que la composition spécifique du peuplement des insectes présents en été est différente de celle de l'Automne. La similitude relative entre l'hiver et le printemps est due au fait que ces saisons sont successives et au fait que le nombre de récoltes effectuées en hiver et au printemps est presque le même. Par ailleurs, la dissimilarité observée entre l'été et l'automne et peut être due au fait que les températures commencent à baisser à partir de l'automne

### **Conclusion**

La similitude de la composition des peuplements d'invertébrés entre les six stations est faible, parce que les cédraies étudiées n'attirent pas les mêmes cortèges entomologiques par leurs compositions floristiques différentes. Malgré les six stations sont classées dans le même étage bioclimatique subhumide, d'autres conditions sont variables d'une station à l'autre telle que l'altitude, la pente, le type du sol et surtout le cortège floristique de l'espèce dominante.

#### **3.2.5. Analyse statistique des modalités d'occupation spatiotemporelle**

Le traitement des données quantitatives des dénombrements des effectifs de chaque espèce d'insectes dans les six stations étudiées par la matrice de corrélation de Pearson, a permis de déduire dans les différentes stations, des corrélations significatives positives entre les effectifs des peuplements d'insectes. Cependant, ces corrélations se diffèrent selon les stations et la saison considérée.

Ainsi des fortes corrélations ont été observées au niveau des six stations d'étude entre le printemps et l'hiver. Cela pourraient s'expliquer d'une part par le fait que ces deux saisons se succèdent dans le

temps, et que les conditions climatiques qui s'adoucissent durant le printemps après qu'elles été rigoureuses pendant la période hivernale d'autre part.

Cependant, entre l'hiver et l'été, nous signalons, des très faibles corrélations positive dans les stations 1 et 5 ce qui est logique car les conditions climatiques de ces saisons sont totalement différentes. Les mêmes observations sont à noter dans les stations 1, 3, 4, 5 et 6 concernant la saison printanière et automnale, cela est due au fait que il y à changement brutale dans le cortège floristique des cédraies, assez riche et diversifié en printemps, pauvre et mois suffisant en hiver.

D'une manière générale, les ressemblances observées en matière de corrélations positive entre les stations, 1 et 2, entre 3 et 4 et en fin entre 5 et 6 prises deux à deux ; est due au fait que ces dernières présentent en quelque sorte les mêmes conditions écologiques car elles se situent sur les mêmes cantons.

La CAH appliquée pour les deux types de pièges révèle deux catégories homogènes avec un coefficient de corrélation de Pearson  $r=0,84$  pour la station 1,  $r=0,85$  pour la station 2,  $r= 0,79$  pour la station 3,  $r= 0,82$  pour la station 4,  $r= 0,79$  pour la station 5 et  $0,75$  pour la sixième station.

La première catégorie regroupe les pièges trappes et la deuxième catégorie regroupe les pièges colorés. Ces types de pièges permettant de collecter diverses espèces. Ainsi pour les pièges trappe ; placés dans la majorité des cas aux pieds des arbres et près de la végétation, les principaux ordres d'insectes collectés sont les *Orthoptera*, *Phasmida*, *Isopoda*, *Chilopoda*, *Aranea*, *Dermaptera* et *Blatoptera*.

Ce sont généralement des espèces de moyennes et de grandes tailles, géophiles ou des espèces marcheurs qui se déplacent à la surface du sol ; ainsi qu'un grand nombre d'insectes volants qui viennent se poser à la surface ou qui y tombent emportés par le vent (BENKHELIL, 1992).

La deuxième catégorie regroupe les pièges colorés (jaune). Ces types de pièges en plus de quelques espèces communes avec celles du premier, ils permettent d'avantage la collection surtout des groupes d'insectes appartenant aux ordres des; *Diptera*, *Lepidoptera*, *Hymenoptera*, *Homoptera* et *Coleoptera*. Ce sont généralement les espèces d'insectes ailés, attirés par les pièges colorés. D'après BENKHELIL (1992), le piège coloré jaune citron est par excellence le piège pour insectes héliophiles et frondicoles ; il récolte des insectes que la couleur attire réellement comme les pucerons, certains Diptères et certains hyménoptères.

La CAH appliquée pour les différentes saisons révèle trois catégories homogènes avec un coefficient de corrélation de Pearson  $r=0,83$  pour la station 1,  $r=0,96$  pour la station 2,  $r=0,93$  pour la station 3,  $r=0,95$  pour la station 4,  $r=0,96$  pour la station 5 et  $0,84$  pour la sixième station.

### 3.2.6. Diversité en espèces et équitabilité des peuplements

La richesse totale et moyenne dans les stations 1, 2, 3, 4, 5 et 6 sont respectivement de (183 espèces et 68.29), (183 espèces et 119.43), (170 espèces et 121.29), (188 espèces et 109.86), (190 espèces et 133.29) et (176 espèces et 130.86).

Nous remarquons que la richesse en espèces de la station 5 est relativement plus élevée. Ceci pourrait s'expliquer par les conditions écologiques plus favorables dans cette station.

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon oscille entre un minimum de 2.16% et un maximum de 3.22 % respectivement pour les stations 5 et 1.

Cet indice montre que la faune invertébrée de la station 1 est relativement plus diversifiée.

Les valeurs de l'indice d'équitabilité, pour les six stations sont inférieurs à 100 (Tableau 35) et indiquent un certain déséquilibre entre les effectifs des populations d'invertébrés échantillonnées.

La variation des valeurs de l'équitabilité correspond grossièrement à celles de la diversité. La plus grande valeur de l'équitabilité est notée dans la station 1 (36.20%). Le peuplement des invertébrés a donc une structure relativement plus stable au niveau des stations possédant une richesse floristique élevée et un recouvrement végétal plus important.

Les paramètres de diversité et d'équitabilité des peuplements invertébrés recensés varient en fonction des saisons. En effet, la saison automnale dans les cinq stations est représentée par les indices de diversité les plus élevés ( $H' = 4,58$  bits,  $E=98.5\%$ ), ( $H' = 4,19$  bits,  $E=95.49\%$ ), ( $H' = 4,04$  bits,  $E=98.82\%$ ), ( $H' = 4,27$  bits,  $E=99\%$ ) et ( $H' = 4,3$  bits,  $E=99.41\%$ ) respectivement pour les stations 1, 2, 3, 4 et 5. Pour la station 6 c'est la saison automnale qui présente l'indice d'équitabilité  $E$  le plus élevé ( $E=98.7\%$ ) tandis que la saison printanière présente l'indice de diversité de Shannon le plus élevé ( $H'=6.78\%$ ) (Tableau 36).

Ces résultats dénotent d'une distribution assez régulière des effectifs au cours de ces périodes. L'équirépartition permet d'apprécier les déséquilibres d'abondance par espèce que l'indice de diversité de Shannon ne peut révéler (MAGURRAN, 2004). Par ailleurs, les valeurs élevées dans toutes les stations des indices de diversité  $S_m$  calculés pour le printemps peuvent être interprétées par le

nombre considérable des espèces d'invertébrés qui apparaissent lors de cette saison de grande activité des insectes et où la végétation devient plus diversifiée.

### **Conclusion**

Les six stations sont assez bien diversifiées en peuplements invertébrés. Cette richesse entomologique notée dans la cédraie pourrait s'expliquer par la diversité du couvert végétal qui offre alimentation et refuge à une importante variété d'espèces. La station 6 serait celle qui possède les meilleures conditions écologiques nécessaires à l'établissement d'un peuplement d'invertébrés plus diversifié.

En termes d'organisation temporelle, la période de printemps est la plus diversifiée.

Cependant, les populations qui composent les peuplements d'invertébrés durant la saison de l'automne pour les six stations et durant sont les plus équiréparties.

### **3.2.7. Diversité selon le statut trophique des peuplements recensés (Diversité fonctionnelle)**

Les espèces phytophages occupent la première place en nombre d'espèces (102 espèces) et les polyphages (29 espèces) se placent en deuxième position. Ainsi, l'indice de Shannon ( $H'$ ) pour ces deux catégories (phytophages et polyphages) est relativement plus élevée par rapport aux autres catégories (prédateurs, saprophages, parasites/parasitoïdes et coprophages) étant donné que le nombre d'espèces est plus important pour les premières catégories que pour les dernières.

Par contre l'équitabilité ( $E$ ) est plus élevée pour toutes les catégories trophiques. Plus la diversité est grande, plus les liens trophiques entre les divers constituants d'une biocénose sont complexes (Ramade, 2003).

### **Conclusion**

La composition floristique et entomologique très diversifiée dans les stations d'étude, favorise l'installation d'un peuplement d'invertébrés appartenant à différentes catégories trophiques. Cette diversification du statut trophique permet la présence d'espèces utiles (consommateurs secondaires : prédateurs, parasites/parasitoïdes, saprophages et coprophages) et une entomofaune ravageuses (consommateurs primaires : phytophages) avec une richesse et diversité plus importante qui mérite d'être surveillée.

## **4. Analyse bioécologique des vertébrées inféodés aux Cédraies**

#### 4.1. Statut écologique du peuplement herpétologique

Les amphibiens sont représentés par l'ordre des Anoures qui comprend deux familles différentes : la famille des *Bufo* et celle des *Rana* avec une espèce pour chacune.

Les reptiles sont mentionnés avec trois ordres : les Chéloniens, les Sauriens et les Ophidiens. Les Chéloniens sont représentés par une seule espèce (*Testudo graeca*). L'ordre des Sauriens est le mieux représenté avec 04 familles et 09 espèces. Les Ophidiens renferment les familles des Colubridés et des Vipéridés avec respectivement 04 espèces et 01 espèce. Sur l'ensemble des espèces signalées, trois espèces sont protégées en Algérie par le décret n° 83 du 20 août 1983 (*Testudo graeca* et *Chamaeleo chamaeleon*). La majorité des espèces recensées appartiennent à la catégorie des consommateurs d'invertébrés. Cette catégorie détient 64,7 % où tous les amphibiens ainsi que l'ordre des Sauriens appartiennent à cette catégorie.

Une seule espèce présente un régime alimentaire herbivore, il s'agit de *Testudo graeca* qui appartient à la famille des *Testudinidae*. Les carnivores détiennent 29,4 % et sont représentés par l'ordre des Ophidiens (Fig. 28, Tableau 40). Par ailleurs, la présence d'un couvert végétal diversifié avec des recouvrements différents favorise l'abondance d'insectes qui constituent l'aliment principal de ces reptiles sauf pour les Ophidiens qui se nourrissent principalement de petits vertébrés (lézards, oiseaux, micromammifères,..).

#### 4.2. Statut bioécologique et structure du peuplement d'oiseaux

##### 4.2.1. Liste systématique

L'avifaune recensée dans les Cédraies étudiées est représentée par 61 espèces réparties sur 10 ordres, 29 familles et 51 genres différents (Tableau 41). L'ordre des *Passeriformes* est le mieux représenté avec 19 familles et 45 espèces.

**Tableau 54** – Comparaison des nombres et des pourcentages des taxons aviens recensés dans la forêt de *Cedrus atlantica* d'Oued El Chaâba et d'Oued El Ma avec ceux recensés en Algérie et au parc national de Belezma.

	Algérie	Parc national de Belezma	Présente étude		
			Nombre	% (Algérie)	% (PNB)
Ordre	23	11	10	43.5	90.91

Famille	55	30	29	52.73	96.67
Genre	173	74	51	29.5	68.92
espèce	406	109	61	15.03	55.97

Dans la cédraie de *Cedrus atlantia* étudiée et malgré la faible surface parcourue, nous avons recensé 52.73 % de l'ensemble des familles aviaires connues en Algérie. En termes de nombre d'ordres, un pourcentage de 43.5 % des ordres présents en Algérie est noté. Aussi, nous signalons que 55.97 % des espèces aviaires inventoriées dans le parc national de Belezma sont signalées dans les cédraies étudiées. Ceci démontre que notre région d'étude abrite un peuplement d'oiseaux assez riche et diversifié.

### Conclusion

La forêt de de *Cedrus atlantia* de d'Oued El chaâba et d'Oued El Ma abrite 61 espèces aviaires appartenant à 10 ordres et à 29 familles différentes. L'ordre des *Passeriformes* est le mieux représenté avec 77.78 % de la totalité des espèces dénombrées. Malgré la brièveté de l'échantillonnage consacré aux oiseaux, les résultats obtenus montrent que le peuplement des oiseaux est assez diversifié.

#### 4.2.2. Statuts bioécologiques

Afin de simplifier la discussion des différentes catégories bioécologiques, nous avons établi le tableau 48 pour montrer l'importance numérique pour chaque catégorie. Ainsi, les 14 types fauniques définis selon VOOUS (1960) sont regroupés en quatre grandes catégories biogéographiques (BELLATRECHE, 1994).

**Tableau. 55.** Nombre d'espèces aviaires et pourcentage des différentes catégories bioécologiques.

Catégories Biogéographiques	Types fauniques	Nombre d'espèces	Total	%
Méditerranéenne	M, PX, TM, IA	9+1+4+1	15	24.6
Boréale/ Européenne	P, E	24+3	27	44.27
Holarctique	H, AM	13+2	15	24.6

Européo-Turkestanienne	ET	4	4	6.56
------------------------	----	---	---	------

<b>Catégories pénologiques</b>	SN	S(N)	ME	ME (N)	MH
Nombre d'espèces	32	3	23	3	1
Pourcentage (%)	52.42	4.91	37.7	4.91	1.63

<b>Catégories tropiques</b>	I	Pp	G	C	Ch
Nombre d'espèces	15	27	11	7	1
Pourcentage (%)	24.59	44.26	18.03	11.45	1.63

L'avifaune recensée appartient à 9 types fauniques définis selon VOOUS (1960) et est répartie dans le Tableau 48. Le type faunique du paléarctique domine avec 24 espèces. Il est suivi par l'Holarctique et le méditerranéen avec respectivement 13 et 9 espèces chacune. L'Européo-Turkestanien, le Turkesto-Méditerranéen, l'Européen, le Paléoxérique et l'Indo-Africain sont représentés par un faible nombre d'espèces qui varient entre 1 et 4.

La dominance des catégories fauniques Boréale/Européenne (44,27 %) et les Méditerranéenne et les Holarctique avec (24.6 %) chacune serait dû d'une part au fait que l'Afrique du nord appartient à la grande région Paléarctique et constitue la limite sud de cette dernière (BLONDEL, 1979). La catégorie des Holarctiques détient 15 espèces. Alors que la catégorie Européo-Turkestanienne n'est représentée que par 4 espèces ce qui représente (6.56 % du total).

Les espèces sédentaires nicheuses sont représentées par 52.42 % de l'ensemble de l'avifaune recensée dominant fortement les espèces migratrices. Elles sont soit estivantes (37,7 % et 4,91 % pour les nicheurs probables) ou hivernantes (1.63 %) (Tableau 48). Nous relevons l'abondance des espèces nicheuses car nous avons effectué cet inventaire en période de reproduction. La prédominance des oiseaux sédentaires dans la région dénoterait de la richesse variée de la cédraie en nourriture et en habitats favorables à la nidification.

Les espèces aviaires recensées sont regroupées en 5 catégories trophiques que nous énumérons ci-dessous par ordre d'importance numérique (Tableau 55).

**(I) Les granivores** : Cette catégorie regroupe 11 espèces, soit 18.3 % de l'ensemble de l'avifaune recensée. 8 espèces appartiennent à l'ordre des *Passeriformes*. L'ordre des *Columbiformes*, *oraifomes* et celui des *Piciformes* sont représentés respectivement par une seule espèce chacun. Ces oiseaux se nourrissent de graines de plusieurs végétaux herbacés comme le Pigeon ramier, mais certains s'attaquent aux cônes de résineux tel le Bec croisé des sapins (*Loxia curvirostra*).

**(II) Les consommateurs d'invertébrés** : Représentent 24,59 % du total de l'avifaune recensée dont 11 espèces sont de l'ordre des *Passeriformes* et 1 espèce d'*Appodiformes*. L'importance de cette catégorie reflète la richesse du milieu en entomofaune. Cette gamme d'oiseaux jouerait un rôle capital dans l'aspect phytosanitaire en milieux forestiers, notamment en limitant la pullulation de certaines espèces ravageuses.

**(III) Les polyphages** : Mentionnés avec 27 espèces (44.56 %) dont 21 Passeriformes, 3 *Columbiformes*, 2 Falconiformes, 1 Coraciformes, 1 *Ciciniiformes* et 1 Galiformes. Ces oiseaux se nourrissent tant des larves et des imagos d'invertébrés et de diverses autres matières végétales.

**(IV) Les carnivores** : Sont au nombre de 7 espèces, soit 11,45 % du total de l'avifaune recensée. Ces espèces appartiennent aux 4 ordres ; *Accipitriformes*, *Strigiformes* des *Falconiformes* et *Passeriformes* qui s'attaquent particulièrement à divers vertébrés.

**(V) Les charognards** : Représentés par une seule espèce (*Milvus migrans*). Cette espèce joue un rôle très important dans le maintien de la bonne santé des écosystèmes, notamment en consommant des charognes et de la matière organique morte.

Afin de mettre en évidence la relation existant entre les catégories phénologiques et les catégories trophiques des oiseaux recensés, nous avons opté pour une analyse combinée des six statuts (Tableau 55).

Il existe une liaison étroite entre le régime alimentaire et le caractère phénologique d'une espèce. Le milieu offre une certaine disponibilité alimentaire à ces espèces et des biotopes favorables à l'installation d'un peuplement assez diversifié. Le fait que le milieu accueille 7 espèces migratrices, notamment les migratrices estivantes (14 espèces) dénote des potentialités de cette forêt tant alimentaires que biocénotique, pour abriter un peuplement aussi riche, particulièrement en belle saison.

Nous remarquons également que les espèces sédentaires de la catégorie des consommatrices d'invertébrés, des polyphages des granivores, et des carnivores sont représentées respectivement par 04 ; 14 ; 12 et 03 espèces. Ces valeurs, assez représentatives et réparties presque équitablement, attestent de la disponibilité de la nourriture en qualité et en quantité suffisantes pour les espèces sédentaires.

**Tableau 56-** Répartition de l'avifaune recensée par catégorie trophique en fonction du statut phénologique.

Statut des e	Nombre espèces	Consommateurs d'invertébrés	Polyphages	Granivores	carnivores	Charognard
Sédentaire	35	04	14	12	03	00
Estivant	25	14	10	00	04	01
Hivernant	01	01	00	00	00	00
Totaux	61	19	24	12	07	01

Quant au statut de protection, un total de 13 espèces sont protégés en Algérie par le décret n° 83 du 20 août 1983 dont 2 espèces *Falconiformes*, 2 espèces *Coraciiformes*, 4 espèces *Passeriformes*, 5 espèces de *Accipitriformes* et 1 espèce *Piciformes*. Aussi, l'espèce de *Falconiformes* est citée par la convention de CITES sur l'annexe II. Ainsi 5 espèces d'*Accipitrifores* figurent également dans l'annexe II de la convention de CITES.

### Conclusion

Dans la cédraie de Oued El Ma et Oued El Chaâba, les oiseaux d'origine biogéographique Boréale/Européen sont les mieux représentés avec 44.27 %.

Les espèces sédentaires sont largement plus représentées par rapport aux autres catégories phénologiques recensées avec un pourcentage de 52.42 %.

Les espèces polyphages et consommateurs d'invertébrés sont les mieux représentées avec respectivement 39.35 % et 31,15 %. Les oiseaux sédentaires recensés sont en partie granivores, carnivores, insectivores et polyphages. Nous constatons que les régimes alimentaires des granivores et

des polyphages sont les régimes les plus prépondérants. Cela est dû à la richesse entomologique et floristique notamment en plantes à graines du milieu forestier. Par cette diversité de régimes et de statuts, nous pouvons conclure que les cédraies d'Oued El Ma et Oued El Chaâba offrent une alimentation riche et variée et des conditions de nidification favorables pour une gamme importante d'espèces aviaires.

En ce qui concerne les espèces protégées par la convention de Washington (CITES), 7 espèces sont notées sur l'annexe II. Au total, 5 espèces sont signalées dans la convention de Bonn et qui figurent sur l'annexe II de cette convention. A l'échelle nationale, 13 espèces sont protégées

### **4.2.3. Structure et organisation du peuplement des oiseaux**

#### **4.2.3.1. Abondance et répartition spatiale**

Les espèces ayant un I.K.A ou fréquence d'abondance élevée sont le Rubiète de moussier, Moineau domestique, Moineau domestique, le Pinson des arbres, Bruant fou, Linotte mélodieuse, le Serin cini et le Verdier d'Europe. Les autres espèces ayant une fréquence d'abondance faibles sont considérées comme peut abondantes ou même rares.

L'I.K.A moyen révèle que les espèces aviaires de la station 2 (Touggurt) sont sensiblement plus abondantes que celles de la station 1 (Boumerzoug) et 3 (Bordjem). Cependant, nous constatons que le système forestier étudié présente un certain équilibre du fait que les consommateurs primaires et secondaires sont à la fois abondants.

### **Conclusion**

La région de d'Oued El Ma et Oued El Chaâba abrite plusieurs espèces d'oiseaux fréquentes notamment des espèces à affinité forestière et avec des abondances assez importantes avec un plus ou moins grand équilibre démontrant ainsi une stabilité de cet écosystème.

#### **4.2.3.2. Similitude, diversité et équirépartition des peuplements**

L'indice de similitude de Sorensen nous a permis de comparer la composition des peuplements aviens recensés dans les trois stations. Cet indice s'élève à 30.55 % entre la station 1 et la station 2 et de 32.92 % entre la station 2 et la station 3. Ces valeurs dénotent d'une similitude moyenne entre les trois stations.

Notre zone d'étude abrite un total de 61 espèces avec une richesse totale de 44 espèces dans la station 1 (Boumerzoug), 56 espèces dans la station 2 (Touggurt) et 54 espèces dans la station 3 (Bordjem). Ceci révèle une relative importance de la diversité en peuplement avien.

Par ailleurs, nous remarquons que l'indice de diversité de Shannon ( $H'$ ) obtenu dans les trois stations (1.60 bits pour la station 1- 0.78 bits dans la station 2 et 1.47 bits dans la station 3) révèle une diversité relativement bonne par rapport au maximum théorique qui est égal au  $\text{Log}_2 S$ . L'indice de diversité de Shannon atteint sa valeur maximale lorsque toutes les espèces recensées ont la même abondance (DAJOZ, 1985).

L'équitabilité calculée étant proche de 100 % surtout dans les deux stations 1 et 3 reflète l'aspect stable et équilibré des populations aviaires vivant à Oued El Ma et Oued El Chaâba.

Les facteurs anthropiques ou environnementaux demeurent les plus importants qu'influencent la diversité des communautés d'oiseaux, et la détermination et évaluation de leurs effets restent l'un des problèmes les plus rémanents de l'écologie (Morin, 1999). Il est aujourd'hui essentiel de comprendre comment les changements anthropiques affectent la diversité et l'abondance des espèces. En effet, la perte et la fragmentation des habitats dus aux activités humaines comptent parmi les principaux facteurs contribuant au déclin et à la perte de la biodiversité terrestre à l'échelle mondiale (Fahrig, 1997). En effet la fragmentation conduit à la diminution de la surface totale d'un habitat par son éclatement en unités distinctes (Burel et Baudry, 2003) ce qui augmente de fait le nombre de patches, diminue leur superficies respectives et tend à les isoler les uns des autres et à augmenter des effets de bordure (Bogaert et Mahamane, 2005).

Ainsi, au cours des deux dernières décennies, une grande attention a été portée sur la façon dont la configuration du paysage influence la répartition des espèces et la dynamique de leurs populations (Turner *et al.*, 2001. Forman *et al.* (1976) ont démontré une relation entre la taille des bois et la diversité de l'avifaune. Leurs travaux ont fortement contribué à la prise en compte des caractéristiques spatiales des habitats, notamment en montrant la relation taille/richesse

La richesse spécifique et l'abondance relative d'espèces décroissent avec la superficie des habitats fragmentés (Freemark et Merriam, 1986). Cependant, comme le souligne Fahrig (2003), les résultats de nombreuses études concernant l'impact de l'habitat sur la biodiversité est difficile à interpréter car il est difficile de prendre en compte tous les facteurs simultanément. Les oiseaux, en général, répondent

à la composition et la configuration des habitats à de multiples échelles spatiales (Orians et Wittenberger, 1991).

### Conclusion

Nous remarquons une certaine similitude entre les trois stations d'étude pour les différents paramètres de diversité des peuplements aviaires. L'importance de la richesse spécifique et de l'indice de diversité de l'avifaune de la région de d'Oued El Ma et Oued El Chaâba reflète la présence des exigences de ce peuplement en disponibilité alimentaire et en biotopes diversifiés. L'équitabilité enregistrée tend vers 100 %, ce qui dénote de la stabilité et l'équilibre du peuplement avien dans notre milieu d'étude.

### 4.3. Liste systématique et statut bioécologique des mammifères inféodés aux Cédraies

Plusieurs espèces de mammifères sont communes à la fois à la cédraie et à d'autres formations boisées. C'est le cas du Hérisson (*Erinaceus algirus*) qui se rencontre dans beaucoup de régions de l'Algérie, mais aussi dans la cédraie et la chênaie verte de Belezma. Le Sanglier (*Sus scrofa*) qui affectionne principalement les forêts de chêne vert, se rencontre régulièrement dans les forêts mélangées de cèdre et de chênes, quand le sous-bois est bien développé.

Le Chacal (*Canis aureus*) et le Renard roux (*Vulpes vulpes*) sont deux espèces communes des massifs forestiers (cédraie et autre dans tout le pays) généralement aux abords des bergeries de montagne. La Genette (*Genetta genetta*) est une espèce qu'affectionnent tous les milieux, y compris les formations forestières de montagne dont la chênaie verte et la cédraie. Quoi qu'il en soit, dans les cédraies Algériennes, on peut rencontrer, le Lièvre commun (*Lepus capensis*). Cette espèce se trouve dans les forêts mélangées de cèdre et de chênes verts, autrement dit dans les limites inférieures de l'écosystème cèdre (AULAGNIER et THEVENOT, 1986)

### Conclusion

Les cédraies en bonne forme peuvent donc constituer des réservoirs génétiques de grand intérêt, que ce soit du point de vue de la biodiversité (qualitatif) que de celui des populations (quantitatif). Malheureusement, la disparition de plusieurs espèces inféodées aux cédraies indique que ces forêts se dégradent, principalement par action anthropique

## CONCLUSION GENERALE

Les cédraies d'Oued El Ma et Oued El Chaâba qui ont fait l'objet d'un diagnostic écologique étalé entre 2008 et 2010 abrite des peuplements sur des sols qui se varient d'un Canton à l'autre ; calcaires avec une structure argileuse dans tout le profil au niveau de Boumerzoug, sols à texture fine en horizon supérieur et limono-argileux à argileux c'est le cas de Touggurt et texture argileuse à argilo-sableuse au niveau de Bordjem. Cette étude nous a permis de révéler certaines contraintes susceptibles de freiner le développement et la croissance des arbres. Ces contraintes sont, la faible profondeur du sol donc une exploitation racinaire restreinte, une faible réserve utile, formant une contrainte de taille difficile à lever pour le développement et la croissance des arbres et la richesse du sol en calcium et magnésium, qui immobilisent certains éléments comme le phosphore.

Dans le parc National de Belezma, le cèdre de l'Atlas et son cortège sont des éléments qui ont su s'accommoder au climat local qui est un climat de montagne continentale sèche.

D'un point de vue bioclimatique et substrat géologique, les populations de Cèdre du Belezma colonisent des milieux allant du semi-aride supérieur froid au subhumide frais à froid, et des substrats très variés, schistes, grès, grès, calcaires dolomitiques et dolomie, marno-calcaires et marnes. Cependant sa croissance reste, moindre sur les terrains calcaires que sur les roches mères siliceuses, d'autant plus que les sols y sont souvent plus superficiels.

Les cédraies du Belezma peuvent être réunies en deux groupes dont le déterminisme paraît être assuré par le substrat et l'exposition.

Le premier groupe correspond aux forêts plus ou moins denses, sur sol en général assez épais et peu érodé. Le substrat correspond aux grès donne naissance à des sols bruns peu calcaires. C'est le cas de la belle cédraie sur versant Nord du Dj.Touggurt et Dj Bordjem. Ces formations appartiennent à l'étage montagnard méditerranéen.

Le second groupe correspond aux forêts claires à clairsemées où le sol est plus ou moins dégradé et où le cèdre se mélange au chêne vert, et au genévrier oxycèdre. Le sol est constitué par des sols bruns calcaires, des rendzines plus ou moins dégradées et des sols squelettiques voire des lithosols. La cédraie du Dj Boumerzoug.

Ces cédraies abritent une flore riche de 173 espèces végétales appartenant à 39 familles réparties entre les trois Cantons celles de Boumerzoug avec 98 espèces, Touggurt avec 140 espèces et

Bordjem avec 98 espèces. La répartition des types biologiques dans les principales cédraies étudiées suit, dans l'ensemble, le schéma ; He > Th > Ch > Ph > Ge. Les hémicryptophytes, dont la proportion en milieu forestier augmente à haute altitude (Dahmani, 1996), sont les mieux représentées dans les cédraies étudiées. La fréquence élevée des thérophytes atteste de la perturbation de ces milieux (défrichement, pâturage, mais aussi lié au climat local). Les chaméphytes sont abondantes au niveau des matorrals, bien représentées dans les éléments méditerranéen et endémique. Viennent ensuite les phanérophytes et les géophytes.

Parmi cet ensemble de plante, on distingue 46 espèces médicinales dont 6 peuvent être cultivées et 40 spontanées, 1 espèces aromatiques et médicinales et 2 à utilisation artisanale.

L'étude des champignons des cédraies du parc national de Belezma, a permis d'inventorier 51 espèces dont 98.06 % de cette fonge appartient à la division de Basidiomycètes et 1.94 % aux Ascomycètes. Parmi ces dernières 49 espèces ont été décrites pour la première fois dans la région du parc. La cédraie étudiée est assez riche et diversifiée malgré les conditions défavorables qui règnent sur le sol (fertilité médiocre, faible épaisseur, aspect squelettique) et le climat (zone soumise à des influences arides). La majorité des espèces rencontrées sont caractérisées par une tolérance vis à vis de la pauvreté du sol notamment en matière organique, du calcaire et de la sécheresse.

Au parc national de Belezma plus particulièrement les cédraies de Boumerzoug et à degré moindre celle de Touggurt, les arbres de cèdre sont accompagnés dans la plus part des cas par un cortège floristique qui résulte d'une part d'une dégradation poussée (pâturage trop intensif, coupes illicites abusives). Dans ces vieilles futaies par fois claires (Dj Boumerzoug), en raison de l'ouverture du peuplement, le cortège floristique n'est plus strictement sylvatique, mais fortement infiltré par un lot d'espèces des pelouses écorchées se rapportant, en général, aux notamment les genres *Astragalus* sp, *Erysimum bocconeii*, *Catananche montana*, *Carduncellus pinnatus*, *Poa* s et, *Helianthemum* sp, etc. Il faut signaler, plus spécialement, dans cette vieille cédraie surpâturée, l'abondance du genre *Asphodelus* qui est caractéristique des zones servant de reposoirs pour le bétail, où les sols sont fortement enrichis en nitrates par les déjections des bovins.

Cet aspect surpâturé et ouvert de la cédraie constitue, sans doute, une première étape de la dynamique régressive vers les pelouses écorchées à xérophytes épineux.

Du point de vue faunistique, notre étude nous a permis de mettre en évidence un total de 327 espèces d'invertébrés réparties en 23 ordres dont les insectes comportent à eux seuls 315 espèces. Parmi les insectes, ce sont les Coléoptères, les Hyménoptères et les Diptères qui sont les mieux représentés. Les ordres des Coléoptères et des Hyménoptères présentent à eux seuls presque la moitié du total des espèces inventoriées.

Treize espèces d'insectes sont protégées en Algérie et méritent une attention particulière, notamment pour la préservation des espèces utiles et l'orientation des recherches sur les espèces considérées rares ou menacées.

Le climat saisonnier est un facteur important agissant sur la densité des peuplements d'invertébrés. Les ordres des ; Hyménoptères, Coléoptères, Arachnides et les Diptères sont les plus abondants au cours des différentes saisons climatiques, néanmoins leur abondance en nombre varie d'une saison à une autre. En printemps, les Hyménoptères, les Coléoptères, les Diptères marquent une légère augmentation en nombre d'individus dans les six stations avec des valeurs qui varient d'une station à l'autre. En hiver, on observe presque les mêmes tendances évolutives concernant les ordres précédant. Par contre pour ces mêmes ordres une légère régression pendant l'automne et à degré moindre en Été est à signaler

La similitude de la composition des peuplements d'invertébrés entre les six stations est moyenne ; d'une manière générale les cédraies étudiées attireraient des cortèges entomologiques un peu différents du à leur composition floristique qui varie d'un canton à l'autre semblable, aussi les six stations sont classées dans des étages bioclimatique différents.

Les six stations d'étude sont assez bien diversifiées en peuplements invertébrés. Cette richesse entomologique notée dans la cédraie pourrait s'expliquer par la diversité du couvert végétal qui offre alimentation et refuge à une importante variété d'espèces. La période printanière est la plus diversifiée. Les populations qui composent le peuplement d'invertébré sont les plus équiréparties durant la saison de l'automne pour toutes les stations et de degré moindre durant l'été pour la station.

Les cédraies étudiées favorisent l'installation d'espèces appartenant à différentes catégories trophiques. Cette diversification du statut trophique permet la présence d'entomofaune utile (consommateurs secondaires : prédateurs, parasitoïdes, saprophages et coprophages) et une entomofaune ravageuse (consommateurs primaires : phytophages).

La perception du monde des invertébrés forestiers reste bien souvent limitée, une multitude d'entre eux étant inaccessible, dans le sol, sous les écorces ou dans les frondaisons. Pourtant, ces animaux difficiles à voir, participent pour la plus grande part à la diversité faunistique de nos forêts et au maintien des processus écologiques du milieu. Des mesures de gestion simples peuvent favoriser radicalement la faune entomologique forestière.

Nos investigations, ont également permis de décrire un total de 88 espèces de vertébrés ; 02 amphibiens, 15 reptiles, 61 oiseaux et 10 mammifères. Ces espèces fréquentent des milieux différents suivant leur écologie comportementale et trophique.

L'inventaire de l'herpétofaune révèle l'existence de 17 espèces (02 amphibiens et 15 reptiles) réparties en 04 ordres, 09 familles et 16 genres différents. L'ordre des Sauriens est le mieux représenté avec 09 espèces. Les espèces consommatrices d'invertébrés dominent largement avec 64,7 % les carnivores qui représentent 29,4 % et les herbivores qui sont représentés par une seule espèce (*Testudo graeca*).

La classe des oiseaux est représentée par 61 espèces appartenant à 10 ordres et à 29 familles différentes dont 52.43 % sont des espèces sédentaires révélant d'importantes capacités de la cédraie à abriter un peuplement aviaire riche et abondant. Cette avifaune représente 43,5 % de l'ensemble des ordres présentes en Algérie, où l'ordre des *Passeriformes* occupe 77.78 % du total des espèces dénombrées. Les oiseaux recensés ont une affinité biogéographique au Paléarctique avec 24 espèces. Les espèces polyphages sont les mieux représentées avec 44.56 % du total des espèces recensées. Les oiseaux sédentaires recensés dans notre zone d'étude sont en partie granivores, carnivores, insectivores et polyphages. Les régimes alimentaires des granivores et des consommateurs d'invertébrés sont les régimes les plus prépondérants. Cela est dû à la richesse entomologique et floristique notamment en plantes à graines du milieu forestier. Par cette diversité de régimes et de statut, nous pouvons conclure que la cédraie d'Oued El Ma et Oued El Chaâba constitue un milieu propice pour la survie et la nidification d'une gamme importante et diversifiée d'espèces aviaires. Un total de 13 espèces d'oiseaux sont protégées en Algérie, 7 espèces sont protégées par la convention de Washington (CITES), 5 espèces sont signalées par la convention de Bonn.

La répartition des espèces mammalogiques recensées dans la région d'Oued El Ma et Oued El Chaâba par origine biogéographique montre une prédominance des espèces paléarctiques avec 5 espèces sur les 8 mammifères inventoriés. Nous avons relevé 5 types de régimes alimentaires différents. La richesse du milieu en ressources alimentaires variées, d'origine animale et végétale justifie la présence de différentes catégories trophiques. Par conséquent, la région pourrait constituer un milieu privilégié pour beaucoup d'autres espèces.

Le travail présenté ici a permis en définitif de montrer la grande diversité et richesse floristique et faunique de la cédraie d'Oued El Ma et Oued El Chaâba qui constitue un patrimoine naturel d'une importance révélée, tant du point de vue écologique que socioéconomique. Les inventaires établis dans ce travail sont loin d'être les plus exhaustifs, notamment en ce qui concerne la faune ayant des moeurs nocturnes et discrètes. Il est important de souligner la présence dans la cédraie d'Oued El Ma et Oued El Chaâba de plusieurs espèces protégées en Algérie et à l'échelle internationale, qui mériteraient d'ailleurs une plus grande attention et faire l'objet d'études spécifiques. Ceci est également le cas pour les espèces caractéristiques qu'elles soient faunistiques ou floristiques, qui jouent des rôles primordiaux à différents niveaux de la hiérarchie trophique et dans l'équilibre des écosystèmes. Cette cédraie présente également une importance particulière en abritant des espèces végétales à intérêt médicinale.

Les cédraies en bonne forme peuvent donc constituer des réservoirs génétiques de grand intérêt, que ce soit du point de vue de la biodiversité (qualitatif) que de celui des populations (quantitatif). Malheureusement, la disparition de plusieurs espèces inféodées aux cédraies indique que ces forêts se dégradent, principalement par action anthropique telles que les coupes illicites, la déforestation pour l'implantation des poteaux d'électricité, la pollution par rejet des déchets solides en plus des incendies. Ces facteurs de menace et de dégradation ne concernent pas seulement la cédraie d'Oued El Ma et Oued El Chaâba mais sont généralement similaires pour la majorité des forêts du PNB. A cet effet, il serait très judicieux d'approfondir nos connaissances sur ces milieux, notamment en réalisant des travaux poussés permettant d'actualiser la base de données de l'inventaire de ces milieux avec d'autres études qui mettront en évidence une typologie propre aux forêts de cette région.

Compléter les inventaires de la flore, des invertébrés et des vertébrés de la cédraie de d'Oued El Ma et Oued El Chaâba en étudiant l'écophysiologie des espèces caractéristiques constitue le meilleur moyen pour la valorisation effective des ressources biologiques de la région. Cette approche permettrait de mettre en relief l'utilité, l'usage, la rareté, l'originalité,...des espèces et des peuplements afin d'aboutir à une gestion efficiente. Nous pensons enfin qu'il serait intéressant de faire de nouvelles prospections dans d'autres zones du parc, de lancer des études sur l'avifaune très riche de cette aire protégée ainsi que des prospections régulières sur l'entomofaune ravageuse des essences forestières. Nous recommandons vivement aux responsables du parc national de Belezma de mettre à jour et élargir des recherches sur la flore et la faune afin d'aboutir à un diagnostic aussi représentatif que possible d'autres sites considérés comme étant des unités écologiques. Il serait alors vital d'intégrer les résultats ainsi obtenus dans les futurs plans de gestion.

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :**

**ABDESSEMED.K (1981)** Etude phytosociologique du cèdre de l'Atlas. Thèse Doc. Ing. Fac. Sci. Nat. Saint- Jérôme Marseille. pp90.

**AKLI K. (2015)**, Etude comparative de la croissance radiale et des variables dendrométriques (hauteur, diamètre) des reboisements de Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica Manetti*) du Djurdjura et de Chréa (Blida) ». Memoire de Magister, université Moulod Mammeri de Tizi Ouzou 132 p.

**ALEXANDRDE,. Y. (1977).** - Régénération naturelle d'un arbre caractéristique de la forêt équatoriale de Côte d'Ivoire : *Turraenthus africana* Pellegr. *Oecol. Plaiit.*, 12 : 241-262.

**ANONYME 2006.** Plan de Gestion du Parc National de Belezma Version 2-2006-2010, Section « A » : Approche Descriptive et Analytique.

**AUBER L., 1999-** Atlas des Coléoptères de France, Belgique et Suisse. Tome I. Ed. Boubée, Paris. 250 p.

**AULAGNIER S., THEVENOT M., (1986)-** Catalogue des mammifères sauvages du Maroc. Tra, Inst. sci., série Zoo\.. W41, 1 63p.

**BAIZE D.1988.** Guide des analyses courantes en pédologie : Choix, Expression, Interprétation. Ed. INRG. Paris. 170 pp.

**BANG P. & DAHLSTROM P. 1987.** Guide des traces d'animaux. Ed. Delachaux et Niestlé. Neuchâtel. 240 p.

**BARBER, H.S. 1931.** Traps for cave-inhabiting insects. *Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society* 46:259–266.

**BATUNYI F. (2005).** Point focale nationale pour le centre d'échange de la république démocratique du Congo.

**BECKER, G. (1980) :** Champignons. Gründ, 223 p.

**BECKER. M, LE TACON. F, TIMBAL. J (1980)** Les plateaux calcaires de lorraines types de stations et potentialité forestières. Ecole nationale des Génie rural, des eaux et des forets. Pp 41-69.

**BELOULA A 2007** Inventaire floristique et faunistique au parc de Belezma Batna Mémoire d'ingénieur d'état en écologie végétale en environnement

- BENKHELIL M.L., 1992-** Les techniques de récolte et de piégeage utilisées en entomologie terrestre. Ed. O.P.U., Alger, 66 p.
- BENTOUATI A. (1993),** Première approche à l'étude de la croissance et de la productivité du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le massif de Bélezma. *Thèse Mag., In. Agr. Batna.*, 63 p.
- BENTOUATI A ET OUDJEHIB B. (1999),** Premières études de la croissance et de la productivité du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le massif de Belezma (Aurès-Algérie). *Forêt Méditerranéenne*, t. XX, (2) : 115-119.
- BENTOUATI A. et BARITEAU M., 2006 -** Réflexion sur le dépérissement du Cèdre de l'Atlas des Aurès (Algérie). *Forêt Méditerranéenne*, t. XXVII, (4) : 317-322.
- BENTOUATI A. (2008),** La situation du Cèdre de l'Atlas dans les Aurès (Algérie). *Forêt Méditerranéenne*, t. XXIX, (2) : 203-208.
- BERLAND L., 1999 a-** Atlas des Hyménoptères de France Belgique et Suisse. Tome I. Ed. Boubée, Paris, 157 p.
- BERLAND L., 1999 b-** Atlas des Hyménoptères de France Belgique et Suisse. Tome II. Ed. Boubée, Paris, 198 p
- BIROT (P.), 1965.-** Les formations végétales du globe. Sedes. 508p.
- BOGAERT J. AND MAHAMANE A., 2005.** Ecologie du paysage: cibler la configuration et l'échelle spatiale. *Annales des Sciences Agronomiques du Bénin*, 7: 39-68.
- BON M. 1988.** Champignons de France et d'Europe occidentale. Arthaud, 368 p.
- Bouchet P. 1979.** Abrégé de cryptogamie. Masson.
- BOUDY P. 1950.** Guide du forestier de l'Afrique du nord. Ed. La Maison Rustique, Paris. Pp : 245-258. 505 p.
- BOUGET, C. ET NAGELEISEN, L. M., 2009.** L'étude des insectes en forêt: Méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. Office national des forêts, Paris, 146p.
- BOUGUENNA S 2010.** Diagnostic écologique, mise en valeur et conservation des pineraies de *Pinus halepensis* de la région de Djerma (Nord-est du parc national de Belezma, Batna) MEMOIRE de Magister Université El Hadj Lakhdar-Batna
- BRAQUE (R.), 1988.-** Biogéographie des continents. Masson.- 470p.
- BUREL, F. AND BAUDRY J., 2003.** Ecologie du paysage. Concepts, méthodes et applications. *Tec & Doc*, Paris, France.

- CARTER D. J. et HARGREAVES B. 1988.** Guide des Chenilles d'Europe. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris. 311 p.
- CHAKALI, G. ET BELHADID, Z. 2005.** European Carabidologists Meeting-Ground beetles as key group for biodiversity conservation studies in Europe. *Ed. officina de congresos de Murcia*, 4 p.
- CLERGUE, B., AMIAUDE, B. ET PLANTUREUX, S. 2004.** *Évaluation de la biodiversité par des indicateurs agro-environnementaux à l'échelle d'un territoire agricole.* Séminaire de l'école doctorale RP2E, Nancy, pp. 56- 62.
- COURTECUISSÉ R. ET DUHEM B. 2000** - Guide des champignons de France et d'Europe. Ed. Delachaux et Niestlé, Lausanne, 476 p.
- DAGET PH. (1977).** Le bioclimat Méditerranéen: Caractères généraux, modes de caractérisation. *Vegetatio* vol 34 : 1-20.
- DAGUILAR J., DOMMANGET J.-L. & PRECHAC R. 1985.** Guide des Libellules d'Europe et d'Afrique du Nord. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris. 341 p
- DAHMANI-MEGREROUCHE M., 1996.-** Diversité biologique et phytogéographie des chênaies vertes d'Algérie. *Ecologia mediterranea*, **22** (3-4), 19-38.
- DAJOZ, R. 2002.** Les Coléoptères Carabidés et Ténébrionidés. Ed. Tec. & Doc. Lavoisier, Paris, 522p
- DEVINEAUJ., L . (1974).** - Un an de mesures d'accroissements d'aires basales dans les forêts galeries de Lamto. *Buletin de Liaison des Chercheurs de Lamto*, Université d'Abidjan
- DEVINEAUJ.,L . (1976).** - Principales caractéristiques physiologiques et floristiques des formations forestières de Lamto (Moyenne Côte d'Ivoire). *Ann. Univ. AbidJh*, E,9: 26-33.
- DEVINEAUJ.,L . (1989).** - Accroissements en surface terrière dans des forêts semi-caducifoliées de Côte d'Ivoire. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 309, III : 423-428.
- DOUGUEDROIT (A.), 1976.-** Les paysages forestiers de Haute-Provence et des Alpes-Maritimes. Géographie – Ecologie – Histoire. Edisud, Aix-en-Provence.- 550p.
- DORST J.1990.** Guide des Coléoptères d'Europe .Ed .Delachaux et Niestlé , Paris .479
- DUCHAUFOR Ph. (1976)** - Atlas écologique des sols du monde. Masson.

**EMMANUEL GARBOLINO. 2001.** Les plantes indicatrices du climat en France et leur télédétection. Ecology, environment. Université Nice Sophia Antipolis, 2001. French

**Emberger L. (1931).** Sur la formule climatique applicable en géographie botanique. Compt. Rend. Séances Acad. Sci. 191 : 389-390

**FAHRIG L., 1997.** Relative effects of habitat loss and fragmentation on population extinction. *Journal of Wildlife Management*, 61:603–610.

**FAHRIG L., 2003.** Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 34:487-515.

**FERRY C. ET FROCHOT B. (1958) :** Une méthode pour dénombrer les oiseaux nicheurs. Revue d'écologie (La Terre et la Vie), 2 : 85-102.

**FORMAN R.T.T., GALLI A.E. AND LEEK C.F. 1976.** Forest size and avian diversity in New Jersey woodlots with some landuse implications. *Oecologia*, 26: 1-8.

**FREEMAN K.E. AND MERRIAM H.G., 1986.** Importance of area and habitat heterogeneity to bird assemblages in temperate forest fragments. *Biol. Conserv.*, 36: 115-141.

**GAUQUELIN T. (2005).** Histoire du service de la carte de végétation de France.

**GAUSSEN H. (1954).** Théorie et classification des climats et microclimats. Actes VII Congr. Int. Bot. Paris, pp. 125-130.

**GERARD TAVAKILIAN.1993.** L'entomofaune de la forêt Guyanaise. ORSTOM, BP 165 ' 97323 Cayenne Guyane française .la SEPANGUY 1990 ; Cayelllie), p. 125-130, 1993

**GILBERT E. J., 1927 -** Les livres du mycologue. Tome I : la spore des champignons supérieurs, couleur, forme, ornementation, terminologie, valeur taxonomique. Eds. Librairie E. Le François, Paris, 219 p. Nouvelle des éditions Boubée, Paris, 680 p.

**GRIME, J.P., (1977).** Evidence for existence of 3 primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *The American Naturalist*, 11: 1169-1194.

**GUILLAUMET, J. L., (1967).** Recherches sur la végétation et la flore de la région du Bas-Cavally (Côte d'Ivoire). Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer, Paris, 247 p.

**GUYOT (G.), 1997.-** Climatologie de l'Environnement : de la plante aux écosystèmes. Enseignement des Sciences de la Vie. Masson.- 505 p

- HABIYAREMYE, F.X., (1997).** Etude phytosociologique de la dorsale orientale du lac Kivu. Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren, Belgique; Annales Sciences Economiques, 24: 276 p.
- HEIM R., 1957** - Les champignons d'Europe. Tome II. Partie descriptive: Basidiomycètes. Ed. N. Boubée et Cie. Paris (VI), 570 p.
- HEIM R., 1984** – Champignon d'Europe, Généralités - Ascomycètes- Basidiomycètes.
- HELGARDE R.1984.** Les insectes .Ed Solar, Paris, 246 p
- HELLER (R.), ESNAULT (R.) et LANCE (C.), 1993.-** Physiologie végétale. 2. Développement. Masson, abrégés.- 266p.
- HLADIK, A. (1982).** - Dynamique d'une forêt équatoriale africaine: mesures en temps réel et comparaison du potentiel de croissance des différentes espèces. *Acta oecol., Oecol. gener.*, 3 : 313-392.
- HOUAMEL A 2012.** Contribution a l'étude du dépérissement de la cédraie dans la région de Batna (cas du parc national du Belezma). Mémoire de Magister en Foresterie Option : Gestion et Conservation des Ecosystèmes. Université Aboubekr Belkaïd – Tlemcen (Algérie)
- HUTTEL,C . et BERNHARD-REVERSA. T(1, 975).** - Biomasse végétale et productivité primaire, cycle de la matière organique. In : Recherches sur L'écosystème de la forêt subéquatoriale de basse Côte d'Ivoire, *Terre Vie*, 29 : 203-228.
- KHERCHOUCHE D, KALLA M, GUTIERREZ E, BRIKI A, HAMCHI A, (2013),** La sécheresse et le dépérissement du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le massif du Belezma (Algérie). *Sécheresse* 24 (2): 129-37
- KOTZE, J., ET AL 2011.** Forty years of carabid beetle research in Europe - from taxonomy, biology, ecology and population studies to bioindication, habitat assessment and conservation. *ZooKeys*, 100: 55-148.
- KÜHNER R. ET ROMAGNESI H., 1984** - Flore analytique des champignons supérieurs Agarics, Bolets, Chanterelles). Première édition, quatrième tirage, Masson, Paris, New York, Mexico, Sao Paulo, 556 p.
- LAAMARI., 1991-**Bioécologie de la faune de la forêt domaniale des Aurès. Mém. mag. agro. univ. Batna.160

**Lal, R. and Cummings, DJ.** 1979. Clearing Tropical Forest I. Effects on Soil and Microclimate. Field Crops Research 2(2):91-107.

**LÜTTGE (U.), KLUGE (M.) et BAUER (G.), 1992.-** Botanique. Traité fondamental. Lavoisier Tec & Doc.- 574p.

**LAMOTTE M. and BOURLIERE F.**1969.Problème d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres .Ed .Masson et Cie. Paris ,304p.

**LANIER L.** 1990- Les champignons des cédraines en Algérie (Etude comparative) Com. Sem. Maroc

**LANIER L., JOLY P., BONDOUX P. & BELLEMERE A.** 1978. Mycologie et pathologie forestière. Ed. Masson. Paris, France. Vol. 1, 487 p. et Vol. 2, 478 p.

**LERAUT P.**1992. Les Papillons dans leur milieu Ed.Bordas.256p

**LITIM A** 2011 : Biodiversité et Etude ethnobotanique dans le parc national de Belezma Mémoire de master *Université Ferhat Abbas Sétif (Algérie)*.

**LOFFEIERM, .E. (1989).** - Sylviculture et sylvigénèse en forêt sempervirente du Coorg (Sud-ouest de l'Inde).Institut Français de Potidichéry, Travaux de la Section Scientifique et technique, 26 : 1-21 1.

**MALAISSÉ, F., (1984).** Structure d'une forêt sèche à feuillage persistant bordant le fleuve Zambèze dans les environs de Lubumbashi (Zaïre). Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique, 117: 428-458.

**MALENÇON G. et BERTAULT R.** 1975. Flore des champignons supérieurs du Maroc, Tome II. Trav. Inst. Sci., Rabat, 33, 540 p.

**MARCHESI, P., BLANT, M., CAPT, S. (2008).** Mammifères de suisse. Clés de détermination. Fauna Helvetica. Centre suisse de cartographie de la faune. Société suisse de biologie de la faune.

**MILLER G. M., BILLS G. F. & FOSTER M. S.** 2004. Biodiversity of Fungi: Inventory and Monitoring Methods. Elsevier Academic Press, San Diego, Calif. 777 pp.

**Montegut J.** 1980. Le livre des champignons, Dilem Press, 335 p.

**MORDJI D.** 1989. Etude faunistique dans la réserve naturelle des monts de Babor. Mém. Ing. Agr., I.N.A. El Harrach, Alger. 100 p.

**MORIN P.J., 1999.** Community Ecology. *Blackwell Science*, Malden, MA.

**NG, F.S.P. and TANG, H.T. (1974).** - Comparative growth rates of Malaysian trees. *Malaysian Forester*. 37 : 2-23.

**ORIAN G. AND WITTENBERGER J., 1991.** Spatial and temporal scales in habitat selection. *American Naturalist*, 137, S29–S49.

**OUMOROU, M., (2003).** Etudes écologique, floristique, phytogéographique et phytosociologique des inselbergs du Bénin. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie, 210 p.

**PENA, M. 2001.** *Les Carabidae (Coleoptera) des hauts sommets de Charlevoix : Assemblages et cycles d'activité dans les environnements alpin, subalpin et forestier.* Mémoire Univ. Québec, Rémouski, 59 p.

**PERRIER R., 1961-** La faune de la France- Tome V : Les Coléoptères 2<sup>e</sup> Partie. Ed .Lib. Delagrave, Paris, 230 p.

**PERRIER R., 1963-** La faune de la France- Tome VIII : Les Diptères. Ed. Lib. Delagrave, Paris, 216 p.

**PERRIER R., 1964-** La faune de la France- Tome VI : Les Coléoptères 1<sup>ère</sup> Partie. Ed. Lib. Delagrave, Paris, 192 p.

**POUMARAT S., 2001** - Clé des Gastéromycètes épigés d'Europe : Lycoperdales, Nidulariales, Phallales, Sclérodematales, Tulostomatales. Monographies Mycologiques de la F.A.M.M., n° 2. Editions Fédération des Associations Mycologiques Méditerranéennes, Nice, 96 p.

**PREVOSMT,. F. et PUIG,H . (1981).** - Accroissement diamétral des arbres en Guyane : observations sur quelques arbres de forêt primaire et de forêt secondaire. *Bull. Mus. Natl. Hist. Nat., B, Adansonia*, 3 : 147-171.

**PRIMACK R, .B., ASHTON, P .S., CHAJ,P . and LEE, H.S. (1985).** - Growth rates and population structure of *Moraceae* trees in Sarawak, East Malaysia. *Ecology*, 66 : 577-588.

**QUEZEL P. (1979).** La Région Méditerranéenne française et ses essences forestières. Signification écologique dans le contexte circumméditerranéen. *Font Medit.* 1 (1): 7-18

**QUEZEL P. (1980).** Le peuplement végétal des hautes montagnes d'Afrique du Nord. Ed. Le chevalier. Pp : 205-256

**RABASSE J.M , 1976 :** puceron en culture protégé . Les problèmes posés et les moyens de les contrôler en butent intégrée. Rev. La défense des végétaux n°234.Paris. pp 13-17.

**ROMAGNESI H., 1995** - Atlas des champignons d'Europe, ouvrage publié sous le patronage de la société Mycologique de France, éd. Bordas, Paris, 290 p.

**SAHL M 2004.** Protection de la nature et développement: cas du Parc national du Belezma (Monts de Batna, Algérie).NEW MEDIT N°, 4

**SI BACHIR A., 2007-** Bio-écologie et facteurs d'expansion du Héron garde-bœufs, *Bubulcus ibis* (Linné, 1758), dans la région de la Kabylie de la Soummam et en Algérie. Thèse Doctorat d'Etat, Faculté des Sciences, Dept. de Bio. Uni. Séitf, 243 p.

**SLIMANI S. DERRIDJ A. GUTIERREZ E., (2014),** Ecological response of *Cedrus atlantica* to climate variability in the Massif of Guetiane (Algeria). Forest Systems : 448-460

**SLEZEC A.M. 1995.** Les champignons. Ed. Liber, Genève, 268 p.

**SOKPON, N., (1995).** Recherches écologiques sur la forêt dense semi-décidue de Pobé au Sud-Est du Bénin: groupements végétaux, structure, régénération naturelle et chute de la litière. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie, 350 p.

**SOLTNER. D (1987)** Les bases de la production végétale collection sciences et technologie agricoles 4ème edit.

**SOLTNER. D (1990)** Les bases de la production végétale Tome. I. Le sol collect. Scie et Tech agricole 18<sup>ème</sup> edit.

**SOLTNER (D.), 1992.-** Les bases de la production végétale. Tome II : le climat. Météorologie, pédologie, bioclimatologie. Collection sciences et techniques agricoles.- 320p.

**SWAINE M, .D., HALL, I. J. and ALEXANDER, J . (1987).** -Tree population dynamics at Kade, Ghana (1968-1982). *J. trop. Ecol.*, 3 : 331-345.

**SWAINE, M. D. (1989).** - Population dynamics of tree species in tropical forests. In *Tropical Forests*, Holm-Nielsen L.B., Nielsen I.C. and Balslev H. (eds). Academic Press, London : 101-101

**THIBAUT M. 1989.** 250 Champignons du Québec et de l'Est du Canada. Ed. du Trécarré, Saint-Laurent (Québec) Canada, 267 p.

**TOUCHAN R.** (en presse) , May-August Palmer Drought Index Reconstruction for Tunisia and Algeria from Tree Rings. The University of Arizona, Laboratory of Tree-Ring Research. Tucson (USA) 2 p.

**TURNER M.G., GARDNER R.H. AND O'NEILL R.H., 2001.** Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process. *Springer-Verlag*, New York, NY, USA, pp 401

**VERGARA, N.T. AND BRIONES, N.D. (eds.) 1987.** Agroforestry in the Humid Tropics: Its Protective and Ameliorative Roles to Enhance Productivity and Sustainability. East-West Center and College, Honolulu & southeast Asian Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture, Laguna

**WEBER, F.R. AND HOSKINS, M. 1983.** Agroforestry in the Sahel. Department of Sociology, Virginia Polytechnic Institute, Blacksburg.

**WHITTMORET, .C. (1975).** - *Tropical Rain Forests of the Far East*. Clarendon Press, Oxford.

**WHITTMORET, .C. (1982).** - On pattern and process in forest. In *The Plant Community as a Working Mechanism*, E.J. Newman (ed.) Blackwell Scientific Publications : 45-59.

**WOODWARD (F.I.), 1987.-** Climate and plant distribution. Cambridge University Press. Cambridge studies in ecology.- 174p.

**YVES ALBOUY ET BRUNO BOULENGER 1980** LES FACTEURS CLIMATIQUES O.R.S.T.O.M. Collection de Référence M n° 9962 geoph.

**ZAHRADNIK S., 1988-** Guide des insectes. Ed. Hatier, Prague, 318 p.

## **Auto-écologie et évaluation de la biodiversité dans les Cédraies de *Cedrus atlantica Manetti* dans le parc national de Belezma (Batna, Algérie)**

### **Résumé**

La cédraie du Parc National de Belezma, située au sud de l'Algérie du Nord, s'individualise par sa nature, son histoire et ses problèmes. Cette espèce endémique « *Cedrus atlantica Manetti*. » représente l'une des unités écologiques considérées dans le PNB et constitue un capital forestier majeur sur le pourtour méditerranéen. Cette espèce de cèdre connaît des dépérissements massifs, liés à des grandes pertes des ressources génétiques, édaphiques et d'habitat résumant ainsi la situation actuelle des paysages de ces cédraies d'importance mondiale. Ainsi, peu de travaux scientifiques sont réalisés pour décrire la composition biocénotique de ces écosystèmes complexes afin de mettre en valeur leurs principales ressources et statuer sur les facteurs de menace et de dégradation.

Pour ces raisons, et vu l'absence de travaux consacrés à l'étude de la cédraie en tant qu'écosystème naturel dans son ensemble nous a incités un complément d'inventaire de la biodiversité des Cédraies du Parc National a été jugé nécessaire.

Cette contribution consiste à faire un diagnostic écologique sur ce type de forêt dans les régions d'Oued El Ma et d'Oued El Chaâba (zones nord et sud du parc national de Belezma).

Dans ce travail, nous prétendons caractériser la structure et le fonctionnement de l'unité écologique des cédraies de *C. atlantica* d'Oued El Chaâba et d'Oued El Ma afin d'évaluer la richesse floristique et faunistique, de mettre à jour les inventaires réalisés dans le parc et statuer sur la situation écologique des espèces qui y vivent.

Un protocole de suivi, sur un cycle annuel, de quelques modèles biologiques (flore, faune invertébrés et vertébrés), permettra de mettre en évidence le fonctionnement et l'état écologique de la biocénose. Ces investigations sont réalisées en relation avec la variation de divers paramètres écologiques tant abiotiques (climat, sol) que biotiques (flore, faune, action humaine). Les résultats sont analysés à l'aide du calcul de paramètres et d'indices écologiques et des analyses statistiques permettant en définitif de dégager des orientations et des suggestions de gestion et d'aménagement de ce type d'écosystème.

**Mots clé :** *Cedrus atlantica*, Parc, Belezma, dépérissement, diagnostic, inventaire, faune, flore, gestion

## **Autoecology and evaluation of the biodiversity in the Cedar forests of *Cedrus atlantica Manetti* in the national park of Belezma (Batna, Algeria)**

### **Abstract**

The cedar forest of the National park of Belezma, located at the south of north Algeria, is individualized by its nature, its history and its problems. This endemic species «*Cedrus atlantica Manetti* » is one of the ecological units considered in the PNB represents and constitutes a major forest capital on the Mediterranean. This species of cedar knows massive dieback, linked to great losses genetic resources, edaphic and habitat thus summarizing the current state of the landscapes of these cedar plantations of world importance. Thus, few scientific works are carried out to describe the biocenotic composition of these complex ecosystems in order to emphasize their principal resources and to determine the factors of threat and degradation.

For these reasons, and considering the lack of work devoted to the study of the cedar forest as a natural ecosystem as a whole, has led us a complement of biodiversity inventory of the Cedar forests of the National park was considered to be necessary. This contribution consists in making an ecological diagnosis on this type of forest in the areas of Oued El Ma and Oued El Chaâba (northern and southern areas of the national park of Belezma).

In this work, we intend to characterize the structure and the functioning of the ecological unit of cedar forests of *C. atlantica* of Oued El Ma and Oued El Chaâba in order to evaluate the richness of flora and fauna, to update the inventories carried out in the park and to determine the ecological situation of the species which live there.

A protocol of follow-up, on an annual cycle, of some biological models (flora, fauna invertebrates and vertebrate), will make it possible to highlight the functioning and the ecological status of the biocenose. These investigations are carried out in relation to the variation of various ecological parameters as abiotic (climate, ground) and biotic (flora, fauna, human action). The results are analyzed using the calculation of parameters and ecological indices and the statistical analyses making it possible into final to provide guidance and suggestions for management and development of this type of ecosystem.

**Key words:** *Cedrus atlantica*, Park, Belezma, deterioration, diagnosis, inventory, fauna, flora, management.

## البيئة الذاتية و تقييم التنوع البيولوجي بغابات الأرز الأطلسي

### *Cedrus atlantica* Manetti (بالحظيرة الوطنية لبلزمة (باتنة – الجزائر

#### ملخص

تقع غابات الأرز الأطلسي بالحظيرة الوطنية لبلزمة، بالجهة الجنوبية من شمال الجزائر، وتتميز هذه الأخيرة بطبيعتها وتاريخها ومشاكلها. تعتبر هذه الأنواع المستوطنة من "الأرز الأطلسي". وحدة من وحدات النظم البيئية بالحظيرة الوطنية لبلزمة، وتشكل مورد هام من الغابات المطلة على البحر الأبيض المتوسط. يعاني هذا الصنف من الارز ظاهرة الذبول و الموت التي إجتاحت مساحات شاسعة من هذه الأخيرة ما أدى إلى كبيرة للموارد الوراثية و التربة و المواطن و يلخص الوضع الحالي لهذه الموارد الطبيعية ذات الأهمية العالمية هناك القليل من الأبحاث العلمية التي أجريت حول هذا الصنف لوصف هذا النظام البيئي المعقد و كذا تثمينها لتطوير الموارد الرئيسية وتحديد عوامل الخطر والتدهور

لهذه الأسباب، ونظرا لعدم وجود أعمال اهتمت بدراسة النظام الإيكولوجي للغابات الأرز الأطلسي كنظام بيئي طبيعي، موحد قد ارتأينا للقيام بهذه الدراسة بغرض تكملة و جرد المزيد من الحيوانات و النباتات و تقييم التنوع البيولوجي لغابات الأرز بالحظيرة الوطنية. وتتألف هذه المساهمة من إجراء التشخيص البيئي لهذا النوع من الغابات في مناطق وادي الماء و وادي الشعبة (شمال وجنوب الحظيرة الوطنية لبلزمة).

يشمل بروتوكول المراقبة والبحث، على دورة سنوية، و يهتم بدراسة نماذج بيولوجية حول عدد من الكائنات الحيوية (النباتات والحيوانات اللاقاريات والفقاريات)، وتسليط الضوء على الوضع البيئي لهذا المجتمع الإحيائي. وتتم هذه الأبحاث في دراسة تغيرات مختلف المعايير البيئية وعلاقتها بمختلف العوامل الغير الحيوية (المناخ والتربة) و الحيوية (النباتات والحيوانات، والعامل البشري).

ويتم تحليل النتائج باستخدام حساب بعض المؤشرات البيئية والتحليلات الإحصائية و هذا ما يسمح لنا بتوفير بعض التوجيهات والاقتراحات لإدارة وتطوير هذا النوع من النظم الإيكولوجية.

**كلمات البحث:** الأرز، الأطلسي، الحظيرة، بلزمة، التشخيص، والمخزون، والحيوانات، والنباتات، الحيوية، الجرد