

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET

DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE BATNA 1

INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES ET DES SCIENCES

AGRONOMIQUES



## MEMOIRE

En vue de l'obtention du

**Diplôme de Magister**

Option : Sciences forestières

**Thème**

**Diagnostic écologique et conservation des juniperaies  
à Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera* L) dans  
les stations Zana et Nirdi  
(Aurès).**

**Présenté par :**

**Mme. Abderrezek lilya**

**Devant le Jury :**

**Présidente : Mme. FRAH Naâma, Professeur, Université de Batna 1**

**Promoteur : Mr. SI BACHIR Abdelkrim, Professeur, Université de Batna 2**

**Examineur : Mr. MALKI Hamana, Maitre de conférences "A", Université de Batna 1**

**Examineur : Mr. CHAFAA Smaïl, Maitre de conférences "A", Université de Batna 2**

**Année Universitaire 2016/2017**

## ***REMERCIEMENTS***

*Au terme de ce travail, je remercie avant tout DIEU, tout puissant, de m'avoir donné la volonté, le courage et la patience pour arriver à mon but.*

*Je tiens à exprimer mes remerciements les plus sincères et mon profond respect à mon promoteur Mr. SI BACHIR Abdelkrim. Professeur à l'université de Batna. Je lui suis très reconnaissante pour sa bienveillance, sa disponibilité, son suivi attentif et ses conseils avisés et critiques constructives. , ses qualités humaines rares. Ces quelques mots ne suffisent pas pour lui exprimer toute ma reconnaissance.*

*Je remercie les personnes qui m'ont fait l'honneur de participer au jury de mémoire, pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail : Madame FRAH Naâma, Maitre de conférences "A", à l'université de Batna, pour en avoir accepté la présidence. Mes vifs remerciements vont aussi à Monsieur MALKI Hammana, Maitre de conférences "A" à l'université de Batna, CHAFAA Smail, Maitre de conférences "A" à l'université de Batna, d'avoir accepté de prendre part dans le jury et examiner mon travail.*

*Je tiens à remercier toute personne ayant collaboré de près comme de loin à l'élaboration et à l'aboutissement de ce travail, que ce soit par leur participation ou leur encouragement. Merci à KHATAR Nadia, DAOUDI Imen, BENSACI Mohamed, KHENFOUCI Mohamed, SMAIHI Hassina, CHAFEI Chawki, GAREH Kenza, MEHMEI Tahar, NEZAR Touhami... etc. Merci à tous ceux qui ont participé à la réalisation de ce travail.*

*Je dédie ce travail. A ma chère mère que dieu leur accorde longue vie, sans laquelle ce travail n'aurait jamais pu aboutir. A mes chers enfants Maria & Malek. A ma chère sœur et mes nièces. Ils ont été présents pour écarter les doutes, soigner les blessures et partager les joies.*

*Aussi, le plus fort de mes remerciements est pour mon marie GHENNAI Imad, pour m'avoir poussé et soutenu aux moments difficiles de mon travail et surtout pour sa patience, m'accompagne partout, a vécu avec ardeur toutes les étapes de la réalisation de ce mémoire. En effet, je n'aurais jamais pu réaliser ce travail sans leur soutien, sans qui ce mémoire ne serait pas ce qu'elle est.*

*A tous mes amis qui ont répondu présent à chaque fois que j'avais besoin d'eux.*

Liste des tableaux.....	9
Liste des figures .....	12
Liste des annexes.....	15
<b>Introduction général.....</b>	<b>16</b>

**Partie I: Recueil bibliographique sur le Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera*)**

1. Caractéristiques générales du Genévrier thurifère.....	20
2. Systématique du Genévrier thurifère.....	20
3. Principaux caractères morphologiques .....	22
4. Répartition .....	28
4.1. Dans le monde.....	28
4.2. En Algérie.....	30
5. Phénologie du Genévrier thurifère .....	31
6. Croissance .....	32
7. Régénération .....	33
8. Ecologie de l'espèce.....	34
9. Phytosociologie du Genévrier thurifère.....	36
10. Intérêt et usage du Genévrier thurifère .....	37
11. Pathologie.....	38
12. Influence des activités humaines sur le peuplement .....	39

**Partie II : Présentation générale de la région d'étude**

1. Caractères généraux du massif de l'Aurès.....	42
2. Présentation de la région d'étude .....	42
3. Milieu physique.....	44
3.1. Relief.....	44
3.2. Hydrographie .....	46

## Tables des matières

3.3. Aperçu géologique .....	46
3.4. Aperçu pédologique .....	47
3.5. Aperçu climatique .....	47
3.5.1. Température .....	48
3.5.1.1. Les températures moyennes mensuelles et annuelles.....	49
3.5.1.2. Les températures moyennes des maxima du mois le plus chaud « M ».....	51
3.5.1.3. Les températures moyennes des minima du mois le plus froid « m ».....	52
3.5.1.4. Indice de continentalité ou amplitude thermique moyenne.....	52
3.5.2. Précipitations. ....	53
3.5.3. Autres facteurs du climat .....	57
3.5.4. Synthèse climatique .....	59
3.5.4.1. Diagrammes Ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen .....	59
3.5.4.2. Indice Xérothermique .....	62
3.5.4.3. Quotient pluviothermique d'Emberger.....	63
4. Milieu biotique.....	66
4.1. Occupation des sols.....	66
4.2. Considérations faunistiques .....	68
4.3. Considérations floristiques.....	69

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

1. Objectifs et chronologie de l'étude .....	71
2. Choix des stations.....	73
<b>Chapitre</b> .....	<b>Approche</b>
<b>pédologique</b> .....	78
1. Méthodes de prélèvement du sol.....	79
2. Méthodes d'analyses.....	79
2.1. Analyses physiques.....	81
2.2. Analyses chimiques.....	

<b>Chapitre 2: Approche floristique</b> .....	85
1. Suivi de la phénologie de Genévrier thurifère.....	85
1.1. Cadre d'étude.....	85
1.2. Choix des individus et fréquence des observations.....	86
1.3. Méthode visuelle globale de suivi de Grouzi et Sicot.....	87
2. Méthodes d'étude phytosociologique.....	88
2.1. Méthodes d'approche utilisées .....	88
2.1.1. Zonage écologique .....	88
2.1.2. Choix des placettes d'échantillonnage .....	89
2.1.3. Choix du type d'échantillonnage .....	89
2.1.4. Méthodes des relevés phytoécologiques .....	89
2.2. Caractères analytiques .....	91
2.3. Diversité biologique et biogéographique de la végétation.....	93
2.4. Méthode d'analyses statistiques des données .....	96
<b>Chapitre 3 : Approche faunistique</b> .....	97
1. Etude bioécologique des Arthropodes.....	97
1.1. Méthodes et techniques de piégeage et de collecte.....	97
1.1.1. Méthodes d'échantillonnage quantitatif.....	98
1.1.2. Méthodes d'échantillonnage qualitatif (galbules).....	101
1.2. Conservation des items.....	102
1.3. Tri des Arthropodes.....	102
1.4. Détermination et dénombrement des Arthropodes .....	103
2. Méthodes d'étude bioécologique des peuplements aviens. ....	103
2.1. Méthode d'échantillonnage de l'avifaune (méthode d'indice kilométrique d'abondance (I.K.A)).....	103
2.2. Méthodes de définition des statuts bioécologiques des oiseaux recensés.....	104
2.2.1. Méthode d'analyse du peuplement avien selon le statut phénologique .....	104
2.2.2. Méthode d'analyse du peuplement avien selon les origines biogéographiques.....	105

2.2.3. Méthode d'analyse du peuplement avien selon les guildes trophiques .....	105
2 3. Statut de protection.....	106
<b>Chapitre 4 : Exploitation des données par le calcul des indices écologiques.....</b>	<b>107</b>
1. Qualité de l'échantillonnage.....	107
2. Application d'indices de structure et d'organisation .....	107
2.1. Fréquences d'abondance.....	108
2.2. Constance ou indice d'occurrence.....	108
2.3. Indice de similitude (Indice de SORENSEN) .....	109
3. Application d'indices de diversité des peuplements.....	109
3.1. Richesse spécifique totale "S" .....	109
3.2. Indice de diversité de Shannon.....	109
3.3. Indice d'équitabilité de Pièlou (E).....	110

**Partie IV : Résultats et discussions**

<b>Chapitre 1: Caractérisation pédologique.....</b>	<b>112</b>
1. Analyses physiques.....	113
2. Analyses chimiques .....	113
<b>Chapitre 2 : Caractérisation du couvert végétal.....</b>	<b>116</b>
1. Phénologie du Genévrier thurifère.....	116
1.1. Stade de Feuillaison.....	117
1.2. Stade de Floraison .....	118
1.3 Stade de fructification.....	120
2. Phytosociologie.....	124
2.1. Richesse et composition floristique. ....	124
2.2. Caractérisation biologique .....	128
2.2.1. Types biologiques .....	128
2.2.2. Indice de perturbation.....	134

2.3. Caractérisation biogéographique .....	135
2.4. Structure et organisation de la végétation.....	138
2.4.1. Qualité de l'échantillonnage.....	138
2.4.2. Fréquence d'abondance .....	139
2.4.3. Recouvrement moyen .....	140
2.4.4. Fréquence d'occurrence.....	141
2.4.5. Similitude entre la composition spécifique des deux stations (coefficient de similitude de Sorensen) .....	143
2.5. Diversité et équirépartition.....	143
2.5.1. Richesse spécifique.....	143
2.5.2. Indice de diversité de Shannon. ....	144
2.5.3. Indice d'équitabilité .....	144
2.6. Analyse numérique en abondance-dominance.....	145
<b>Chapitre 3 : Caractérisation faunistique.....</b>	<b>150</b>
1. Bioécologie des Arthropodes inféodés aux thuriférais.....	150
1.1. Inventaire taxonomique global des Arthropodes recensés .....	150
1.2. Répartition des espèces recensées selon leurs positions systématiques.....	155
1.3. Répartition des espèces recensées selon leurs régimes alimentaires.....	159
1.4. Statut de protection.....	161
1.5. Structure et organisation du peuplement d'Arthropodes.....	162
1.5.1. Qualité de l'échantillonnage.....	162
1.5.2. Fréquence d'abondance .....	164
1.5.3. Fréquence d'occurrence.....	164
1.5.4. Répartition spatiotemporelle .....	165
1.5.5. Répartition des effectifs selon le type de piège.....	169
1.5.6. Similitude des peuplements.....	170
1.6. Diversité et équirépartition spatiotemporelles.....	171

## *Tables des matières*

---

2. Liste systématique, statuts bioécologiques et structure des peuplements d'oiseaux recensés dans les thuriféraires des Aurès.....	176
2.1. Liste systématique des espèces aviennes .....	176
2.2. Statuts bioécologiques de l'avifaune .....	180
2.2.1. Statut phénologique.....	182
2.2.2. Statut trophique.....	184
2.2.3. Statut faunique.....	186
2.2.4. Statut de protection.....	169
2.3. Structure et organisation des peuplements d'oiseaux .....	188
2.4. Diversité et équitartition .....	190
2.4.1. Richesse spécifique .....	191
2.4.2. Indice de Shannon .....	191
2.4.3. Indice d'équitartabilité.....	191
<b>Conclusion générale</b> .....	195
<b>Références bibliographiques</b> .....	198
<b>Annexes</b> .....	214

### Liste des tableaux

<b>Tableau 01:</b> Données thermométriques mensuelles moyennes en (°C) de la région d'étude, calculées sur les périodes (1913-1938 et 1985-2014) .....	49
<b>Tableau 02:</b> Moyennes des températures annuelles durant les deux périodes.....	50
<b>Tableau 03:</b> Températures moyennes en °C des maxima du mois le plus chaud « M »...	51
<b>Tableau 04:</b> Températures moyennes en °C des minima des mois de plus froid « m »...	52
<b>Tableau 05 :</b> Types de climats en fonction des amplitudes thermiques .....	53
<b>Tableau 06:</b> Données pluviométriques mensuelles moyennes (mm) de la nouvelle période (1985 à 2014) et l'ancienne période (1913 à 1938).....	54
<b>Tableau 07:</b> Régimes saisonniers des précipitations de la zone d'étude.....	56
<b>Tableau 08:</b> Nombre des jours de neige pour la période allant de (2005-2014, Station Ain Skhouna.....	57
<b>Tableau 09:</b> Humidité relative de l'air (HR) en (%) au cours de la période (1989-2014)	57
<b>Tableau 10:</b> Nombre de jours moyen de gelées.....	58
<b>Tableau 11:</b> Moyennes mensuelles de la vitesse du vent (m/s) pour la période allant de (1989- juillet 2014).....	58
<b>Tableau 12:</b> Indice de sécheresse des stations d'étude.....	62
<b>Tableau 13:</b> Caractéristiques bioclimatiques des stations.....	64
<b>Tableau 14:</b> Chronologie, objectifs et actions menées lors des sorties de terrain (Janvier 2015- Janvier 2016).....	71
<b>Tableau 15:</b> Caractéristiques générales des deux stations d'étude.....	74
<b>Tableau 16:</b> Echelle de salure européenne (Gros, 1979).....	81
<b>Tableau 17:</b> Normes d'interprétation du pH (Baize, 1988).....	82
<b>Tableau 18:</b> Normes d'interprétation pour Calcaire total (Baize, 1988).....	83
<b>Tableau 19:</b> Classification des taux de matière organique (MO %)......	84
<b>Tableau 20:</b> Composition faunistique selon les origines biogéographiques.....	105
<b>Tableau 21:</b> Résultats des analyses physico-chimiques du sol des thuriféraires des Aurès (Nirdi et Zana).....	112
<b>Tableau 22:</b> Stades phénologiques du Genévrier thurifère dans la région des Aurès, selon ceux proposés par Grouzi et Sicot (1980).....	116
<b>Tableau 23:</b> Période des différentes phénophases de Genévrier thurifère dans la région d'étude.....	116

<b>Tableau 24:</b> Stade de feuillaison de Genévrier thurifère dans les deux stations d'étude	118
<b>Tableau 25:</b> Stade de floraison de Genévrier thurifère dans les deux stations d'étude...	120
<b>Tableau 26:</b> Stade de fructification de Genévrier thurifère dans les deux stations d'étude.....	120
<b>Tableau 27:</b> Liste systématique, types biologiques et origines biogéographiques des espèces végétales inventoriées dans les thuriféraires des Aurès.....	125
<b>Tableau 28:</b> Pourcentages, fréquences et nombre des espèces végétales recensées en fonction des différentes familles dans les thuriféraires des Aurès.....	127
<b>Tableau 29:</b> Pourcentages de chaque type biologique dans les thuriféraires des Aurès...	129
<b>Tableau 30:</b> Comparaison de la diversité biologique avec d'autres travaux.....	132
<b>Tableau 31:</b> Pourcentages des types biogéographiques de la végétation recensée dans les thuriféraires des Aurès.....	136
<b>Tableau 32:</b> Valeurs utilisées pour le calcul de la qualité d'échantillonnage des espèces végétales dans les thuriféraires des Aurès.....	138
<b>Tableau 33:</b> Fréquences relatives des espèces végétales dans les thuriféraires des Aurès.....	139
<b>Tableau 34:</b> Espèces les plus abondantes dans les thuriféraires des Aurès.....	140
<b>Tableau 35:</b> Fréquences d'occurrence des espèces végétales recensées dans les thuriféraires des Aurès.....	142
<b>Tableau 36:</b> Valeurs de la richesse spécifique totale (St), de diversité maximale (H'max), l'indice de diversité de Shannon (H') et d'équirépartition (E) de la végétation inventoriée dans les thuriféraires des Aurès.....	143
<b>Tableau 37:</b> Classification, régime alimentaire et le nombre des individus de différentes espèces inventoriées dans les deux stations d'étude.....	150
<b>Tableau 38:</b> Nombre d'espèces des différentes classes d'invertébrés piégés dans les thuriféraires des Aurès.....	155
<b>Tableau 39:</b> Importance des différents ordres en fonction des espèces dans les thuriféraires des Aurès.....	157
<b>Tableau 40:</b> Valeurs utilisées pour le calcul de la qualité d'échantillonnage des Arthropodes des thuriféraires des Aurès.....	162
<b>Tableau 41:</b> Fréquence d'abondance (Fr%), fréquence d'occurrence (C%) et échelle de constance des ordres d'Arthropodes des thuriféraires des Aurès.....	163
<b>Tableau 42:</b> Répartition des effectifs des Arthropodes recensés par mois, par saison et	

par station dans les thuriféraires des Aurès.....	166
<b>Tableau 43:</b> Richesse totale (S), Indice de Shannon (H') et Indice d'équitabilité (E) Des peuplements d'Arthropodes dans les thuriféraires des Aurès.....	177
<b>Tableau 44:</b> Paramètres de diversité et structure selon les mois pour la station ZANA St : Richesse total, H' (bits) : indice de Shannon, H'max (bits) : Diversité maximale, E (%) : Indice d'équitabilité.....	172
<b>Tableau 45:</b> Paramètres de diversité et structure selon les mois pour la station Nirdi St : Richesse total, H' (bits) : indice de Shannon, H'max (bits) : Diversité maximale, E (%) : Indice d'équitabilité.....	173
<b>Tableau 46:</b> Variation spatiotemporelle des indices de diversité des Arthropodes des thuriféraires des Aurès St : Richesse total, H (bits) : indice de Shannon, Hmax (bits) : Diversité maximale, E (%) : Indice d'équitabilité.....	173
<b>Tableau 47:</b> Liste systématique des espèces aviaires recensées dans les thuriféraires de l'Aurès (Zana et Nirdi).....	176
<b>Tableau 48:</b> Comparaison des nombres et des pourcentages des taxons aviens recensés dans la thuriféraire de l'Aurès avec ceux recensés en Algérie et dans le parc national de Belezma (PNB).....	179
<b>Tableau 49:</b> Statut bioécologique de l'avifaune recensée dans les thuriféraires de l'Aurès.....	180
<b>Tableau 50:</b> Signification des abréviations utilisées dans le tableau.....	182
<b>Tableau 51:</b> Statut phénologique des oiseaux recensés dans les thuriféraires des Aurès..	184
<b>Tableau 52:</b> Statut trophique des oiseaux recensés dans les thuriféraires des Aurès.....	185
<b>Tableau 53:</b> Statut faunique des oiseaux recensés dans les thuriféraires des Aurès.....	186
<b>Tableau 54:</b> Indice kilométrique (I.K.A.) et fréquence d'abondance des peuplements aviaires recensés dans les thuriféraires des Aurès (- : absence de l'espèce).....	188
<b>Tableau 55:</b> Richesse totale (S), Indice de Shannon (H') et Indice d'équitabilité (E) des peuplements d'oiseaux dans les thuriféraires des Aurès.....	190

## Liste des figures

<b>Figure 01:</b> Différents types de ports (principaux) du <i>Juniperus thurifera</i> L .....	23
<b>Figure 02:</b> Feuilles de Genévrier thurifère (a) et régénération naturelle b).....	24
<b>Figure 03:</b> Nouveaux galbules pointues (a), galbules en maturation (b) et galbules matures (c) du Genévrier thurifère.....	25
<b>Figure 04:</b> Fleurs mâles du Genévrier thurifère mâle.....	26
<b>Figure 05:</b> Graines de Genévrier thurifère .....	27
<b>Figure 06:</b> Répartition mondiale de <i>Juniperus thurifera</i> .....	29
<b>Figure 07:</b> Localisation du <i>Juniperus thurifera</i> dans les Aurès.....	31
<b>Figure 08:</b> Carte de situation de la forêt domaniale des Aurès .....	43
<b>Figure 09:</b> Carte de situation de la forêt domaniale de S'gag.....	44
<b>Figure 10:</b> Répartition des superficies par classes de pente de la forêt domaniale de l'Aurès.....	45
<b>Figure 11:</b> Variation mensuelle des températures moyennes de la station Zana pendant les deux périodes NP (nouvelle période, 1985-2014) ; AP (ancienne période, 1913-1938).....	50
<b>Figure 12:</b> Variation mensuelle des températures moyennes de la station Zana pendant les deux périodes NP (nouvelle période, 1985-2014) ; AP (ancienne période, 1913-1938).....	51
<b>Figure 13:</b> Répartition mensuelle des précipitations au niveau de la station Zana durant les deux périodes NP (nouvelle période, 1985-2014) ; AP (ancienne période, 1913- 1938).....	55
<b>Figure 14:</b> Répartition mensuelle des précipitations au niveau de la station Nirdi durant les deux périodes NP (nouvelle période, 1985-2014) ; AP (ancienne période, 1913-1938).....	55
<b>Figure 15:</b> Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (station Nirdi ,1913- 1938) .....	60
<b>Figure 16:</b> Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (station Nirdi ,1985-2014).....	60
<b>Figure 17:</b> Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (station Zana ,1913- 1938).....	61
<b>Figure 18:</b> Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (station Zana ,1985-	

2014).....	61
<b>Figure 19:</b> Position des régions d'étude sur le climagramme d'Emberger.....	65
<b>Figure 20:</b> Carte d'occupation du sol de la Wilaya de Batna.....	67
<b>Figure 21:</b> Localisation géographique et vue générale de la thuriféraie de Zana .....	57
<b>Figure 22:</b> Localisation géographique et vue générale de la thuriféraie de Nirdi.....	75
<b>Figure 23:</b> Classification américaine des textures pédologiques.....	76
<b>Figure 24:</b> Formes divers représentant les espèces floristiques dans un relevé phytosociologique horizontal.....	80
<b>Figure 25:</b> Formes biologiques de Raunkiaer .....	90
<b>Figure 26:</b> Pièges colorés placés dans une placette échantillonnée.....	95
<b>Figure 27:</b> Représentation du Pot barber (a) et des moyens de récupération du contenu des pièges (b).....	98
<b>Figure 28:</b> Disposition des pièges utilisés pour l'échantillonnage des invertébrés... ..	99
<b>Figure 29:</b> Méthode de battage avec le parapluie japonais.....	100
<b>Figure 30:</b> Galbules parasitées.....	101
<b>Figure 31:</b> Observation des ravageurs des galbules de <i>Juniperus hurifera</i> .....	102
<b>Figure 32:</b> Production des nouvelles feuilles vert foncé, les anciennes feuilles sont de couleur verte grise).....	117
<b>Figure 33:</b> Dessèchement des feuilles de Genévrier thurifère de couleur pâle.....	117
<b>Figure 34:</b> Chattons males de couleur jaune (a) et fleurs femelles (b).....	118
<b>Figure 35:</b> Chatons desséchés (a), Chute importante des chatons Après dessèchement (b), Chatons rétrécies sous forme Rectangulaire après une longue période de sècheresse (c) (photo personnelle).....	119
<b>Figure 36:</b> Evolution de la taille des galbules du Genévrier thurifère de l'Aurès.....	121
<b>Figure 37:</b> Production des nouvelles galbules (a), Galbules en maturations (b,) Galbules matures, (c) Chute des galbules matures (d).....	121
<b>Figure 38:</b> Pourcentages des différents types biologiques dans les thuriférais des Aurès.....	129
<b>Figure 39:</b> Pourcentages des types biogéographiques de la végétation recensée dans les thuriférais des Aurès.....	137
<b>Figure 40:</b> Photos représentant les espèces végétales les plus abondantes dans les thuriférais des Aurès.....	141
<b>Figure 41:</b> Dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique (CAH) des 32	

espèces x 10 relevés regroupés par similarité, effectués dans la thuriferaie de la forêt domaniale des Aurès (Station Nirdi).....	147
<b>Figure 42:</b> Dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique (CAH) des 43 espèces x 10 relevés regroupés par similarité, effectués dans la thuriferaie de la forêt domaniale de S'gag (Station Zana).....	148
<b>Figure 43:</b> Importance de différentes classes d'Arthropodes dans les thuriferaies des Aurès.....	156
<b>Figure 44:</b> Répartition des Arthropodes recensés dans les thuriferaies des Aurès selon leurs régimes alimentaires.....	160
<b>Figure 45:</b> Fréquence d'occurrence des différents ordres des Arthropodes.....	164
<b>Figure 46:</b> Fréquence d'abondance et d'occurrence des différents ordres des Arthropodes des thuriferaies des Aurès.....	165
<b>Figure 47:</b> Evolution des effectifs totaux des invertébrés pendant la période (Janvier 2015, Janvier 2016).....	167
<b>Figure 48:</b> Evolution saisonnier des effectifs d'Arthropodes recensés dans les thuriferaies des Aurès.....	168
<b>Figure 49:</b> Nombre d'individus par type de piège dans les thuriferaies des Aurès.....	169
<b>Figure 50:</b> Variation de la diversité maximale et l'indice la diversité de Shannon des peuplements d'Arthropodes des thuriferaies des Aurès.....	171
<b>Figure 51:</b> Répartition des espèces et des familles des oiseaux recensés dans les thuriferaies des Aurès en fonction de l'ordre.....	178
<b>Figure 52:</b> Répartition des espèces d'oiseaux dans les thuriferaies des Aurès en fonction des familles.....	179
<b>Figure 53:</b> Pourcentage d'espèces aviennes recensées dans les thuriferaies des Aurès selon les catégories trophiques.....	186
<b>Figure 54:</b> (Photos, Benssaci M) représentant quelques espèces d'oiseaux recensés dans les thuriferaies de l'Aurès.....	194

**Liste des annexes**

**Annexe 1:** Liste des espèces végétales codifiées, rencontrées dans les thuriféraires des

Aurès (Nirdi) suivant le recouvrement moyen ..... 214

**Annexe 2:** Liste des espèces végétales codifiées, rencontrées dans les thuriféraires des

Aurès (Zana) suivant le recouvrement moyen..... 215

**Annexe 3 :** Projection des sols analysés dans les deux stations d'étude sur le triangle

texturale des sols..... 216

### **Introduction**

Le Genévrier thurifère, *Juniperus thurifera* L (Linée ,1753), est un arbre ouest méditerranéen montagnard à aire actuelle morcelée. Il est aussi considéré comme espèce clé des écosystèmes forestiers steppiques durant les phases froides du pléistocène (Quézel et Médail, 2003).

D'après Blondel (2005), la biodiversité du bassin méditerranéen est le résultat d'une coévolution plurimillénaire entre composante de l'écosystème et les sociétés humaines. La connaissance, la classification, la caractérisation et la conservation des différentes taxons est une priorité scientifique mondiale pour l'évaluation et la gestion de la biodiversité.

Le Genévrier thurifère (Maire), occupe une place privilégiée par sa grande valeur patrimoniale, environnementale et socioéconomique. Véritable espèce relique et multi centenaire, soumise depuis de longues périodes, aux sévères et fluctuants conditions naturelles et anthropiques. Elle témoigne d'une parfaite adaptation à ces différentes contraintes (Gauquelin *et al*, 1988).

En Algérie, le Genévrier thurifère n'est présent que dans le massif des Aurès (Est Algérien), avec des individus disséminés dans la cédraie ou sous forme de peuplement mono spécifique de quelques dizaines d'hectares (Chiro et Blanc, 1997).

Le Genévrier thurifère est une espèce menacée de disparition : taillée, émondée, brûlée, malmenée, assèchement progressif du climat, vieillesse et mort sans dépendance. Les graines sont toujours parasitées ne laissent pas à l'arbre le temps de se régénérer (Lathuilière, 1994).

La qualité des graines en est une cause principale, parce que les graines sont soit en état de dormance, soit affectées au niveau de l'arbre et au niveau du sol par un grand nombre de ravageurs et parasites, ce qui va conduire à la disparition totale de cette espèce endémique et par conséquence conduisant à des déséquilibres écologiques (Roques *et al*,1984).

Des études concernant le fonctionnement de ces écosystèmes menacés, constitués par le Genévrier thurifère, étaient devenues plus que jamais nécessaires. En plus de son intérêt socio-économique, le thurifère joue un rôle écologique important puisque sa conservation permet de maintenir une richesse en biodiversité (Gauquelin *et al*, 1999b) ainsi qu'il joue un rôle dans la protection des versants.

La multiplicité des intérêts de cet écosystème justifie amplement, les diverses mesures de protection pour sauvegarder les thuriféraires et conserver intact un patrimoine naturel et historique légué par nos ancêtres. De toute évidence, l'intérêt porté à cette essence devrait s'accroître dans les années à venir et permettre la conservation et la mise en valeur de ce patrimoine (Lathuillière, 1994).

Aujourd'hui, le Genévrier thurifère protégé par la loi algérienne, est menacé de disparition à cause de l'absence quasi-totale de régénération naturelle. Pour cela, il est indispensable de mettre en place un plan d'urgence par la préservation de cette espèce dans son milieu naturel (conservation *in situ*).

Face à l'ampleur et à la croissance des risques anthropiques auxquels sont exposées les formations arborescentes des Aurès et en particulier, celles du Genévrier thurifère, il est temps de mettre en place rapidement des politiques de protection et de développement durable plus efficaces (Beghami *et al*, 2013).

Les populations de Genévrier thurifère de l'Atlas marocain ont été abondamment étudiées. Ces dernières études sont particulièrement tournées vers la phytogéographie, la composition floristique (Peyre, 1979 ; Haloui, 1986 ; Ouhamou, 1986 et Lecompte, 1986) ou encore sur des aspects fonctionnels (Gauquelin, 1988 ; Gauquelin *et al*, 1992 ; Gauquelin *et al*, 1998 ; Badri, 1990 et 1998 ; Bertaudière, 1999 ; Montes, 1999). Mais, jusqu'à maintenant très peu d'études ont été consacrées spécialement à la caractérisation dendrométrique de ces peuplements (Badri *et al*, 1994).

Malheureusement, en Algérie très peu d'études ont été consacrées à cette espèce. Nous citons les rares travaux de Belkacir et Temagoult (2001), Terrab *et al* (2008) et Beghami *et al* (2013).

L'étude de l'aire de distribution du Genévrier thurifère de Terrab *et al* (2008) in Errol V *et al* (2013), a permis de distinguer partiellement la population algérienne des populations européennes. Tandis qu'elle confirme la nette distinction entre les populations marocaines, non seulement des populations européennes, mais aussi des populations algériennes.

Nous n'avons pas, à l'heure actuelle, pour l'aire Aurassienne de la thuriféraire une connaissance suffisante non seulement de la surface qu'elle représente, mais encore de sa typologie, de sa structure et de son état de dégradation.

Au terme de cette étude, il s'impose tout l'intérêt écologique et forestier que présente le Genévrier thurifère dans l'aire Aurassienne. C'est dans ce contexte qu'il nous a paru intéressant à travers ce mémoire, d'étudier ce groupement répandu à l'Est algérien.

Le présent travail a pour objectif de statuer sur l'état écologique de la thuriféraie de l'Aurès à travers la mise en évidence de la structure et de l'organisation des peuplements floristiques et faunistiques avec une analyse de leur dynamique spatiotemporelle. Cette approche vise également à mettre en valeur les ressources biologiques de la thuriféraie dans la perspective de déboucher sur des orientations et des recommandations de conservation et de gestion des espèces et de leurs habitats.

Afin d'arriver à notre objectif, nous avons structuré notre mémoire en quatre parties interdépendantes :

- Dans la première partie nous avons développé une analyse bibliographique sur le Genévrier thurifère ;
- La deuxième partie fait l'objet d'une présentation générale de la région d'étude ; associée à une approche bioclimatique de notre zone d'étude.
- La troisième partie décrit les différentes méthodes et techniques d'étude utilisées tant sur le terrain qu'au laboratoire. Les analyses statistiques et les indices écologiques appliqués lors de l'exploitation des résultats sont détaillés dans ce chapitre ;
- La quatrième partie renferme les résultats obtenus avec des discussions et des conclusions partielles et enfin une conclusion générale.

*Première partie*

*Recueil bibliographique*

*sur*

*le Genévrier thurifère*

## **Partie 1: Recueil bibliographique sur le Genévrier thurifère**

### **1. Caractéristiques générales du Genévrier thurifère**

Le Genévrier thurifère s'appelle aussi Genévrier Porte-Encens, ce qui est en fait la traduction littérale de "*thurifera*" (du latin, *thus*, *thuris* : encens et *ferro* : je porte) en raison de l'odeur forte que le bois dégage en brûlant (Rameau et *al*, 1993).

D'après Lenoble (1935) in Lathuillière (1994), Linné a donné ce nom de *thurifera* «parce qu'il avait cru que la gomme-résine, appelée encens était produite par ce Genévrier, ce qui n'est pas exact, le véritable encens s'écoule d'un *Boswellia*, arbre de la famille des Burséracées».

Le genre *Juniperus* est certainement le plus complexe de la famille des Cupressacées. C'est celui qui contient le plus d'espèces mais du fait des nombreuses confusions (difficultés de détermination) et des multiples classifications, le nombre d'espèces variant considérablement selon les auteurs, 30 pour Lestra (1921), 60 pour Emberger (1960) et une centaine pour Gaussen (1968).

En Afrique du nord, on connaît trois espèces :

- Genévrier de Phoenicie (*Juniperus phoenicia*)
- Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera*)
- Genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*)

D'après Widmann (1950), le terme relique tertiaire appliqué au thurifère, traduit l'appartenance de l'espèce aux groupes gymnospermes (Cupressoidées et Taxodiodées) qui ont formé le premier peuplement résineux d'Europe Occidentale au Néogène.

### **2. Systématique**

Le Genre *Juniperus* appartient à la famille des Cupressacées et plus précisément à la sous famille des Cupressoidées, il se compose d'environ 67 espèces (Linée, 1753). En ce qui concerne le Genévrier thurifère, la systématique est très complexe en raison des nombreuses synonymies et des erreurs d'identification. Gaussen (1968) devise le genre *Juniperus* en trois sous-genres :

- Carocedrus (1 espèce).
- Oxycedrus (13 espèces).
- Sabina (environ une cinquantaine d'espèces).

C'est à ce dernier sous genre qu'appartient *Juniperus thurifera*.

D'après Coincy (1898) et Maire (1926) in Gauquelin *et al* (1988), l'espèce *Juniperus thurifera* L, était classiquement, selon les critères géographiques et morphologiques, subdivisée en trois variétés :

- La variété galica de Coincy : correspond aux peuplements européens (Alpes, Corse et Pyrénées).
- La variété hispanica Miller : regroupent les peuplements de la péninsule Ibérique.
- La variété africana Maire : pour les individus d'Afrique du Nord (Maroc et Algérie).

Récemment, Gauquelin *et al* (1988), ont proposé une nouvelle systématique pour l'espèce *Juniperus thurifera*, basée à la fois sur les critères morphologiques (nombre de graines par galbule) et phytochimiques (pourcentage de la prodelphinidine par rapport au proanthocyanidines).

L'espèce a été scindée en deux sous espèces :

- *Juniperus thurifera*. sup sp. *Africana* pour les populations africaines.
- *Juniperus thurifera*. sup sp. *Thurifera* pour les populations européennes.

La deuxième sous espèce ; trois Chimiovar ont été proposés :

- Chimiovar *thurifera*, qui rassemble les populations d'Espagne et de Pyrénées.
- Chimiovar *galica*, pour les peuplements des Alpes.
- Chimiovar *corsicana*, limité au corse.

Gaussen (1968), donne la classification pour le Genévrier thurifère.

Règne	Plantae
Embranchement	Spermatophytes
S/Embranchement	Gymnospermes
Classe	Pinopsida
Ordre	Pinales
Famille	Cupressacées
Sous famille	Cupressoideae

Genre	<i>Juniperus</i>
Sous-genre	<i>Sabina</i>
Espèce	<i>Juniperus thurifera</i>
Nom commun	Genévrier thurifère
Nom arabe	Arar El Bakhouri
Nom local	Aiwal, Azenzna

### **3. Principaux caractères morphologiques**

#### **3.1. Dimensions (Hauteur-diamètre)**

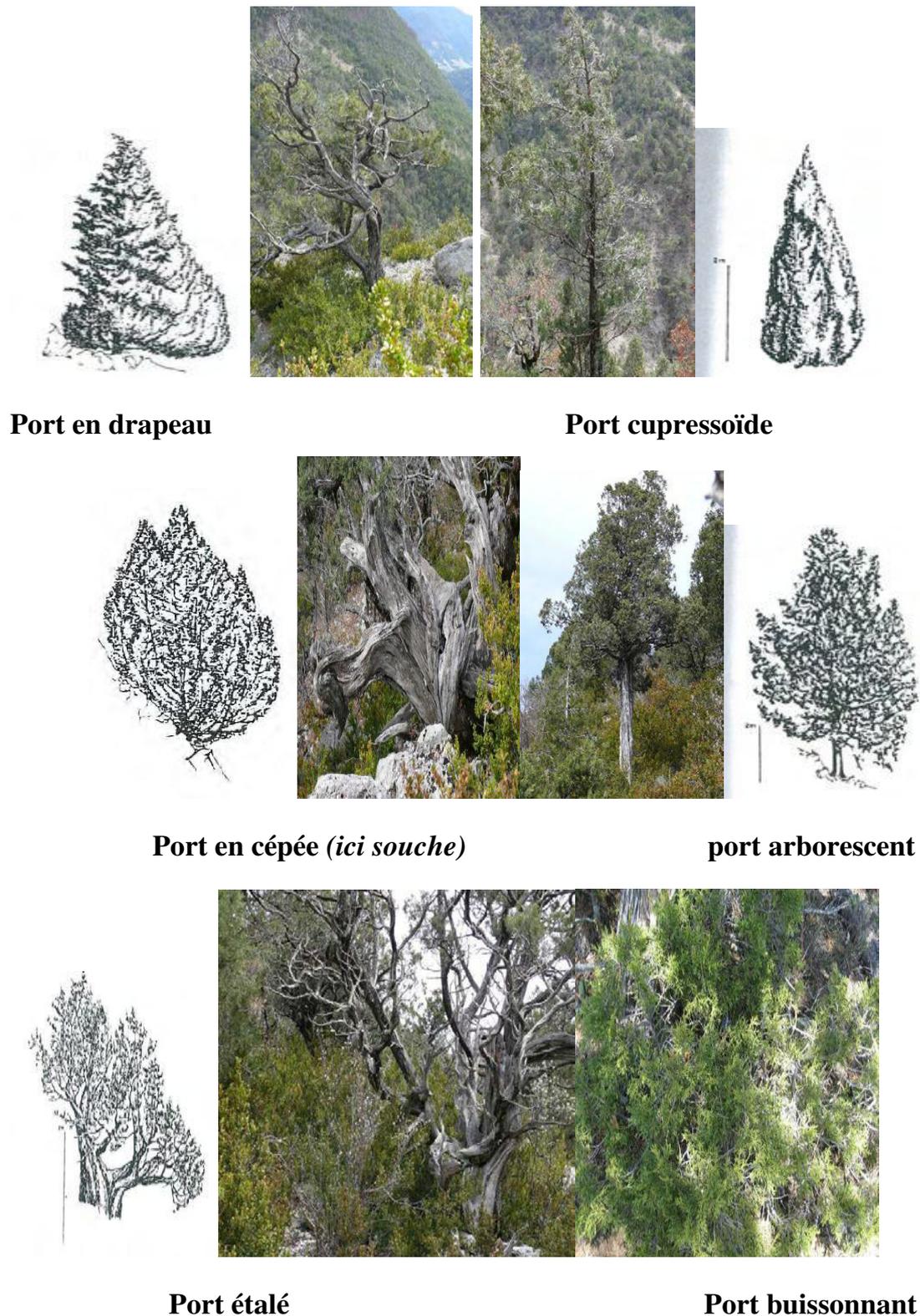
Le Genévrier thurifère est un arbre ou arbuste généralement dioïque. Bien que dans certaines stations des alpes françaises et en corse, des individus monoïques aient été rencontrés (Borel et Polidori, 1983 ., Conrad, 1986). De même qu'en Espagne et dans le Moyen Atlas (Montès N, 1999). La taille des Genévriers thurifères est très variable en fonction de l'âge évidemment mais aussi des conditions situationnelles où ils croissent.

Suivant les stations les individus ont de taille très variable. Les individus les plus hauts, jusqu' à 20 m, se rencontrent généralement en Espagne (Blanco Castro *et al*, 1997 in Lathuillière, 1994). C'est certainement au Maroc, que l'on peut trouver les Genévriers thurifères aux dimensions les plus impressionnantes : si la hauteur ne dépasse pas 20 m (de tels arbres sont rares), le diamètre peut atteindre plusieurs mètres. Il existe d'ailleurs un thurifère de 5 m de diamètre (16 m de circonférence) (Gauquelin et Badri, 1994 in Lathuillière, 1994).

#### **3.2. Structure**

Cette espèce présente un port très variable, sous l'influence de différents facteurs (endogènes et exogènes).

Dans les Aurès les thurifères sont majoritairement multicaules .Toutefois un nombre important de pieds de thurifère unicaule a été observé. D'autre part en raison de la mutilation répétée des branches et le pacage des bourgeons terminaux, l'arbre a souvent l'allure d'un grand champignon ligneux à tronc court et trapu (Meftah *et al*, 2001). Possédant un morphotype conique, quand l'arbre est protégé contre la mutilation répétée des branches (Beghami *et al*, 2013).



**Figure 01** : Différents types de ports (principaux) du *Juniperus thurifera* L (Coussy B, 2008)

La structure multicaule du Genévrier thurifère pourrait constituer un avantage adaptatif à un environnement sévère, caractérisé par des conditions topo-édapho-climatique, cette espèce pouvant atteindre parfois douze troncs par un même arbre (Bertaudière *et al*, 1999).

### 3.3. Le feuillage

L'une des particularités du feuillage des Thurifères, est qu'il est d'un beau vert foncé chez les jeunes sujets au port cupressiforme, alors qu'il prend une teinte bleu-grisâtre lorsque l'arbre vieillit.

Le feuillage sempervirent du Genévrier thurifère, est constitué comme pour les autres espèces de la section Sabina, de feuilles en forme de petites écailles charnues appelées feuilles squamiformes, de type cupressoïde. Par ailleurs, assez fréquemment, apparaissent des formes juvéniles sur les régénérations, les jeunes sujets ou les nombreux rejets du tronc ont une forme aciculaire, mais sont en fait des écailles pointues, deviennent également pointues lorsque les rameaux ont 2-3 ans et commencent à se lignifier, cela est particulièrement visible lorsque la croissance est forte .



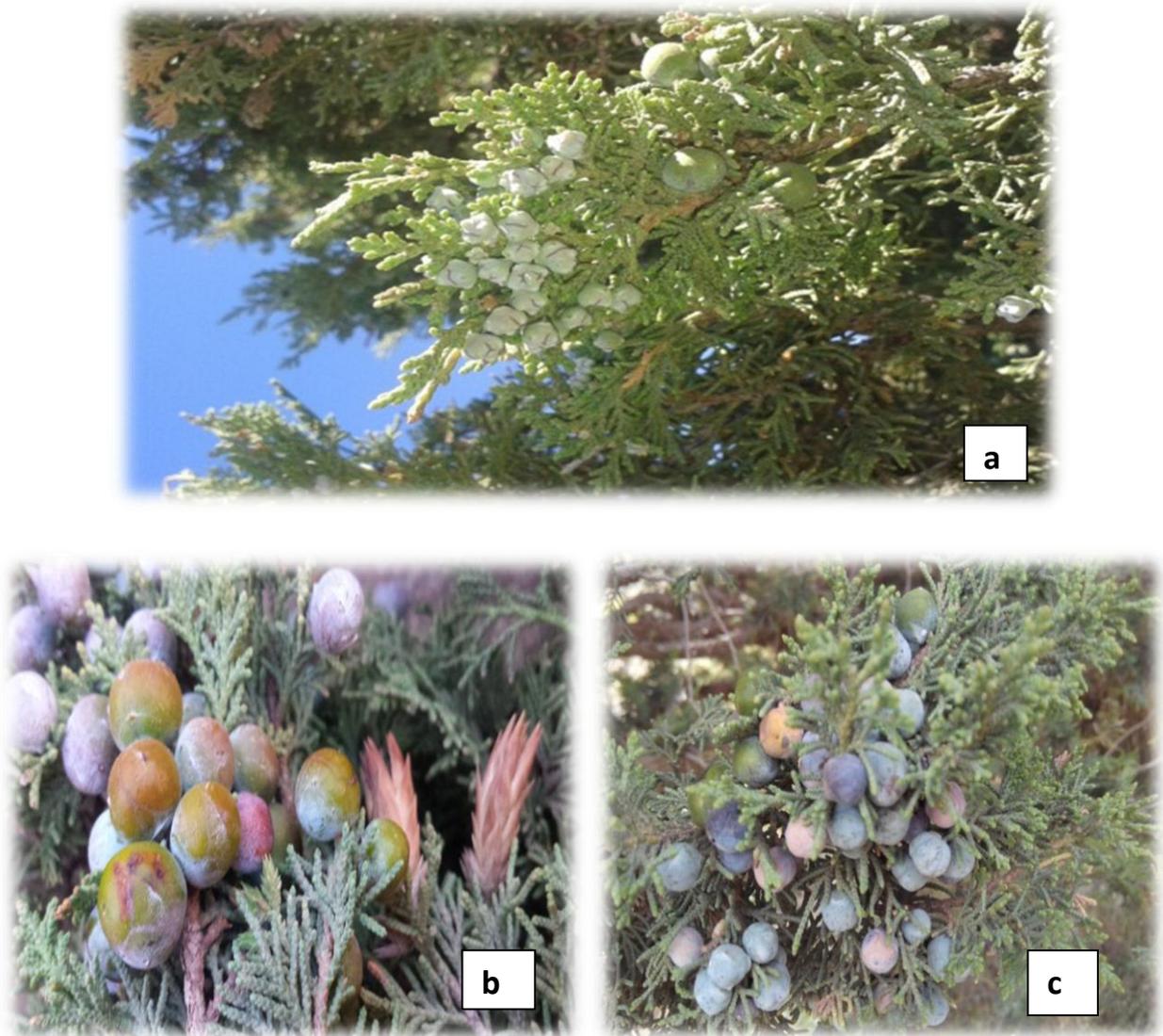
**Figure 02 :** Feuilles de Genévrier thurifère (a) et régénération naturelle (b) (Potos personnelles)

Toutes les feuilles (squamiformes et pointues) sont disposées par quatre, opposées décussées, souvent lâchement imbriquées, mais parfois et surtout au niveau des formes de jeunesse, une disposition terne peut apparaître. Elles portent une dépression glandulaire (poche sécrétrice très odorante), dorsale (face extérieure) et centrale de l'ordre de 0,5-1mm, légèrement translucide (Lathuillière, 1994).

Le Genévrier thurifère est une essence sempervirente à grande longévité foliaire, c'est un conifère qui perd ses écailles foliaires le plus tôt, ceci étant en rapport direct avec sa grande adaptation aux conditions d'aridité extrême, et plus le déficit hydrique est précoce, plus l'abscission foliaire est rapide (Escudero et Arco, 1987).

### **3.4. Les cônes femelles (galbules)**

Le galbule est la dénomination botanique du faux-fruit charnu des Genévriers (strobile bacciforme) (Lestra ,1921). Il est solitaire, subglobuleux, à écailles distinctes, bleu-noirâtre ou brun-grisâtre (mais il peut prendre aussi des teintes violettes, rougeâtres ou jaunâtres en fonction du stade de développement), recouvert d'une pruine bleuâtre.



**Figure 3 :** Nouveaux galbules pointues (a), galbules en maturation (b) et galbules matures (c) du Genévrier thurifère (Photos personnelles)

Après la pollinisation printanière, il y a une phase correspondant à la formation et la croissance du galbule, modification de la disposition des pièces et accroissement général du cône traduisant la fécondation. Les tissus des pièces fertiles, soudées à la base, deviennent charnus, puis leurs parties libres se réduisent à mesure que la croissance du galbule s'effectue (elles formeront 4-6 petites pointes sur le galbule mûr). Celui-ci atteint sa taille définitive en octobre-novembre de la même année sont charnus, subglobuleux de couleur noir bleuâtre, et contiennent 2 à 4 graines suivant la variété (Lathuillière, 1994). Bien que selon Gauquelin *et al* (1999), les Thurifères au Maroc ne contiennent généralement qu'une seule graine, dont la maturité est atteinte au bout de deux ans.

### **3.5. Les fleurs mâles**

Sont des chatons terminaux, situés sur de courtes ramilles dressés et disposés latéralement le long des jeunes rameaux (1 à 5 mm). Ils sont réguliers, subglobuleux à quatre angles nettement marqués, avec 5-8 verticilles d'étamines peltées, opposées et décussées, sont réunis en inflorescences à la partie terminale des ramilles, et formant un chaton condensé de forme globuleuse.



**Figure 04:** Fleurs mâles du Genévrier thurifère mâle (Photo personnelle)

### **3.6. Les graines**

Les graines (appelées aussi nucules) sont relativement grosses (5mm), non ailées, angulaires, irrégulières, élargies à la base, lisses.

Elles sont formées d'un tégument épais et osseux (Lestra, 1921). Leur nombre est variable de (1 à 5-6), et a permis de différencier les deux sous-espèces *Juniperus thurifera ssp Africana et thurifera* (Gauquelin *et al*, 1988).



**Figure 05** : Graines de Genévrier thurifère (Photos personnelles)

### **3.7. Les branches**

Les branches sont souvent très nombreuses, que ce soit sur les jeunes sujets (à houppier plus ou moins dense) ou sur les plus âgés (houppier plus ou moins dense mais très développé), représente une part importante de la biomasse de l'arbre (30% en moyenne) (Badri *et al*, 1994).

En effet, elles sèchent et persistent très longtemps sur l'arbre, de telle sorte qu'il y a très peu de branches mortes au sol. Cela a été également constaté par Escudero *et al* (1987). L'élagage naturel est pratiquement nul et les rares branches au sol ont été cassées par le bétail ou les chutes de pierres.

### **3.8. Rameaux - pousses - bourgeons**

Les rameaux du Genévrier thurifère sont donnés par la plupart des auteurs anciens ou récents comme quadrangulaires ou sub-quadrangulaires, mais ce critère comme beaucoup d'autres n'est pas toujours constant, et au Maroc notamment, ceux-ci peuvent être cylindriques voire même aplatis (Gauquelin et Badri, 1994).

Les rameaux des jeunes sujets, portent des feuilles aciculaires de même que les petites repousses qui se développent souvent en petites touffes compactes sur les branches ou le tronc des arbres.

Les ramilles persistent pendant un certain nombre d'années (2 à 4), mais elles finissent par tomber encore couvertes de feuilles (Spach 1841 in Lathuillière, 1994).

Les bourgeons sont nus, très peu. Il y a un bourgeon potentiel à l'aisselle de chaque feuille, de sorte que l'arbre supporte les tailles et les mutilations (Rameau *et al*, 1993).

### **3.9. Racines**

Les Genévriers thurifères les plus gros, développent souvent des systèmes racinaires puissants, fortement ancrés dans le sol, d'une ampleur étonnante, sur une surface bien plus grande que celle du houppier, et il n'est pas rare de trouver des racines à 10-15 mètres de tout arbre ou de toute souche (Lathuillière, 1994).

## **4. Répartition**

Le Genévrier thurifère est une espèce dont l'aire de répartition est limitée à la partie occidentale du bassin méditerranéen, présent en Italie, en France, en Espagne, au Maroc et en Algérie. Cette arbre présente non seulement une distribution très morcelée, mais également inégalitaire (Montès, 1999).

### **4.1. Dans le monde**

- **En Espagne**

Le nom le plus largement répandu est celui de *Sabina albar* ou encore *enebro* (Blonco Castro *et al*, 1997).

On le trouve dans les provinces de Murcie, Albacete, Guadalajara, Cuenca, Teruel, Soria, Segovie et Burgos. Son aire géographique, très étendue mais discontinue, atteint une superficie actuellement estimée à environ 150 000 ha, soit 1% du couvert forestier espagnol (Gauquelin *et al*, 1999).

- **En Italie**

En Italie cette espèce porte le nom de *ginepro turifero* ou *genepro spagnolo* (Rameau *et al*, 1993). Sa découverte est très récente, existe dans deux localités des alpes : Valdieri, dans la vallée de Gesso sur calcaire et Moïolo, dans la vallée de Stura sur substrat acide (Barbero *et al*, 1987 in Gauquelin T, 1999).

- **En France**

Le Genévrier thurifère est localisé dans les Alpes, les Pyrénées, et en Corse-bien répandu dans les Alpes du Sud, plus rare au Nord (Gauquelin *et al*, 1998). Il porte plusieurs noms locaux, tels le Savinier (Fournier, 1948) le Chaî (Lathuillière, 1994), Loû savin (Charras, 1993), Mourrenc (Lathuillière, 1994), où le nom le plus ancien Sabine en arbre, ainsi que des appellations plus régionales, Cèdre d'Espagne, Genévrier d'Espagne, Genévrier à encens ou Genévrier porte encens (Rameau *et al*, 1993).

- **Au Maroc**

Au Maroc, le Genévrier thurifère est connu sous différents noms « Aiwâl, Tawalt, Androuman ». Se rencontre essentiellement dans deux grands ensembles montagnards : le haut Atlas et le moyen Atlas (Montès, 1999). On trouve cependant quelques formations à Genévrier thurifère dans l'Anti-Atlas en 2000 m et 2500 m (Gauquelin T, 1999).

Son aire actuelle est d'environ 31000 ha, alors que sa surface climacique est estimée à plus de 300000 ha (Boudy 1985 ; Ouhmidou *et al*, 1994), ce qui est révélateur de la dégradation intense des peuplements.

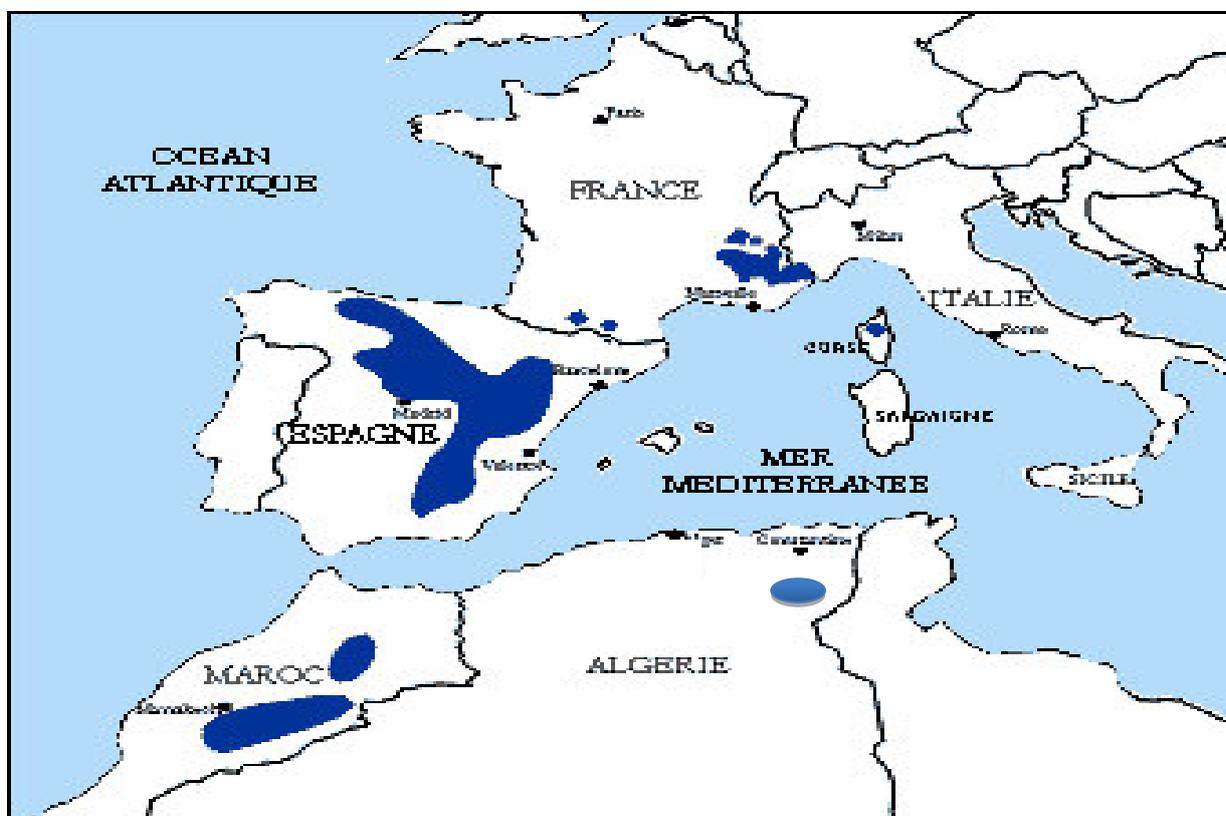


Figure 06 : Répartition mondiale de *Juniperus thurifera* (Montès, 1999)

## **4.2. En Algérie**

D'après Boudy (1952), le Genévrier thurifère est extrêmement rare en Algérie et se localise seulement dans les Aurès sous forme des peuplements clairs.

L'étude faite par Meftah *et al* (2001), met en évidence cinq zones réparties dans les Aurès (figure 07).

### **- Station d'Ain El-Beida (Tkout)**

Peuplement très clair situe entre 1300 à 2000 m d'altitudes dont le nombre de pieds estimés à environ 4000 dont 10% d'arbres femelles portant les graines généralement peu productifs.

### **- Station d'Oued Abdi (Zana)**

Le Genévrier thurifère se trouve dans cette zone à l'état de peuplements isolés (Zana, comptant environ 8000 sujet dont 1600 femelles. La limite altitudinale inférieure est de 1300 m, et peut aller avec le chêne vert jusqu'à 2100 m (Mahmel).

### **- Station Tibhirine et Ichmoul**

Dans cette zone, le Thurifère se localise sur les versants Nord entre 1400 m et 1800 m en formant des peuplements clairs avec le chêne vert et le frêne épineux.

### **- Station S'gag**

Dans des conditions climatiques, en présence du chêne vert, le Thurifère côtoie le Cèdre jusqu'à 2100 m d'altitude. Il est cependant important de signaler la présence de jeunes plants témoignant d'une régénération naturelle.

### **- Station Chélia et Tafrent**

Sur la station Oued Tidir (Bouhmama) à 1800 m, une vingtaine de sujets ont été comptabilisés en présence du cèdre et du chêne vert.

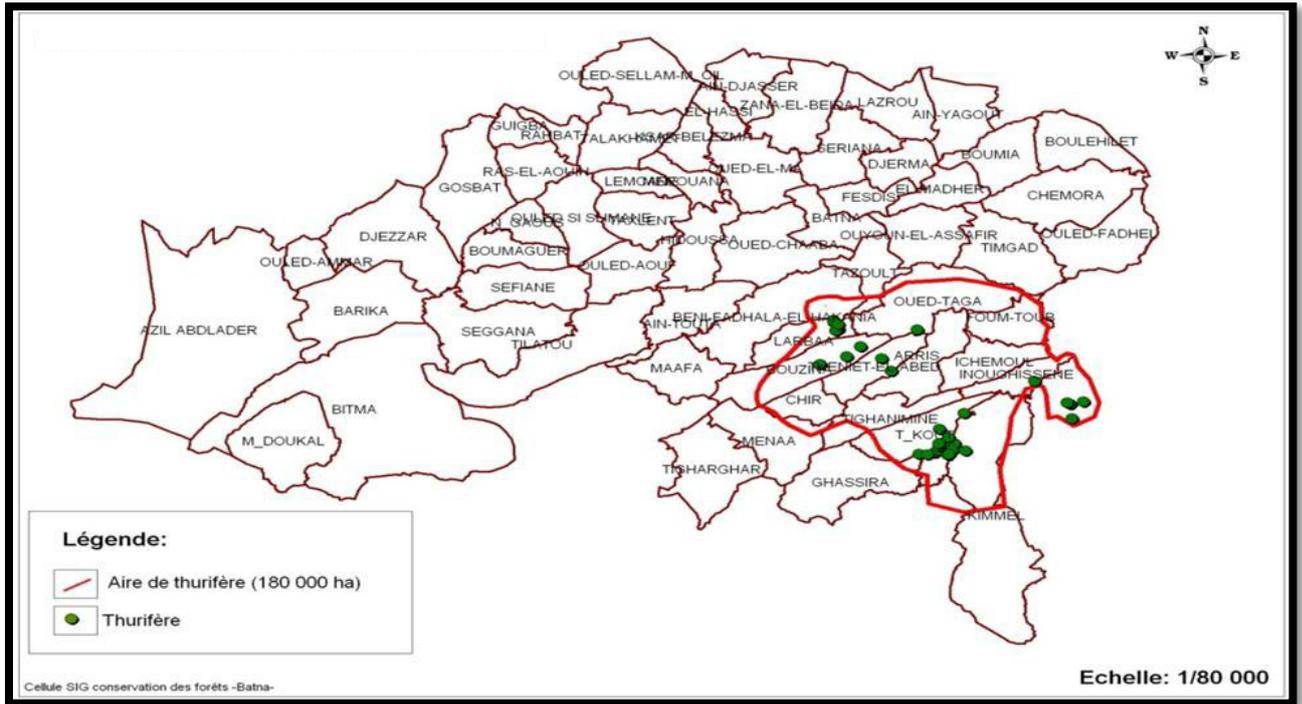


Figure 07 : Localisation du *Juniperus thurifera* dans les Aurès (Conservation des forêts, Batna)

## 5. Phénologie de Genévrier thurifère

### 5.1. Floraison

Le Genévrier thurifère est une espèce dioïque, c'est à dire que les pieds mâles et les pieds femelles sont différenciés mais accidentellement, dans certaines stations des alpes françaises et en corse, on trouve des individus monoïques (Montès, 1999).

Les fleurs mâles sont des chatons terminaux, situés sur de courts ramilles dressés et disposés latéralement le long des jeunes rameaux (1 à 5mm) (Lestra, 1921 ; Lemoine S, 1967).

Les chatons mâles apparaissent aussi dès l'été de l'année précédente, de sorte que nous pouvons trouver sur les mêmes branches, des chatons de l'année, jaunes, de l'année précédente, bruns et de l'année suivante encore verts.

Les fleurs femelles sont situées en position terminale sur de courts ramuscules. Les cônes du Thurifère sont à pièces opposées avec une columelle (pièces stériles qui terminent le cône) et deux verticilles développés dont, généralement, un fertile et à 4, 3 ou 2 ovules axillaires. Rarement, il peut y avoir deux verticilles fertiles et 5-6 graines se forment (Lemoine S, 1968).

La floraison se déroule de février à mars. Les cônes femelles apparaissent d'août à septembre de l'année précédente, les fleurs mâles dès l'été de l'année précédente (Lathuillière 1994).

L'ovule est dressé (orthotrope) et au moment de la fécondation, il comporte un nucelle libre jusqu'à la base du tégument (Sébastien C, 1958).

## **5.2. Fructification**

La fructification est assez tardive, en liaison avec la longévité du Genévrier thurifère. Widmann (1950), indique 50 ans, lorsque les arbres sont en situation écologique difficile (en falaise), des fleurs ou des galbules peuvent apparaître vers 25 ou 30 ans seulement, ce qui sur le plan biologique est logique.

La maturation des galbules, qui se traduit par un ramollissement des tissus des galbules (d'où la formation d'une sorte de baie) est terminée à la fin de l'été de l'année suivante soit environ deux ans après l'initiation du cône (Roques *et al*, 1984). L'apparition des galbules se produit en Aout- Octobre, leurs maturations demandent un peu plus de 18mois (Lathuillière, 1994).

## **6. Croissance**

Le thurifère étant un arbre de haute montagne, il jouit d'une grande résistance physiologique et atteint des âges très avancés, 500 ans sans doute.

Au Nord d'Afrique le thurifère est très âgé où certains sujets peuvent atteindre 500 ans en Algérie (Boudy, 1950).

Le Genévrier thurifère montre généralement un développement racinaire par rapport à son houppier, d'autre part si sa croissance radial habituelle est lente (1-1,5mm /an), il peut arriver à la multiplier par trois en profitant de deux ou plusieurs périodes favorables au printemps, en été, en automne (Camarero, 2006).

Les Genévriers thurifère d'une hauteur inférieur de 1m, ne présente toujours qu'un seul tronc. Le développement de plusieurs tiges ne semble donc se manifester qu' à partir d'un certain âge. Les Genévriers thurifères, grâce à des adaptations leurs permettant notamment une modulation de la croissance en fonction des disponibilités hydriques et une seconde phase de croissance en fin d'été (Provoquant des cernes doubles compliquant l'estimation de l'âge des arbres) (Bertaudière *et al*, 1999).

Pour estimer l'âge d'un arbre, l'une des méthodes les plus utilisées est la dendrochronologie. Le carottage sur chaque thurifère étant impossible en raison de vieillissement

et de la dureté du bois de cette espèce. Il a été proposé d'estimer l'âge des individus grâce à la circonférence à la base (C), en déterminant le rayon moyen (r), puis d'estimer l'âge grâce à l'accroissement radial (Coussy B *et al*, 2013).

$$A = r / CR$$

La valeur de CR choisie se base sur la bibliographie (Coussy B *et al*, 2013).

## **7. Régénération**

En Algérie, la régénération du Thurifère est difficile, souvent inexistante, elle peut être cependant facilitée lorsque le chêne vert se mêle au sous-bois (Meftah *et al*, 2001).

Au Maroc, la plupart des auteurs, (Boudy, 1950 ; Lemoine-S, 1965 et Gauquelin ; Ouhammou, 1991), signalent que la régénération naturelle des thurifères est très difficile voire inexistante, bien que les sujets porte-graines soient nombreux, et l'avenir de ces formations est gravement menacé en raison des multiples dégradations dont elles font toujours l'objet.

En France, la régénération est assez bonne sur l'ensemble de l'aire de répartition du Thurifère, que ce soit au niveau des friches, des anciennes pelouses et cultures, en pleine recolonisation, ou dans les peuplements plus anciens et de plus grande importance : vallon de Molières (Borel et Polidori, 1983),

D'après Sébastien (1958), les nucules de Thurifère ont un double dormance, c'est-à-dire qu'elles ont besoin de deux périodes de froid, l'une pour induire la post-maturation de la radicule, l'autre pour supprimer la dormance de l'épicotyle, qui a commencé à se développer pendant la période plus chaude intermédiaire.

Sébastien (1958), a noté que « le genre *Juniperus* » est connu pour avoir une germination difficile et particulièrement *Juniperus thurifera*.

A cause du vieillissement des arbres de Genévrier thurifère, ils ne peuvent pas produire une grande quantité ou une quantité suffisante de graines (Abdessemed, 1981).

Des expériences menées par (Badri, 2003) in (Lathuillière, 1994), montrent que sur plus de 1000 nucules (d'origine marocaine) plantées, seules quelques-unes se sont développées complètement avec formation d'une plantule.

L'influence néfaste du surpâturage, les chèvres non seulement broutent les jeunes pousses, mais elles participent aussi à la dégradation et à l'enterrement des sols, les mutilations par

l'homme sont aussi nuisibles car en diminuant le houppier des arbres, le micro climat sous couvert diminue et les précipitations augmentent l'érosion du sol (Lathuillière, 1994).

Les xérophytes en coussinet et des plantes "nurses" jouent un grand rôle dans la régénération de la thuriféraie et, dans la préservation des potentialités de régénération du peuplement (Montès, 1999).

L'influence des insectes et acariens exploitant les structures reproductrices des conifères, susceptibles de limiter de manière notable les potentialités de régénération de ces essences, en réduisant le nombre de graines viables (El allaoui *et al*, 1999).

L'ingestion des graines de thurifère par les oiseaux : les Grives et les Corvidés (Geai, Corneille noir et Choucas, etc.) et leurs rejets avec les excréments pourraient être un facteur améliorant (Fertin, 2010).

Joachim J (2004), a mis en évidence une liste d'espèces frugivores pouvant participer à la dispersion locale des graines de *Juniperus thurifera*. Il s'agit du Rouge gorge (*Erithacus rubecula*), de la Grive musicienne (*Turdus philomelos*), du Merle noir (*Turdus merula*), de la Grive draine (*Turdus viscivorus*), de la Fauvette à tête noire (*Sylvia atricapilla*), du Rouge queue noir (*Phoenicurus ochruros*) et de la Fauvette des jardins (*Sylvia borin*). Fait également partie de cette liste l'Accenteur mouchet (*Prunella modularis*), mais les graines peuvent être endommagées par son tractus digestif.

Blasco-Zumeta (2000), note cependant que la Linotte mélodieuse (*Carduelis cannabina*) et le Bruant fou (*Emberiza cia*) picorent les excréments des Grives et peuvent donc peut-être éliminer les graines disséminées correctement.

## **8. Ecologie de l'espèce**

### **8.1. Tempérament de l'espèce**

Un caractère commun aux Genévriers, est qu'ils colonisent les stations dont ne peuvent se contenter les autres essences forestières. Le Genévrier thurifère excelle dans ce domaine (Lathuillière, 1994). Dernier représentant de la végétation en haute montagne et dans les conditions écologiques les plus sévères. Le Genévrier thurifère présente des capacités remarquables de résistance aux environnements hostiles. Il ne craint ni la sécheresse, ni le froid, donc c'est un arbre doué d'une vitalité physiologique très puissante (Rameau *et al*, 1998).

## **8.2. Altitude**

Sur les versants Nord, d'une façon générale, le Genévrier thurifère se rencontre à partir de 1300 mètres. Sa limite inférieure se situe donc sur les versants méridionaux vers les 1700 m, alors que sa limite supérieure est de 2000 m, cependant des individus isolés peuvent pratiquement arriver jusqu'à 2050 m (cas de la station Ain-Beida : Tkout) (Meftah *et al*, 2001).

Notons que la limite supérieure de 2000 m est largement dépassée au Maroc, où le Thurifère monte jusqu'à 3150 m (Grand Atlas) (Boudy, 1950).

## **8.3. Climat**

Le Genévrier thurifère est un arbre de haute montagne au climat sec aride continental et froid en hiver. Peut supporter d'assez longues périodes de gel (Lathuilière, 1994). Il est assez difficile, faute d'observation, de donner des indications précises sur ses exigences climatiques. Cantonné en haut altitudes, il ne se rencontre que rarement dans les zones recevant plus de 800 mm de pluie (Boudy, 1950).

Il est probable qu'il se contente de 400 à 500 mm de pluie. Il supporte également des températures très basses (-25°C par exemple). Il est signalé aussi comme très héliophile (Emberger, 1942).

## **8.4. Exposition**

Elle joue un rôle dans la répartition des pluies et par conséquent du Genévrier thurifère. A la limite méridionale de son aire, le Thurifère existe sur les versant Nord à Nord Est ; c'est le cas des thuriferaies de Tibhirine, S'gag Thniet Elbaâli, Zana, Ichmoul, Nirdi et Chelia. Cependant, en raison de l'altitude et ci cantonné les versants Sud a Sud-Ouest (cas des stations : Ain El Beida, T'kout, Ras Guedlen, S'gag (Meftah *et al*, 2001).

## **8.5. Sol**

Il se rencontre sur un sol calcaire et basique, à l'origine d'un sol brunifié plus ou moins carbonaté, riche en bases, en humus de forme xéromull, à pH neutre ou légèrement acide (Rameau *et al*, 1998). Leurs falaises rocheuses sont alternées avec des couches marneuses ayant toujours une exposition à fort insolation (Archiloque et Borel, 1965).

## **8.6. Roche Mère**

Quand on observe la répartition de l'ensemble des thuriféraires Nord Africaines, on constate que les calcaires constituent de loin l'élément le plus important particulièrement au Maroc (Boudy, 1950).

En ce qui concerne les stations Aurassiennes le calcaire constitue des couches alternant avec les marnes.

## **8.7. Milieu Végétal**

Les peuplements de Genévrier thurifère sont pour la plupart très clairs, sans sous-bois, ni semis et composés de vieux et gros arbres. Le sous-bois quand il ne fait pas défaut est généralement formé de chêne surtout en forêts suffisamment serrées.

## **9. Phytosociologie**

Dans l'ensemble, les thuriféraires sont assez hétérogène au niveau floristique. Une seule espèce ligneuse commune à la majorité des thuriféraires : *Bupleurum spinosum*. Cette observation a déjà été signalée à plusieurs reprises par plusieurs auteurs (Ouhamou, 1986) dans la vallée de l'Ourika, (Gauquelin, 1988) sur l'ensemble du Maroc.

L'absence d'espèces compagnes particulièrement liées au Thurifère, dont la majorité des espèces se retrouvant dans d'autres formations, explique la non-existence d'associations propres aux Genévrier thurifère (Quézel, 1957). Cependant, Quézel et Barbero (1981), ont créé un ordre nouveau « Junipero-Quercetalia » qui regroupe des formations présteppiques à déterminisme thermique prépondérant, et dont de nombreuses thuriféraires principalement du Haut Atlas font partie.

Barbero et Quézel (1981), parlent pour les thuriféraires (plus généralement les Genévriers) du Maroc de «formations forestières, ou mieux arborées, pré-steppiques, apparaissant le plus souvent constituées par un piqueté arboréen clairsemé, où le recouvrement de la strate arborescente et arbustive ne dépasse généralement pas 40 à 50%, mais qui peut devenir toutefois localement quasi-fermé. En sous-strate, le nombre des espèces phytosociologiquement significatives est réduit, et il apparaît alors un cortège souvent important d'éléments se rapportant à la végétation des fruticées et pelouses voisines».

Ils les considèrent comme de véritables groupements climaciques et créent une nouvelle classe, celle des Ephedro-Juniperetea, avec comme espèces caractéristiques : *Juniperus phoenicea* subsp. *phoenicea*, *J. oxycedrus* subsp. *rufescens*, *Ephedra major* var. *villarsii*, *Ephedra fragilis* subsp. *cosonii*. Cette classe sans doute exclusivement Nord-Africaine, peut se subdiviser en deux ordres :

- Celui des Ephedro majoris-Juniperetalia phoeniceae : formations pré-steppiques à déterminisme xérique ; au supra, méso et thermo-méditerranéen - aride, froid, frais et tempéré surtout.
- Celui des Junipero thuriferae-Quercetalia rotundifoliae : formations pré-steppiques à déterminisme thermique ; supra, montagnard et oro-méditerranéen (semi-aride froid et très froid, sub-humide très froid et humide extrêmement froid), caractérisé par *Berberis hispanica*, *Buxus balearica*, *Cotoneaster nummularia*, *Crataegus laciniata*, *Fraxinus dimorpha*, *J. thurifera* var. *africana*, *Lonicera arborea*, *Quercus rotundifolia*, *Ribes atlanticum* et *Rosa sicula*.

En Algérie, la plupart des peuplements de *Juniperus thurifera* sont très dégradés et l'évolution naturelle est complètement faussée voire figée par les actions anthropiques. Il est alors délicat de tenter de définir des statuts dynamiques pertinents.

En Europe et en Espagne tout spécialement, la Classe des *Pino-Juniperetea* (Rivas-Martinez, 1963), occupe une situation écologique, bioclimatique et altitudinale très comparable à celle que présente au Maroc les *Junipero-Quercetalia* (Quézel et Barbero, 1981). D'ailleurs, Rameau (1994), note que la classification phytosociologique n'est pas encore satisfaisante.

## **10. Intérêts et usages du Genévrier thurifère**

Le Genévrier thurifère est une espèce présente de nombreux intérêts tant écologiques qu'historiques, culturels ou économique, forment des paysages très particuliers, façonnés par des siècles d'histoires, de civilisation agropastorales et d'évolution naturelle.

Le Genévrier thurifère est un arbre d'un grand intérêt forestier, biologique et écologique puisqu'il est endémique des pays riverains de la méditerranée occidentale.

Le Genévrier thurifère joue un rôle important dans la montagne et présente un grand intérêt scientifique en tant que relique botanique (Emberger, 1930).

Selon Gauquelin *et al* (1999b), en plus de son intérêt socio-économique, le Genévrier thurifère joue un rôle écologique important, puisque sa conservation permet de maintenir une richesse en biodiversité et qu'il joue un rôle dans la protection des versants.

Le Genévrier thurifère, a été utilisé de diverses façons au cours des derniers siècles (Montès, 1999).

- Du fait qu'il soit odorant. Le Genévrier thurifère a servi d'encens, d'où son nom thurifère signifiant littéralement « porte-encens » (Lathuillière, 1994).

- Il a aussi été utilisé en ébénisterie, lit en thurifère pour éloigner les punaises (Charras, 1993)

- Le Genévrier thurifère est utilisé comme essence de reboisement en Espagne (Ruiz delcastillo *et al*, 1999).

- Fabrication de « gin » (genièvre) à partir des galbules, destinées à l'exportation vers la Hollande (Lucas Santaloya, 1998).

- En médecine vétérinaire, décoction des galbules pour réaliser les insecticides contre les parasites des cochons (Archiloque et Borel, 1965).

- Les branches de Genévrier thurifère, à la forte odeur destinée à attirer les essaims, disposées au voisinage des ruches par les apiculteurs au moment de l'essaimage, (Archiloque et Borel, 1965).

- Au Maroc, principalement utilisé pour réaliser des charpentes et des linteaux, et aussi comme fourrage consommé frais et sur place pour les chèvres (Badri, 2003).

- Utilisation des galbules pour calmer les maux de dents ; en les mâchant et pour arrêter les saignements de gencives (Bellakhdar, 1997).

- Pour le cas des Aurès (Algérie), il semblerait qu'il aurait un usage thérapeutique dans le problème des contusions, il est utilisé comme plante fourragère d'où sa grande mutilation remarquable surtout à l'état jeune, l'utilisation la plus marquée est sous forme de traverses.

## **11. Pathologie**

Des études ont été faites sur les composés du bois du Genévrier thurifère, qui est apparu comme répulsif et résistant à l'Isopète *Reticulitermes lucifugus* (Benito Martinez, 1960) ainsi qu'à d'autres insectes phytophages (Charras, 1993). Par ailleurs, le feuillage du Thurifère est

riche en essence (terpènes, tanins), ce qui limite le cortège parasitaire (entomologique essentiellement) (Lathuillière, 1994).

- **Les insectes associés au Genévrier thurifère**

D'après Cleu (1926), les insectes ne constituent donc vraisemblablement qu'un facteur limitant mineur des processus de régénération des peuplements de *Juniperus thurifera*, en dépit des taux d'attaques élevés fréquemment observés au niveau des galbules (Gaussard, 1984).

El Allaoui el Fels (2006), a recensé un acarien et six insectes. Ces ravageurs ont été préalablement identifiés comme principales espèces attaquant les galbules et les graines du Genévrier thurifère au Maroc.

*Trisetacus quadrisetus* Thom (Acaria: Nalepellidae) / Spermatophage

*Megastigmus thuriferana*. (Hymenoptera. : Torymidae) /Spermatophage

*Contarinia* sp. (Diptera. : Cecidomyiidae) / Conospermatophage

*Nanodiscus transversus* Aubé. (Coleoptera. : Curculionidae) /Conospermatophage

*Pammene oxycedrana* Mill. (Lepidoptera. : Tortricidae) / Conospermatophage

*Argyresthia reticulata* Stgr. (Lepidoptera. : Yponomeutidae) /Conospermatophage

*Holcogaster fibulata* Germ. (Homoptera. : Pentatomidae)/Hétéroconophyte

- **Les champignons pathogènes**

Ce sont essentiellement des *Gymnosporangium* (Urédinées parasites, de type Rouille) qui provoquent sur les Genévriers des renflements noueux au niveau des branches.

Pour le Genévrier thurifère il s'agit souvent de la Pucciniacée hétéroxe *Gymnosporangium confusum* Plowright (qui peut également se retrouver sur *J. communis*). Les attaques se trouvant aussi bien à l'extrémité de jeunes rameaux qu'à proximité des grosses branches, en haut ou à la base du houppier branches (Lathuillière, 1994).

## **12. Influence des activités humaines sur le peuplement**

L'action anthropogène ne s'est pas traduite uniquement par les défrichements, mais a également touché les forêts épargnées jusque-là par leur topographie accidentée. Aussi la

dégradation a été le fait de l'augmentation des populations de pasteurs dont les troupeaux sont répandus dans les forêts.

Pour sa part, l'Aurès n'a pas échappé au phénomène de dégradation qu'a connu le bassin méditerranéen. L'analyse de l'action humaine sur les formations forestières en général et du Genévrier thurifère en particulier montre qu'en plus des conditions climatiques sévères caractérisées par des déficits hydriques (pluviométriques), les coupes, les pâturages et les mutilations diverses ont contribué à la régression de ces peuplements (Meftah *et al*, 2001).

- **L'incendie**

Bien que le thurifère soit une essence résistante au feu, il est signalé que ce dernier a toujours constitué un moyen de choix pour le défrichage ou pour l'extension des pâturages.

- **Le Parcours**

C'est l'un des facteurs dont les effets sont apparemment peu spectaculaires par rapport aux coupes et aux incendies.

Les semis sont broutés ou piétinés, ce qui constitue par conséquent une menace pour la pérennité de ces peuplements qui ne sont pas épargnés par des conditions climatiques très délicates.

## *Deuxième partie*

### *Présentation générale de la région d'étude*

## **Partie II: Présentation générale de la région d'étude**

### **1. Caractères généraux du massif de l'Aurès**

L'Aurès ou « Mont Aurasius » des latins, est un ensemble montagneux de l'Est algérien appartenant au système de l'Atlas Saharien est séparant les hautes plaines constantinoises du Sahara, il se soulevé massivement au-dessus de la plaine quaternaire de Biskra et du Zab Oriental, dont il est séparé par un rideau de collines pliocènes : chaîne de Guergitt.

Le massif est constitué par une série de plis, parmi lesquelles on trouve :

- Le Dj, Azereg qui constitue l'axe du massif et qui se prolonge après infléchissement vers l'Est par le pli du Chélia, qui présente le plus haut sommet de l'Atlas saharien (2328 m) et de Djebel Aurès.
- Le pli central est limité à l'Ouest par l'Oued Abdi et sa vallée et à l'Est par l'Oued El 'Abiod.
- Dj Mahmel (2321) à l'Ouest de Dj, Azreg se prolonge vers le Nord-Ouest par les plis orientés à l'Est de l'oued El Abiod et vers le Nord-Est nous trouvons le pli de Djebel Ferraoun. Aidel (1770) et Ras fourar. Au Sud-Ouest on trouve le Dj Ahmar khaddou (1800).

### **2. Présentation de la région d'étude**

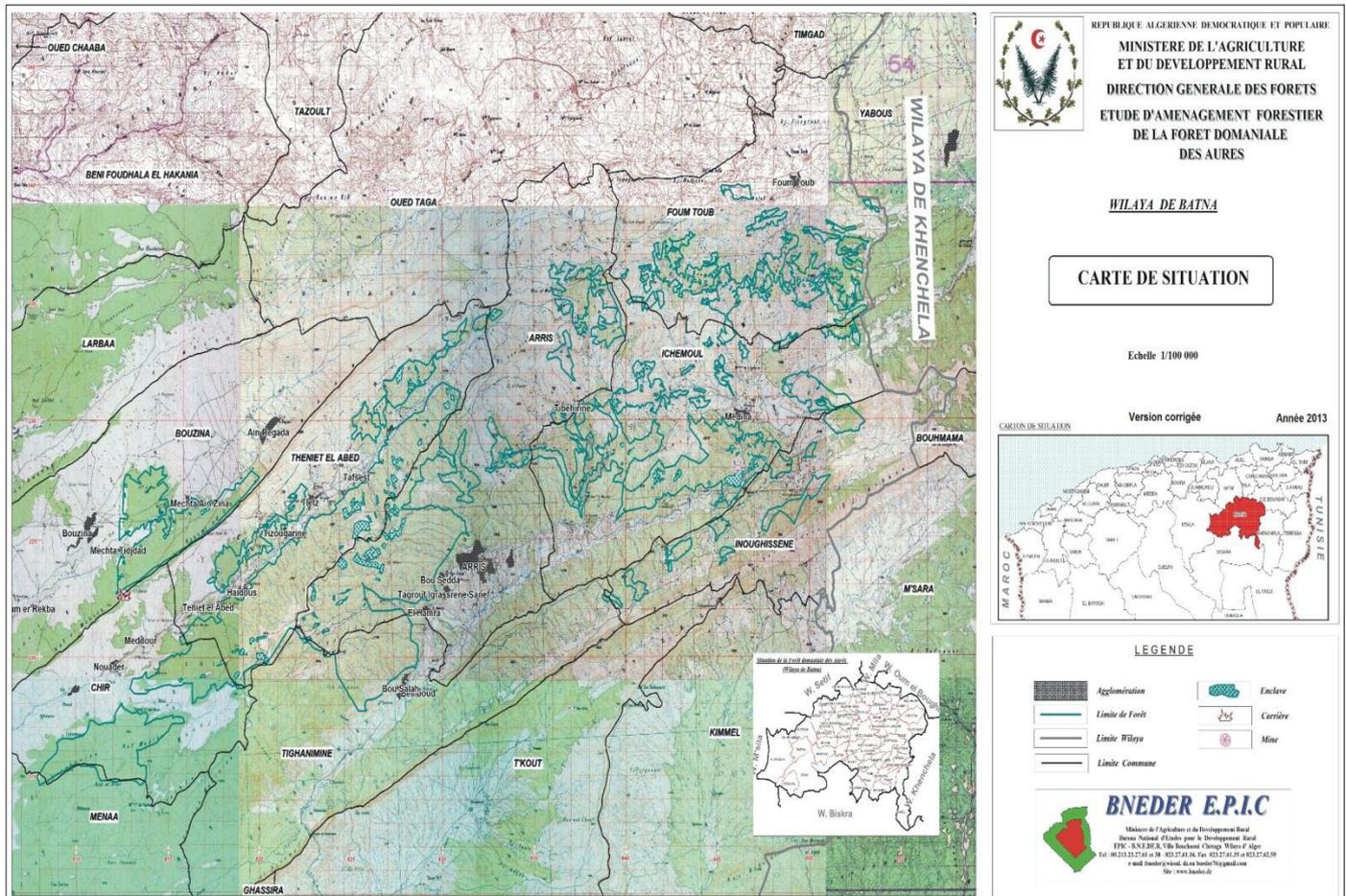
Les deux stations d'étude (Zana et Nirdi) font parties des forêts domaniales de S'gag et de l'Aurès.

La forêt domaniale de l'Aurès est située globalement au Sud et au Sud-Est de l'agglomération chef-lieu (ACL) de la Wilaya de Batna, s'étend sur 44 620 ha. Elle est limitée :

- Au Nord par la commune d'Oued Tagga ;
- Au Nord-Est par l'ACL de commune de Foug Toub ;
- Au Nord-Ouest par Djebel Mehmel ;
- Au Sud par la commune de Tighanimine, Djebel Zellatou et la vallée d'Oued Abiod ;
- Au Sud-Est par l'ACL de commune Inoughissene et Djebel Arhane ;
- Au Sud-Ouest par les communes de Menaâ, de Chir et Djebel Tharda ;
- A l'Est par l'ACL de commune Yabous (wilaya Khenchela) ;
- A l'Ouest par le chef-lieu de commune de Bouzina (BNEDER, 2014).

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

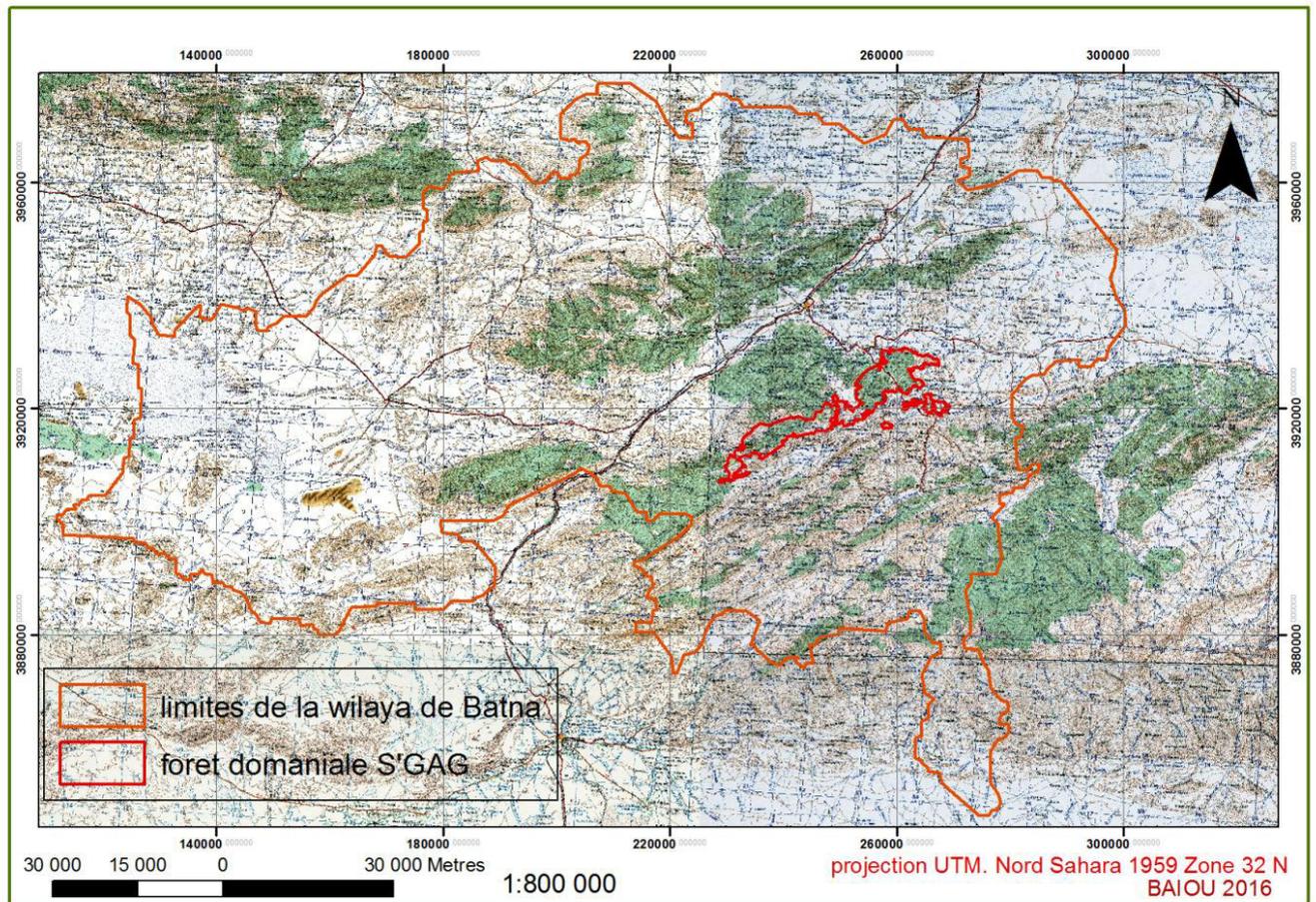
La forêt domaniale de l'Aurès s'étend sur huit (08) communes, classées par ordre d'importance comme suit : Theniet El Abed, Arris, Ichemoul, Foum Toub, Chir, Bouzina, Tighanimine, Inoughissene. Ces communes font partie de la zone montagneuse du massif des Aurès (BNEDER, 2014).



**Figure 08 :** Carte de situation de la forêt domaniale des Aurès (BNEDER, 2014)

La forêt domaniale de S'gag se trouve au Nord du massif des Aurès, Elle est limitée au Nord par Ain Touta, au Sud par Dj.Mahmel, à l'Est par Tazoult et à l'Ouest par Ain Zaatout. Elle est limitrophe des Dairates d'Arris, Theniet-El-Abed, Bouzina, Tazoult et Timgad. Elle renferme 14099 ha, forme avec les forêts d'Ich Ali et Ouled fedhala un seul massif de 79140 ha, d'une importance considérable à tous les points de vue.

Signalons que la forêt domaniale du S'gag présente des conditions écologiques particulières de part son ambiance climatique favorable, sa richesse en essences forestières (cèdre, chêne, freine épineux et particulièrement le pin d'Alep), ce qui aurait généré des conditions favorables à la régénération, d'ailleurs marquée par une présence dans le sous-bois de jeune semis en nombre assez important qui malheureusement sont souvent broutés.



**Figure 09 :** Carte de situation de la forêt domaniale de S' gag (District de Baiou, 2016)

### **3. Caractéristiques physiques**

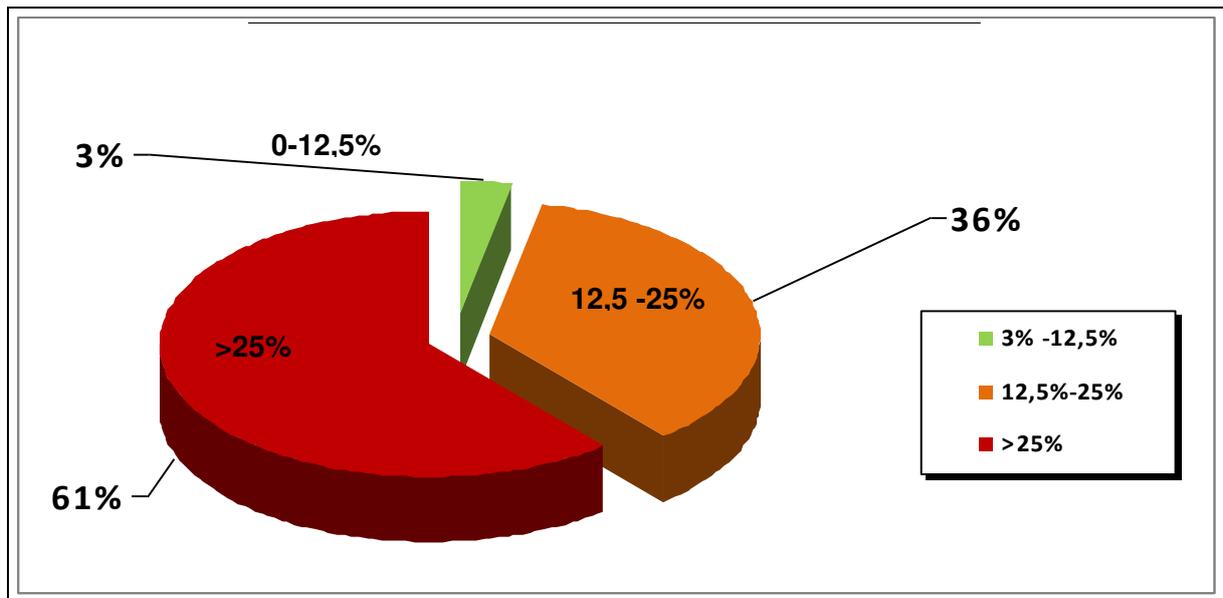
#### **3.1. Relief**

Le massif des Aurès, avec ses hautes crêtes parallèles d'orientation générale Nord-Ouest Sud-Est, est constitué selon la chaîne principale du Sud-Ouest au Nord-Est. Il est caractérisé par un relief typiquement montagneux et accidenté.

##### **3.1.1. Pentes**

La déclivité est un facteur primordial à l'analyse orographique. Il s'agit donc d'un facteur important dans la gestion des forêts, en matière de travaux d'équipement, de préparation de sol pour les reboisements et repeuplements, de traitement sylvicole pour les coupes, et aussi dans la défense contre les incendies

Selon BNEDER (2014), la superficie de la forêt domaniale de l'Aurès est répartie selon trois (03) classes de pentes bien distinctes.



**Figure 10 :** Répartition des superficies par classes de pente (BNEDER, 2014)

La forêt domaniale de S'gag s'étend sur une superficie de 14099 ha, 54,80 % des terrains ont des pentes de 12,5 - 25% (BNEDER, 2008).

### **3.1.2. Altimétrie**

Les reliefs de la forêt domaniale de l'Aurès varient de 1 000 à 2 100 m d'altitude, alors que les points culminants se répartissent comme suit :

- Djebel Ichemoul à 2 068 m, situé à l'Est du périmètre ;
- Ras el Bordj à 1 864 m, localisé dans la partie Sud du périmètre ;
- Djebel Kroumt ed Dib à 1 839 m, localisé à l'Ouest du périmètre (Bouzina) ;
- Djebel Bergoug au Nord du périmètre à 1 820 m d'altitude ;
- Djebel Taguechirt à 1 819 m ;
- Djebel Ras Draa à 1 801 m (commune Arris) ;
- Cool Baali à 1 800 m (T.E.Abed) ;
- Djebel Chaadri à 1 786 m (canton Ich Adri, et Chabet Zidane) ;
- Ich N Souder à 1 791 m, situé au Nord-Ouest de Oued Abdi ;
- Ras Imoudjene à l'Est du périmètre (1 600 m) ;
- Kef Medlès, localisé au niveau de la commune de Chir à 1 650 m d'altitude (BNEDER, 2014).

La forêt domaniale de S'gag culmine à une altitude maximale de 2000 m sur la limite Sud-Ouest formée par une bande rocheuse et descend jusqu'à 1200 m (BNEDER, 2008).

### **3.1.3. Exposition**

L'exposition des versants montagneux, a une influence capitale dans la répartition des formations forestières. Les versants Nord sont plus humides et moins ensoleillés avec de hautes altitudes. Ils sont en général mieux boisés que les versants Sud, qui sont ensoleillés et chauds portant une végétation clairsemée. Les peuplements localisés sur versants Sud se caractérisent par des densités claires à sous-bois dense.

### **3.2. Hydrographie**

Il ressort que presque 94% des terrains de la forêt domaniale de l'Aurès, sont situés dans le bassin versant du Chott Melrhir (partie Sud), le reste, soit à peine 06%, relève la partie Nord du bassin versant des hauts plateaux constantinois (BNEDER, 2014).

Le réseau hydrique de la forêt domaniale de S'gag est de type dendritique. Cela est dû à la nature lithologique du matériau parental d'une part et aux pluies torrentielles d'autre part. La partie Nord-Est de la forêt domaniale de S'gag forme le bassin de réception de l'Oued Taga, qui alimente le bassin fermé de la Sebkhah Djendli. La partie centrale à l'exposition Nord-Ouest forme une partie du bassin affluent de l'Oued Fedhala. La partie Ouest a au contraire une exposition générale au sud, bien que déversant ses eaux comme la partie centrale de l'Oued Fedhala (Meftah *et al*, 2001).

### **3.3. Aperçu géologique**

Selon le Bureau National des Etudes pour le Développement Rural (2014), Les principales composantes géologiques rencontrées au niveau de la forêt domaniale de l'Aurès sont :

Le trias : Cet étage, caractérisé par la présence de marnes accompagnées de gypse et de sel gemme, se situe sur les flancs des anticlinaux. Il affleure dans la partie Sud-Ouest du périmètre.

Le crétacé : Il forme l'ossature du massif, il est représenté par deux séries successives d'opposition très nette.

Les sols de la forêt domaniale de S'gag, sont en partie le résultat de la transformation d'un matériau primitif qui a été altéré. L'examen de la carte géologique des Aurès établie par Laffitte (1939) ainsi que sa notice explicative, ont permis de dégager le faciès lithologique qui est dominé par les marnes et les calcaires représentés stratigraphiquement par le crétacé et l'éocène.

### **3.4. Aperçu pédologique**

Selon Abdessemed (1981), les groupes de sols plus ou moins évolués dans la région des Aurès :

- Les sols bruns calcaires localisés essentiellement sur les grès du Barrémien, de l'Aptien et de l'Albien ;
- Les sols bruns calcaires avec deux faciès ;
- Le sol brun calcaire typique ;
- Le sol brun calcaire presque totalement décalcarisé en surface. Ce type de sol est localisé sur les marnes et les calcaires du Cénomaniens.

Dans la forêt domaniale de S'gag, les sols sont évolués, ils reposent sur une roche mère qui dans la plupart des cas est calcaire dolomitique. La totalité des sols rencontrés sont des Mollisols, se développant sur des matériaux secondaires (alluvions), ce qui leur confère une texture fine variant des limons aux argiles. Ils sont très pourvus en carbone organique (BNEDER, 2008).

### **3.5. Aperçu climatique**

Dans le cadre de notre étude sur le diagnostic écologique des groupements à *Juniperus thurifera*, nous avons porté une attention toute particulière aux effets du climat pouvait influencer de la flore, la faune et la phénologie.

La répartition géographique des espèces forestières est conditionnée par leurs exigences édaphiques et climatiques.

L'augmentation des contraintes hydriques et le réchauffement, auraient des répercussions sur la photosynthèse, la respiration, la croissance des arbres et affectaient la saison de croissance, le changement climatique peut conduire à des changements des habitats forestiers affectant les interactions biocénotiques.

Emberger (1942), montre que les données bioclimatiques influent considérablement sur l'individualisation des peuplements végétaux. Deux principaux paramètres sont pris en considération, les températures et les précipitations.

A défaut de stations météorologiques sur les lieux d'étude, nous avons opté pour les résultats fournies par des postes météorologiques avoisinants.

Du fait, nous avons réalisé, une correction des données climatiques basée sur des extrapolations pour différents points altitudinaux. Nous avons calculé les coefficients de correction pour les paramètres thermiques et pluviométriques. Ces coefficients nous permettent d'avoir des données plus précises concernant les points considérés.

La présente étude est basée aussi sur la comparaison des conditions climatiques entre deux périodes, l'une ancienne (**1913-1938**) qui a été obtenue à partir du recueil météorologique de Seltzer (1946), et l'autre récente (**1985-2014**) dont les données sont obtenues à partir d'une extrapolation faite avec des données fournies par la Station Régionale de la Protection des Végétaux (SRPV d' Ain Touta).

### **3.5.1. Températures**

La température représente un facteur limitant de toute première importance car, elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 1984).

Les critères thermiques utilisés en climatologie intéressent les extrêmes qui se caractérisent par les variables suivantes :

- Les températures moyennes mensuelles.
- Les températures maximales et minimales.
- L'amplitude thermique.

Pour connaître les variations de températures, Emberger (1955) utilisait celle ayant une signification biologique.

**M** : moyenne de maximum du mois le plus chaud en (°C)

**m** : moyenne de minima du mois le plus froid en (°C)

**M-m** : amplitude thermique exprime

**T= m + M/2** : température moyenne annuelle en °C.

La vie végétale se développe entre deux pôles thermiques extrêmes : la moyenne des minima du mois le plus froid (m), et la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M) (Emberger, 1942; Daget, 1977). Tout comme pour la pluviométrie, les températures sont en relation étroite avec l'altitude. Plus on monte en altitude, plus la température diminue.

## **Partie II : Présentation générale de la région d'étude**

Seltzer (1946) dans son étude sur le climat d'Algérie, préconise les gradients suivants :

- 0,7 °C de diminution pour tous les 100 m de dénivellation pour les maxima (M)

- 0,4 °C de diminution pour tous les 100 m pour les minima (m)

**Tableau 01:** Données thermométriques mensuelles moyennes en (°C) de la région d'étude, calculées sur les périodes (1913-1938 et 1985-2014)

Périodes	Stations	T (°C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1985-2014	Zana (1700m)	M	6,39	6,98	11,08	14,98	20,38	26,48	<b>30,38</b>	29,18	24,48	17,48	10,98	6,18
		m	<b>-3,62</b>	-3,20	-0,42	2,77	6,73	11,10	14,93	14,24	11,29	6,64	1,77	-2,69
		M+m/2	1,39	1,89	5,33	8,88	13,56	18,79	<b>22,66</b>	21,71	17,89	12,06	6,38	1,75
1985-2014	Nirdi (1400m)	M	8,49	9,08	13,18	17,08	22,48	28,58	<b>32,48</b>	31,28	26,58	19,58	13,08	8,28
		m	<b>-2,42</b>	-2,00	0,78	3,97	7,93	12,30	16,13	15,44	12,49	7,84	2,97	-1,49
		M+m /2	3,04	3,54	6,98	10,53	15,21	20,44	<b>24,31</b>	23,36	19,54	13,71	8,03	3,40
1913-1938	Zana (1700m)	M	4,88	8,98	11,8	16,4	21,1	26,38	<b>30,78</b>	29,8	25,2	18,7	12,5	8,18
		m	<b>-2,34</b>	-2,04	0,06	2,36	5,66	10,36	13,46	13,1	10,4	5,86	1,56	-1,54
		M+m/2	1,27	3,47	5,92	9,37	13,4	18,37	<b>22,12</b>	21,4	17,8	12,3	7,02	3,32
1913-1938	Nirdi (1400m)	M	6,98	8,98	11,8	16,4	21,1	26,38	<b>30,78</b>	29,8	25,2	18,7	12,5	8,18
		m	<b>-1,14</b>	-0,84	1,26	3,56	6,86	11,56	14,66	14,3	11,6	7,06	2,76	-0,34
		M+m/2	2,92	4,07	6,52	9,97	14	18,97	<b>22,72</b>	22	18,4	12,9	7,62	3,92

(*M* : moyennes des températures maximales ; *m* : moyennes des températures minimales ;

(*M + m*) /2 : moyennes mensuelles)

### 3.5.1.1. Les températures moyennes mensuelles et annuelles

Les températures les plus élevées dans l'ancienne période se situent au mois de Juillet pour les stations (Zana, 22,12 °C) et (Nirdi, 22,72 °C).

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

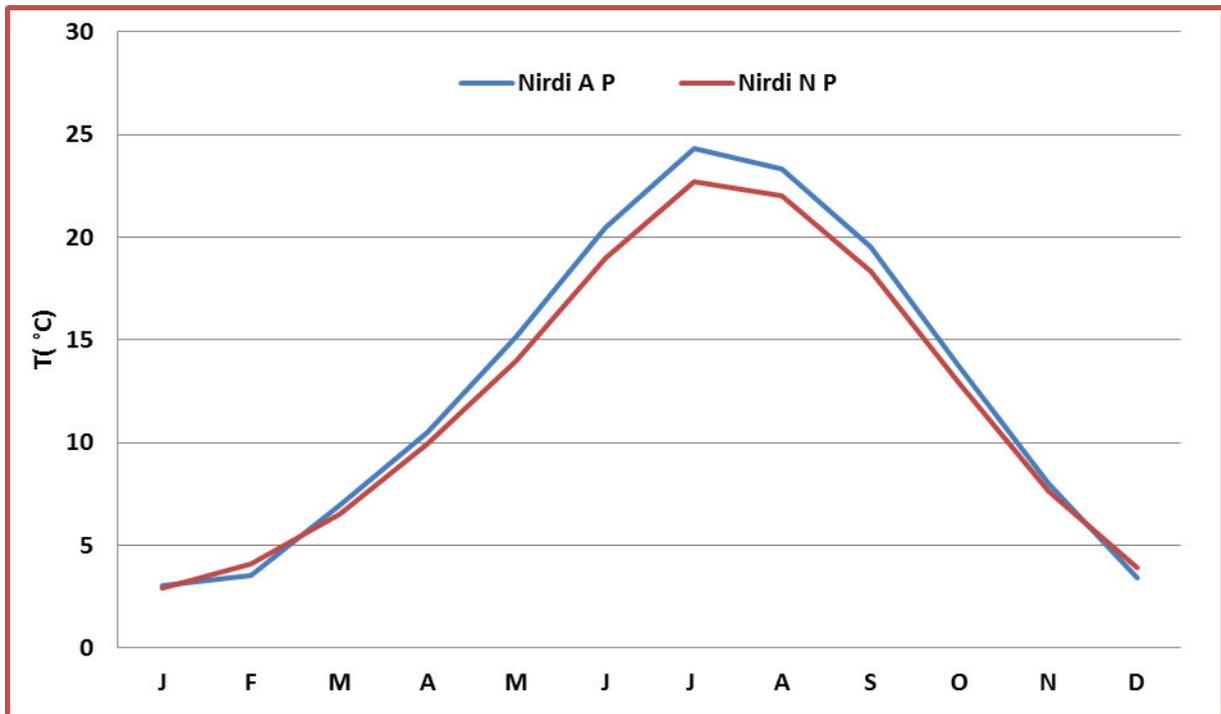
Pour la nouvelle période les températures les plus élevées se situent au mois Juillet (Zana, 22,66 °C) et (Nirdi, 24,31°C).

Les températures les plus basses se situent au mois de Janvier pour les deux stations, (Zana, 1,27 °C) et (Nirdi, 2,92°C) pour l'ancienne période. Pour la nouvelle période les températures les plus basses se situent aussi au mois de Janvier (Zana, 1,39°C) et (Nirdi, 3,04°C).

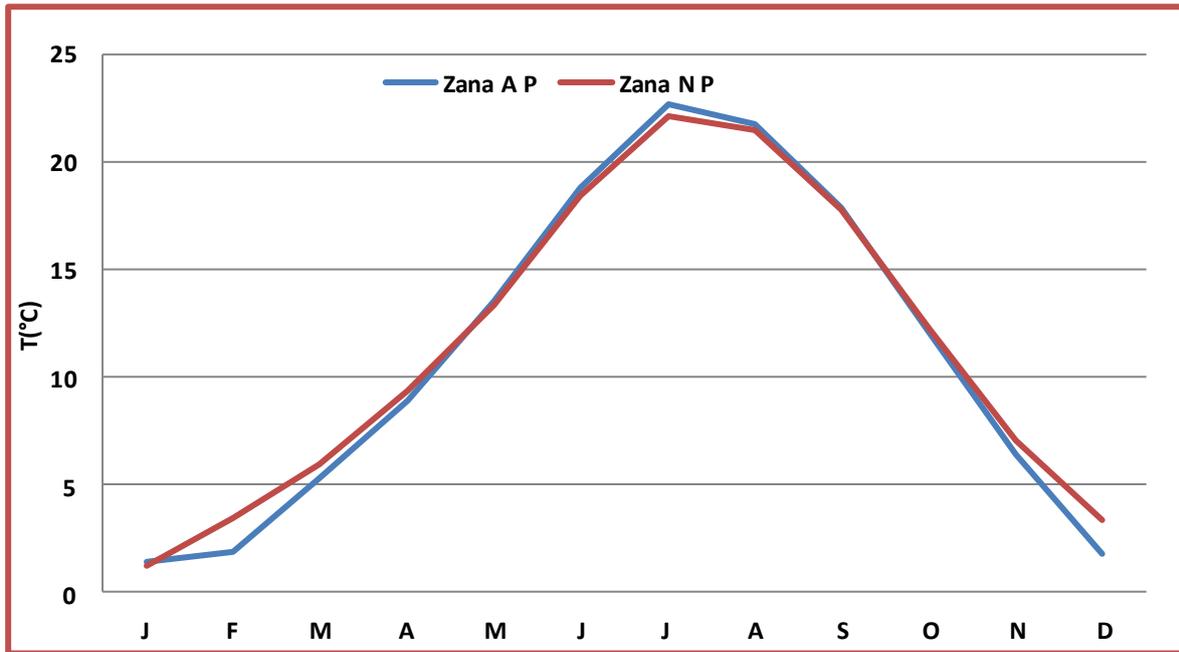
**Tableau 2:** Moyennes des températures annuelles durant les deux périodes

Station	Ancienne période (t °C)	Nouvelle période (t °C)
Zana	11,30	11,02
Nirdi	11,99	12,67

D'après ces résultats, on observe que le mois de Juillet est le plus chaud et le mois de Janvier est le plus froid pour les deux stations et durant les deux périodes.



**Figure 11:** Variation mensuelle des températures moyennes de la station Zana pendant les deux périodes NP (nouvelle période, 1985-2014) ; AP (ancienne période, 1913-1938)



**Figure 12:** Variation mensuelle des températures moyennes de la station Zana pendant les deux périodes NP (nouvelle période, 1985-2014) ; AP (ancienne période, 1913-1938)

### 3.5.1.2. Les températures moyennes des maxima du mois le plus chaud « M »

L'étude des deux périodes, montre que les températures les plus élevées sont enregistrées au mois de Juillet pour les deux stations pour l'ancienne période et pour la nouvelle période.

Comme l'indique le tableau (3) «M» varie entre 30,78 °C (Zana) et 30,78 °C (Nirdi) pour l'ancienne période et entre 30,38 °C (Zana) et 32,48 °C (Nirdi) pour la nouvelle période. Nous observons une légère augmentation de "M" pendant la nouvelle période pour la station Nirdi, par l'accroissement de la température maximale de 1,7°C.

**Tableau 3:** Températures moyennes en °C des maxima du mois le plus chaud « M »

Station	Altitude	"M"(°C)		Mois	
		A	N	A	N
Zana	1700 m	30,78	30,38	Juillet	Juillet
Nirdi	1400 m	30,78	32,48	Juillet	Juillet

A:ancienne période / N:nouvelle période

Djebaili (1984), confirme que durant le mois de Juillet, la nébulosité atteint son minimum le plus net, l'insolation y plus longue et le siroco atteint son maximum. Ecologiquement, ce mois reste le plus critique pour la végétation thérophytique.

### **3.5.1.3. Les températures moyennes des minima du mois le plus froid « m »**

Le minima « m » diminue avec l'altitude selon un gradient de 0,5 °C tous les 100 m (Boudy, 1965) et de 0,4 °C tous les 100 m (Seltzer, 1946).

On observe que le minima varie entre -2,34°C (Zana) et -1,14°C (Nirdi) pour l'ancienne période, alors que pour la nouvelle période, « m » se situe entre -3,62 °C (Zana) et -2,42 °C (Nirdi). Pour les deux stations le mois le plus rigoureux est celui de Janvier et la période froide est toujours hivernale (Décembre, Janvier, Février).

**Tableau 04:** Températures moyennes en °C des minima des mois de plus froid « m »

Stations	Altitude	"m"(°C)		Mois	
		A	N	A	N
Zana	1700 m	-2,34	-3,62	Janvier	Janvier
Nirdi	1400 m	-1,14	-2,42	Janvier	Janvier

**A:ancienne période / N:nouvelle période**

### **3.5.1.4. Indice de continentalité ou amplitude thermique moyenne**

L'amplitude thermique est définie par la différence entre les maximums extrêmes et les minimums extrêmes. Sa valeur est écologiquement importante à connaître, car elle représente la limite thermique extrême à laquelle chaque année en moyenne les végétaux doivent résister (Walter H et Lieth H., 1960).

Ce facteur climatique permettant de définir l'indice de continentalité d'une région donnée et par conséquent définis si elle est sous influence maritime ou continentale.

D'ailleurs, en se basant sur L'amplitude thermique extrême (M-m). Débrache (1953), s'est basé sur les limites (M-m) pour proposer une classification thermique des climats.

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

**Climat insulaire :**  $M-m < 15^{\circ}\text{C}$

**Climat littoral :**  $15^{\circ}\text{C} < M-m < 25^{\circ}\text{C}$

**Climat semi-continental :**  $25^{\circ}\text{C} < M-m < 35^{\circ}\text{C}$

**Climat continental :**  $M-m > 35^{\circ}\text{C}$

**Tableau 05:** Types de climats en fonction des amplitudes thermiques

Station	Période	M – m (°C)	Type de climat
Zana	A	33,12	Semi-continental
	N	34	Semi-continental
Nirdi	A	31,92	Semi-continental
	N	34,9	Semi-continental

### 3.5.2. Précipitations

Plusieurs auteurs, comme (Seltzer (1946) ; Lucido (1972) ; Le Houérou, (1974) ; Chaumont et Paquin (1979) in Le Houérou (1989), ont noté l'existence d'une relation linéaire entre les précipitations et l'altitude. Plus l'altitude est élevée, plus les précipitations augmentent. Ainsi, Seltzer (1946), préconise une élévation de 40 mm pour 100 m d'altitude sur les versants exposés en Nord. Alors que pour les versants Sud (Le Houérou 1974) in (Abdessmad, 1981) donne une élévation de 20 mm pour la même altitude (100 m).

Ce sont des pluies orographiques, en ce sens que leur chute est déterminée par l'altitude et la direction des axes montagneux (expositions).

L'observation du tableau des précipitations moyennes mensuelles montre que les précipitations sont variables et irrégulières, alors que la saison la moins arrosée s'étale de juin à Aout pour les deux stations, cela pour l'ancienne et nouvelle période.

Les quantités moyennes de précipitations annuelles et mensuelles enregistrées dans les stations sont portées dans le tableau (06).

## **Partie II : Présentation générale de la région d'étude**

**Tableau 06:** Données pluviométriques mensuelles moyennes (mm) de la nouvelle période (1985 à 2014) et l'ancienne période (1913 à 1938)

Périodes	Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
<b>1913-1938</b>	<b>Zana (1700)</b>	70,52	52,89	75,68	49,28	68,64	40,48	12,32	35,20	36,96	51,04	63,36	52,80	<b>609,17</b>
	<b>Nirdi (1400)</b>	48,32	36,30	52,03	33,88	47,19	27,83	8,47	24,20	25,41	35,09	43,56	36,30	<b>418,58</b>
<b>1985-2014</b>	<b>Zana (1700)</b>	44,17	39,70	58,97	68,04	58,43	30,37	16,33	26,24	75,51	53,59	52,62	63,68	<b>587,65</b>
	<b>Nirdi (1400)</b>	27,80	25,00	37,13	42,84	36,79	19,12	10,28	16,52	47,55	33,74	33,13	40,09	<b>369,99</b>

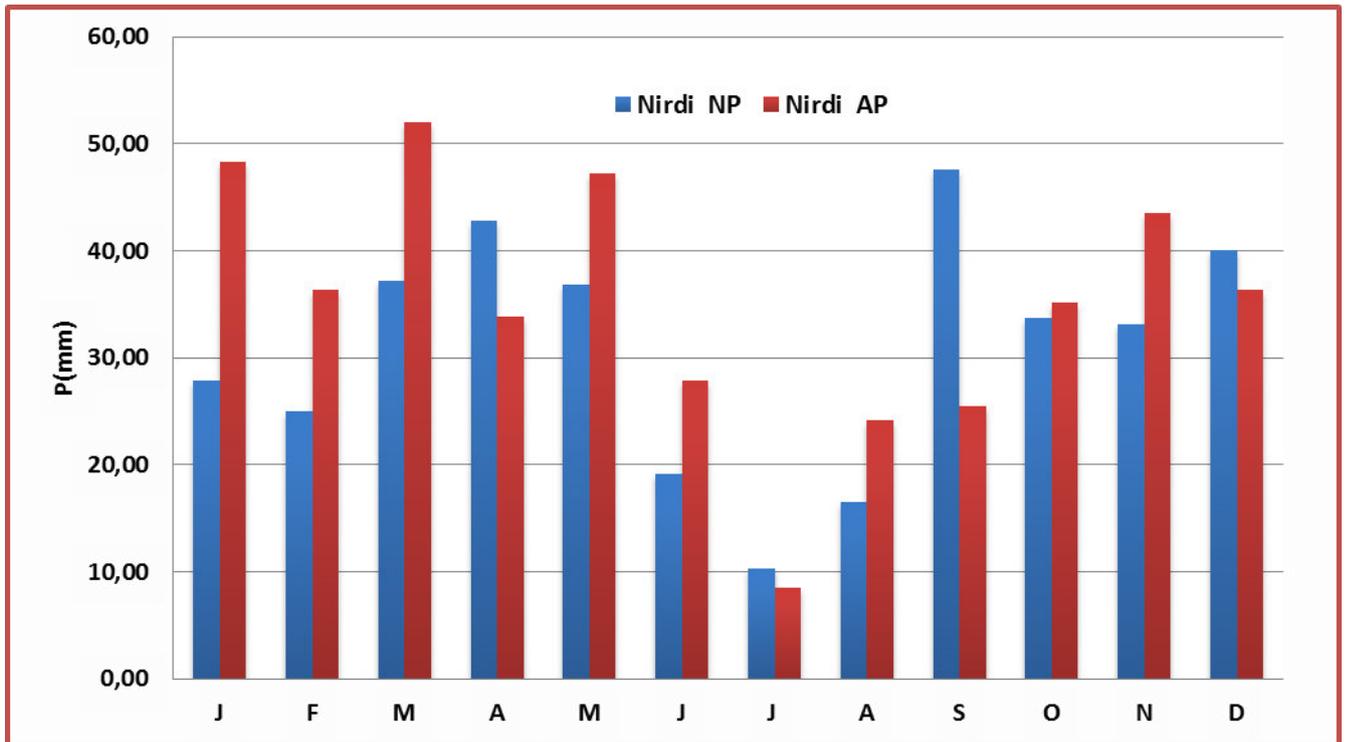
Les précipitations moyennes les plus basses se situent au mois de Juin pour les deux stations (Zana, 16,33 mm) et (Nirdi, 10,28 mm) pour la nouvelle période et, aussi pour l'ancienne période (Zana, 12,32 mm) et (Nirdi, 8,74 mm).

Les précipitations moyennes les plus élevées se situent au mois de Mars pour les deux stations (Zana, 75,68 mm) et (Nirdi, 52,03 mm) pour l'ancienne période, par contre durant la nouvelle période, le mois de Septembre est le plus arrosé pour les deux stations (Zana, 75,51mm) et (Nirdi, 47,5mm).

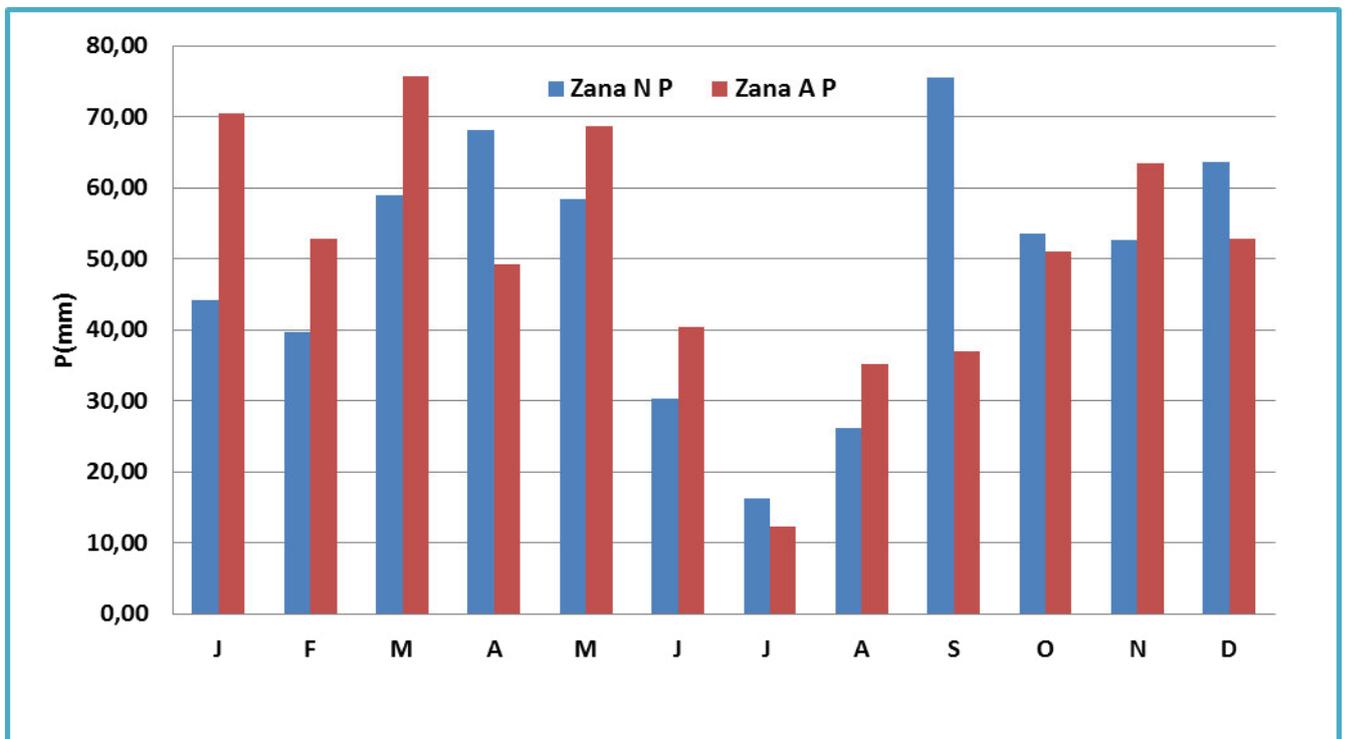
La remarque la plus importante dans cette comparaison, c'est la différence dans le total des pluviométries des deux périodes. L'ancienne période est plus arrosée.

Les figures (13 et 14) qui indiquent la répartition mensuelle de la pluviosité montrent que les hauteurs de pluie sont variables.

On comparant la quantité des pluies de l'ancienne période à celle de la nouvelle période, nous marquons une nette diminution de **21,5 mm** à (Zana) et **48,6 mm** à (Nirdi) dans les deux stations d'étude.



**Figure 13:** Répartition mensuelle des précipitations au niveau de la station Nirdi durant les deux périodes NP (nouvelle période, 1985-2014) ; AP (ancienne période, 1913-1938)



**Figure 14:** Répartition mensuelle des précipitations au niveau de la station Zana durant les deux périodes NP (nouvelle période, 1985-2014) ; AP (ancienne période, 1913-1938)

### 3.5.2.1. Régime Saisonnier

La connaissance de la pluviométrie annuelle moyenne, même sur une longue période est une donnée insuffisante pour caractériser un régime pluviométrique régional. Il est nécessaire de la compléter par la détermination de la répartition saisonnière des pluies dans l'année (Nahal 1981 in Meddour, 2010).

Le tableau (07) qui indique les précipitations saisonnières, montrent que globalement les saisons printanières (**P**) et automnales (**A**) sont les plus arrosées. L'Hiver (**H**) est également pluvieux et enregistre souvent des hauteurs de pluies plus importantes. Quant à la saison estivale (**E**), elle est caractérisée par la rareté des précipitations.

En effet, la concentration des pluies printanières et automnales est de l'ordre de 62 % par rapport aux précipitations annuelles. Celle de la saison estivale qui ne représente que 12,33 %, joue un rôle extrêmement important, quant à la survie des jeunes plantules.

Toth (1987a) in Khanfouci (2005), a mis en évidence l'importance de la pluviométrie durant la phase de croissance (Mai - Juin), sur l'installation de la régénération naturelle et le développement des semis du cèdre de l'Atlas.

Nous avons remarqué que les deux périodes (anciennes et nouvelles) ne présentent pas le même régime saisonnier.

**Tableau 07:** Régimes saisonniers des précipitations de la zone d'étude

Stations	Répartition saisonnière des pluies en (mm)										Précipitations	
	H		P		E		A		type		Annuelles	
	A	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A	N
<b>ZANA</b>	176,21	147,55	193,66	185,44	88	72,51	151,36	181,72	PHAE	PAHE	<b>609,17</b>	<b>587,65</b>
<b>NIRDI</b>	120,92	92,89	133,10	116,76	60,5	45,93	104,06	114,42	PHAE	PAHE	<b>418,58</b>	<b>369,99</b>

**A:ancienne période / N:nouvelle période**

### 3.5.3 Autres facteurs du climat

Il s'agit de paramètres climatiques dits « secondaires » analysés à titre indicatif, sur la base des données disponibles au niveau de la station de Batna (Ain Skhouna) pour la période (2005-2014).

#### 3.5.3.1. Enneigement

La neige a un effet bénéfique sur la végétation, elle permet une bonne infiltration de l'eau dans le sol. Les précipitations sous forme de neige se répartissent sur 6,5 jours, essentiellement entre le mois de janvier et le mois de février, parfois jusqu'à fin Mars.

**Tableau 08:** Nombre des jours de neige pour la période allant de (2005-2014, Station Ain Skhouna)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Nombre de jours	1,70	2,20	1,30	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	1,00

(Station météorologique d'Ain Skhouna. Batna, 2014)

#### 3.5.3.2. L'humidité relative

C'est la quantité d'eau qu'absorbe l'atmosphère sous forme de vapeur et qui dépend de sa température (Pagey 1973, in Nouari, 2002), elle constitue un facteur climatique conséquent.

L'humidité réduit l'évapotranspiration et contribue à conserver l'eau dans le sol, l'humidité relative (ou état hydrique) joue un rôle essentiel surtout en période estivale durant laquelle les espèces végétales commencent à lutter contre la sécheresse et s'adaptent au déficit hydrique, elle est de l'ordre de 40 % en Juillet (le mois le plus chaud), 43 % en Août et de 74% en Janvier et 68 % en Février.

**Tableau 09:** Humidité relative de l'air (HR) en (%) au cours de la période (1989-2014)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
HR(%)	74,00	68,00	63,00	60,00	56,00	47,00	40,00	43,00	56,00	61,00	67,00	74,00

(Station météorologique d'Ain Skhouna. Batna, 2014)

### 3.5.3.3. Les gelées

Selon Meddour (2010), il est vrai que plus la température moyenne minimale du mois (m) est basse plus la fréquence moyenne de nombre de jour de gel augmente. Le nombre de jours de gel est en moyenne de 45,7 jours, avec un maximum enregistré durant le mois de Janvier où le minimum de température est enregistré. Ce chiffre est largement dépassé à des altitudes plus hautes (stations Zana et Nirdi).

**Tableau 10:** Nombre de jours moyen de gelées

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>Nombre de jours</b>	15,80	10,90	4,10	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,10	12,20

(Station météorologique d'Ain Skhouna. Batna, 2014)

Les premières gelées printanières sont de 4 jours observés le mois de Mars. Ce que est néfaste pour les jeunes plantes surtout les herbacées.

### 3.5.3.4. Vents

Le vent est caractérisé par sa vitesse et sa direction. Il joue un rôle écologique important, plus efficace dans la pollinisation du *Juniperus thurifera* (Ageste ,1960). Le vent du sud (sirocco) est le facteur le plus dangereux pour la régénération de la majorité des espèces végétales (Boudy, 1950).

Le vent est un facteur déterminant dans l'orientation des vols d'oiseaux migrateurs. Il peut agir sur la dispersion de certains insectes tels que les orthoptères. Il peut aider d'autres insectes comme les odonates Zygoptères à effectuer des déplacements à grande distance (Djerdali, 1995).

**Tableau 11:** Moyennes mensuelles de la vitesse du vent (m/s) pour la période allant de (1989- juillet 2014)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>Vitesse</b>	2,80	3,30	3,60	4,00	3,70	3,70	3,70	3,60	3,30	3,00	3,30	3,10

(Station météorologique d'Ain Skhouna. Batna, 2014)

La vitesse moyenne calculée sur la période d'étude est de 3,42 m/s. Presque homogène pendant plusieurs mois de l'année. Les mois les plus ventés sont Avril et Mai.

#### **3.5.4. Synthèse climatique**

L'étude synthétique du climat permet d'avoir un aperçu sur le type de climat qui règne notre zone d'étude.

Les données météorologiques ne sont pas toujours utilisées isolément, elles peuvent être combinées entre elles de façon à faire apparaître les périodes ayant une influence (favorable ou défavorable) sur les êtres vivants : les périodes chaudes, les périodes froides, les périodes sèches, les périodes humides.

Les indices climatiques les plus couramment utilisés, sont basés sur les précipitations et les températures, avec ces deux paramètres nous développons :

- Digramme Ombrothermique
- Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger

##### **3.5.4.1. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen**

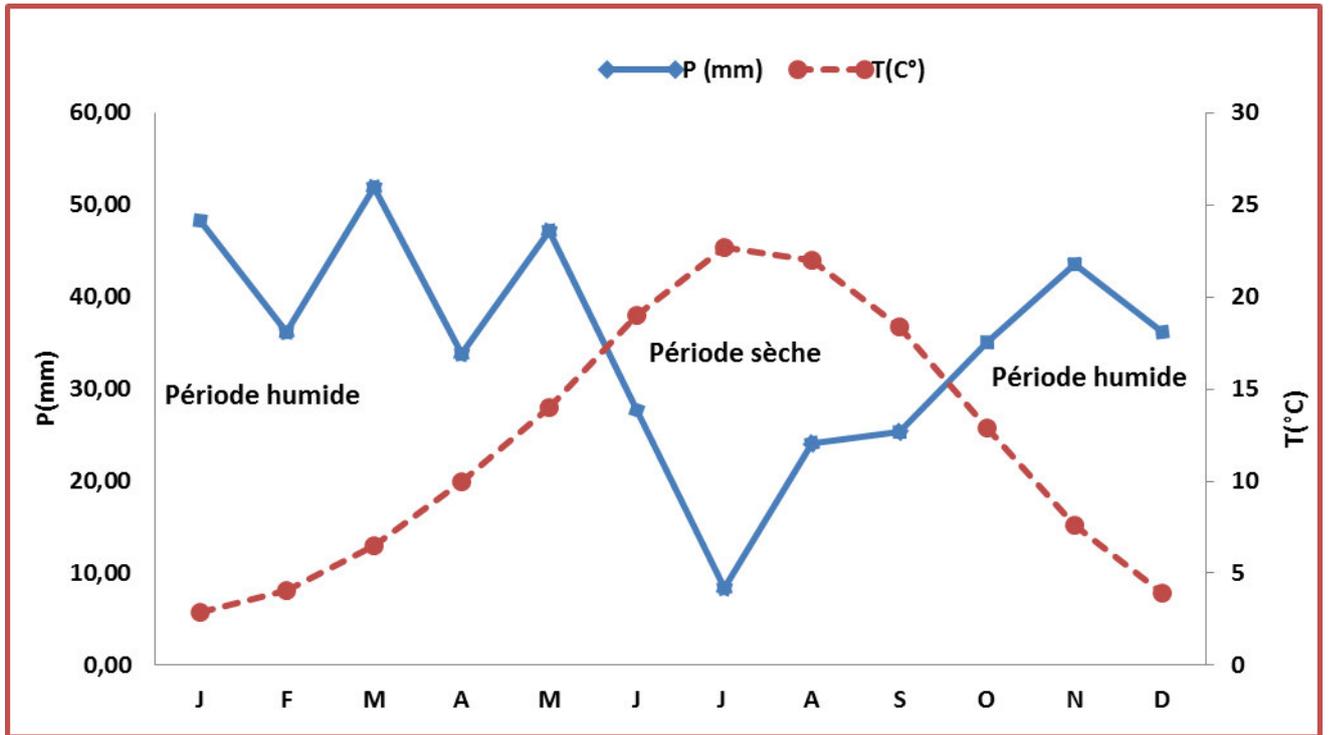
Bagnouls et Gaussen (1957), ont considéré que la sécheresse s'établit lorsque pour un mois donnée le total des précipitations en mm est inférieur ou égal au double de la température en °C ( $P < 2T$ ).

A ce sujet, Dreux (1980) montre que le climat est sec quand la courbe de températures est au-dessus de celle des précipitations et humide dans le cas contraire. La surface de polygone est utilisée comme « indice d'intensité de sécheresse » (Pannin et Amandier, 2005). Et pour visualiser les diagrammes, ces derniers proposent une méthode qui consiste à porter sur un même graphe la température et la pluviométrie de sorte que l'échelle des températures soit le double des précipitations ( $1^{\circ}\text{C} = 2 \text{ mm}$ ) en considérant la période de sécheresse lorsque la courbe de précipitation passe en dessous de la courbe de la température.

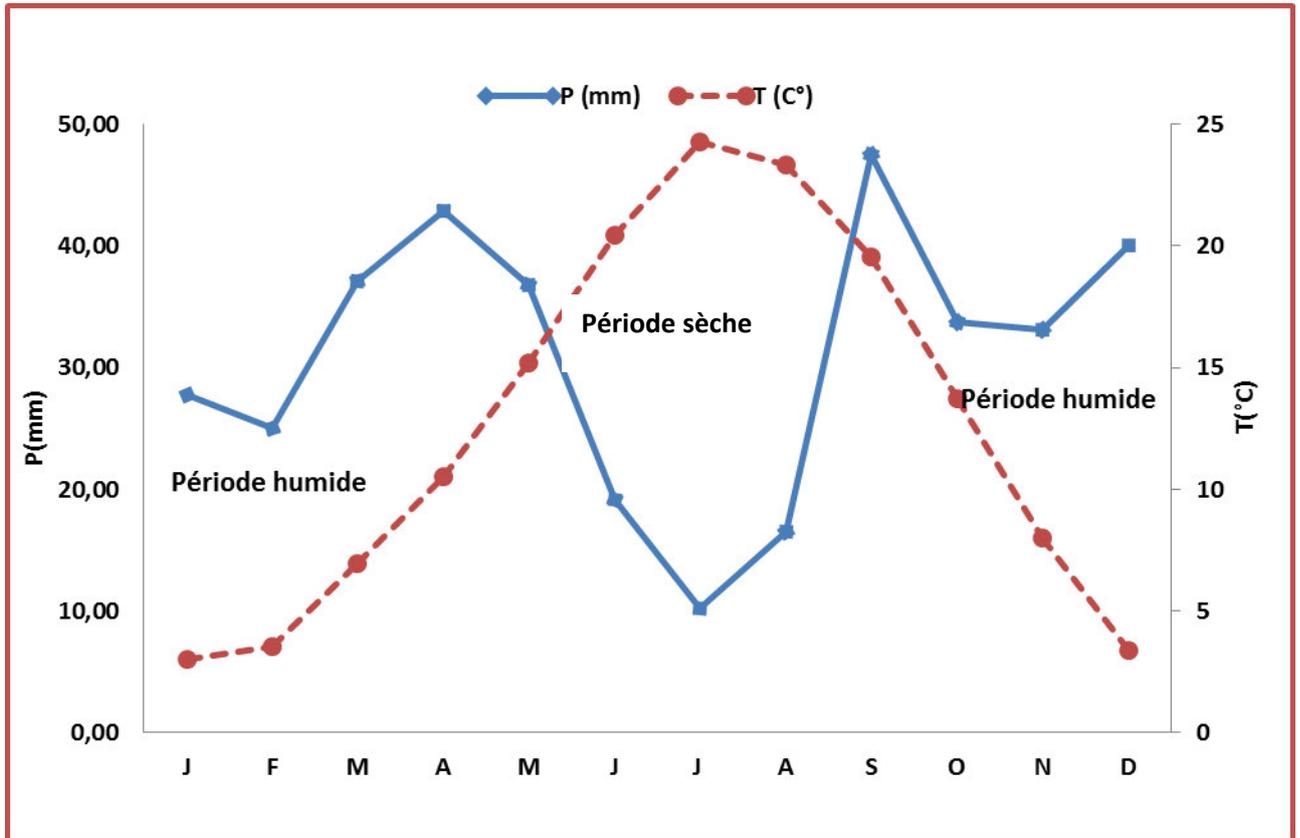
Nous avons établi les diagrammes ombrothermiques pour les deux périodes, une période ancienne (1913-1938) et une période récente (1985-2014).

L'analyse comparative des diagrammes, fait apparaître deux périodes bien distinctes, l'une sèche et chaude, et l'autre humide et froide.

**Partie II : Présentation générale de la région d'étude**



**Figure 15 :** Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен, (station Nirdi ,1913- 1938)



**Figure 16 :** Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен (station Nirdi ,1985- 2014)

Partie II : Présentation générale de la région d'étude

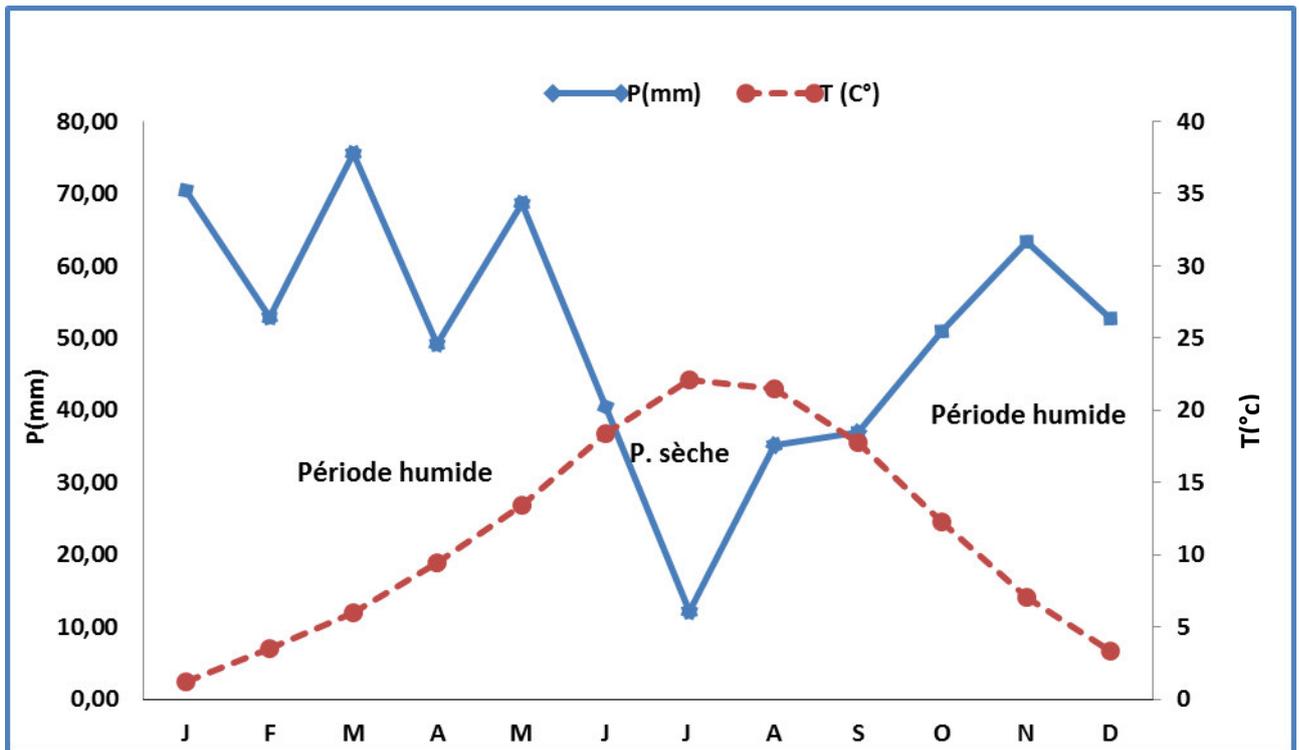


Figure 17: Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson (station Zana, 1913-1938)

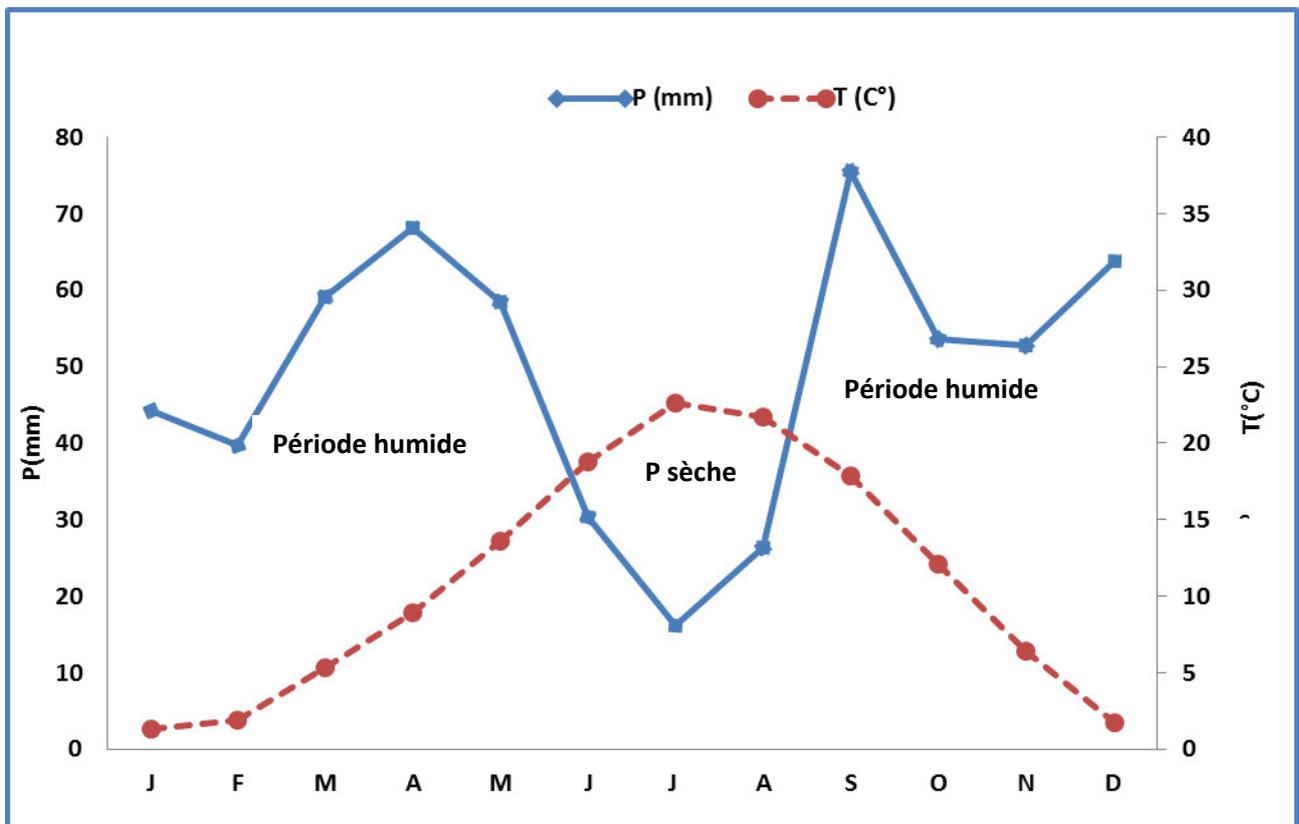


Figure 18: Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson (station Zana, 1985-2014)

## **Partie II : Présentation générale de la région d'étude**

Pour la station Nirdi, la période de sécheresse s'étale sur 4 mois pour la nouvelle période et 3 mois pour l'ancienne période. Alors que la période humide et froide est plus longue pour les deux périodes entre (8 et 9 mois), sauf sur le plan répartition mensuelle, on a enregistré une diminution des quantités de pluie pendant la nouvelle période.

Cependant, les hivers très froids existants à ces altitudes constituent une contrainte supplémentaire pour la végétation. Ainsi la saison défavorable à la végétation ne correspond plus seulement à la saison sèche mais aussi à la saison froide qui s'étale sur 8 à 9 mois.

Seules des espèces comme le Genévrier thurifère, particulièrement bien adapté à ce climat difficile présentant deux saisons défavorables, sont ainsi capables de se développer dans cet environnement.

D'après les résultats de Lathuilière (1994), sur les thuriferaies du Maroc, il a montré que la durée de la période critique de sécheresse pour la végétation n'est pas directement liée au volume des précipitations annuelles.

### **3.5.4.2. Indice Xérothermique**

L'intensité et l'importance de la saison sèche en climat méditerranéen ont amené Emberger (1942) à proposer un nouvelle indice nommé indice xérothermique.

$$I_s = P / M$$

**P** : total des moyennes des précipitations estivales en (mm) p

**M** : Moyennes des maximas thermiques de la période estivale (°C)

Daget (1977), limite cet indice à « 5 » pour mieux distinguer le climat méditerranéen des climats océaniques.

**Tableau 12:** Indice de sècheresse des stations d'étude

Stations	P (mm)		M (°C)		IS	
	A	N	A	N	A	N
<b>Zana</b>	29,33	24,17	28,98	28,68	1,01	0,84
<b>Nirdi</b>	20,16	15,31	28,98	23,92	0,69	0,64

Les faibles valeurs de l'indice de sécheresse confirment la rareté des pluies, comme on le remarque ci-dessus, les valeurs de "IS" varient entre 1,01 et 0,85 à Zana et entre 0,69 et 0,64 à Nirdi.

Il faut ajouter que ceci favorise le développement des espèces végétales diversifiées généralement dominées par les espèces xérophiles.

### **3.5.4.3. Quotient pluviothermique d'Emberger**

Afin de pouvoir situer bio climatiquement notre station, nous avons calculé le quotient pluviothermique  $Q_2$  proposé par Emberger (1930).

Pour le bassin méditerranéen, le coefficient pluviothermique d'Emberger (Sauvage, 1963) est un indice d'aridité perfectionné par la prise en compte de l'amplitude thermique annuelle. Ce climagramme est particulièrement approprié pour définir les contraintes climatiques sur les organismes terrestres méditerranéens et prendre en compte des moyennes minima ( $m$ , en °C), des moyennes maxima ( $M$ , en °C), les précipitations annuelles ( $P$ , en mm) et  $Q_2$ .

Emberger a classé toutes les stations météorologiques suivant deux coordonnées : d'une part les valeurs de ce coefficient et d'autre part la moyenne des températures du mois le plus froid. Par conséquent, il montre que le bassin méditerranéen peut être subdivisé en cinq étages bioclimatiques : aride, semi-aride, subhumide, humide et hyper-humide.

Le quotient pluviothermique d'Emberger est spécifique du climat méditerranéen. Il consiste de définir et classer les climats méditerranéens selon la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{1000p}{\frac{M + m}{2} (M - m)}$$

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

**P** : précipitations moyennes annuelle en (mm)

**M** : moyenne des maxima du mois le plus chaud en ( $t^{\circ}K = t^{\circ}C + 273,2$ )

**m**: moyenne des minima du mois le plus froid en ( $t^{\circ}K = t^{\circ}C + 273, 2$ )

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

Stewart (1969) en transformant cette équation, a obtenu pour le climat méditerranéen la formule suivante:

$$Q_2 = 3,43 \frac{P}{M-m}$$

**P** : précipitation moyennes annuelles en mm

**M**: moyenne des maxima du mois le plus chaud en (°C)

**m**: moyenne des minima du mois le plus froid en (°C)

Les valeurs du quotient pluviothermique  $Q_2$ , calculées pour les deux stations sont représentées dans le tableau 13.

**Tableau 13:** Caractéristiques bioclimatiques des stations

Stations	Période	P (mm)	M (°C)	m (°C)	$Q_2$	Etages bioclimatiques
Zana	A	609,17	30,78	-2,34	63,07	Sub humide à hiver froid
	N	587,65	30,38	-3,62	59,27	Sub humide à hiver très froid
Nirdi	A	418,58	30,78	-1,14	44,96	Semi-aride à hiver froid
	N	369,99	32,48	-2,42	36,36	Semi-aride à hiver froid

A Zana, le  $Q_2$  varie entre 63,07 pour la nouvelle période et 59,27 pour l'ancienne période, ce qui situe cette station dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver froid à très froid dans les deux périodes (A+N période). Ceci confirme les observations de nombreux auteurs concernant les formations à Genévrier thurifère (Pyre 1975, Haloui, 1986 in Banabid, 1981) qui ont montré que le thurifère n'est pas lié seulement au bioclimat semi-aride à hiver froid (Emberger 1938 ; Quézel 1957), mais déborde parfois favorablement dans le bioclimat sub humide à hiver froid.

Pour la station Nirdi  $Q_2$  est de l'ordre de 44,96 °C pour l'ancienne période, alors que pour la nouvelle période  $Q_2$  est de l'ordre de 36,36 °C, ce qui situe cette station dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver froid.

Les résultats obtenus grâce à des corrections des données climatiques et les valeurs de  $Q_2$  obtenues, nous ont révélés la position de l'aire bioclimatique de la région d'étude et, montrent un déplacement horizontal et vertical des stations (Figure 19).

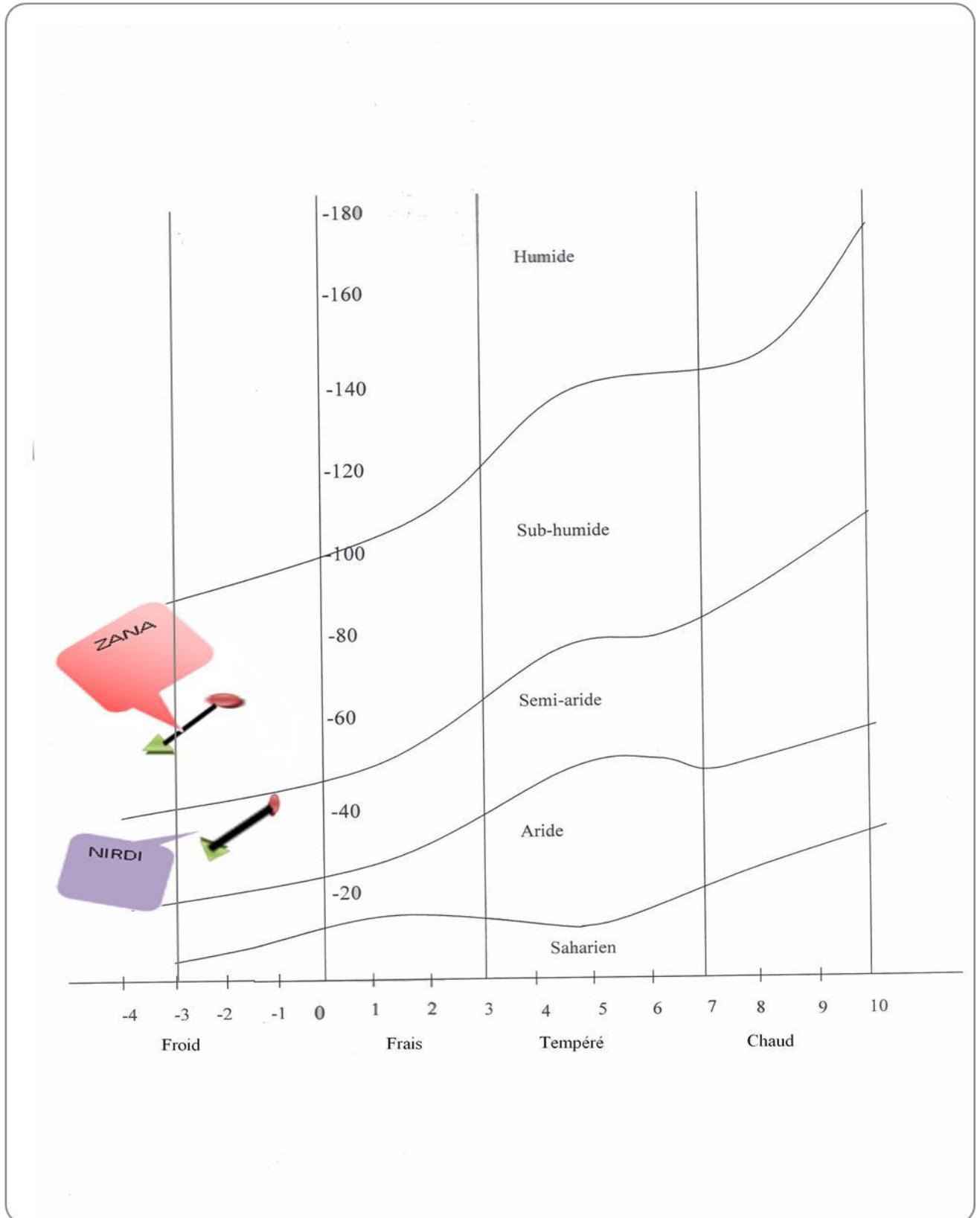


Figure 19: Position des régions d'étude sur le climagramme d'Emberger

● Ancienne période    ▲ Nouvelle période

## **4. Milieu biotique**

### **4.1. Importance des terres forestières dans la région d'étude**

- **Forêt domaniale de l'Aurès**

Elle s'étend sur 44 620 ha et, les formations forestières se décomposent en :

- 1 010 ha de maquis ;
- 10 942 ha de forêts proprement dites 25% ;
- 821 ha de reboisements 2% ;
- 3% de peuplements de Pin d'Alep totalement dépéris par les incendies (1 376 ha) ;
- 471 ha de maquis arborés 1% (BNEDER, 2008).

Les forêts occupent 10 942 ha, et sont essentiellement composées de :

- Peuplements de cèdre au stade futaie jardinée claire sans régénération (362 ha)
- Peuplements de Pin d'Alep qui prédominent avec 10 580 ha.

Les maquis qui sont prédominants au niveau de la forêt domaniale de l'Aurès, 97% de maquis clairs, 3% de maquis denses (BNEDER, 2008).

- **Forêt domaniale de S'gag**

Elle couvre une superficie de 14 099 ha dont :

- 2 561 ha de vieilles futaies denses de Pin d'Alep et de cèdre ;
- 715 ha de futaies jardinées claires mélangées avec le chêne vert ;
- 51 ha de vieilles futaies denses de Pin d'Alep ;
- 221 ha de forêt incendiée de Cèdre ;
- Les maquis de Chêne vert et de Genévrier oxycèdre occupent 10 551 ha dont 7 792 ha sont des maquis denses, et 2 759 ha sont des maquis clairs dont 185 ha de maquis clairs à base de Genévrier thurifère, Chêne vert et le frêne (BNEDER, 2008).

### **4.2. Occupation des sols**

Selon l'étude de BNEDER (2008), la répartition des terres au niveau de la Wilaya de Batna se présente comme suit :

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

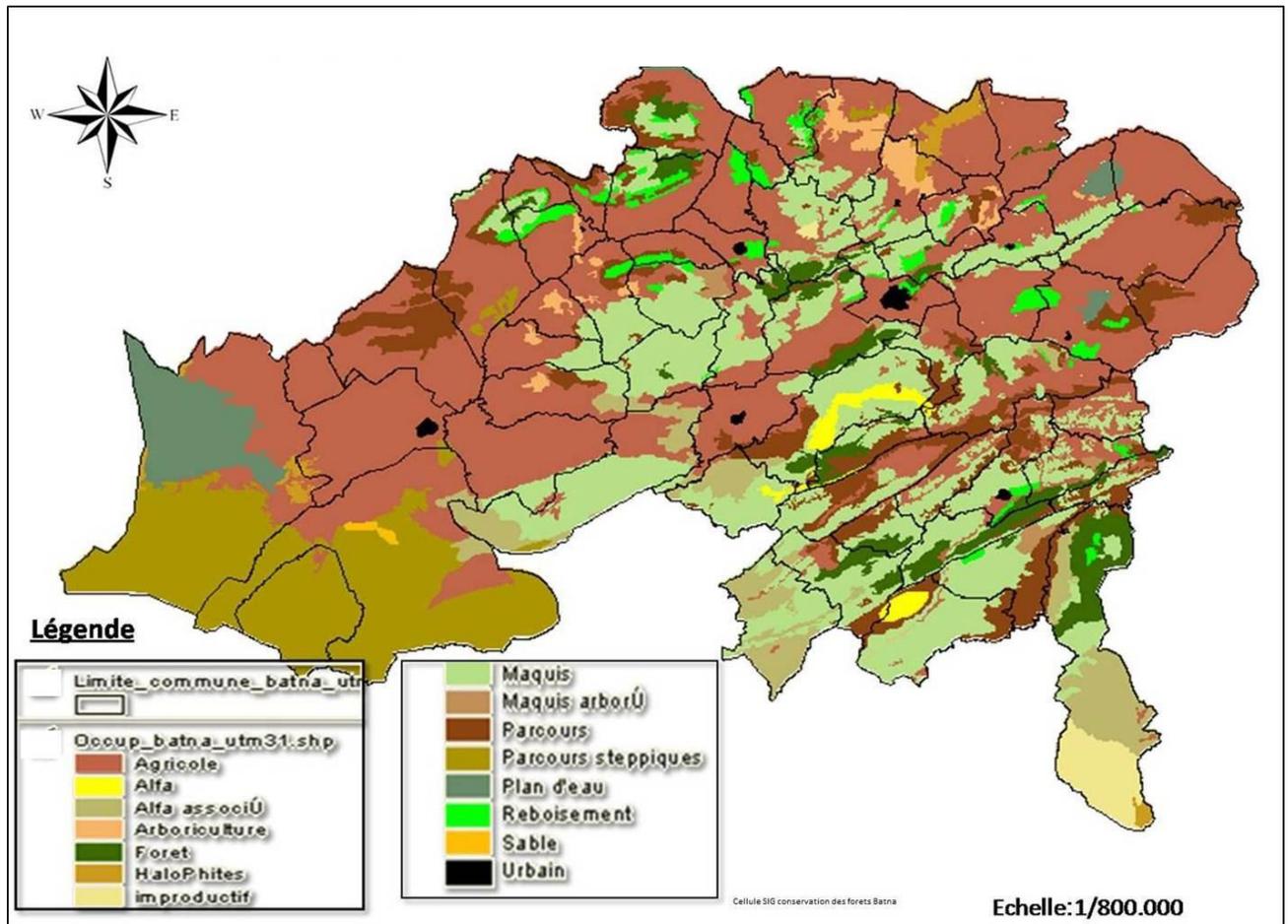
- Prédominance des terres utilisées par l'agriculture, qui couvrent une superficie de 522 128 ha soit 43% du total de la Wilaya, occupées par les cultures annuelles et l'arboriculture fruitière ;

- Les terres forestières (forêts, maquis et reboisements) s'étendent sur une superficie de 325 358 ha ce qui correspond à un taux de boisement de la Wilaya de 27%;

- Les parcours ne couvrent que 310 664 ha soit 26% de la superficie totale. Ils sont constitués par des parcours à alfa et des parcours steppiques. En réalité, les terres de parcours sont beaucoup plus importants si l'on tient compte des parcours en forêt ;

- Les terres improductives représentent 4 % du total Wilaya soit une superficie de 55 630 ha.

La Wilaya de Batna est à typologie Agro-Sylvo-Pastorale.



**Figure 20:** Carte d'occupation du sol de la Wilaya de Batna (Conservation de Batna, 2016)

## **6. Considération floristique**

La forêt domaniale des Aurès, très diversifiée en matière de flore, formée par une couverture végétale très dense, était constituée par les essences forestières où :

Les peuplements de Chêne vert étaient prédominants, avec plus de 50% de la couverture forestière. Ces peuplements étaient localisés essentiellement à Ichemoul, Fom Toub, Arris, Teniet El Abed et Inoughissene.

- Le Genévrier thurifère, représentait la 2<sup>ème</sup> essence dominante après le chêne vert, répandu sur les versants de Bouzina, Theniet El Abed et Arris.
- Le Cèdre d'Ichemoul était formé d'une très belle futaie. Cette dernière est actuellement en régression, à cause de son âge avancé et de la sécheresse prolongée, alors que son état sanitaire est moyen avec un dépérissement partiel.
- Le Frêne dimorphe se présente à l'état de strate arbustive, Il se rencontre à l'état pur ou en mélange avec d'autres essences secondaires comme le Chêne vert, le genévrier oxycèdre, le Genévrier de Phénicie.
- Le Genévrier oxycèdre est présent comme sous-bois dans les groupements à chêne vert et à frêne épineux (BNEDER, 2014).

Selon l'étude de Meftah *et al* (2001), la forêt domaniale de S'gag est caractérisée par la présence de deux groupements végétaux:

- Thuriferaie à l'état pur, localisée sur la partie Nord et s'étendant de l'Est à l'Ouest sur des pentes de 10 à 35%. Elle est représentée par deux types de peuplements :
  - Arbres isolés, mutilés, reposant sur terrain rocailleux, absence de sous-bois
  - Peuplement dégradé formé par des sujets de Genévrier thurifère reposant sur terrain rocailleux en amont et profond à l'aval (entre 1680 et 1880 m d'altitude). Existence de quelques sujets de Genévrier oxycèdre, avec présence d'une strate herbacée formée essentiellement d'espèces en coussinet épineux (Astragale, euphorbe).
- Peuplement de Genévrier thurifère en association avec le Genévrier oxycèdre et le chêne vert, peuplement très dégradé où on y rencontre le cortège floristique comprenant les frênes, l'armoise, le genêt, l'asphodèle etc... (1720 et 1920 m d'altitude).

La strate herbacée est représentée par des espèces en coussinet généralement épineux.

## **7. Considérations faunistiques**

Quoique l'étude établie par le BNEDER (2014), portant particulièrement sur l'étude d'aménagement et de développement forestier de la forêt domaniale des Aurès, elle dénote une diversité partielle et ne couvre nullement toute la région. Nous signalons également qu'aucune étude spécifique récente n'a encore été faite sur la composition du patrimoine faunistique dans la forêt domaniale de S'gag. Les données disponibles concernent particulièrement les espèces vertébrées (oiseaux, mammifères, reptiles) dans la forêt domaniale de l'Aurès. Les espèces faunistiques représentent 11% du total des espèces inventoriées à l'échelle nationale. Elle totalise 56 espèces. 16 espèces de mammifères, 05 espèces de reptiles et 35 espèces d'oiseaux (BNEDER, 2014).

# *Troisième partie*

## *Matériel et méthodes*

### *d'étude*

**Partie III : Matériel et méthodes**

Cette partie est consacrée à la description des principales méthodes et techniques utilisées pour la caractérisation de la biodiversité des thuriferaies de l'Aurès. Les différents indices écologiques et traitements statistiques utilisés lors de l'exploitation des résultats sont également ci exposés.

**1. Objectifs et chronologie de l'étude**

Ce travail représente une contribution à l'étude des éléments écologiques des thuriferaies de la région de l'Aurès. Le sol, la flore et la faune. La mise en valeur de ce patrimoine naturel constitue une démarche en vue d'une bonne gestion du site. A cet effet nous avons réalisé plusieurs sorties sur terrain pendant toute la période s'étendant entre Janvier 2015 et Janvier 2016 avec une fréquence d'une à deux fois par mois. Un total de 25 sorties a été effectué pendant cette période (Tableau 14).

**Tableau 14:** Chronologie, objectifs et actions menées lors des sorties de terrain  
(Janvier 2015 - Janvier 2016)

<b>Dates</b>	<b>Objectifs des sorties</b>	<b>Opérations effectuées</b>
12/01/2015	-Première prospection des stations d'étude.	-Choix des stations d'études -Prélèvement d'un échantillon du sol
10/02/2015	-Mise au point du dispositif de piégeage -Etude de la végétation	-Délimitation des stations -Installation des pièges -Suivi de la phénologie du Thurifère
26/02/2015	-Etude des invertébrés -Etude de la végétation	-Récolte de contenu des pièges trappes et colorés et capture des insectes par le parapluie japonais et réinstallation des pièges - Suivi de la phénologie du Thurifère
14/03/2015	-Etude des invertébrés -Etude de la végétation	- Suivi de la phénologie du Thurifère -Récolte du contenu des pièges trappes et colorés et capture des insectes par le parapluie japonais et réinstallation des pièges
05/04/2015	-Etude des invertébrés -Etude de la végétation	- Récolte du contenu des pièges trappes et colorés et capture des insectes par le parapluie japonais et réinstallation des pièges - Suivi de la phénologie du Thurifère

### *Partie III : Matériel et méthodes d'étude*

25/04/2015	-Etude pédologique -Etude de la végétation	-Prélèvement d'un échantillon du sol - Suivi de la phénologie du Thurifère
07/05/2015	-Etude de la végétation	- Suivi de la phénologie du Thurifère
26/05/2015	-Etude des invertébrés -Etude de la végétation	-Récupération du contenu des pièges et réinstallation des pièges -Collecte des invertébrés par la méthode de battage - Suivi de la phénologie du Thurifère
02/06/2015	-Suivi des oiseaux	-Recensement des oiseaux
10/06/2015	-Etude de la végétation -Suivi des oiseaux Etude des invertébrés	- Suivi de la phénologie du Thurifère - Recensement des oiseaux - Echantillonnage des rameaux
15/06/2015	-Etude de la végétation	- Collecte d'échantillons de végétation (confection d'herbier) dans la station Zana - Suivi de la phénologie du Thurifère
26/06/2015	-Etude de la végétation	- Collecte d'échantillons de végétation (confection d'herbier) dans la station Nirdi
30/06/2015	-Etude des invertébrés -Etude de la végétation	- Récolte du contenu des pièges trappes et colorés et capture des insectes par le parapluie japonais et réinstallation des pièges - Suivi de la phénologie du Thurifère
10/07/2015	-Etude des invertébrés -Etude de la végétation	-Récolte du contenu des pièges trappes et colorés et capture des insectes par le parapluie japonais et réinstallation des pièges - Suivi de la phénologie du Thurifère
10/08/2015	-Etude des invertébrés -Etude de la végétation	- Récolte du contenu des pièges trappes et colorés et capture des insectes par le parapluie japonais et réinstallation des pièges - Suivi de la phénologie du Thurifère
30/08/2015	-Etude des invertébrés -Etude de la végétation	- Récupération du contenu des pièges trappes et colorés et capture des insectes par le parapluie japonais - Suivi de la phénologie du Thurifère - Placement des pots Barber et pièges jaunes
15/09/2015	-Suivi des oiseaux	-Recensement des oiseaux
25/09/2015	-Etude des invertébrés -Etude de la végétation	- Récolte du contenu des pièges trappes et colorés et capture des insectes par le parapluie japonais et réinstallation des pièges - Suivi de la phénologie du Thurifère

### *Partie III : Matériel et méthodes d'étude*

17/10/2015	-Etude de la végétation	-Suivi de la phénologie du Thurifère
05/11/2015	-Etude des invertébrés -Etude de la végétation	-Réculte du contenu des pièges trappes et colorés et capture des insectes par le parapluie japonais et réinstallation des pièges -Suivi de la phénologie du Thurifère
30/11/2015	-Etude de la végétation	- Suivi de la phénologie du Thurifère
	-Etude des invertébrés	- Réculte du contenu des pièges trappes et colorés et capture des insectes par le parapluie japonais et réinstallation des pièges
25/12/2015	-Etude des invertébrés -Etude de la végétation -Etude pédologique	-Réculte du contenu des pièges trappes et colorés et capture des insectes par le parapluie japonais - Placement des pots Barber et pièges jaunes - Suivi de la phénologie du Thurifère
10/01/2016	-Etudes des invertébrés -Etude de la végétation	- Capture des insectes par le parapluie japonais - Réculte du contenu des pièges trappes et colorés - Placement des pots Barber et pièges jaunes - Suivi de la phénologie du Thurifère
30/01/2016	-Etude des invertébrés -Etude de la végétation	-Récupération du contenu des pièges trappes et colorés et capture des insectes par le parapluie japonais - Suivi de la phénologie du Thurifère

## **2. Choix des stations**

Sachant que la thuriféraie des Aurès est répartie de 5 stations (Temagoult, 1988), nous nous sommes intéressés particulièrement à deux d'entre elles (Zana et Nirdi).

Ce choix s'est fait cependant après une prospection plus large du massif forestier de la région en prenant compte les points suivants :

- L'accessibilité des stations.
- L'exposition (versant nord, versant sud).
- L'altitude.
- La topographie.

Notre choix des deux stations, réside dans le fait que ces dernières présentent des variations d'ordre écologiques de point de vue (climat, topographie, versant, monospécificité de l'espèce, exposition,...) (Tableau 15).

**Tableau 15:** Caractéristiques générales des deux stations d'étude

Station	Versant	Altitude (m)	Exposition	Pente (%)
ZANA	Nord	1700	Nord Est	50%
NIRDI	Sud	1400	Sud-Ouest	30%

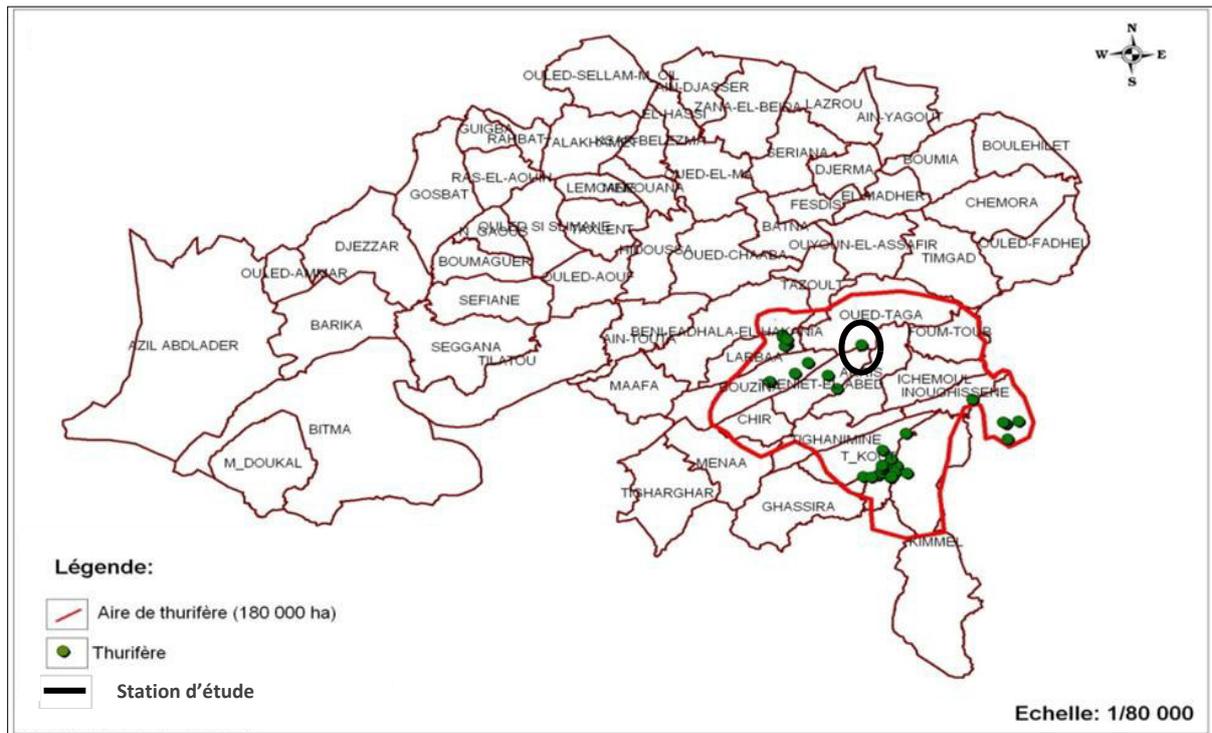
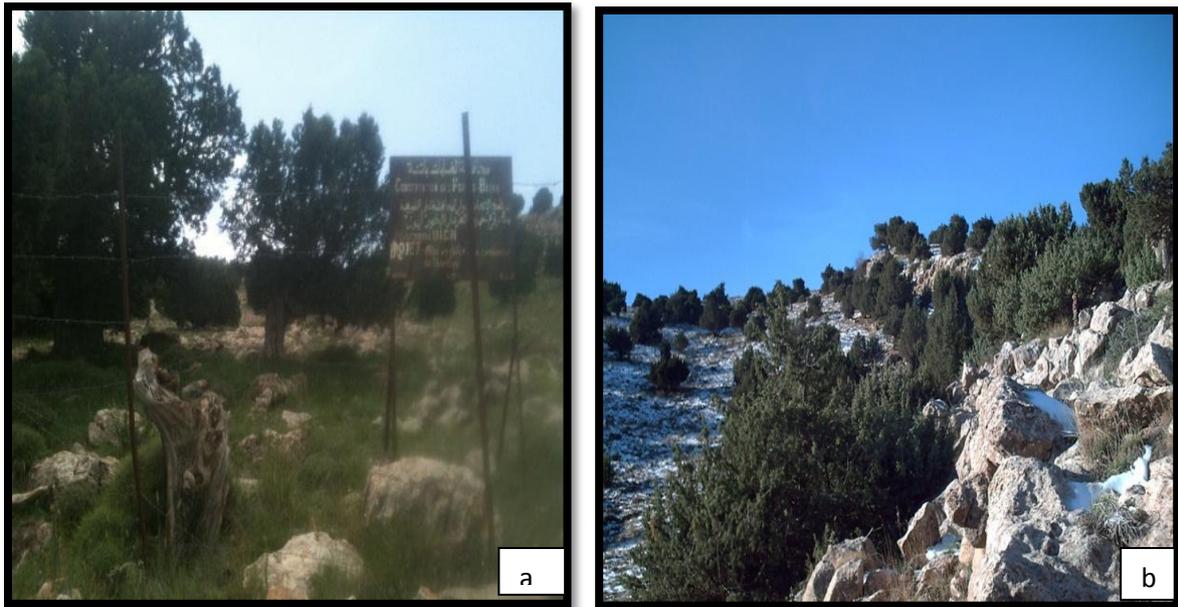
### 2.1. Station Zana

La station Zana fait partie de la forêt domaniale du S'gag, se trouve au Nord du massif des Aurès à 35 km au Sud-est du chef-lieu de Wilaya, elle s'étend sur une superficie d'environ 146 ha. Située entre 6°20'50" E et 35° 22' 29" N (Figure 21).

Elle est limitée au Nord par le bassin de Timgad, l'Ouest par l'anticlinal d'Iguedlène, au Sud par le Dj Mahmel, elle culmine 1966 m d'altitude, Elle est limitrophe des dairates d'Arris, Thniet-el-Abed, Bouzina, Tazoult et Timgad.

La station repose sur un terrain accidenté avec une pente de (50%), et une altitude moyenne de 1700 m. Les sols actuels sont en partie le résultat de la transformation d'un matériau primitif qui a été altéré. Le faciès lithologique est dominé par le crétacé et l'éocène, les sols sont évolués reposent sur une roche mère qui dans la plus part des cas est calcaire dolomitique, le taux de recouvrement est de 45%. La forêt est caractérisée par un climat de type semi-continentale, sub humide très froid. Le climat est caractérisé par une saison sèche se prolongeant au-delà de début Juin jusqu'à fin Aout, Les précipitations annuelles ne dépassent pas 587,65 mm/an.

Cette station est caractérisée par la présence de *Juniperus thurifera* sous formes d'arbres et d'arbustes clairsemés, où les xérophytes en coussinets épineux sont de plus en plus présents dont la strate herbacée est constituée principalement par *Bupleurum spinosum*, *Astragalus armatus*, *Asphodeline lutea*, *Avena sterilis*, Ce genévrier est en mélange avec le Genévrier oxycèdre.



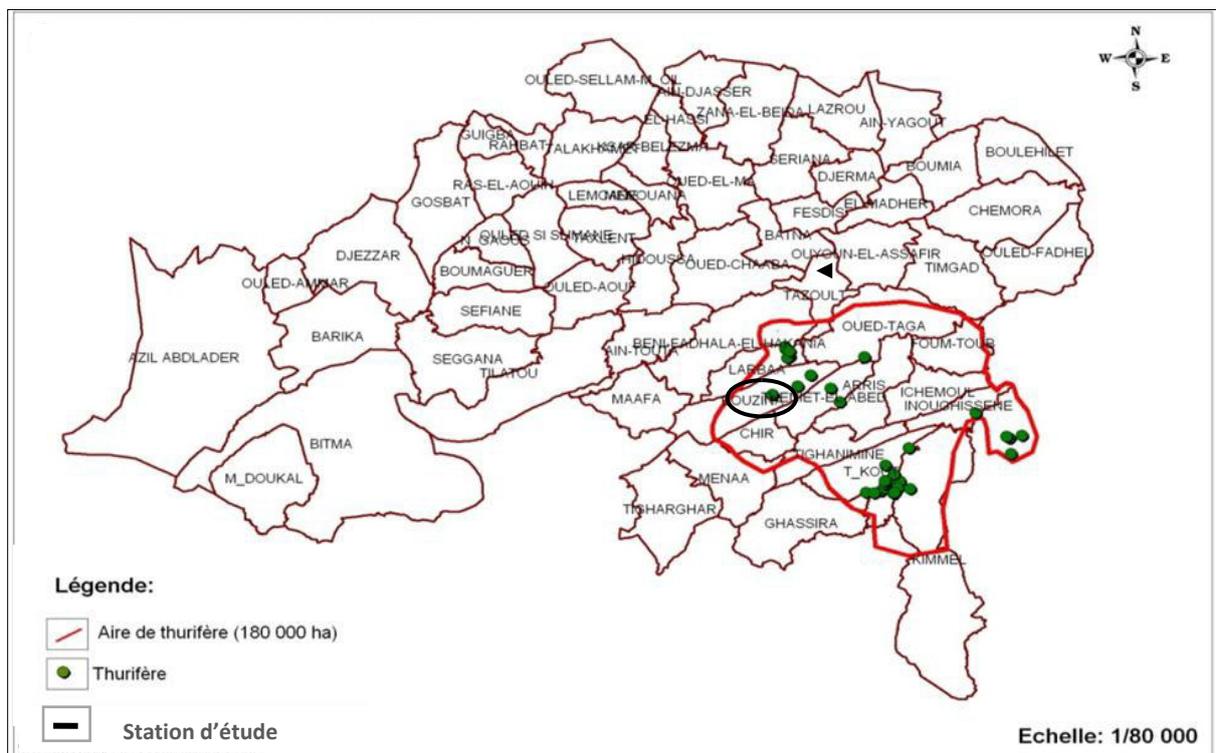
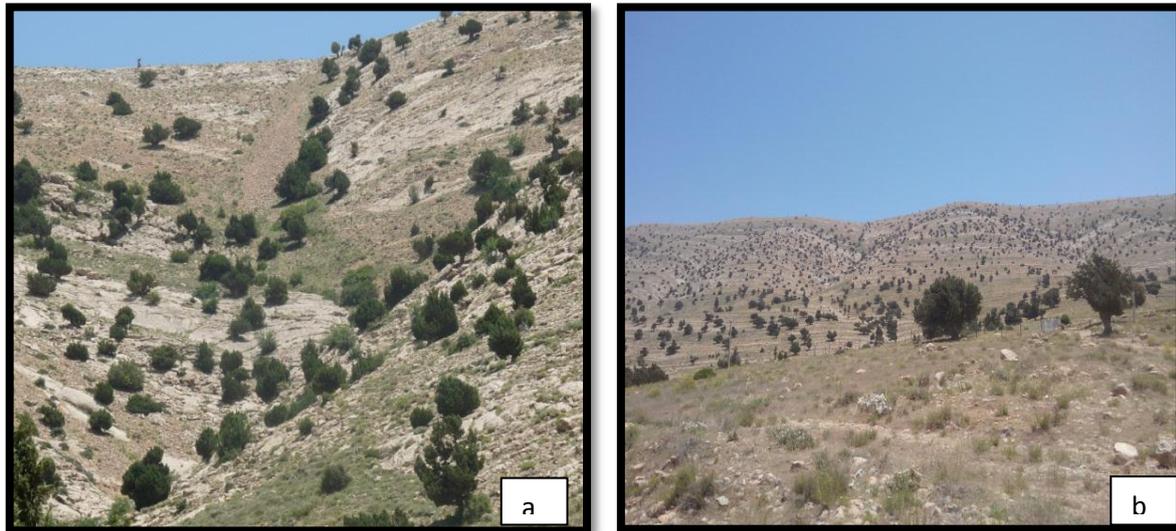
**Figure 21:** Localisation géographique et vue générale (a et b) de la thuriféraire de Zana dans la wilaya de Batna (Conservation de Batna)

## 2.2. Station Nirdi

La station Nirdi ( $6^{\circ} 12' 60''$  E,  $35^{\circ} 18' 29''$  N), est située dans la commune de Bouzina lieu-dit (Makssem), fait partie de la forêt domaniale de l'Aurès avec une exposition Sud-ouest et une altitude moyenne de 1400m.

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

Le peuplement est caractérisé par un climat de type semi continental, semi-aride. Les températures enregistrées au niveau de la station sont comprises entre 3.04°C pour le mois froid (janvier) et 24,31°C pour le mois chaud (Juillet). Les précipitations sont de l'ordre de 369,99 mm/an. La station repose sur un substrat à faible teneurs en calcaire, a texture limoneuse avec une pente plus de 25 %, ce qui provoque un risque d'érosion remarquable.



**Figure 22:** Localisation géographique et vue générale (a et b) de la thuriféraire de Nirdi dans la wilaya de Batna (Conservation de Batna)

Le taux de recouvrement de la station en végétation est d'ordre de 30%. Elle est caractérisée par la monospécificité qui est composée du Genévrier thurifère (100%), avec une structure claire où les arbres sont plus ou moins isolés. On trouve une dominance de la strate herbacée qui est très développée présentée par des xérophytes épineuses, occupant des espaces larges entre les arbres. Parmi les espèces caractéristiques de cette station, *Astragalus armatus*, *Artemisia campestris*, *Euphorbia nicaeensis*, *Hertia Cheirifolia*, *Teucrium chamaedrys*, *Centaure pullata*, *Calicotome spinosa*.

## **Chapitre 1 : Approche pédologique**

Ozenda (1954), définit le sol comme un élément principal de l'environnement qui règle la répartition de la végétation. Il se développe en fonction de la nature de la roche-mère, la topographie et les caractéristiques du climat.

Alors que Halitim (1985), de son côté, précise que le sol joue un rôle de facteur de compensation au niveau des précipitations.

Dans toute étude écologique, le sol reste la clé déterminante des différents phénomènes (croissance, maintenance, adaptation) par ses éléments nutritifs minéraux, ainsi que sa teneur en eau et en matière organique.

Les sols résultent de l'action extrêmement intriquée et complexe des facteurs abiotiques et biotiques, qui conduisent à l'élaboration d'un mélange intime de matière minérale et organique provenant de la décomposition des êtres vivants après leur mort et leurs excréta (litières, racines mortes, cadavres d'animaux, fèces) (Ramade, 1984).

Les sols présentent une grande diversité et constituent une véritable mosaïque. L'objectif de notre étude est la détermination des facteurs édaphiques susceptibles d'exercer un rôle fondamental sur la phénologie et la répartition des groupements à *Juniperus thurifera*

### **1. Méthodes de prélèvement du sol**

Dans la zone d'étude, nous avons effectué des prélèvements des échantillons du sol représentant les deux saisons de l'année (Printanière et hivernale) sur chaque station.

Ces prélèvements ont été effectués au sein des surfaces qui ont fait l'objet des relevés phytosociologiques pour les deux stations.

Le sol est prélevé à l'aide d'une tarière et à une profondeur de 30 cm au centre de la station. Le sol prélevé est séché à l'air et tamisé à l'aide d'un tamis de 2 mm de diamètre, avant d'entamer les analyses pédologiques qui donnent un aperçu sur les principales caractéristiques physico-chimiques du substrat de la zone d'étude.

Pour Halitim (1985), seuls les horizons superficiels sont importants pour la végétation, la couche la plus superficielle où se développent les plantules issues des germinations.

## **2. Méthodes d'analyses**

Les échantillons prélevés ont été étudiés par les voies chimiques et physiques classiques. Les analyses physico-chimiques ont été effectuées au niveau de l'institut national du sol de l'irrigation et du drainage (INSID) dans la wilaya d'Oum EL Bouaghi. Ces analyses ont été réalisées selon des protocoles expérimentaux mentionnés par (Aubert, 1976 et Baize, 1988).

### **2.1. Analyses physiques**

#### **2.1.1. Analyses granulométriques**

L'analyse granulométrique concerne la partie fine du sol (< 2 mm) (Duchauffour, 1977). Le principe de la méthode internationale (Pipette de Robinson) est basé sur la vitesse de sédimentation des particules. En premier, la matière organique est détruite par l'eau oxygénée. Les différentes fractions sont dispersées à l'hexamétaphosphate de sodium.

La détermination des différentes fractions granulométriques du sol (argile, limon et sable) est réalisée en prélevant au moyen de la pipette de Robinson, c'est le cas de l'argile, limon fin et limon grossier, et par tamisage pour le sable fin et le sable grossier (Aubert, 1978).

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

<b>Argile</b>	< 2 $\mu\text{m}$
<b>Limon fin</b>	2 à 20 $\mu\text{m}$
<b>Limon grossier</b>	20 $\mu\text{m}$ à 0
<b>Sable fin</b>	0 à 0,2 mm
<b>Sable grossier</b>	0,2 à 2 mm

Dans le triangle ci-dessous on peut distinguer les sols à texture Très lourde, Lourde, Limoneuse, Légère, et Très légère (Figure 23).

La texture du sol se rapporte au pourcentage relatif de sable, de limon et d'argile dans le sol. La taille des grains de sable modifie ensuite le nom de texture (Donahue, 1958).

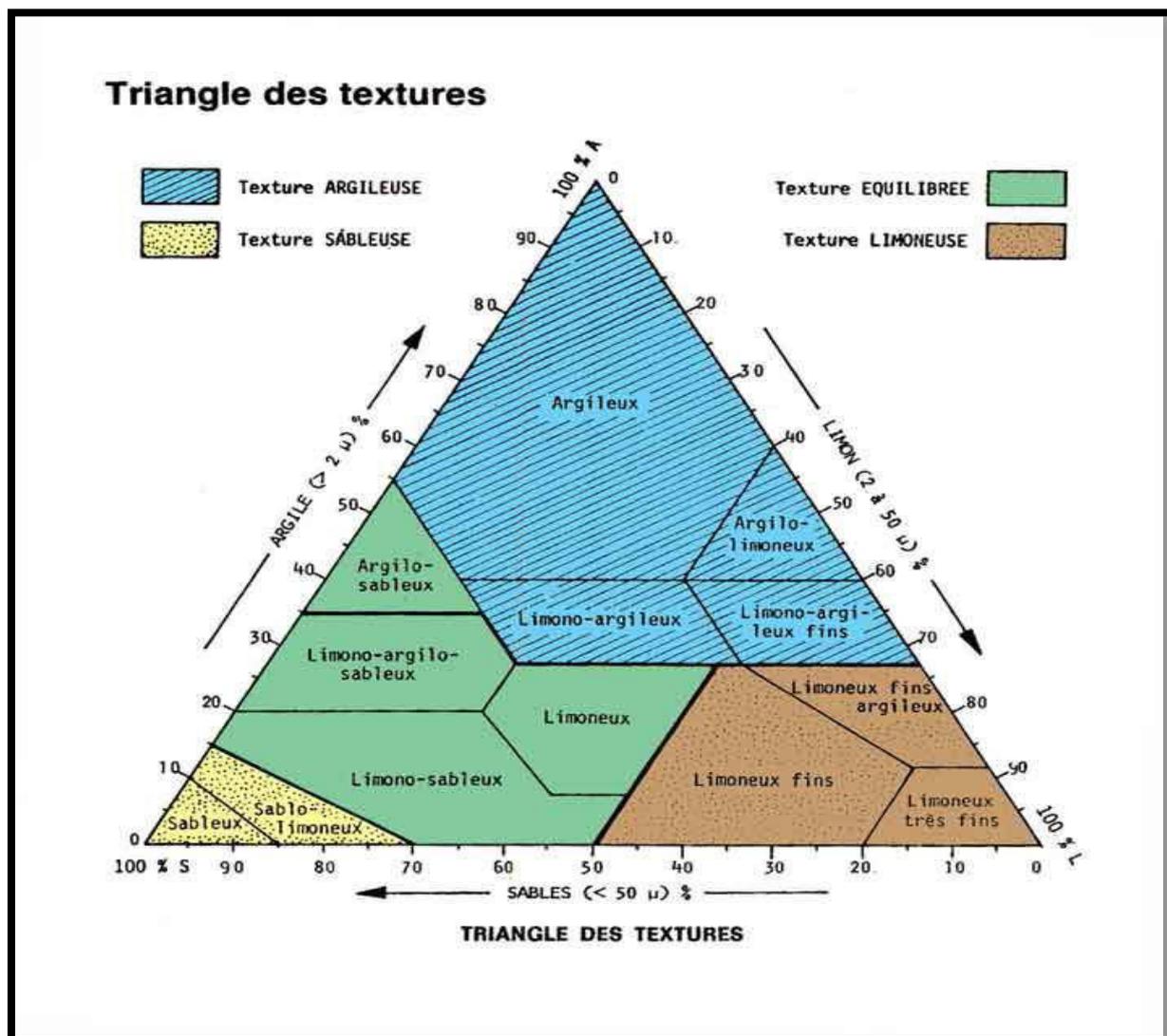
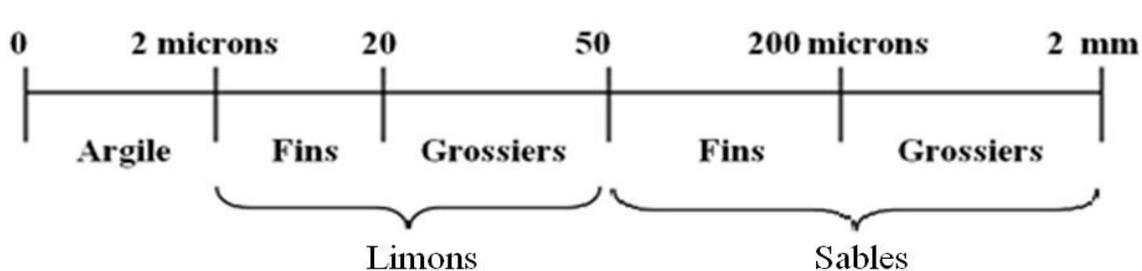


Figure 23: Classification américaine des textures pédologiques (Duchaufour, 1997)

D'après Mathieu (1998), les particules minérales ont été classées selon l'échelle internationale de la façon suivante :



## 2.2. Analyses chimiques

### 2.2.1. Détermination de la conductivité électrique (CE) et de la salinité

La mesure de la conductivité électrique permet d'obtenir rapidement une estimation de la teneur globale des sels dissous. Elle est mesurée dans l'extrait de sol à température donnée, dont le rapport sol/eau (1/5) exprimée en millisiemens par centimètre (mS/cm) à l'aide d'un conductivimètre. « La capacité du sol à conduire le courant électrique est en fonction de la concentration en électrolytes de la solution du sol » (Rieu M *et al*, 1976) (Tableau 16).

Pour avoir la valeur de la salinité nous appliquons la formule :

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

**Tableau 16:** Echelle de salure européenne (Gros, 1979)

CE mS/cm	0 - 0,6	0,6 - 1,2	1,2 - 2,4	2,4 - 6	> 6
Extrait 1/5	Non salé	Peu salé	Salé	Très salé	Extrêmement salé

### 2.2.2. pH

Le pH n'agit pas directement. C'est une résultante de divers facteurs ioniques présents dans un sol. Le pH permet de définir d'une manière approximative l'état du complexe absorbant, notamment le taux de saturation. Elle exprime les concentrations en ions H libres dissociés dans la solution du sol.

La mesure des valeurs de pH des suspensions des terres fines est réalisée en faisant appel à la méthode électrométrique à électrode de verre.

Cette méthode, est consistée à mesurer la force électromotrice d'une solution aqueuse du sol (Rapport sol / eau) est égal à 2,5 à l'aide d'un pH-mètre. On a dilué 20 g de sol dans 50 ml d'eau distillée bouillie et refroidie, nous la passons dans l'agitateur pendant 15 mn, ensuite on récupère la suspension, on la filtre et on la passe au pH-mètre, préalablement étalonné par des solutions tampons à pH connu.

Le pH définit par la concentration des ions H<sup>+</sup> d'un milieu et, détermine l'acidité ou la basicité de ce milieu. Il s'exprime selon une échelle de 0 à 14. Les valeurs faibles indiquent une acidité, les valeurs > 7 correspondent à un caractère basique (Baize, 1990) (Tableau 17).

**Tableau 17:** Normes d'interprétation du pH (Baize, 1988)

<b>Appréciation</b>	<b>Echelle de pH</b>
< pH < 5	Très acide
5 < pH < 7	Peu acide
pH = 7	Neutre
7 < pH < 8	Peu alcalin
pH > 8	Alcalin

### **2.2.3. Dosage du calcaire total CaCO<sub>3</sub>**

Le calcaire est un constituant qui n'est pas toujours présent dans le sol. On le trouve souvent sous forme de carbonate de calcium et, sa connaissance facilite la classification d'un sol du point de vue pédogénétique.

Le dosage du calcaire total se fait à l'aide du calcimètre de Bernard. Cette méthode se base sur la comparaison entre deux volumes : celui du CO<sub>2</sub> dégagé en utilisant du CaCO<sub>3</sub> pur et, celui du sol dans les mêmes conditions de température et de pression.

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

$$\text{CaCO}_3 (\%) = \frac{V}{V'} \frac{P}{P'} * 100$$

Soit:

**V** : le volume dégagé de CO<sub>2</sub> par la prise d'essai (P) de la terre fine.

**V'**: le volume dégagé de CO<sub>2</sub> par la prise d'essai (P) de CaCO<sub>3</sub> pur (témoins).

L'échelle d'interprétation des carbonates permet de déterminer la quantité du CaCO<sub>3</sub> comprise dans un échantillon du sol (Tableau 18).

**Tableau 18:** Normes d'interprétation pour Calcaire total (Baize, 1988)

% de Carbonates	Charge en calcaire
< 0,3	Très faible
0,3 - 3	Faible
3 - 25	Moyenne
> 60	Très forte

#### 2.2.4. La matière organique

La matière organique joue un rôle essentiel dans le sol. Elle agit essentiellement sur la mouillabilité du sol, et diminue les risques d'éclatement lors de l'humectation (Le Bissonnais *et al*, 1993).

La quantité globale de la matière organique est évaluée de manière approximative par le dosage du carbone organique, qui est oxydé par le bichromate de potassium en milieu sulfurique. Le bichromate doit être en excès, la quantité réduite est en principe proportionnelle à la teneur en carbone organique.

Pour le calcul du taux de carbone

$$C (\%) = \frac{V-V'}{P} * 0,38$$

**V** : volume lu pour le sol

**V'** : volume pour le témoin blanc

**P** : poids du sol

L'excès de bichromate de potassium est titré par une solution de sel de Mohr, en présence de diphénylamine dont la couleur passe du bleu foncé au bleu vert.

Le pourcentage de la matière organique est obtenu suivant la relation suivante :

$$MO = C \times 1,724 \text{ Duchauffour (1977).}$$

Les valeurs obtenues sont exprimées en pourcentage de classes, suivant une échelle conventionnelle (Tableau 19).

**Tableau 19:** Classification des taux de matière organique (MO %)

MO%	Quantité
< 0,6	Très faible
0,6 - 1,15	Faible
1,15 - 1,75	Moyenne
1,75 - 2,9	Forte

### **2.2.5. Dosage de phosphore total**

L'analyse du phosphore total du sol nécessite la transformation de formes relativement insolubles vers des formes solubles compatibles par la méthode d'attaque tri acides (acide nitrique, acide perchlorique et acide sulfurique) et la lecture est effectuée avec un spectrophotomètre (Aubert, 1978).

Le phosphore total est calculé par la formule suivante :

$$P(\%) = \frac{y}{10^4} \frac{V}{P}$$

**V** : volume de la solution=100 ml

**P** : poids du sol = 1g

**Y** : valeur lue dans le spectrophotomètre

## **Chapitre 2 : Approche floristique**

### **1. Phénologie du Genévrier thurifère**

La phénologie (dont l'origine étymologique est phénoménologie) désigne, au sens large, l'ensemble des particularités morphologiques du cycle de développement d'un végétal, avec mention des époques de l'année correspondantes. Au sens strict, c'est l'étude des relations entre les phénomènes climatiques et les caractères morphologiques externes du développement des végétaux (Delpech *et al*, 1985). Par développement, on entend toute modification qualitative dans la forme de la plante (Durand, 1967).

La phénologie étudie les phénomènes périodiques des plantes. Elle cherche à saisir la progression temporelle, spatiale et stationnelle de la réapparition de ceux-ci (Malaisse, 1967).

Elle est fortement corrélée avec des caractères adaptatifs (ainsi, la tardiveté du débournement végétatif est souvent liée à la résistance aux gelées printanières). Le champ d'étude de la phénologie consiste à enregistrer, dans le temps, le retour des étapes de croissance et de développement des êtres vivants et à étudier les facteurs qui l'influencent (Défila et Clot, 2000).

Les observations phénologiques constituant des données très importantes pour les améliorateurs des plantes (choix de provenances selon la précocité ou la tardiveté du débournement) (Vernier et Teissier du Cros, 1996), et font partie des éléments de la connaissance de l'autoécologie des essences (Comps *et al*, 1987). Enfin, elles sont depuis peu employées afin d'étudier la réponse de la végétation aux changements climatiques (Lebourgeois et Godfroy, 2005).

#### **1.1. Cadre d'étude**

Cette étude a été réalisée dans les stations Zana (6°20' 50"E ,33°22' 29"N) et Nirdi (6°12' 60" E, 35°18'29"N).

Les stations situées sous climats différents, Zana (Sub-humide) et Nirdi (Semi-aride). La pluviosité annuelle moyenne est respectivement 587,65mm et 369,99 mm à Zana et Nirdi

Les observations ont été réalisées pendant les périodes respectives (Décembre, 2014 - Décembre, 2015).

## **1.2. Choix des individus et fréquences des observations**

Avant de commencer la surveillance, on a localisé les endroits, et on a choisi des spécimens qui poussent dans des régions faciles d'accès.

L'observation phénologique s'est portée sur 10 pieds d'arbres de Genévrier thurifère (5sujets mâles, 5sujets femelles) à la fois dans la station (Zana) et station (Nirdi).

Les pieds choisis sont repérés au fil et numérotés, pour assurer de bien observer les mêmes arbres à chaque visite. Les individus doivent être proches les uns des autres, distantes de 5 mètres minimum) (Goudiaby, 1998).

Les coordonnées géographiques du site de suivi phénologique, ont été faites à l'aide d'un GPS.

Les observations ont été effectuées en moyenne tous les 15 jours pour les deux stations.

Les arbres suivis sont observés à l'œil nu ou à l'aide d'une loupe, les stades phénologiques sont enregistrées dans une fiche de suivi phénologique.

## **1.3. Méthode visuelle globale de suivi**

Elle a été décrite par Grouzis et Sicot (1980) et reprise par Goudiaby (1998). Il s'agit de mettre en évidence les différents stades d'une phase phénologique par observation et mesure de taille de galbule.

Le principe de suivi phénologique est de déterminer, pour un site donné, le déroulement temporel moyen de développement (apparition, épanouissement, déclin) des individus du taxon par des observations à diverses dates. Ces observations concernent plus spécialement le développement d'organes tels que feuilles, fleurs et fruits (Gouzis, 1993).

Les phénophases retenus sont ceux proposées par Gouzis et Sicot (1980). S'agit de la feuillaison, floraison et fructification.

- **Feuillaison** : les stades suivants ont été retenus pour caractériser l'état de cette phase.

**V<sub>1</sub>** : gonflement des bourgeons, pas de feuilles développées

**V<sub>2</sub>** : bourgeons foliaire + feuilles épanouies (+ de 10% Et -50% des rameaux de l'individu).

**V<sub>3</sub>** : feuilles vertes en majorités épanouis

**V<sub>4</sub>** : feuilles vertes -feuilles sèches ou ayant changé de couleur (+ de 10% et – de 50%)

**V<sub>5</sub>** : + de 50% de rameaux de l'individu ont des feuilles sèches, chute des feuilles. Ce stade est difficile à situer parce que selon l'espèce, Il peut couvrir plusieurs mois.

- **Floraison**, les stades retenus pour sa caractérisation sont :

**F<sub>1</sub>** : bourgeons floraux uniquement

**F<sub>2</sub>** : bourgeons floraux et fleur épanouis (+ de 10% et de 50%)

**F<sub>3</sub>** : plus de 50% des rameaux portent des fleurs épanouies

**F<sub>4</sub>** : fleurs épanouies + fleurs sèche (+ de 10/, et moins de 50/)

**F<sub>5</sub>** : fleurs sèche en majorité, chute des espèces florales

- **Fructification**

**F<sub>1</sub>** : nouaison

**F<sub>2</sub>** : phase d'évolutions des fruits jusqu' à sa taille normale

**F<sub>3</sub>** : maturité du fruit

**F<sub>4</sub>** : fruit mur + début dissémination (ouverture des gousses ou chute des fruits)

**F<sub>5</sub>** : fruit entièrement sec et chute

## **2. Méthodes d'étude phytosociologique**

L'étude de la végétation demeure l'expression la mieux combinée et la plus significatif des facteurs climatiques, édaphiques et les pressions de l'homme.

Pour mieux appréhender la dégradation des écosystèmes qui est d'ordre naturel et anthropique, l'étude de la végétation parait très indiquée, En effet la flore et la végétation d'une région sont le résultat d'un long processus de sélection naturelle, sous l'action du climat, des conditions édaphiques et topographiques, sans oublier les activités anthropiques (Adedire 2002 ; Parmentier *et al*, 2005).

La méthode floristique reste un facteur prépondérant, pour pouvoir mieux déterminer la situation actuelle d'une région donnée. Les caractéristiques floristiques et écologiques de la végétation et, l'étude des aspects dynamiques des groupements sur le terrain, se fait à l'aide de la méthode phytosociologique classique (Brawn Blanquet, 1951).

## **2.1. Méthodes d'approche utilisées**

L'objectif de notre inventaire floristique, est de recenser d'une manière statistique les espèces végétales qui se trouvent dans notre région d'étude. Cet inventaire constitue un archive référentiel fournissant beaucoup de renseignements sur la flore caractéristique des thuriferaies de l'Aurès.

### **2.1.1. Zonage écologique**

Le zonage écologique nous permet d'avoir une vision architecturale sur la disposition spatiale de végétales, grâce aux relevés et à l'étude des échantillons.

Quatre zones et trois strates ont été définies. Les zones sont représentées par le sol, le climat, la composition floristique et la topographie.

Chaque zone doit être étudiée minutieusement afin d'obtenir un maximum d'information et d'établir une description rationnelle du fonctionnement des écosystèmes qui renferme la région étudiée. Les strates définies sont la strate arborée, arbustive et la strate herbacée. Ces zones écologiquement homogènes, ont guidé le choix de l'emplacement de nos relevés.

### **2.1.2. Choix des placettes d'échantillonnage**

Pour un choix plus justifié des stations, la végétation est un critère plus prépondérant. Selon Ellenberg (1956), la station dépend impérativement de l'homogénéité de la couverture végétale dans le but d'éviter les zones de transitions.

A l'intérieur des stations, le choix de l'emplacement des relevés s'est fait d'une manière subjective en veillant au respect du critère d'homogénéité structurale, floristique et écologique (Gehu et Rivas Martinez, 1981). Ce choix nous a permis de connaître la diversité des espèces accompagnatrices et caractéristiques des groupements à Genévrier thurifère.

### **2.1.3. Choix du type d'échantillonnage**

L'échantillonnage par définition est l'ensemble des opérations, qui ont pour objet de prélever dans une population des individus devant constituer l'échantillon (Dagnelie, 1975).

On s'efforcera évidemment en plus de rendre l'échantillonnage aussi efficace que possible, c'est-à-dire d'obtenir un résultat de précision donnée avec le minimum de travail (Gounot, 1969).

Pour cela, on a opté pour l'échantillonnage subjectif c'est-à-dire aléatoire dirigé. Ce dernier est plus simple et plus intuitif pour caractériser les groupements végétaux (Meddour, 1983), c'est une méthode de reconnaissance adaptée à tout type de formation végétale (Gounot, 1969), cet échantillonnage permet également d'obtenir une qualité d'information quasi identique à celle fournie par l'échantillonnage systématique (Hadjaj, 1996 ; Oulmouhoub et Laboudi, 1999 in Belouahem, 2012). Il permet de fournir une image complète (qualitativement et quantitativement) de l'objet étudié.

### **2.1.4. Méthodes des relevés phytoécologiques**

Pour la réalisation des relevés, on a basé sur certains critères pour le choix de l'emplacement des relevés phytosociologiques, l'homogénéité floristique et physionomique.

Nous avons utilisé la méthode dite phytosociologique ou sigmatiste ou encore Zurico-Montpelliennaise de Braun Blanquet (1951), pour cerner la problématique et atteindre l'objectif de l'étude.

Selon Gehu et Rivas-Martinez (1981), le relevé phytosociologique est un inventaire floristique accompagné de coefficients quantitatifs et qualificatifs (abondance dominance, sociabilité) et, de notation écologiques.

Les relevés ont été réalisés au printemps, saison considérée comme optimale, sur une surface de 400 m<sup>2</sup> (20 m\*20 m) au sein des formations forestières (Figure 24).

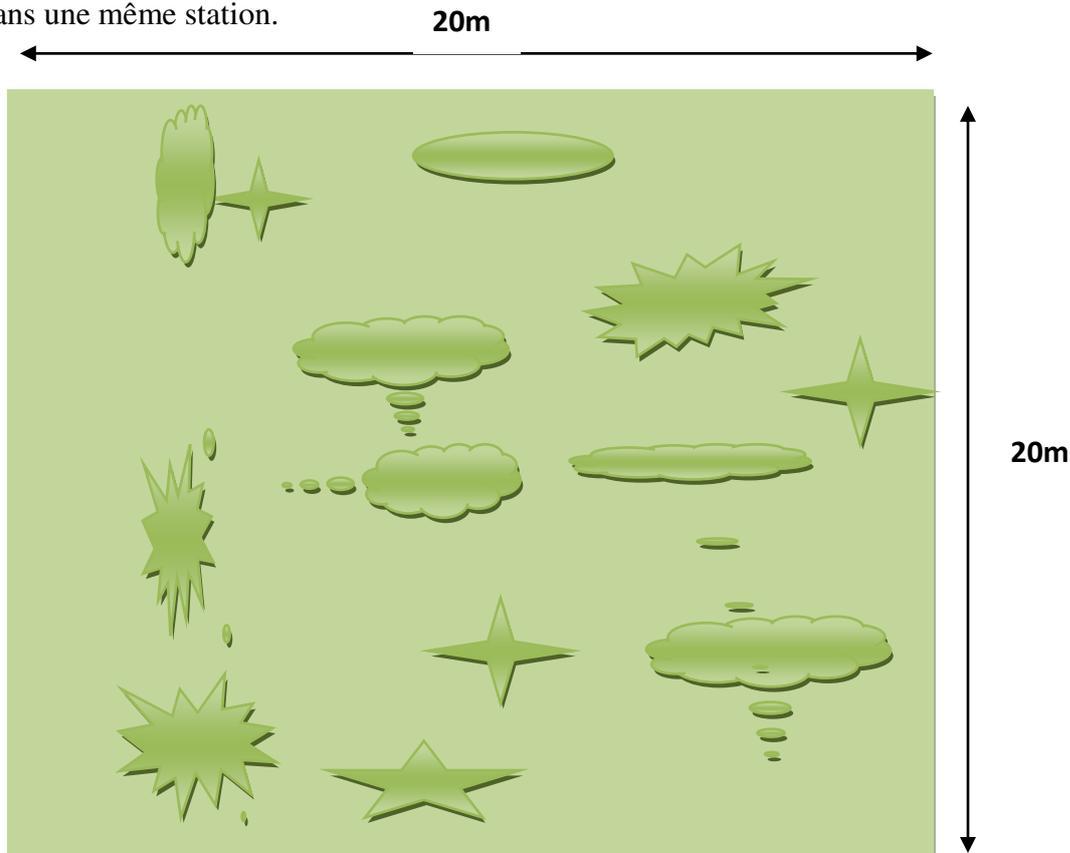
Cette surface est classiquement utilisée en écologie forestière, car cette résolution de mesure est en parfaite adéquation avec la perception des phénomènes écologiques y concernant la flore vasculaire (Daget et Godron 1982, Austin 1999).

Les travaux de Djebaili (1978); Aime *et al* (1986) et Hadjadj - Aouel (1988), précisent que l'aire minimale allant de 60 à 100 m<sup>2</sup> est suffisamment représentatif dans des formations méditerranéennes.

Les échantillons cueillis doivent être manipulés soigneusement afin d'éviter leurs détérioration. Chaque échantillon doit comporter les parties indicatrices de l'espèce, composé notamment de feuilles et de fleurs, ainsi de fruits s'il y a lieu pour faciliter son identification, ces échantillons sont desséchés dans un papier journal. L'identification des espèces a été facilitée par la contribution de suite à la consultation des guides botaniques.

Chacun de ces relevés comprend des caractères écologiques d'ordre stationnel, recensés ou mesurés sur terrain tels que l'altitude, exposition, la pente, surface de relevé, nature de substrat, le recouvrement global et le recouvrement par strate.

Les données floristiques se résument à une liste exhaustive des espèces présentes dans les stations d'études, cette liste change d'une station à une autre et d'une année à une autre dans une même station.



**Figure 24 :** Formes divers représentant les espèces floristiques dans un relevé phytosociologique horizontal

## **2.2. Les Caractères analytiques**

Pour bien figurer les résultats des relevés, nous avons utilisé des tableaux à double entrée, dit tableaux phytosociologiques où figurent les relevés et les espèces. Les colonnes correspondent aux numéros des relevés et les lignes pour les espèces rencontrées.

Dans la case d'intersection d'une ligne et d'une colonne, nous avons noté l'abondance dominance de l'espèce, voire même la fréquence.

Les espèces présentes dans chacun des relevés sont affectées à des coefficients semi quantitatifs. Les différents coefficients utilisés dans ce travail sont les suivants :

- **Abondance-dominance**

L'abondance exprime le nombre approximatif des individus de chaque espèce et, la dominance apprécie la surface couverte par l'ensemble des individus de l'espèce. Ces deux caractères sont liés entre eux. Elles sont intégrées dans un seul chiffre qui varie de 1 à 5 selon Braun-Blanquet (1951).

**r** : espèce rare et sporadique.

**1** : espèce dont le recouvrement total est inférieur à 5%

**2** : espèce dont le recouvrement total est de 5 à 25%

**3** : espèce dont le recouvrement total est de 25 à 50%

**4** : espèce dont le recouvrement total est de 50 à 75%

**5** : espèce dont le recouvrement total est de 75 à 100%

A partir de cette échelle on peut établir une transformation des coefficients d'abondance –dominance en recouvrement moyen.

- **Recouvrement moyen**

Le recouvrement moyen (RM) est la moyenne des coefficients d'abondance dominance de chaque espèce du groupement. Le recouvrement moyen (RM) correspond à chaque classe d'abondance-dominance est la suivante :

**5** : espèce à recouvrement moyen de 87, 5%

**4** : espèce à recouvrement moyen de 62, 5%

**3** : espèce à recouvrement moyen de 37, 5%

**2** : espèce à recouvrement moyen de 15%

**1** : espèce à recouvrement moyen de 3%

**r** : espèce à recouvrement moyen de 0,5%

- **Fréquence d'abondance**

Ce caractère est utilisé dans l'analyse statistique de végétation, il s'exprime en pourcentage (%). La fréquence d'une espèce s'exprimée par le nombre de n fois qu'elle est présentée sur un nombre total de N relevé.

La formule est la suivante :

$$F (\%) = \frac{n}{N} * 100$$

**n** : le nombre de relevé ou l'espèce existe.

**N** : le nombre total de relevés effectués.

En 1920, Durietz a proposé 5 classes :

**Classe 1** : espèces très rares    0 < F < 20

**Classe 2** : espèces rares        20 < F < 40%

**Classe 3** : espèces fréquentes   40 < F < 60%

**Classe 4** : espèces abondantes   60 < F < 80%

**Classe 5** : espèces constantes   80 < F < 100%

## **2.3. Diversité biologique et biogéographique de la végétation**

### **2.3.1. Classification biologique**

La classification des plantes se fait à partir des critères très variés. Depuis Linné, la systématique des végétaux se fonde essentiellement sur les caractères tirés de l'inflorescence. Ces caractères sont considérés comme moins variables et moins soumis aux influences extérieures que ceux des autres organes de la plante.

Beaucoup de systèmes ont été proposés pour classer ces différents types biologiques, le plus usuel reste le classement de point de vue écologique de Rankiaer en 1934 in (Quézel, 1999).

Malgré les restrictions, les géo botanistes ne peuvent ignorer une classification de type biologique dont l'utilité est indéniable, élaborée d'abord par le botaniste Rankiaer (1918) et modifiée par Braun-Blanquet en 1932.

#### **2.3.1.1. Types biologiques**

La classification des espèces selon les types biologiques de Rankiaer (1904-1934), s'appuie principalement sur l'adaptation de la plante à la saison défavorable et, met l'accent sur la position des bourgeons hibernants par rapport à la surface du sol, en s'efforçant de classer les plantes de forme semblable.

Pour Rankiaer (1904-1907), les types biologiques sont considérés comme une expérience de la stratégie d'adaptation de la végétation aux conditions du milieu.

Ces types biologiques présentent des caractéristiques morphologiques grâce auxquelles les végétaux sont adaptés aux milieux dans lesquels ils vivent (Dajoz, 1996).

Parmi les principaux types biologiques définis par Rankiaer (1904), on peut évoquer les catégories suivantes (Figure 27).

- **Phanérophytes : (Phanéros = visible, Phytes = plantes)**

Arbres ou des arbustes dont les bourgeons se trouvent en hiver au-dessus de la couche de neige, c'est-à-dire à plus de 25 à 40 cm au-dessus du sol et, qui assurent la protection de leurs bourgeons contre le froid en les entourant dans des enveloppes. On tenant compte de la hauteur, on peut distinguer trois formes différentes :

- Nanophanérophytes : de 50 cm à 2 m.
- Microphanérophytes : de 2 m à 8 m.
- Mésophanérophytes : de 8 à 30 m.

On distingue également les phanérophytes ligneux (arbres, arbustes et arbrisseaux), (herbacées des régions tropicales humides), succulent (cactées et euphorbes des déserts) et grimpants (tresses, lianes des forêts tropicales).

- **Chamaephytes : (Chamai = à terre).**

Herbes vivaces et sous arbrisseaux dont les bourgeons hibernants sont à moins de 25 cm au-dessus du sol, sur des pousses aériennes courtes, grimpantes ou érigées, mais vivaces, ces bourgeons peuvent jouir d'un certain abri (neige, effet de groupe).

- **Hemicryptophytes : (cryptos = caché)**

Plantes vivaces à rosettes de feuilles étalées sur le sol et les bourgeons de renouvellement sont au ras du sol ou dans la couche superficielle du sol ; ce qui leur permet d'être protégées par la litière et en hivers par la neige. L'appareil aérien est herbacé et disparaît à la mauvaise saison.

- **Géophytes**

Plantes à organes vivaces. Ces végétaux ayant une partie aérienne particulièrement fragile et fugace, passant la mauvaise saison à l'aide de bulbes, tubercules ou rhizomes enfouis sous terre. Elles sont très communes dans les régions tempérées.

- **Thérophytes : (théros = été).**

Plantes annuelles à cycle végétatif complet. Elles comprennent une courte période végétative et ne subsistent plus à la mauvaise saison qu'à l'état de grains, de spores ou autres corps reproducteurs spéciaux.

#### **2.3.1.2. Spectre biologique**

Selon Gaussen *et al* (1982), le spectre biologique est le pourcentage des divers types biologiques.

Romane (1987), met en évidence l'existence d'une bonne corrélation entre les types biologiques et de nombreux caractères phénomorphologiques.

Il recommande l'utilisation des spectres biologiques en tant qu'indicateur de la distribution des autres caractères morphologiques et probablement des caractères physiologiques.

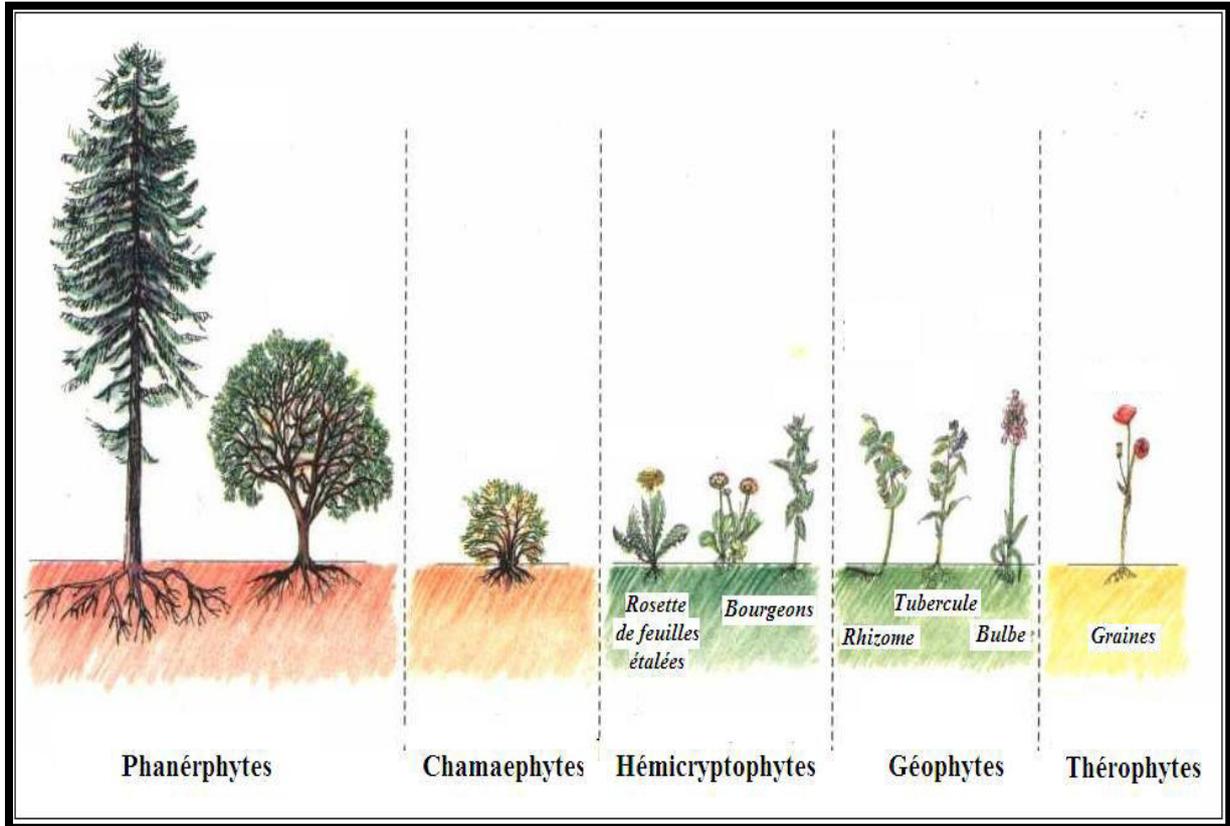


Figure 25: Formes biologiques de Raunkiaer (Site Web 1)

### 2.3.1.3. Indice de perturbation

Pour pouvoir apprécier l'état de dégradation des groupements individualisés, un indice de perturbation (IP) a été calculé pour chaque groupement (Kadi Hanifi, 2003). Cet indice est donné par le rapport suivant :

$$IP = \frac{\text{Chaméphytes} + \text{T hérophytes}}{\text{Nombre totale des espèces}}$$

### 2.3.2. Caractérisation phytogéographique

L'étude de la flore du bassin méditerranéen présente un grand intérêt compte tenu de sa grande richesse floristique, son fort taux d'endémisme, sa diversité liée à l'hétérogénéité des facteurs historiques, paléogéographiques et géobotaniques qui la détermine ainsi qu'à l'impact séculaire de la pression anthropique (Quézel, 1984).

L'étude phytogéographique constitue également un véritable modèle pour interpréter les phénomènes de régression (Olivier *et al*, 1995). Pour Quézel (1991), une étude phytogéographique constitue une base essentielle à toute tentative de conservation de la biodiversité.

La répartition biogéographique des espèces rencontrées dans la zone d'étude a été déterminée à l'aide de :

- La flore de l'Algérie Quézel et Santa (1962-1963)
- La flore de Sahara Ozenda (1977)
- La flore de Maire (1926)
- La flore de France Bonnier et Douin (1990)

#### **2.4. Exploitation des données par des analyses statistiques (Classification hiérarchique ascendante)**

Les méthodes utilisées pour le traitement des données sont multiples et, le choix de ces méthodes dépend de l'objectif de l'étude et de la nature du tapis végétal (Godron, 1982).

L'objectif principal des méthodes de classification automatique est de répartir les éléments (espèces) d'un ensemble en groupes ou classes, c'est-à-dire d'établir une partition de cet ensemble. Chaque groupe devant être le plus homogène possible et les groupes devant être les plus différents possibles entre eux (Chessel *et al*, 2004).

La classification ascendante hiérarchique (CAH) choisie pour l'analyse des données floristiques, consiste à associer progressivement les individus. Selon leur ressemblance, les dendrogrammes de classification présentent habituellement une bonne ségrégation (partition) des groupes et laissent peu de liberté à l'interprétation, contrairement aux plans factoriels issus de l'AFC, affirme (Meddour, 2010).

Selon Bouroche et Saporta (1983), elle permet de regrouper les espèces qui tendent à se retrouver ensemble dans les mêmes relevés donc ayant des écologies voisines. Dans notre travail, nous avons appliqué la classification hiérarchique ascendante (CAH) à la flore des thuriféraires, pour identifier les variations dans la composition de la flore au sein du même groupe d'habitat.

## **Chapitre 3 : Approche faunistique**

### **1. Etude bioécologique des invertébrés**

L'étude de l'entomofaune de Genévrier thurifère offre un grand intérêt écologique. Elle vise à caractériser des stratégies de préventions contre les espèces nuisibles, sans nuire aux espèces utiles, surtout pour les ravageurs des galbules qui sont la cause principale du manque de régénération de cette espèce.

#### **1.1. Méthodes et techniques de piégeage et de collecte des invertébrés**

Notre étude a été réalisée dans les deux stations Zana (6° 20' 33" E, 35° 22' 22" N) et Nirdi (6° 12' 60" E, 35° 18' 11" N).

Le choix des placettes expérimentales a été fait après une prospection des zones d'étude, en prenant en compte les points suivants : l'accessibilité des stations, l'intensité de l'attaque, l'exposition, l'altitude et la topographie. Toutes les possibilités de variations climatiques qui influent sur le développement des invertébrés seront considérées.

Pour cela, ce présent travail réalisé pour la première fois dans cette région, qui a pour but d'une part, dresser une première liste concernant l'entomofaune des thuriféraires et identifier les principaux ravageurs de cette précieuse espèce et, d'autre part mettre en évidence le véritable statut bioécologique des différentes espèces recensées suivant plusieurs niveaux de perception .

Afin de réaliser ce travail, il a été nécessaire d'effectuer des sorties qui s'étalent sur les quatre saisons, à raison d'une à deux sorties par mois de janvier (2015) à janvier (2016).

La superficie échantillonnée est de l'ordre de 400 m<sup>2</sup> pour chaque station.

L'obtention des échantillons de faune représentatifs est l'un des problèmes les plus complexes à l'écologiste sur le terrain, en particulier dans le milieu forestier qui reste le moins exploré par manque de techniques appropriées (Mouna, 1982). L'emploi simultané de plusieurs méthodes complémentaire est le meilleur moyen d'évaluer la biodiversité et d'obtenir un échantillon représentatif (Marshall *et al*, 1994).

La méthodologie appliquée se base sur celle utilisée depuis plusieurs années dans diverses études entomologiques. Diverses méthodes de captures peuvent être utilisées, suivant les moyens dont nous disposons, nous avons utilisé les méthodes de chasse classiques.

### **1.1.1. Méthodes d'échantillonnage quantitatif**

- **Piégeages (installation des pièges sur terrain)**

A pour but l'échantillonnage quantitatif de certaines espèces, ces pièges nous ont permis de capturer plusieurs espèces surtout les ailés (Benkhilil, 1991). Ces pièges ont été laissés en place pendant un intervalle de temps déterminé.

#### **A) Pièges colorés**

Nous avons utilisé des récipients en matière plastique de couleur jaune, remplis au 2/3 d'eau additionné d'un mouillant et une petite pierre dispose au centre du piège, afin d'éviter leur déplacement.

Ces pièges nous ont permis de recenser plusieurs espèces ailées, notamment des hyménoptères, des hétéroptères et des diptères.

Ces pièges sont constitués pour apprécier la présence, la quantité et la qualité des individus d'une espèce (Riva et Silvy, 1989 in Benkhilil1991).



**Figure 26:** Pièges colorés placés dans une placette échantillonnée

### B) Pot Barber (pièges trappes)

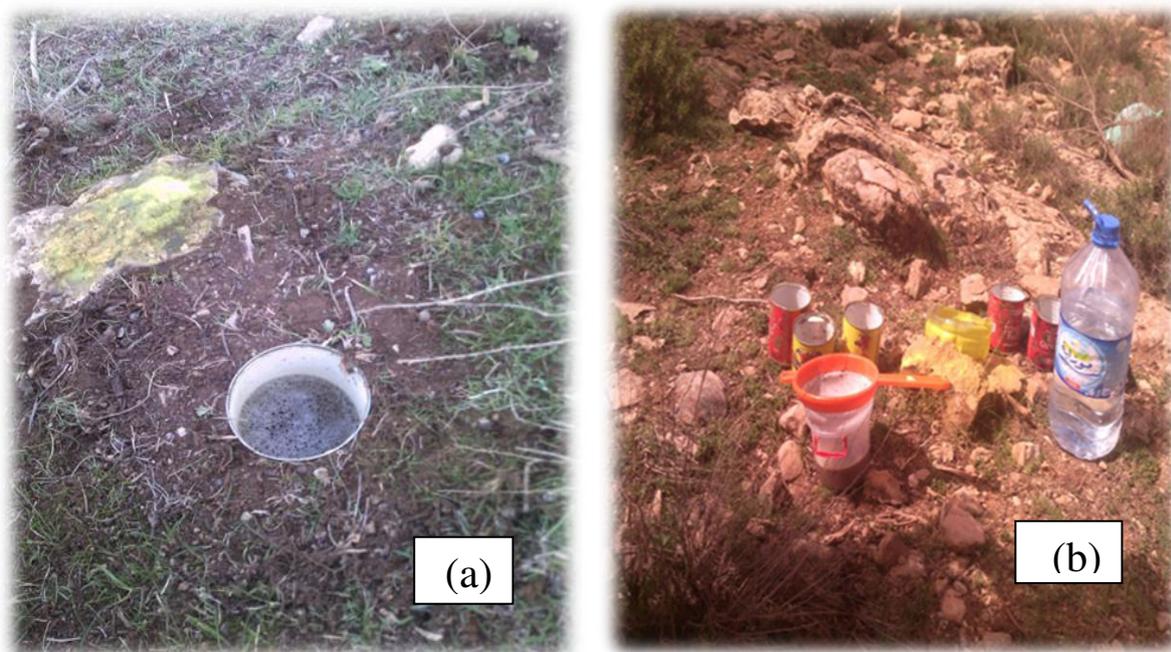
Les pièges sont constitués de boîtes de conserves métalliques cylindriques de (1cm<sup>3</sup>) de contenance et d'une ouverture de 10 cm.

Ces pièges ont été utilisés pour réaliser des inventaires d'espèces entomologiques et des estimations de l'abondance des populations, pour étudier les rythmes d'activités quotidiennes et saisonnières et connaître la période de reproduction, pour déterminer l'habitat préférentiel des espèces ainsi que la structure et la diversité des peuplements (Powell *et al*, 1996 ; Anderssen, 1995 in Dajoz, 2002).

Neuf boîtes pot barber disposées sur une placette homogène de forme carré d'une surface de 400 m<sup>2</sup> (Lamotte et Bourlière, 1969), alignées 3 à 3 sur 3 rangés distantes de 5 mètre l'une de l'autre.

Les pots sont enterrés au ras du sol afin d'éviter l'effet de barrière pour les petites espèces. Chaque pot remplis d'eau aux trois quarts de sa profondeur et de mouillant (détergent) (Baziz, 2002) (figure 27).

Le contenu de ces pots est récupéré dans des bocaux étiquetés, datés sans oublier le lieu de récolte.



**Figure 27:** Représentation du Pot barber (a) et des moyens de récupération du contenu des pièges (b)

### C) Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental appliqué dans les deux stations d'étude englobe 18 pièges trappes et 8 pièges colorés. La disposition des deux types de pièges dans chaque station est mentionnée dans la figure (28).

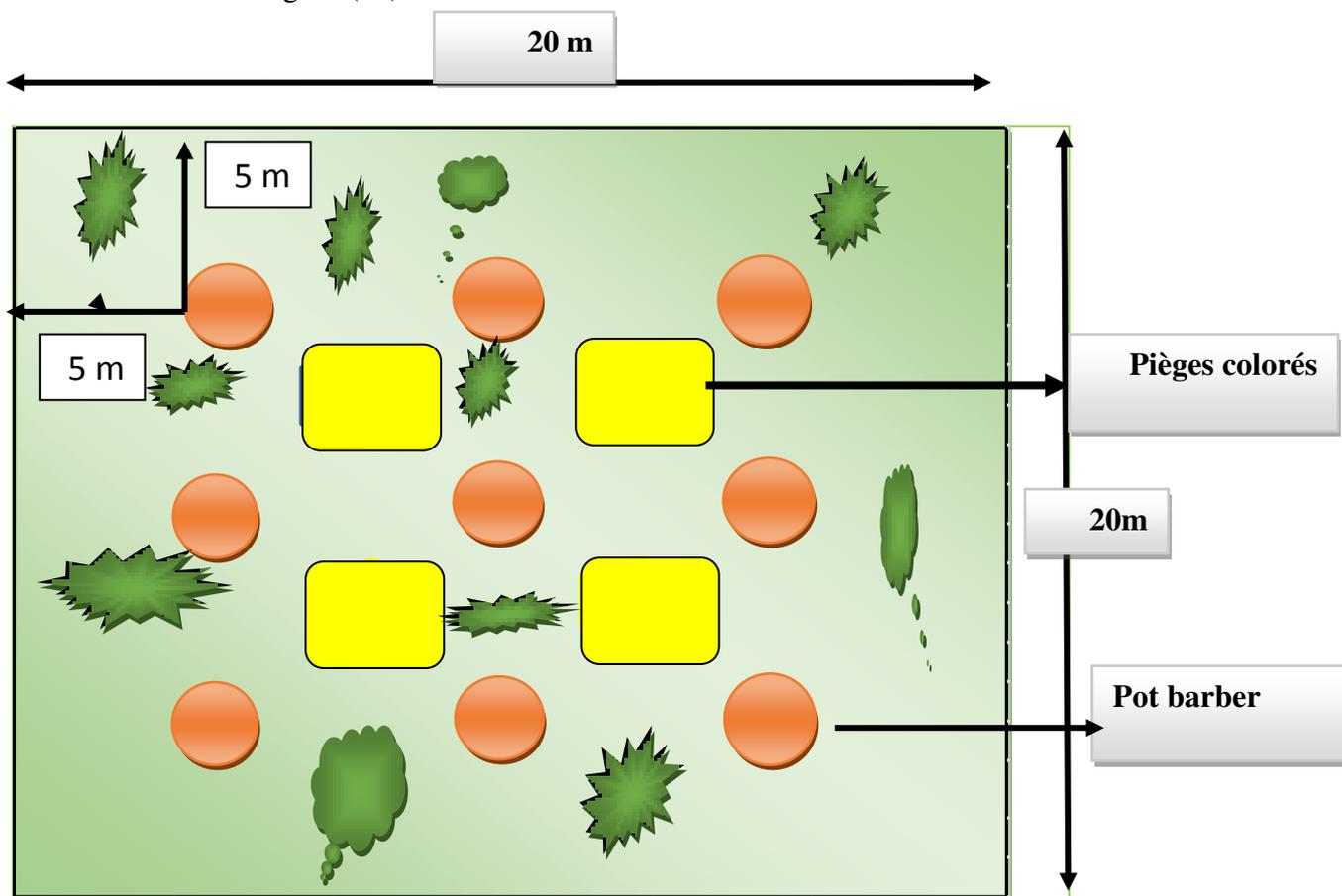


Figure 28: Disposition des pièges utilisés pour l'échantillonnage des invertébrés

#### 1.1.2. Le battage (parapluie japonais)

Le battage consiste à récolter les insectes de la canopée. Selon Marlin (1983), c'est l'une des meilleures méthodes, en effet il est très difficile de capturer la microfaune à l'œil nu et de ce fait cette méthode convient parfaitement.

Cette opération se fait à l'aide d'un parapluie japonais, qui est constitué d'un drap blanc de 1m de côté maintenu par un cadre de bois. Cette méthode consiste à choisir un sujet adulte au hasard, à une hauteur de 1,5 m à partir du sol. Le frappage des branches se fait à l'aide d'un bâton. La collecte et le ramassage de l'entomofaune tombée sur le parapluie se fait à l'aide d'un pinceau humecté avec l'alcool dans des flacons contenant de l'éthanol.



**Figure 29:** Méthode de battage avec le parapluie japonais

### 1.1.2. Méthode d'échantillonnage qualitatif

- **Echantillonnage de galbules**

Cette technique a été adoptée par (El Allaoui Elfels, 2006), pour le Genévrier thurifère au Maroc. L'échantillonnage des galbules a été effectué en Juin 2016 dans les deux stations, dix arbres ont été choisis au hasard et, pour chaque arbre on a collecté 2 branches fructifères choisies de manière aléatoires, chacune d'environ 50 cm de longueur, 100 galbules ont été séparées de chacune des branches.



**Figure 30:** Galbules parasitées (Photo personnelle)

Les galbules enlevées des rameaux et ramenées au laboratoire ont fait l'objet d'une observation minutieuse sous la loupe binoculaire

Les dégâts, les larves, ou/et les adultes des ravageurs ont été identifiés à l'aide d'une clé d'identification (El allaoui El fels et Roques, 2006).



**Figure 31:** Observation des ravageurs des galbules de *Juniperus thurifera*

### **1.2. Conservation des items**

Les invertébrés récoltés au cours du temps sont conservés séparément dans des boites de pétri avec du coton plus un produit (naphtaline).

Chaque boîte porte une étiquette, le type de piège, lieu et la date de récolte. Pour les espèces susceptibles d'être abimées sont mises directement dans des tubes à essais contenant l'alcool, c'est le cas des larves, des nymphes et des micros hyménoptères ...etc.

### **1.3. Tri des Arthropodes**

Les invertébrés récoltés sont séparés selon le mode de récolte, canopée, sur rameau, pièges (au sol) pot barber ... etc. ceci étant très important pour la détermination.

Les invertébrés récoltés ont été nettoyés avec de l'eau, puis les étaler sur papier absorbant et les laisser à l'air libre pour dessécher.

#### **1.4. Détermination et dénombrement des Arthropodes**

Après la collecte des invertébrés sur terrains, pour chaque sortie et selon les différentes méthodes d'échantillonnage. Au départ chaque flacon contient des spécimens mélangés (Diptera, Coléoptera, Hymenoptera...) et étiqueté.

Les insectes de grande taille on les épingle verticalement, dans le thorax, parfois de côté (Barror et White, 1999).

L'invertébré est placé sur une planchette de polystère avec des épingle à gros tête.

Lorsque l'insecte est trop petit pour être perforé par l'épingle, il suffit de le coller à l'aide de la gomme sur un petit rectangle de bristol, qui lui sera maintenu par l'aiguille dans la boîte d'arrangement (Faurie *et al*, 1998).

Comme les autres organismes vivants (animaux et végétaux), les invertébrés sont classés dans différentes unités systématiques. La clé consiste en une série de propositions auxquelles il faut répondre par l'affirmative ou la négative pour trouver le nom des invertébrés inconnus (Dierl et Ring, 1992).

Parmi les clés utilisées pour l'identification des différentes espèces d'invertébrés, nous citons : Perrier (1961,1963 et 1964), Helgard (1984), D'aguilar *et al* (1985), Carter et Hargreaves (1988), Zahradnik (1988), Dorst (1990), Leraut (1992), Auber (1999) et Berland (1999 a et b).

#### **2. Méthodes d'étude bioécologique des peuplements aviens**

Les oiseaux sont considérés comme des bons indicateurs de la qualité et de l'évolution des milieux naturels. Mené à des pas de temps réguliers sur un même site.

Le suivi des populations d'oiseaux peut constituer un élément pertinent pour évaluer les mesures de gestion proposées.

##### **2.1. Méthode d'échantillonnage de l'avifaune (méthode d'indice kilométrique d'abondance (I.K.A))**

Les méthodes de dénombrement de l'avifaune permettant de déceler avec le maximum de précision, les variations d'abondance et de diversité des oiseaux d'une saison à une autre (Blondel, 1969).

Le choix de la méthode d'inventaire à appliquer sur le terrain dépend de plusieurs facteurs, les plus importants qui sont le type du biotope, le type de l'avifaune et la période d'inventaire (Farhi, 2014).

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 (IKA) pour chaque espèce, qui a donné son nom à la méthode

Nous avons choisi de parcourir le même itinéraire deux fois durant la période automnale et estivale, cet itinéraire est d'une longueur connue et compris entre 1000 et 2000 mètres. On avance par véhicule ou à pied à une vitesse régulière (1 à 2 km/h à pied et 20 km h par véhicule), en marquant un arrêt tous les 20 mètres, et on dénombre les oiseaux des deux côtés de l'axe de progression. La réalisation du trajet en aller et retour permet de confirmer certaines informations.

## **2.2. Méthodes de définition des statuts bioécologiques des oiseaux recensés**

Nous avons attribué des statuts écologiques pour chacune des espèces aviaires recensées, afin de caractériser leurs bio-écologies suivant les contextes de la région d'étude. Les statuts faunique, trophique et phénologique sont déterminés après une consultation de plusieurs références.

### **2.2.1. Méthode d'analyse du peuplement avien selon le statut phénologique**

La détermination du statut phénologique de l'avifaune de la région d'étude passe par la séparation entre l'avifaune résidente et l'avifaune migratrice.

- **Les nicheurs sédentaires** : ce sont les espèces présentes toute l'année, et qui se reproduisent sur le territoire de la wilaya de Batna. Leurs effectifs se font renforcer par des individus de passage en période de migration.
- **Les nicheurs migrants**: ce sont les espèces qui ne sont présentes au niveau du territoire de Batna que durant la période de reproduction (Mars à Aout).
- **Les nicheurs occasionnels** : ce sont des espèces qui ne se reproduisent pas chaque année au niveau de Batna. Généralement ces espèces ont un statut hivernants ou de visiteurs passagers.

- **Les hivernants** : ce sont les espèces qui apparaissent vers la fin de l'été et résident jusqu'à la fin de l'automne.
- **Les visiteurs passagers** : ce sont des migrateurs stricts, qui ne sont observés que pendant leurs passages entre l'Europe et l'Afrique subsaharienne.

### 2.2.2. Méthode d'analyse du peuplement avien selon les origines biogéographiques

La distribution des espèces aviennes signalées dans la région d'étude, est étudiée en fonction de leur composition biogéographique suivant la classification de Voous (1960). Cet auteur parle de 13 types fauniques au sein des populations d'oiseaux. En effet Blondel *et al* (1978), regroupe ces types fauniques en 5 principales catégories. Elles sont qualifiées de méditerranéenne, de holarctique, de paléarctique, d'européenne et d'européo-turkestanienne.

**Tableau 20: Composition faunistique selon les origines biogéographiques**

Catégories fauniques	Types fauniques
Méditerranéenne	Méditerranéen, Turkestanoméditerranéen, Paléoxérique, paléoxéromontagnard, Indo-africain.
Holarctique	Holarctique, vieux Monde (ancien monde)
Paléarctique et Paléo-montagnarde	Paléarctique et Paléo-montagnard
Européenne	Européen
Européo-Turkestanienne	Européo-turkestanien

### 2.2.3. Méthode d'analyse du peuplement avien selon les guildes trophiques

Une guilda est un petit groupe d'espèces généralement affines, partageant une même ressource importante du milieu (Root, 1967). Par définition, ce groupe d'espèces est isolé de tout autre par une distance écologique supérieure à celle qui sépare les constituants extrêmes de la guilda, de sorte que les interactions entre espèces sont plus fortes à l'intérieur d'une même guilda qu'entre espèces appartenant à des guildes différentes (Blondel, 1995 ; Delahaye, 2007).

Benyakoub (1993) ; Muller (1997) ; Guezoul (2005) ; Delahay (2006) ; Ababsa (2005) ; Benjouidi (2008) ; Mila *et al.*, (2012) in Farhi (2014), ont regroupé les oiseaux en 05 à 6 guildes trophiques, qui eux-mêmes peuvent se subdiviser en sous-groupes. Dont notre travail, nous avons retenus les guildes suivants:

**Carnivores:** oiseaux qui se nourrissent essentiellement d'animaux (invertébrés petits vertébrés) tels que les rapaces nocturnes et diurnes.

**Granivores:** oiseaux dont la partie la plus importante de leurs alimentations est constituée de graines, tels que les columbidés, le Serin cini, le verdier d'Europe...etc.

**Insectivores:** oiseaux dont les Arthropodes constituent la plus grande parties de leurs alimentations. La méthode de chasse peut différer d'une espèce à une autre (Delahay, 2000).

**Polyphages :** oiseaux dont le régime alimentaire est constitué de plusieurs catégories en fonction des disponibilités alimentaires. Ils peuvent être des polyphages herbivores à tendances granivores ou frugivores.

### **2 3. Statut de protection**

La protection des oiseaux est l'une des disciplines que l'action juridique internationale a donné une grande importance à travers les différentes conventions, accords et traités multilatéraux (Chenchouni.H, 2011). Pour chacune des espèces d'oiseaux inventoriées, nous avons rapporté son statut de protection à l'échelle nationale selon le décret N°83-509 du 20 août 1983 relatif aux espèces animales non domestiques protégées en Algérie, en application de la loi relative à la protection de l'environnement et le Décret exécutif N° 12-235 du 24 mai 2012 fixant la liste provisoire des espèces animales non domestiques protégées en Algérie. A l'échelle internationale, nous nous sommes basés sur les annexes des conventions :

CITES (Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction), Bonn ou CMS (La Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage), et la liste rouge de l'UICN (l'Union internationale pour la conservation de la nature).

## **Chapitre 4 : Exploitation des résultats par les indices écologiques**

L'objectif d'exploiter nos résultats par l'utilisation des paramètres écologiques est de mieux estimer la présence, la distribution de la population dans le temps et dans l'espace.

Les mesures de densité, de diversité et d'équitabilité, utiles pour caractériser et comparer globalement des peuplements, ne rendent pas compte de leur structure fonctionnelle. En tant qu'entités écologiques, ceux-ci possèdent en effet une organisation qu'il convient d'étudier (Barbault, 1981).

### **1. Qualité de l'échantillonnage**

Selon Blondel (1979), la qualité d'échantillonnage est le rapport du nombre d'espèces contactées une seule fois en un seul exemplaire au nombre total de relèves. La qualité d'échantillonnage **Q** est grande quand le rapport **a / N** est petit et se rapproche de zéro. Ce qui signifie que l'inventaire qualitatif est réalisé avec suffisamment de précision (Ramade, 1984).

La qualité de l'échantillonnage est représentée par le rapport

$$Q = a / N.$$

**a** : nombre d'espèce contactés une seule fois en seul exemplaire

**N** : nombre total de relèves

### **2. Application d'indices de structure et d'organisation des peuplements**

#### **2.1. Fréquence d'abondance**

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).

$$F_c = \frac{n_i}{N} \times 100$$

**ni** : nombre d'individus de l'espèce *i*

**N** : nombre totale d'individus

## **2.2. 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).

La constance est calculée selon la formule suivante :

$$C (\%) = \frac{P_i}{P} \times 100$$

**Pi**: Nombre de prélèvements où l'espèce i est présente

**P**: Nombre totale des prélèvements

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 %.

## **2.3. Indice de similitude (Indice de SORENSEN)**

Afin de pouvoir statuer la similitude ou la différence existante dans la composition du peuplement dans l'espace d'une part et dans le temps d'autre part, nous avons comparé la structure des relevés par une analyse discriminatoire, en calculant l'indice de Sorensen ou le coefficient de similitude de Sorensen (Qs) (Magurran, 1988) :

$$Qs = \frac{2c}{a+b} \times 100$$

**a** : nombre d'espèces mentionnées dans le relevé 1

**b** : nombre d'espèces décrites dans le relevé 2

**c** : nombre d'espèces recensées simultanément dans les 2 relevés

### **3. 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. Cette étape consiste à calculer plusieurs indices de diversité.

#### **3.1. Richesse spécifique totale "S"**

On distingue une richesse totale ( $S$ ) qui est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné. La richesse totale d'une biocénose correspond à la totalité des espèces qui la composent (Ramade, 1984-2003).

L'adéquation de ce paramètre à la richesse réelle est bien entendu d'autant meilleure que le nombre de relevés est plus grand (Magurran, 2004).

#### **3.2. Indice de diversité de SHANNON**

L'indice de diversité de Shannon ( $H'$ ) apparaît comme étant le produit de deux termes représentant respectivement les deux composantes de la diversité : d'une part le nombre d'espèces, exprimé en logarithme; d'autre part la répartition de leurs fréquences relatives résumée par le rapport de l'indice obtenu à la valeur qu'il aurait si toutes les espèces étaient également abondantes (Frontier, 1983).

L'indice de Shannon (1949), est l'indice le plus simple dans sa catégorie et donc le plus largement utilisé. Cet indice donné par la formule suivante :

$$H' = \sum P_i \text{Log}_2 P_i \quad (\text{Frontier, 1983 ; Magurran, 1988})$$

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

$H'$  varie en général de 0-5 bits, voir un peu plus de 5 bits.

Cet indice mesure le degré et le niveau de complexité du peuplement, plus il est élevé plus il correspond à un peuplement composé d'un grand nombre d'espèces avec une faible représentativité et l'inverse, une valeur faible traduit un peuplement dominé par une espèce ou un peuplement à petit nombre d'espèces avec une grande représentativité (Blondel, 1995).

### 3.3. Indice d'équitabilité

L'estimation de l'équitabilité (diversité relative), se heurte évidemment à la difficulté d'évaluer le nombre total réel d'espèces d'une communauté, on mesurera dès lors ce descripteur en prenant comme référence le nombre d'espèces présentes dans l'échantillon et on obtient ainsi l'équitabilité de l'échantillon (Frontier, 1983).

Afin de pouvoir comparer la diversité de deux peuplements qui renferment des nombres d'espèces différentes, on calcule l'équitabilité (ou équirépartition)  $E$ , qui est égale au rapport entre la diversité réelle  $H'$  et la diversité théorique maximale  $H'_{\max}$  ( $\log_2 S$ ) (Dajoz, 2003; Ramade, 2003; Frontier *et al*, 2004).

L'évaluation de l'équitabilité correspondant à l'indice de Shannon, est réalisée selon la formule suivante : (Blondel, 1979 ; Magurran, 2004).

$$E = \frac{H'}{\log_2 s}$$

$H'$  : indice de Shannon

$\log_2 S = H'_{\max}$  (diversité théorique maximale)

$S$  : richesse totale.

$E$  varie de 0 à 1, l'équitabilité de Piélou élevée est le signe d'un peuplement équilibré (Dajoz, 1985), par contre les valeurs faibles correspondent à la présence d'un nombre élevé des espèces rares ou d'un petit nombre d'espèces dominants.

- $E \in [0 - 0,6]$ , équitabilité de Piélou faible, présence de dominance d'espèces.
- $E \in [0,7 - 0,8]$ , équitabilité de Piélou moyenne.
- $E \in [0,8 - 1]$ , équitabilité de Piélou élevée, absence de dominance.

*Quatrième partie*

*Résultats*

*et*

*discussions*

**Partie IV : Résultats et discussions**

**Chapitre 1 : Caractérisation pédologique**

L'exploitation des résultats des analyses pédologiques, nous a permis de caractériser la texture des sols étudiés ainsi que l'évolution saisonnière (hivernale et printanière) des paramètres physicochimiques du sol dans les deux stations échantillonnées.

Les résultats obtenus montrent que la majorité des paramètres sont variés d'une station à une autre et d'une saison à une autre.

Les principaux résultats des analyses physico-chimiques obtenus ont été résumés dans le tableau 21.

**Tableau 21:** Résultats des analyses physico-chimiques du sol des thuriféraires des Aurès (Nirdi et Zana)

<b>Stations</b>	<b>Station Nirdi</b>		<b>Station Zana</b>	
<b>Profondeur</b>	<b>0-30 cm</b>		<b>0-30 cm</b>	
<b>Saisons</b>	<b>Hiver</b>	<b>Printemps</b>	<b>Hiver</b>	<b>Printemps</b>
<b>Granulométrie</b>				
<b>Argile</b>	15,32	26,13	25,22	21,17
<b>Limons fins</b>	30,78	29,02	33,67	27,93
<b>Limons grossiers</b>	7,98	7,06	4,58	3,84
<b>Sables fins</b>	19,89	17,28	25,37	26,28
<b>Sable grossier</b>	26,05	20,47	11,19	20,78
<b>Texture</b>	Limoneuse			
<b>Calcaire total CaCO<sub>3</sub> (%)</b>	5	15	0,61	0,71
<b>pH</b>	8,12	8,25	7,83	8,07
<b>Matière organique</b>	4,87	2,81	10,53	10,12
<b>Phosphore total</b>	140,35	151,42	120,18	89,14
<b>Conductivité électrique(CE)</b>	0,60	0,38	0,12	0,25
<b>Carbone organique</b>	2,83	1,635	6,11	5,87

## **1. Analyses physiques**

### **1.1. Granulométrie**

La texture conditionne directement la structure du sol, est donc la porosité et régime hydrique. La texture est une priorité stable, ne variant qu'en fonction de l'évolution à large terme du sol, pour laquelle est une bonne indicatrice (Gobat *et al*, 2010).

La représentation graphique triangulaire nous montre que les deux échantillons présentent une texture limoneuse pour les deux stations (Annexe 03).

La prédominance du limon correspond généralement à une stabilité structurale très sensible à la dégradation (Lehouérou H.N, 1992). Car les limons sont facilement détachés de la matrice du sol et transportés. Les actions des températures élevées en périodes sèches fissurent les sols ce qui entraîne une forte perte d'eau par évaporation.

### **1.2. Les analyses chimiques**

#### **1.2.1. Conductivité électrique**

Les valeurs mesurées pour la conductivité électrique sont faibles et, varient entre 0,38 mS/cm et 0,6 mS/cm dans la station Nirdi et, entre 0,12 mS/cm et 0,25 mS/cm dans la station Zana. En effet, les valeurs les plus élevées sont notées au printemps et en été (Tableau 21).

Selon l'échelle de la conductivité électrique (CE) établie par Gros (1979), qui indique que le sol à CE varie entre 0-0,6 mS/cm est un sol non salé, la conductivité électrique varie entre 0,38 mS/cm, 0,6 mS/cm, ce qui montre que le sol de la thuriferaie est non salé, elle est élevée en hiver pour la station Nirdi et au printemps pour la station Zana.

#### **1.2.2. Calcaire totale (CaCO<sub>3</sub>)**

Les résultats obtenus pour le calcaire total sont faibles à moyens et, varient entre les stations et les saisons. En se référant à l'échelle de désignation du type du sol en fonction du taux du calcaire total cité par Baize (1988), les pourcentages qui vont de 0,3 à 3 % sont faiblement calcaire et, ceux qui vont de 3 à 25 % sont moyennement calcaire.

La station Zana présente une faible teneur en calcaire qui varie entre (0,61- 0,71). A ce sujet Duchaufour (1977), précise que cette très faible teneur en CaCO<sub>3</sub> est probablement due à la remontée en surface de solution contenant du calcium.

En revanche la station Nirdi, le  $\text{CaCO}_3$  varie entre (5- 15%). Selon le même auteur, une teneur moyenne en calcaire favorise l'élaboration de la structure stable précipite sous forme cristalline en profondeur.

Les taux les plus élevés sont signalés au printemps pour les deux stations.

Ces résultats témoignent de l'adaptation des groupements à "*Juniperus thurifera*" qui s'installant sur un substrat à faible teneurs en carbonates.

### **1.2.3. pH**

Pour le pH, il s'agit de l'équilibre entre le complexe absorbant et la solution du sol, Tous les échantillons analysés sont légèrement alcalins (7,83 – 8,25) pour les deux saisons et les deux stations d'études.

### **1.2.4. Matière organique**

La quantité de la matière organique est forte pour les deux stations, elle varie entre (2,83% - 10,53%), elle est plus élevée au printemps à Nirdi et, en hiver pour la station Zana.

D'après Benabadji *et al* (1996), la quantité de la matière organique dans les horizons dépend de l'âge et du type du groupement, mais aussi de l'abondance des éléments grossiers, ces derniers ayant pour effet de concentrer le système racinaire et les substances organiques dans les interstices.

La station Zana est riche en matière organique en hiver alors que, la station (Nirdi) est riche en matière organique dans les deux saisons.

### **1.2.5. Phosphore total**

La station Zana est nettement plus riche en phosphore que la station Nirdi. Le maximum de phosphore enregistré est de l'ordre de 151,42 ppm pendant la saison printanière, alors que le minimum a été enregistré pendant la même saison dans la station Zana.

## **Conclusion**

L'ensemble des caractères physicochimiques des échantillons analysés révèlent un certain nombre de points :

- La texture du sol de nos stations est limoneuse. La prédominance du limon correspond généralement à une stabilité structurale très sensible à la dégradation (Bonneau et Souchier, 1979).
- La teneur en calcaire reste faible à moyenne (0,71-15%).
- La conductivité est très faible.
- Le pH est légèrement alcalin dans les deux stations.

Ces résultats restent significatifs pour une telle étude sur les groupements à "*Juniperus thurifera*" et, permettront de connaître les exigences de ces groupements.

Escedero et Arco (1987), notent aussi que dans les formations d'arbres clairsemés en conditions écologiques difficiles, les propriétés du sol sous chaque arbre sont déterminées presque exclusivement par l'arbre lui-même.

Dans ce sens, chaque individu de Genévrier thurifère joue un rôle écologique évident, surtout dans les zones les plus rocheuses, les plus chaudes et sèches : il concentre la vie végétale (c'est un "oasis de vie"). Sous le couvert (et uniquement sous le couvert), le sol est enrichi en humus avec une litière parfois importante de brindilles sèches, les précipitations sont amenées plus progressivement au sol, donc pénètrent mieux sans entraîner les particules, les rayons du soleil sont atténués, l'action du vent et l'évaporation sont modérées (Lathuillière, 1994).

Fertin (2010), a mis en évidence deux types de stations à *Juniperus thurifera* diamétralement opposés : les stations sur replat terreux, à forte rétention en eau, et les stations en forte pente rocheuse, (sols superficiels) semblent principalement colonisées par des espèces saxicoles où le ruissellement limite la rétention en eau. C'est le cas de nos stations d'étude.

Des nombreuses stations de *Juniperus thurifera* montrent que la réunion des deux facteurs édaphique et climatique est nécessaire à l'installation et à la survie du peuplement (Archiloque et Borel, 1965).

L'indifférence édaphique du Genévrier thurifère, déjà remarquée par plusieurs auteurs, (Garraud et Villaret, 2000 in Fertin, 2010).

## Chapitre 2 : Caractérisation du couvert végétal

### 1. Phénologie du *Juniperus thurifera*

La phénologie de la feuillaison, de la floraison et de la fructification des arbres, la rythmicité de ces trois stades du cycle phénologique, paraissant jouer un rôle important dans les interactions entre végétaux et animaux.

Le suivi de la phénologie de la croissance du Genévrier thurifère, durant la période d'étude (Décembre 2014/ Décembre 2015), nous a permis de décrire les différents stades phénologiques selon la méthode préconisée par Grouzis et Sicot (1980).

**Tableau 22:** Stades phénologiques du Genévrier thurifère dans la région des Aurès, selon ceux proposés par Grouzis et Sicot (1980)

Mois S.Phénologique	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>Feuillaison</b>	*	V <sub>1</sub>	V <sub>1</sub> +V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub> +V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub> +V <sub>4</sub>	V <sub>3</sub> +V <sub>5</sub>	V <sub>3</sub> +V <sub>5</sub>	*	*	*	*	*
<b>Floraison</b>	F <sub>3</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>4</sub> +F <sub>5</sub>	*	*	*	F <sub>1</sub> +F <sub>2</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	*
<b>Fructification</b>	F <sub>5</sub>	*	*	*	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>2</sub>	*	F <sub>5</sub>

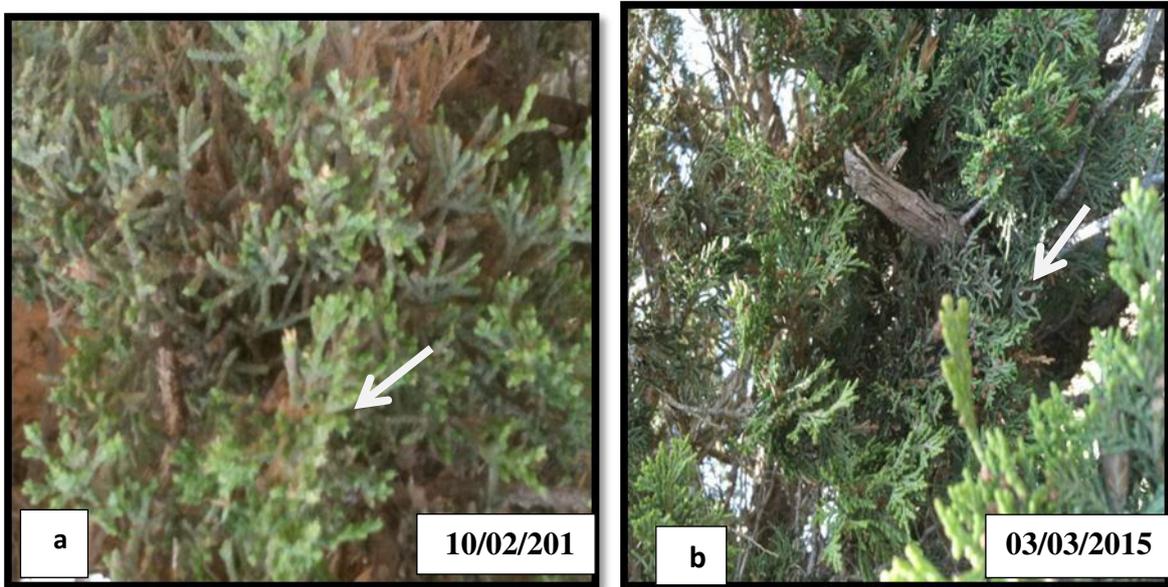
L'analyse du tableau 23, traduit la phénologie de " **Genévrier thurifère** ", révèle trois phénophases distinctes, s'agit de la feuillaison, la floraison et la fructification. En prenant en compte seulement les stades d'épanouissement et d'évolution.

**Tableau 23:** Période des différentes phénophases de Genévrier thurifère dans la région d'étude

Mois S.Phénologique	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>Feuillaison</b>												
<b>Floraison</b>												
<b>Fructification</b>												

### 1.1. Stade de Feuillaison

La production des nouvelles feuilles, s'effectue d'abord par le débourrement. C'est-à-dire par l'éclatement des bourgeons, suivi immédiatement de la feuillaison avec l'apparition des nouvelles feuilles où les premiers signes sont observés au début de février (figure 32).



**Figure 32 :** Production des nouvelles feuilles vert foncé, les anciennes feuilles sont de couleur verte grise)

Pour le Genévrier thurifère, aucun arbre complètement dépourvu son feuillage même pendant la saison estivale, où au début d'automne reste sec, les arbres restent feuillus. Cependant des chutes partielles des feuilles vieilles sans défoliation complète de l'arbre.



**Figure 33:** Dessèchement des feuilles de Genévrier thurifère de couleur pâle

La défoliation a commencé au mois d’Aout, après un dessèchement important de plus de 70% de feuilles au mois de Juin (Figure 33).

**Tableau 24:** Stade de feuillaison de Genévrier thurifère dans les deux stations d’étude

Mois Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>Zana</b>												
<b>Nirdi</b>												

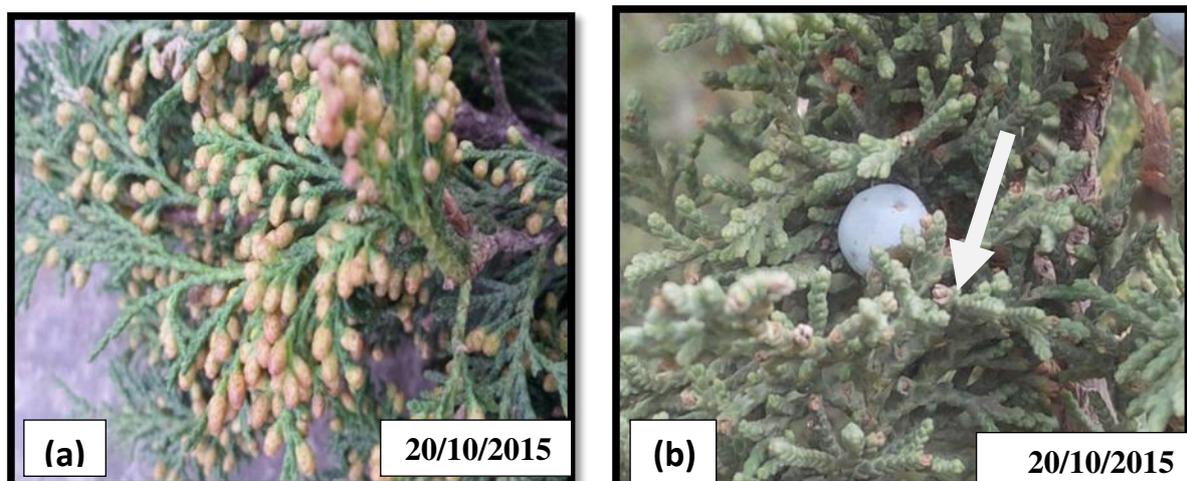
### 1.2. Stade de Floraison

On a observé une floraison sur les rameaux âgés lignifiés et, une autre plus abondante sur les nouvelles pousses.

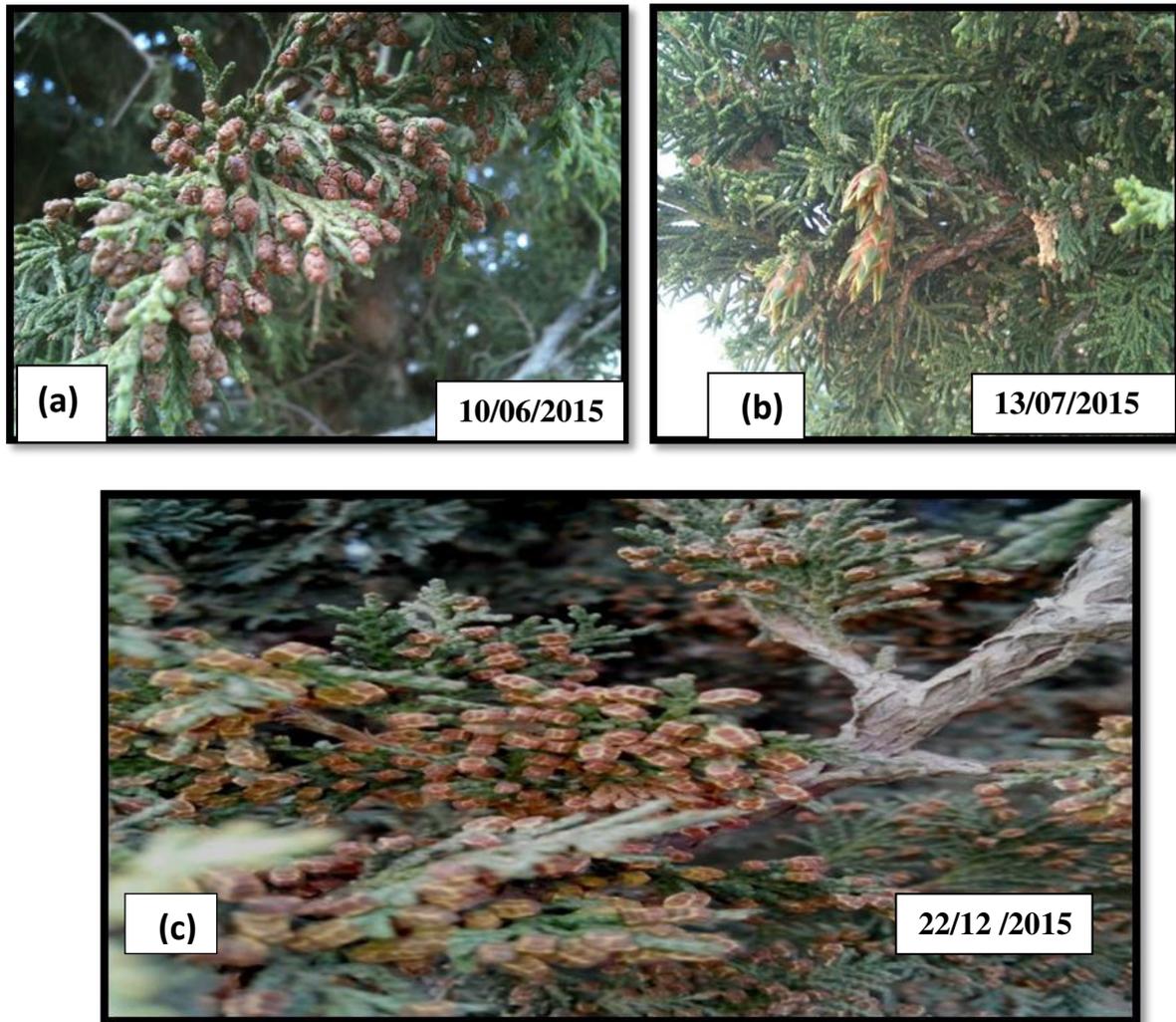
Cette phénophae est longue puisque elle englobe presque toute la saison des pluies (Automne- Printemps).

La production des chatons mâles de couleur jaune, a été observée dès la première décade de Septembre avec un maximum de production (80%) au mois de Février.

L’apparition des boutons floraux (fleurs femelles) a été enregistrée au début d’Octobre, ces derniers se développent jusqu’à l’épanouissement des fleurs.



**Figure 34:** Chatons mâles de couleur jaune (a) et fleurs femelles (b)



**Figure 35:** Chatons desséchés (a), Chute importante des chatons après dessèchement (b), Chatons rétrécies sous forme rectangulaire après une longue période de sécheresse (c) (photos personnelle)

La floraison était plus précoce dans la station Nirdi qui situe dans le versant Sud-Ouest, que la station Zana (versant Nord).

Les fleurs mâles ont été observées pendant la première décade de Septembre pour la station Nirdi, alors que pour la station Zana, l'apparition des chatons a été enregistrée dans la troisième décade de Septembre.

Les premiers signes de la floraison (fleurs femelles) dans la station Nirdi, sont observés pendant la première décade du mois d'Octobre. Cette croissance se continue jusqu'à l'épanouissement des fleurs au début d'Avril à mi-Mai de l'année suivante. Alors que la floraison à Zana est tardive, a eu lieu la troisième décade d'Octobre (Tableau 25).

**Tableau 25:** Stade de floraison de Genévrier thurifère dans les deux stations d'étude

Mois Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
<b>Zana</b>													
<b>Nirdi</b>													

### 1.3. Fructification

Elle couvre la période entre Mai et Octobre, où on a remarqué la présence des galbules avec des petites pointes (20%), de couleur verte et de tailles différentes sur le même rameau et sur le même arbre.

La fructification est plus précoce à Nirdi, l'apparition des galbules a été enregistrée à la fin du mois d'Avril de l'année suivante, alors que pour Zana on a observé une certaine tardivité qui dépasse la première décade de Mai (Tableau 26).

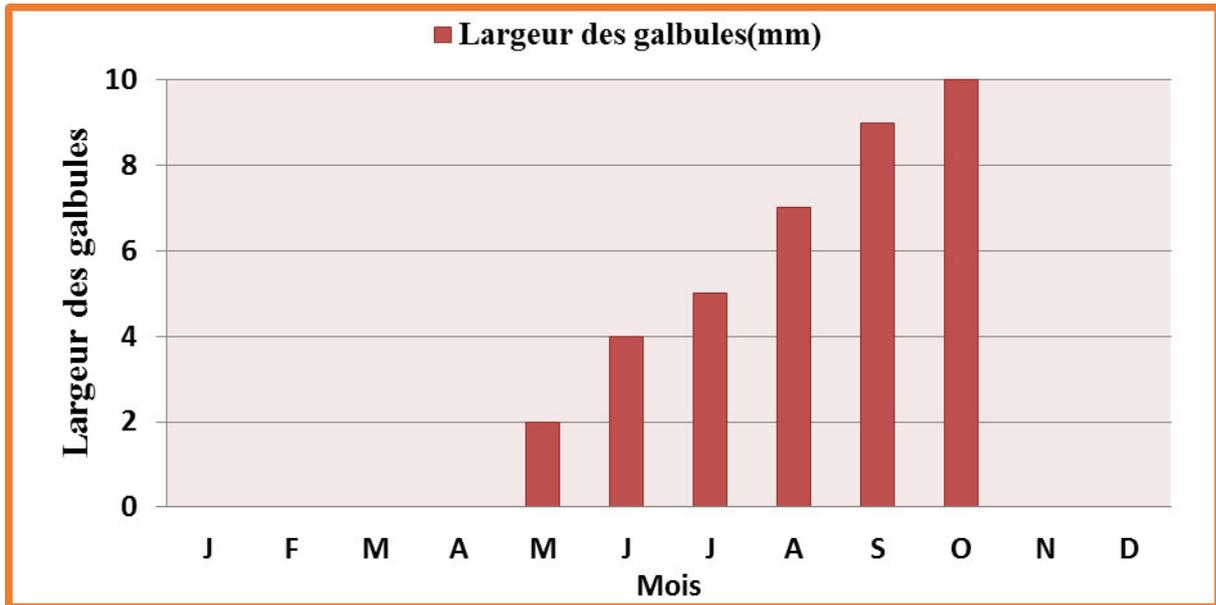
**Tableau 26:** Stade de floraison de Genévrier thurifère dans les deux stations d'étude

Mois Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>Zana</b>												
<b>Nirdi</b>												

La production est plus abondante dans la station Nirdi que la station Zana et, en bas versant que haut versant.

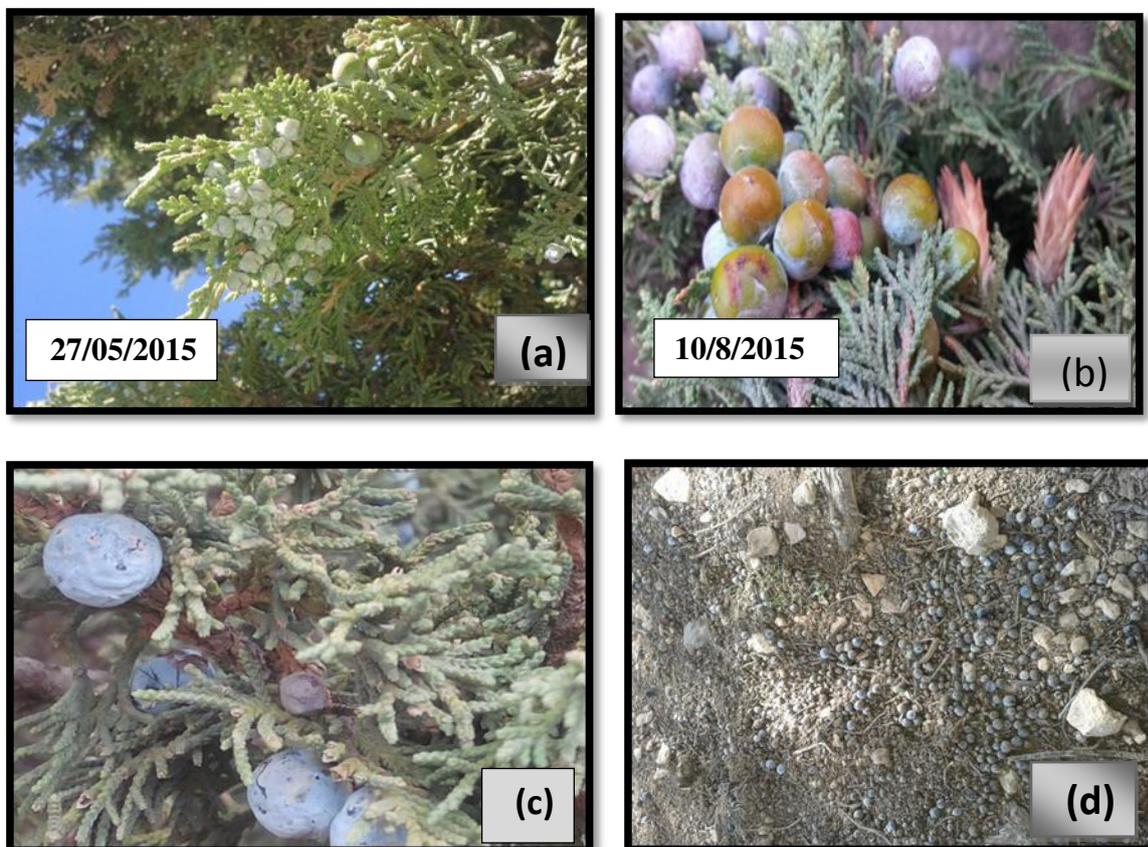
La maturité des galbules demande un peu plus de 18 mois. La chute des galbules matures noir a été observée pendant la période Janvier et Février.

La figure (36), donne la phase d'évolution des galbules de Genévrier thurifère.



**Figure 36:** Evolution de la taille des galbules du Genévrier thurifère de l'Aurès

Après la pollinisation printanière, il y a une phase correspondant à la formation et la croissance du galbule (Figure 37).



**Figure 37:** Production des nouvelles galbules (a), galbules en maturation (b), galbules matures (c) chute des galbules matures (d)

Cette phase est caractérisée par une modification de la disposition des pièces et accroissement général du cône traduisant la fécondation. Celui-ci atteint sa taille définitive en octobre-novembre de la même année, les galbules sont charnus, sub-globuleux de couleur noir bleuâtre.

L'observation des stades phénologiques dans les deux stations d'étude, montre une certaine tardiveté pour les trois phénophases dans la station Zana, qui se situe sur un versant nord avec une exposition (Nord-Est), par rapport à la station Nirdi qui se situe sur le versant sud avec une exposition (Sud-Ouest).

La phénologie des espèces est sous la dépendance d'un nombre important de facteurs, dont les influences s'expriment à des échelles spatiales et temporelles très variables (Differt, 2001).

La précocité et la tardiveté des différents stades phénologiques (variabilité phénologique) entre les deux stations peuvent s'expliquer par plusieurs facteurs :

Les phases phénologiques dépendent des géotypes de chaque arbre.

La température influence le début et la durée de chaque phénophase et peut accélérer ou retarder le développement (Bottlikova, 1974 in Courbet, 1981).

Le débourrement est particulièrement sensible à la hausse thermique printanière. Lorsque le froid a levé la dormance, les bourgeons ont besoin de chaleur pour évoluer et débourrer.

Les populations des versants froids ont un débourrement plus tardif que celles des versants chauds (Galoux, 1986).

D'après Fontanel (1979), au printemps la hausse thermique est tardive en haute altitude, et déclenche la feuillaison plus tard qu'en plaine.

Le débourrement est influencé par la photopériode de telle sorte que les provenances de haute altitude débourrant tard répondant surtout à l'action des jours longs.

Les expériences de Galoux (1966) sur le hêtre, montrent qu'il y a une variabilité intra individuelle, sur un même individu, le débourrement s'opère généralement du bas vers le haut, car les bourgeons bas étant moins éclairés lors de leurs formations et le réchauffement printanier début par le bas.

Sur l'ordre des débourrements des bourgeons sur un même rameau long, le débourrement va du bourgeon terminal vers les bourgeons basilaires et, les rameaux longs débourrent avant les rameaux courts.

Ortiz *et al* (1998), ont montré que le déficit de la pollinisation (manque de pollen, faible vigueur et viabilité du pollen), est la cause majeure de la limitation de la production et de la viabilité des graines.

De plus, le stress climatique et la limitation des ressources induisent une faible production de cônes mâles et femelles, mais aussi un avortement des embryons (Garcia *et al*, 2002).

La défoliation est plus précoce dans la station Nirdi du fait qu'elle soit plus chaude et moins humide, l'évapotranspiration y est beaucoup plus intense et les arbres auront tendance à y perdre leurs feuillages plutôt et beaucoup plus fréquents.

Une pluviosité faible peut être corrélée avec une sénescence précoce des feuilles. (Galoux *et al*, 1967).

En comparaisons avec d'autres travaux effectués sur les résineux, on peut citer les travaux de Zereg (2010), sur le *Juniperus phoenicea*, où les premiers signes de floraison sont observés dans la première moitié du mois de janvier, Cette croissance se continue avec une floraison maximale entre février et fin mars. Ce qui est plus tardif par rapport au *J. thurifera*. Concernant la fructification est notée au moitié du mois d'Avril.

Alors que, selon Zaafraoui (1993), la floraison d'*Acacia radiana*, a eu lieu à partir de la deuxième décade de septembre et, la fructification commence pendant la deuxième décade de Décembre et a duré 153 jours.

Selon Ferradous *et al* (1996), les arganiers fleurissent sur une période plus ou moins étendue, chevauchant entre l'automne et le printemps de l'année de floraison et, dont la chute des fruits mûrs s'étale entre le printemps et l'été de l'année de fructification.

De même Seigue (1985), dans les thuriféraires du Maroc, la période de floraison de *J. thurifera* est enregistrée à partir de l'automne et, la période de fructification intervient au printemps de l'année suivante.

Lathuillière (1994) dans ses observations sur le Genévrier thurifère au Maroc. Il a signalé que les cônes femelles apparaissent d'Août à Septembre de l'année précédente, les fleurs mâles dès l'été de l'année précédente.

Pour les thuriféraires de l'Aurès, la floraison présente un certain décalage par rapport à la feuillaison, s'échelonne sur presque toute la saison humide (automne – printemps).

Après chaque pluie, de nouvelles fleurs apparaissent, ce qui se traduit ensuite par des fruits de tailles différentes sur le même arbre.

Malgré l'importance de variations intersites et interannuelles pour un même site, les résultats obtenus ont montré que le cycle phénologique de cette espèce est centré sur la saison des pluies. Il semble être en rapport étroit avec les réserves hydriques du sol.

## **2. Phytosociologie**

La biodiversité végétale méditerranéenne est le produit pour beaucoup, d'une utilisation traditionnelle et harmonieuse du milieu par l'homme. Malgré les incessantes agressions qu'elles ont subies, depuis d'un millénaire, les forêts méditerranéennes offrent encore par endroits, un développement appréciable (Quézel, 1999).

L'analyse de la richesse floristique des différents groupements et leurs caractères biologiques et morphologiques permet de mettre en évidence leurs originalités floristiques, leurs états de conservation et leurs valeurs patrimoniales (Dahmani, 1997).

La description et la compréhension du lien entre la structure des communautés végétales et les conditions environnementales, sont parmi les principaux objectifs de l'écologie des communautés (Inoussa *et al*, 2013)

### **2.1. Richesse et composition floristique**

L'inventaire floristique établi, nous a permis de dresser un tableau représentant la liste systématique des espèces végétales recensées, dont l'identification a été réalisée par la contribution de Dr Beghami Y et Mr Hamchi A.

Suite à la consultation des guides botaniques de Jean-Marie P (2009), Stichmann et Stichmann-Marny (2006), Ces espèces sont présentées dans le tableau (27).

**Tableau 27:** Liste systématique, types biologiques et origines biogéographiques des espèces végétales inventoriées dans les thuriferaies des Aurès

<b>Familles</b>	<b>Noms d'espèces</b>	<b>Types biologiques</b>	<b>Origines biogéographiques</b>
<b>Apiaceae</b>	<i>Thapsia garganica</i>	Chaméphyte	Méditerranéen
	<i>Buplerum spinosum</i> L	Géophyte	Ibéro-Mauritanien
	<i>Eryngium compestre</i> L	Géophyte	Européen-Méditerranéen
	<i>Eryngium triquetrum</i>	Hémicryptophyte	Méditerranéen - Eurasiatique
<b>Asteraceae</b>	<i>Centaurea pullata</i>	Hémicryptophyte	Méditerranéen
	<i>Atracylis cancellata</i> L	Thérophyte	Circum-Méditerranéen
	<i>Artemisia compestris</i>	Chaméphyte	Circum- Boréal
	<i>Ranunculus millefoliatus</i>	Hémicryptophyte	Est-Méditerranéen
	<i>Carduus nutans</i>	Hémicryptophyte	Eurasiatique
	<i>Scolymus hispanicus</i>	Hémicryptophyte	Méditerranéen
	<i>Cardunallus pinatus</i>	Hémicryptophyte	Méditerranéen
	<i>Hertia cheirifolia</i>	Chaméphyte	Endémique-Algéro- Marocain
<b>Berberidaceae</b>	<i>Berberis hispanica</i>	Nanophanérophyte	Endémique-Algéro-Ibero-Marocain
<b>Boraginaceae</b>	<i>Alkana tinctoria</i>	Thérophyte	Méditerranéen
	<i>Dianthys caryophyllus</i>	Hémicryptophyte	Européen-Méditerranéen
<b>Caryophyllaceae</b>	<i>Paronychia agrentea</i>	Thérophyte	Méditerranéen
<b>Citaceae</b>	<i>Helianthemum cinereum</i>	Chaméphyte	Méditerranéen
<b>Convolvulaceae</b>	<i>Convolvulus cantabrica</i>	Thérophyte	Méditerranéen
<b>Cupressaceae</b>	<i>Juniperus oxycedrus</i>	Phanérophyte	Méditerranée-Atlantique
	<i>Juniperus thurifera</i>	Phanérophyte	Endémique-algéro- Marocain
<b>Ephedraceae</b>	<i>Ephedra major host</i>	Phanérophyte	Mcaronésien-Méditerranéen
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Euphorbia nicaeensis</i>	Chaméphyte	Eurasiatique
<b>Fabaceae</b>	<i>Anthyllis vulneraria</i>	Thérophyte	Oro-Sud-Européen
	<i>Ononis natrix</i>	Thérophyte	Méditerranéen

**Résultats et discussions**

<b>Fabaceae</b>	<i>Lotus corniculatus</i> L	Hémicryptophyte	Eurasiatique
	<i>Astragalus armatus</i>	Hémicryptophyte	Endémique-Nord-Africain
	<i>Medicago lupulina</i> L	Thérophyte	Méditerranéen-. Eurasiatique
	<i>Calicotome spinosa</i>	Chaméphyte	Ouest-Méditerranéen
	<i>Erinacea anthyllis</i>	Chaméphyte	Oro-West-Méditerranéen
	<i>Genista microcephala</i>	Phanérophyte	Endémique-Nord-Africain
<b>Globulariaceae</b>	<i>Globularia alypum</i>	Chaméphyte	Méditerranéen
<b>Lamiaceae</b>	<i>Salvia verbenaca</i>	Hémicryptophyte	Méditerranée-Atlantique
	<i>Thymus ciliatus</i>	Chaméphyte	Endémique-Nord-Africain
	<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	Chaméphyte	Européen-Méditerranéen
	<i>Marrubium vulgare</i>	Chaméphyte	Méditerranéen
	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Chaméphyte	Méditerranéen
<b>Liliaceae</b>	<i>Allium roseum</i>	Géophyte	Méditerranéen
	<i>Asphodeline lutea</i>	Hémicryptophyte	Est-Méditerranéen
<b>Malvaceae</b>	<i>Malope malacoïdes</i> L.	Thérophyte	Méditerranéen
<b>Plantagenaceae</b>	<i>Plantago albicans</i>	Chaméphyte	Méditerranéen
<b>Poaceae</b>	<i>Avena sterilis</i> L.	Thérophyte	Macaronésien-Méditerranéen-
	<i>Bromus rubens</i>	Thérophyte	Paléo-sub- Tropical
	<i>Stipa tenacissima</i> L.	Hémicryptophyte	Ibéro-Mauritanien
	<i>Ampelodesma mauritanicus</i>	Chaméphyte	Ouest-Méditerranéen
	<i>Aegilops triuncialis</i>	Thérophyte	Méditerranéen- Irano- Tour
<b>Primulaceae</b>	<i>Anagallis monelli</i>	Thérophyte	Ouest-Méditerranéen
<b>Rhamnaceae</b>	<i>Rhamnus alaternus</i>	Phanérophyte	Ouest-Méditerranéen
<b>Rosaceae</b>	<i>Rosa sempervirens</i>	Hémicryptophyte	Eurasiatique
<b>Rubiaceae</b>	<i>Gallium</i> sp	Thérophyte	Sub-Méditerranéen- Atlantique
<b>Sellagenillaceae</b>	<i>Seellagenilla</i> sp	Chaméphyte	Méditerranéen
<b>Tymliaceae</b>	<i>Daphne gnidium</i>	Chaméphyte	Méditerranéen

L'analyse du cortège floristique effectuée nous permet de dire, qu'il y a une hétérogénéité dans la répartition des genres et des espèces entre les familles.

La flore inventoriée de la zone d'étude a montré la présence de 51 espèces réparties en 23 familles et 49 genres, les familles les mieux représentées sont les Asteracées (15,68%), les Fabacées avec (15,68%), les Lamiacées (9,80%), les Poacées (9,80%) et les Apiacées (7,84%), les autres familles présentent chacune moins de 4% du total des espèces recensées.

Le tableau (28), nous montre que les familles les mieux représentées dans les deux stations d'étude sont les Astéracées, les Fabacées et les Lamiacées avec des pourcentages comme suit :

**Zana** : Asteracées (13,72%), Fabacées (9,80%), Lamiacées (7,84%).

**Nirdi** : Asteracées (7,84%), Fabacées (5,88%), Lamiacées (5,88%).

Les autres familles ont un faible pourcentage, sont généralement mono- spécifiques mais écologiquement leur rôle est très important dans la zone d'étude.

**Tableau 28:** Pourcentages, fréquences et nombre des espèces végétales recensées en fonction des différentes familles dans les thuriféraires des Aurès

Familles	Nombre d'espèces	Fréquences (%)
Asteraceae	8	15,69
Fabaceae	8	15,69
Lamiaceae	5	9,80
Poaceae	5	9,80
Apiaceae	4	7,84
Cupressaceae	2	3,92
Liliaceae	2	3,92
Caryophyllaceae	2	3,92
Citaceae	1	1,96
Malvaceae	1	1,96
Plantaginaceae	1	1,96

Boraginaceae	1	1,96
Sellagenalaceae	1	1,96
Rhamnaceae	1	1,96
Globularaceae	1	1,96
Rubiaceae	1	1,96
Thyméliaceae	1	1,96
Primulaceae	1	1,96
Ephydraceae	1	1,96
Euphorbiaceae	1	1,96
Rosaceae	1	1,96
Berbridaceae	1	1,96
Convolvaceae	1	1,96

Les interactions entre la végétation, le facteur climatique et le relief jouent un rôle prépondérant dans la dynamique et la dominance des espèces, en effet l'importance des familles qui gardent les premières places s'explique par ses adaptation aux diverses actions exercées sur le milieu.

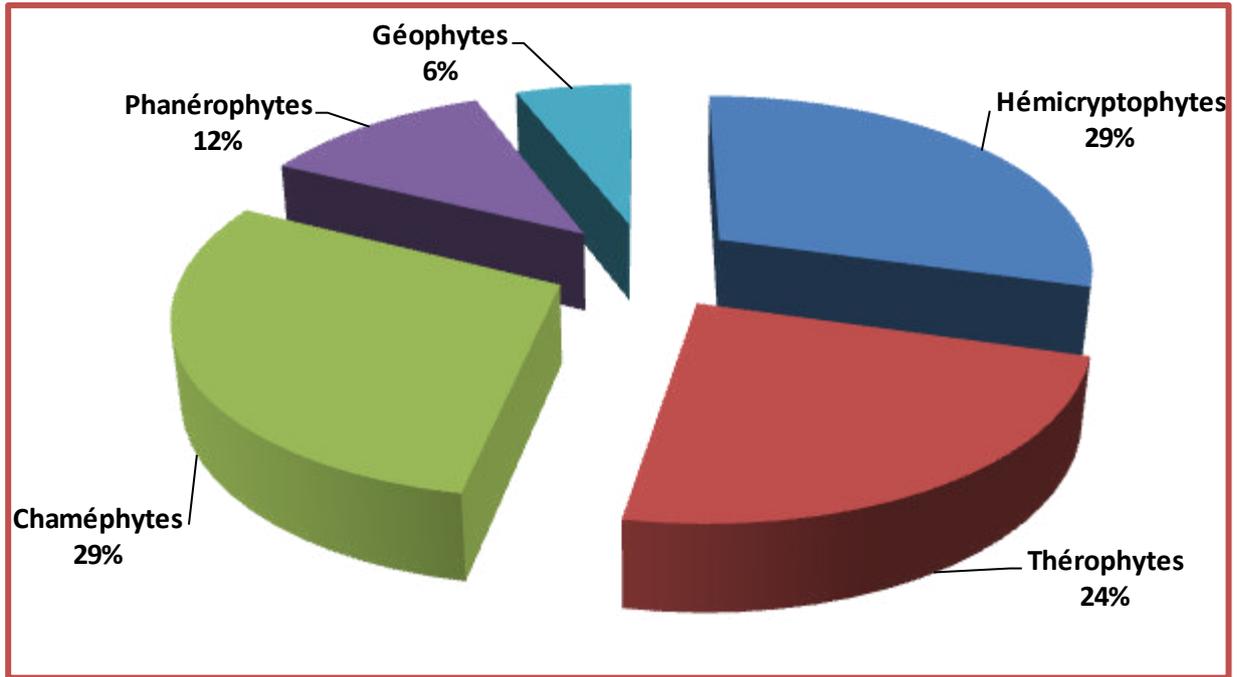
## **2.2. Caractérisation biologique**

### **2.2.1. Types biologiques**

Raunkiaer (1904,1907), souligne que les types biologiques sont considérés comme une expérience de la stratégie d'adaptation de la flore et de la végétation aux conditions du milieu.

L'étude de la répartition des types biologiques à travers les stations prospectées fait ressortir une prédominance des Hémicryptophytes (29%), à parts égales avec les Chaméphytes (29%), suivi par les Thérophytes (24%), les Phanérophytes (14%) et les Géophytes (4%) sont les moins représentés ( figure 38).

Les rigueurs climatiques et l'instabilité structurale du sol favorisent le développement des espèces à cycle de vie court, plus ou moins exigeant en besoins hydrique et trophique.



**Figure 38:** Pourcentages des différents types biologiques dans les thuriféraires des Aurès

D'après le tableau (29), la répartition des types biologiques dans chaque station se fait comme suit :

**Station Zana :** Héli > Cham > Thér > Phan > Géoph

**Station Nirdi :** Cham > Héli > Thér > Phan > Géoph

**Tableau 29:** Pourcentages de chaque type biologique dans les thuriféraires des Aurès

Types biologiques	Station Zana		Station Nirdi	
	Nombre d'espèces	%	Nombre d'espèces	%
<b>Hémicryptophytes</b>	16	37,2	9	28,12
<b>Thérophytes</b>	10	23,25	7	21,87
<b>Chaméphytes</b>	10	23,25	11	34,37
<b>Phanérophytes</b>	5	11,62	3	9,37
<b>Géophytes</b>	2	4,65	2	6,25
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>100%</b>	<b>32</b>	<b>100%</b>

A travers le spectre qui donne la contribution des types biologiques à la richesse spécifique, une prédominance des Chaméphytes et des Hémicryptophytes.

Barbero et Quézel (1989), expliquent l'abondance des Hémicryptophytes au Maghreb, par une plus grande richesse en matière organique en milieu forestier et par l'altitude. Parmi les espèces rencontrées, nous avons :

- *Ranunculus millefoliatus*
- *Stipa tenacissima*
- *Bromus rubens*
- *Centaurea pullata*
- *Astragalus armatus*

Selon Barbero *et al* (1990), concernant les peuplements les plus dégradés, le phénomène de stepisation s'agit de l'installation au détriment des Phanérophytes de structure steppique, c'est à dire formations largement dominées par Hémicryptophytes et Chaméphytes.

Les Chaméphytes sont les plus fréquentes dans les matorrals et, elles sont les mieux adaptées à l'aridité (Daget, 1980). Selon Le-Houerou (1992), le surpâturage ovin et bovin entraîne le développement des Chaméphytes.

Parmi les espèces rencontrées, nous citons :

- *Euphorbia nicaeensis*
- *Ampelodesma mauritanicum*
- *Globularia alypum*
- *Daphne gnidium*
- *Marrubium vulgare*
- *Thymus ciliata*
- *Thapsia garganica*
- *Hertia cheirifolia*

Les Thérophytes gardent une place importante, leurs présences témoignent d'un surpâturage aux périodes de sécheresse, c'est à dire leur présence s'étale durant plusieurs mois au cours de l'année.

Cette thérophytisation marquée par une invasion générale d'espèces annuelles, est avantagée par un cycle biologique court favorable et à une activité végétative intense (3 à 6 mois en générale).

Parmi les espèces de Thérophytes rencontrées nous citons :

- *Atractylis cancellata*
- *Convolvulus cantabrica*
- *Plantago lagopus*
- *Ononis natrix*
- *Aegilops triuncialis*
- *Paronychia argentea*
- *Avena sterilis*

Les Phanérophytes présentent un faible pourcentage constituant généralement par la strate arbustive où les espèces caractéristiques sont :

- *Juniperus thurifera*
- *Juniperus oxycedrus*
- *Rhamnus alaternus*
- *Genista microcephala*

Ces espèces traduisant le passage d'une végétation de type forestier à un matorral par la régression des phanérophytes au profit de la composante herbacée (Rivas Martinez *et al*, 1991).

Malgré la faible participation des phanérophytes, mais sa représentativité témoigne encore l'existence des formations forestières et/ou pré-forestières dans la région d'étude. ainsi que leurs dominances en biomasse sont confirmé par le type des formations végétales des stations d'étude qui sont en générales des matorrals arbustifs.

Enfin, les Géophytes présentent seulement 3 espèces soit (5,88 %) de l'effectif total de la zone d'étude, Nous avons les espèces suivantes :

- *Bupleurum spinosum*
- *Allium roseum*
- *Eryngium compestre*

Pour les thuriféraires, le taux des types biologiques recensés sont sensiblement similaires à ceux notés par plusieurs travaux en zone méditerranéenne (Aidoud-Lounis, 1983 ; Floret *et al*, 1990).

La comparaison des résultats obtenus à nos stations avec ceux rapportés dans l'étude de Menasri (2014) et Beghami (2013), est enregistrée dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 30:** Comparaison de la diversité biologique avec d'autres travaux dans d'autres stations

Sites étudiés (Auteurs)	Types biologiques	Nombre d'espèces
Thuriféraire BeniMloul (Menasri A, 2014)	Hémicryptophytes (27%) Chaméphytes (23%) Thérophytes (20%)	30
Pineraie BeniMloul (Menasri A, 2014)	Thérophytes (27%) Hémicryptophytes (22%) Chaméphytes (21%)	90
Thuriféraire Zana (Présente étude)	Hémicryptophytes (37%) Chaméphytes (24 %) Thérophytes (24%)	43
Thuriféraire Nirdi (Présente étude)	Chaméphytes (35%) Hémicryptophytes (28 %) Thérophytes (22 %)	32
Différents sites de G thurifère Tkout, Oued Abdi, et Chélia (Beghami Y, 2013)	Thérophytes (35%) Hémicryptophytes (33%) Chaméphytes (18%)	185

Selon Lathuilière (1994), les classifications actuellement utilisent plutôt pour les formations à Genévrier thurifère le terme de "Matorral", qui peuvent être considérées comme des fourrés sclérophylles ou des peuplements à ordres épars, c'est le cas des thuriférais des deux stations d'étude (Zana et Nirdi).

La lecture des espèces composant le cortège floristique sous thurifère, montre qu'il s'agit de point de vue écologique de Chaméphytes en coussinets épineux, qui pourrait traduire le stade avancé de dégradation et un début de steppisation de la forêt et, par conséquent une dynamique régressive des peuplements de thurifères, ce qui pourrait constituer des bases de réflexion quant aux difficultés de régénération.

De même Beghami (2013), a signalé que l'étude de la dégradation des thuriférais des Aurès par une approche biologique a confirmé une régression du tapis végétal. Cette régression se traduit par une disparition progressive des phanérophytes et un envahissement du milieu par les chaméphytes et des thérophytes.

Fertin (2010), a considéré que *Juniperus thurifera* n'est pas une espèce en régression dans les Alpes françaises. Toutes les observations de *Juniperus thurifera* depuis Dominique Villars en 1780 restent d'actualité. Il a par ailleurs observé que *Juniperus thurifera* présentait plutôt une dynamique de colonisation ou de recolonisation dans les Alpes françaises.

Badri (2003), à travers l'étude de différentes formations, a mis en place un modèle de dynamique des thuriférais marocaines, ce modèle a montré dans l'ensemble une évolution régressive des différentes thuriférais, principalement en raison d'une régénération naturelle faible et d'une surexploitation abusive par la population locale.

L'analyse du cortège floristique et types biologiques expliquent le faible taux de recouvrement de la strate arboré et arbustive et l'envahissement des deux stations de la zone d'étude par la strate herbacée. Présentent une évolution régressive de thurifère en absence d'une régénération naturelle suffisante et une présence de surexploitation. Ce phénomène aura un changement démographique des peuplements qui se trouvant aussi constituent par des vieux arbres.

La dégradation des thuriférais dans notre zone d'étude est le résultat des effets climatiques et surtout anthropiques (défrichage, charbon de bois, pâturage...).

Les bouleversements, que subit notre zone d'étude, ont entraîné une diversification du cortège floristique, en favorisant la prolifération de certaines espèces épineuses et/toxiques qui dominent le territoire, car elles occupent des surfaces plus importantes.

Selon Fertin (2010), la strate arbustive de *Juniperus thurifera* ne supporte pas la concurrence des strates arbustive et sous-arbustive de la végétation du milieu. Les milieux à *Juniperus thurifera* où la strate herbacée de la végétation est importante, correspondent probablement à d'anciens parcours pastoraux, qui expliquent la structure actuelle en pelouse piquetée d'arbres, avec peu d'individus en strate arbustive, sous-arbustive et herbacée.

Fertin (2010), a mis en évidence deux types de stations à *Juniperus thurifera* diamétralement opposés : les stations sur replat terreux, à forte rétention en eau, et les stations en forte pente rocheuse, (sols superficiels) semblent principalement colonisées par des espèces saxicoles où le ruissellement limite la rétention en eau.

De même, Bertaudière *et al* (2000), précisent que le pâturage favorise dans une certaine mesure le Genévrier thurifère car le bétail élimine ses concurrents, tels que le chêne ou le pin.

Cependant, (Bertrand et Bertrand, 2000), nuancent en proposant de limiter le nombre de troupeaux d'animaux et d'instaurer un système de rotation des terrains de parcours, avec une interdiction de fréquentation dans les réserves biologiques strictes (Bertrand et Bertrand, 2000).

Selon (Parde, 2000), le Genévrier thurifère est accommodé au pastoralisme, de part sa faible appétence et sa longévité qui lui permet d'attendre les périodes de décrue pastorale pour se régénérer.

Cette espèce se trouvant dans des conditions de vie difficile, l'intérêt porté à cette espèce devrait s'accroître, donc il est impératif de mettre en place une politique de protection et de développement durable plus efficace de ce type d'écosystème, étant donné que cette espèce endémique des Aurès risque de disparaître.

### **2.2.2. Indice de perturbation**

L'indice de perturbation étant de l'ordre de (53 %) pour toute la zone d'étude, il est plus élevé dans la station Nirdi (56%) que la station Zana (47%) (Parcelle mise en défens).

L'indice de perturbation montre que les thuriféraires sont sous l'influence d'une dégradation considérable à laquelle il faudra remédier.

Le calcul de l'indice de perturbation indique un milieu plus fortement anthropisé en bas des versants que vers les sommets. Le degré de perturbation est moins élevé dans la station Zana parce que l'étude a été conduite dans une parcelle mise en défens. Cet indice est proportionnel à la dominance des Chaméphytes et des Thérophytes, ce qui est le cas pour notre région.

L'évolution de cette population doit être suivie de manière très précise dans les années à venir, par les chercheurs et les gestionnaires, les mesures conservatoires les plus appropriées pour sa pérennité doivent être envisagées en concertation avec la population riveraine.

### **1.3. Caractérisation biogéographique**

L'appartenance des espèces végétales à plusieurs aires biogéographiques, permet de constater que l'origine de la diversité biologique spécifique à la Numidie algérienne, ne peut pas être le fruit du hasard mais liée à des conditions écologiques favorables au maintien de ces espèces (Quézel P et Santa S, 1962- 1963).

L'approche phytogéographique nous permet de mieux appréhender la répartition spatiotemporelle de la végétation, qui constitue un véritable modèle pour interpréter les phénomènes de régressions (Olivier *et al*, 1995).

La répartition des espèces rencontrées dans la zone d'étude a été déterminé à l'aide de:

- La flore de l'Algérie Quézel et Santa (1962 – 1963).
- La flore du Sahara Ozenda (1977).
- La flore de Maire (1926).

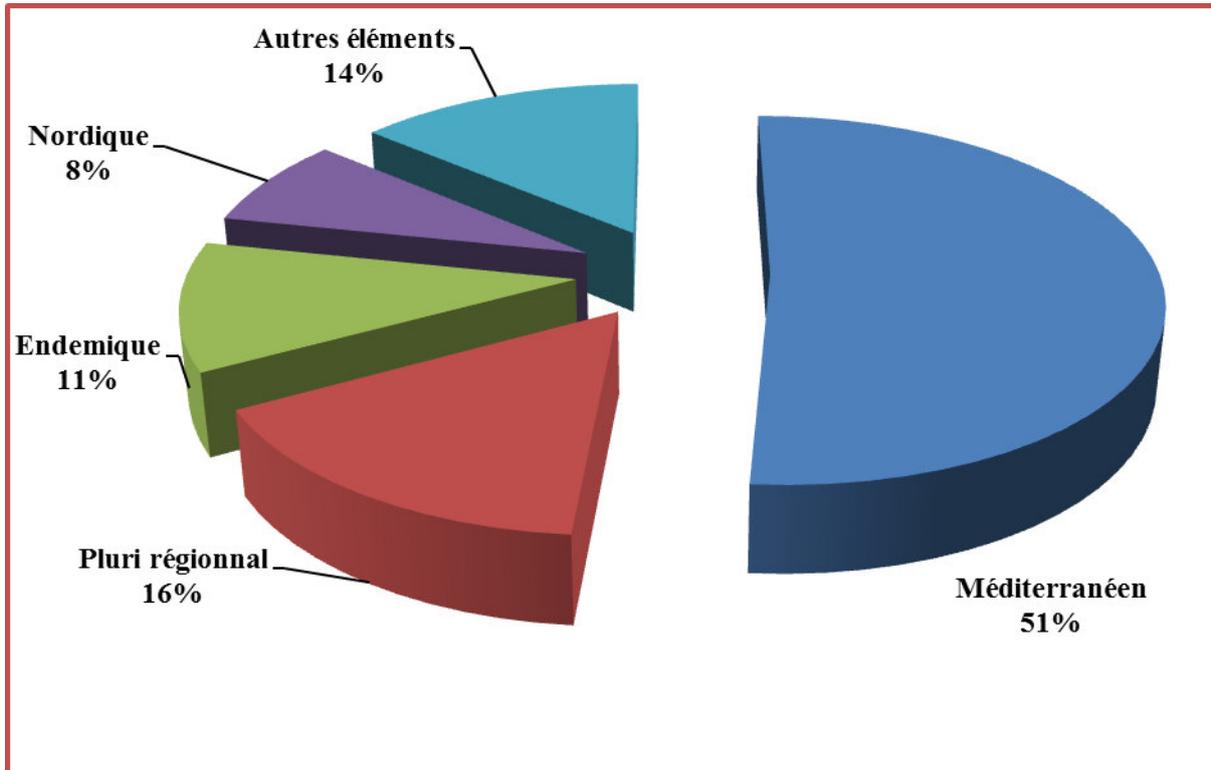
L'analyse du tableau (31) et la figure (39), montre la prédominance de l'élément méditerranéen avec un pourcentage de (51%) soit 26 espèces, suivi des éléments plurirégionaux (l'élément cosmopolite et autres) avec 8 taxons soit (16%), suivi de l'élément endémique avec seulement 6 espèces soit (11%).

L'élément nordique vient en quatrième position avec 8 % soit 4 taxons. Quant aux autres éléments contribuent faiblement à la richesse floristique.

**Tableau 31:** Pourcentages des types biogéographiques de la végétation recensée dans les thuriferaies des Aurès

<b>Types biogéographiques</b>	<b>Nombre des espèces</b>	<b>(%)</b>
Méditerranéen	16	31,37
Ouest-Méditerranéen	4	5,88
Circum-Méditerranéen	1	1,96
Européen-Méditerranéen	4	7,84
Macaronésien-Méditerranéen	2	3,92
Méditerranée-Atlantique	2	3,92
Eurasiatique	3	5,88
Sub-Méditerranéen	1	1,96
Est- Méditerranéen	1	1,96
Ibéro-Mauritanienne	2	3,92
Montagnard-Sud-Européen	1	1,96
Macaronésien-Méditerranéen-Irano-	1	1,96
Paléo-Sub-Tropicale	1	1,96
Endémique	3	5,88
Eurasiatique- Méditerranéen	2	3,92
Endémique-Nord- Africain	3	5,88
Sub-Méditerranéen- Atlantique	1	1,96
Circum-Boréal	1	1,96
Ouest-Méditerranéen-Sub-Atlantique	4	7,84

Sur le plan phytogéographique, le cortège floristique à *Juniperus thurifera* des deux stations est constitué par un ensemble hétérogène d'éléments de diverses origines.



**Figure 39:** Pourcentages des types biogéographiques de la végétation recensée dans les thuriféraires des Aurès

L'analyse biogéographique des espèces envahissantes montre que ce sont toujours les taxa de souche méditerranéenne qui domine le spectre chorologique, ce qui pourrait s'expliquer par changement de structure provoquée par l'action anthropique et par le déclin forestier.

Selon maire (1926), l'élément nordique s'est introduit en Afrique du nord lors des périodes humides plus anciennes que le quaternaire, à travers deux voies de migration, une voie ibérique (pont amalour-rifain) et une voie italienne (pont sicilio-tunisien).

Médail *et al* (1999), note qu'un des moyens pour résister aux changements environnementaux aux catastrophes est d'avoir une vaste distribution géographique.

Dans notre région d'étude le taux d'endémisme reste relativement faible avec 6 espèces soit (11%).

Quézel (1999), signale que le faible taux des éléments endémiques à l'échelle de la région, est lié à la disparition de plusieurs espèces par suite d'une dégradation importante du milieu.

La rareté de ces éléments peut s'expliquer d'une part par les changements climatiques et l'impact de l'action anthropique et, d'autre part par la particularité de leurs biotopes.

## **2.4. Structure et organisation de la végétation**

### **2.4.1. Qualité de l'échantillonnage**

La qualité de l'échantillonnage des espèces végétales inventoriées pour les deux stations égale à 0,3 (Tableau 32). Où (a) est le nombre total des espèces constatées une seule fois et en un seul exemplaire, (R) est le nombre total des relevés effectués.

**Tableau 32:** Valeurs utilisées pour le calcul de la qualité de l'échantillonnage des espèces végétales dans les thuriferaies des Aurès

<b>Paramètres</b>	<b>Zana</b>	<b>Nirdi</b>
<b>(a)</b>	3	3
<b>(R)</b>	10	10
<b>Qualité de l'échantillonnage (a / R)</b>	0,3	0, 3
<b>Richesse totale (S)</b>	43	32

La valeur de la qualité de l'échantillonnage 0,3 est faible, ce qui signifie que la qualité de l'échantillonnage est grande et notre échantillonnage est suffisant.

La qualité de l'échantillonnage est en relation avec le nombre des espèces recensées ainsi que le nombre des relevés et la période d'échantillonnage. 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). Dans ce cas l'effort de notre échantillonnage est suffisant. Sachant également que certaines espèces n'ont pas été identifiées par manque de clés d'identification et de spécialistes.

### 2.4.2. Fréquence d'abondance

L'analyse de la fréquence relative des espèces (Tableau 33), met en évidence 5 classes pour la première station (Zana) et 4 classes pour la deuxième station (Nirdi).

**Tableau 33:** Fréquences relatives des espèces végétales recensées dans les thuriféraires des Aurès

Fréquences	Station Zana		Station Nirdi	
	Nombre d'espèces	(%)	Nombre d'espèces	(%)
0 – 20 % très rares	6	13,95	24	75
20 – 40 % rares	18	41,86	5	15
40 – 60 % fréquentes	9	20,93	1	3,12
60 – 80 % abondantes	5	11,62	2	6,25
80 – 100 % constantes	5	11,62	0	0

La plupart des taxons recensés sont rares ou très rares. Selon Gegout J. C (1995), la rareté d'une espèce peut être due à trois raisons : soit elle est caractéristique d'un autre milieu que celui étudié et y est donc par accident ; soit elle est "naturellement" rare est sa fréquence est très faible dans toutes les conditions écologiques ; soit, enfin, elle a une écologie très étroite (espèce sténocoécique) : elle est fréquente dans un très faible éventail de milieu et absente ailleurs.

Les espèces rares sont généralement considérées comme ayant une faible abondance et/ou une aire de répartition restreinte. La spécificité d'habitat, l'originalité taxonomique et la persistance temporelle des espèces constituent aussi des critères utiles dans la définition de la rareté (Quézel et Médail, 2003). Pour l'Algérie du Nord (Sahara non compris), 1630 taxons sont qualifiés de rare dont 1034 au rang d'espèce, 431 sous espèces et 170 variétés. Pour l'ensemble du pays, les taxons rares sont au nombre de 1818 (1185 espèces, 455 sous-espèces et 178 variétés) (Vela et Benhouhou, 2007).

Ces taxons méritent une protection sans laquelle elles disparaîtront d'autant plus qu'elles ne figurent pas sur la liste des espèces protégées.

### 2.4.3. Recouvrement moyen

L'indice de recouvrement, nous montre que le Genévrier thurifère domine dans la strate arbustive. En parallèle la strate herbacée ou sous ligneuse est bien développée dans la zone d'étude.

Il y a une nette dominance des espèces en coussinets épineux. Cette dominance ne peut être expliquée que par les agressions anthropiques exercées sur ces formations pré forestières à matorrals (Tableau 34).

**Tableau 34:** Espèces plus abondantes dans les thuriférais des Aurès

Station Zana	Station Nirdi
<i>Buplerum spinosum</i> (57,5%)	<i>Astragalus armatus</i> (67,5%)
<i>Astragalus armatus</i> (42,5%)	<i>Artemisia campestris</i> (62%)
<i>Juniperus thurifera</i> (40%)	<i>Euphorbia nicaeensis</i> (45,5%)
<i>Stipa tenacissima</i> (40%)	<i>Juniperus thurifera</i> (35, 25%)
<i>Asphodeline lutea</i> (37,5%)	<i>Hertia cheirifolia</i> (33,5%)
<i>Centaurea pullata</i> (35%)	<i>Buplerum spinosum</i> (25,5%)

Le Genévrier thurifère présente un cortège floristique composé par des espèces en coussinets, parmi lesquelles il existe des espèces qui pourraient traduire un début de steppisation. La régénération est faible, il y a des jeunes de quelques dizaines de centimètre.

D'après Badri (2003), dans l'ensemble, les thuriférais sont assez hétérogènes au niveau floristique. On ne peut retrouver qu'une seule espèce commune à la majorité des thuriférais : *Bupleurum spinosum*. Cette observation a été déjà signalé par (Ouhamou, 1986 ; Gauquelin, 1988) sur l'ensemble du Maroc.

Selon (Neigre, 1961) in (Benabid, 2000), cette espèce offre une grande plasticité thermique et hygrométrique.

Ces espèces imposent une dominance dans la composition floristique grâce à leurs pouvoir de résistance aux diverses régressions.



*Bupleurum spinosum*



*Artemisia compestris*



*Hertia cheirifolia*



*Avena sterilis*



*Astragalus armatus*



*Euphorbia nicaeensis*

**Figure 40:** Photos représentant les espèces végétales les plus abondantes dans les thuriféraires des Aurès

#### 2.4.4. Fréquence d'occurrence

D'après le tableau (35), la classe des fréquences d'occurrence la plus représentée dans les deux stations est celle des espèces constantes, qui regroupe 19 espèces dans la station Nirdi soit (59,37%) et, 18 soit (41%) espèces au niveau de la station Zana.

La classe des fréquences d'occurrence des espèces accessoires regroupe 9 espèces à Nirdi et 18 espèces à Zana.

La classe des espèces accidentelles n'est représentée que par 5 espèces, soit (15,62%) au niveau de la station Nirdi et, 7 espèces soit (16,27%) à Zana (Tableau 35).

La majorité des espèces signalées sont des espèces constantes, nous les rencontrons tout au long de l'année mais à différent taux de recouvrement.

Des espèces constantes comme *Eryngium compestre*, *Buplerum spinosum*, *Centaurea pullata*, *Euphorbia nicaeensis*, *Hertia cheirifolia*, *Teucrium chamaedrys*, *Astragalus armatus*.

Cette classe correspond aux espèces que l'on retrouve dans tous les relevés. Cette catégorie correspond à des végétations homogènes et rassemble les espèces les plus communément répandus ou n'ayant pas d'exigence écologique particulière.

Les espèces appartenant à la famille des Astéracées en est un exemple fidèle. Les espèces accidentelles et accessoires sont souvent des espèces annuelles.

**Tableau 35 :** Fréquences d'occurrence des espèces végétales recensées dans les thuriféraires des Aurès

Fréquences d'occurrence	Station Nirdi		Station Zana	
	Nombre d'espèces	(%)	Nombre d'espèces	(%)
< 25% Constantes	19	59,37	18	41
25 - 49% Accessoires	9	28	18	41
> 25% Accidentelles	5	15,62	7	16,27
> 10% Très accidentelles	0	0	0	0

#### **2.4.5. Similitude entre la composition spécifique des deux stations (coefficient de similitude de Sorensen)**

Nous avons comparé la similitude de la flore composant les deux stations d'étude par le calcul de l'indice de Sorensen, où nous n'avons tenu compte que la présence ou l'absence des espèces dans chaque station. L'indice de similitude est de l'ordre de (74 ,66 %).

La valeur élevée de l'indice de Sorensen (>50%). La présence des mêmes espèces fondamentales au niveau des stations, montre que ces stations ne présentent pas une grande différence du point de vue composition floristique. Les espèces fondamentales peuvent être considérées comme bio-indicatrices, et dans ce cas elles peuvent caractériser un type de biotope donné.

Malgré la variabilité écologique entre les deux stations (étage bioclimatique, pente exposition et versant), sauf la similitude entre la végétation des stations étudiées est élevée. Ceci peut s'expliquer par les propriétés physicochimiques du sol où elles se développent.

#### **2.5. Diversité et Equirépartition**

Afin d'évaluer la composition de la végétation, nous avons calculé la richesse spécifique. Nous avons également calculé l'indice de diversité de Shannon et celui de l'équitabilité pour les deux stations (Tableau 36).

**Tableau 36** : Valeurs de la richesse spécifique totale (St), de diversité maximale (H'max), l'indice de diversité de Shannon (H') et d'équirépartition (E) de la végétation inventoriée dans les thuriféraires des Aurès

<b>Paramètres</b>	<b>Stations</b>	<b>ZANA</b>	<b>NIRDI</b>
<b>St</b>		43	32
<b>H' (bits)</b>		5,02	4,08
<b>H' max (bits)</b>		5,43	5
<b>E (%)</b>		0,98	0,95

### **2.5.1. Richesse spécifique**

La richesse totale des deux stations de Zana et Nirdi, est respectivement de (43 espèces) et (32 espèces).

Nous remarquons que la richesse spécifique est plus élevée dans la station Zana, soit (84,31%) de la richesse totale (51 espèces). Cela pourrait s'expliquer par les conditions écologiques favorables de la station.

### **2.5.2 Indice de diversité de Shannon**

L'indice de Shannon calculé à Zana est de 5,02 bits, de 4,08 à Nirdi. Cet indice donne une idée sur la diversité des peuplements végétaux, en tenant compte non seulement du nombre d'espèces mais aussi du nombre d'individus des différentes espèces que regroupe le peuplement.

L'indice de Shannon élevé, montre que le peuplement est composé d'un nombre assez important d'espèces avec une faible représentativité, dont la station Zana est plus diversifiée que la station Nirdi.

L'indice de diversité dans les deux stations traduit un degré de complexité d'organisation des différents taxons élevé.

La végétation algérienne est fortement diversifiée. Cela est dû aux grands ensembles topographiques, climatiques et la diversité des sols variant du Nord au Sud. Le relief et la pluviométrie agissent comme des facteurs déterminants de la distribution de la végétation dans l'Est Algérien (Tabet S, 2008).

### **2.5.3. Indice d'équitabilité**

La plus grande valeur de l'équitabilité est obtenue dans la station Zana, elle est de l'ordre de 0,98, alors que la station Nirdi présente une valeur de 0,95.

La valeur de l'équitabilité (équirépartition) est supérieure à 0,5, et dans l'ensemble assez proches de l'unité, ce qui reflète que les peuplements sont assez bien équilibrés.

Cet indice indique qu'il y a une distribution d'abondance équilibrée entre les populations végétales recensées dans la thuriféraie. La variation des valeurs de l'équitabilité correspond grossièrement à celles de la diversité.

## 2.6. Analyse numérique en abondance-dominance

- **Classification ascendante hiérarchique (CAH)**

Pour le traitement des données par logiciel, nous avons transcrit celle-ci en matrice codée. Chaque espèce inventoriée a été codée selon un code de deux lettres ou deux lettres et un chiffre, ce code correspond à la famille de chaque espèce (Annexes 1,2).

### **Exemple**

<b>Taxon</b>	<b>Code</b>
<i>Globularia alypum</i>	G1
<i>Berberis hispanica</i>	Ap3
<i>Juniperus thurifera</i>	Cu1

➤ **Station Nirdi**

D'après le dendrogramme de la CAH des relevés floristiques de la station "Nirdi", on a pu distinguer 3 noyaux (figure 41).

- **Noyaux A**

Ce noyau englobe 14 espèces. La majorité des espèces sont des Chaméphytes et Thérophytes, nous citons : *Centaurea pullata*, *Alkana tinctoria*, *Asphodeline lutea*, *Teucrium chamaedrys* L, *Avena sterelis* L, *Anagallis arvensis*, *Juniperus thurifera*, *Hertia cheirifolia*, *Erinacea anthyllis*, *Buplerum spinosum* L, *Medicago lupulina* L, *Helianthemum cinerum*.

- **Noyau B**

Ce noyau englobe 2 espèces Chaméphytiques (*Artemisia compestris*, *Euphorbia nicaeensis*, et une espèce Hemicryptophytique (*Astragalus armatus*). Elles sont essentiellement caractéristiques des espèces pré forestières.

- **Noyau C**

Ce noyau regroupe 15 espèces. Elles sont essentiellement des espèces caractéristiques appartient à la classe (Ephedra Juniperetea).

Parmi ces espèces, une Phanérophyte (*Berberis hispanica*), Trois Hémicryptophytes (*Dianthus caryophyllus*, *Ranunculus millefoliatus*, *Rosa canina*), deux Thérophytes (*Atracylis cancellata* L, *Paronychia agrentea*), et la majorité sont des Chaméphytes parmi lesquelles : *Thapsia garganica*, *Ephedra major host*, *Globularia alypum*, *Ampelodesma mauritanicum* et *Daphne gnidium*.

➤ **Station Zana**

L'analyse des dendrogrammes a permis l'identification de 3 types de noyaux (A, B et C) (figure 42).

• **Noyau A**

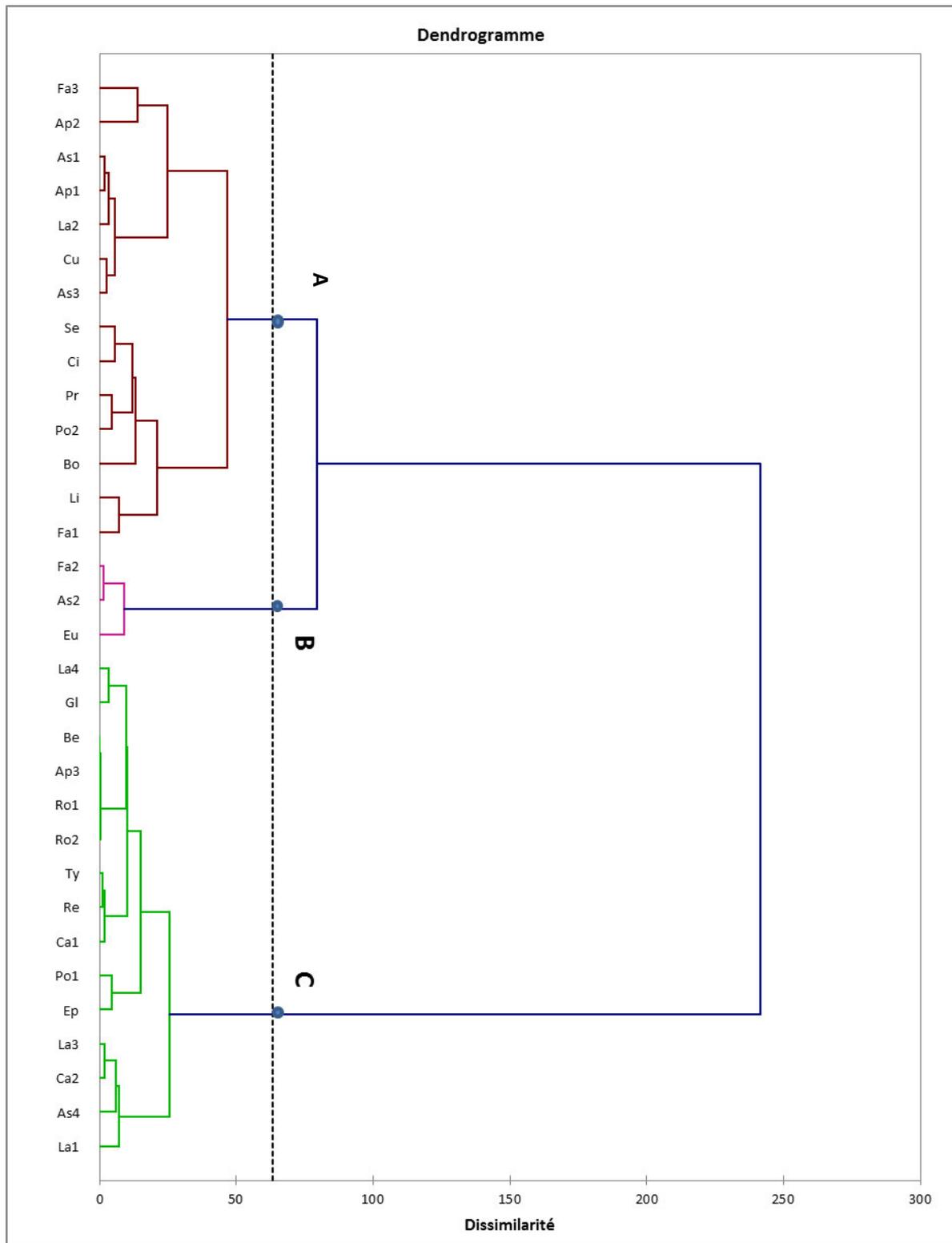
Ce noyau englobe 16 espèces, quatre Phanérophytes (*Berberis hispanica*, *Ephedra major host*, *Juniperus oxycedrus*, *Rhamnus alaternus*), deux Chaméphytes (*Thapsia garganica*, *Seellagenilla sp*), trois Hémicryptophytes (*Atracylis cancellata* L, *Ononis natrix* *Bromus rubens*).

• **Noyau B**

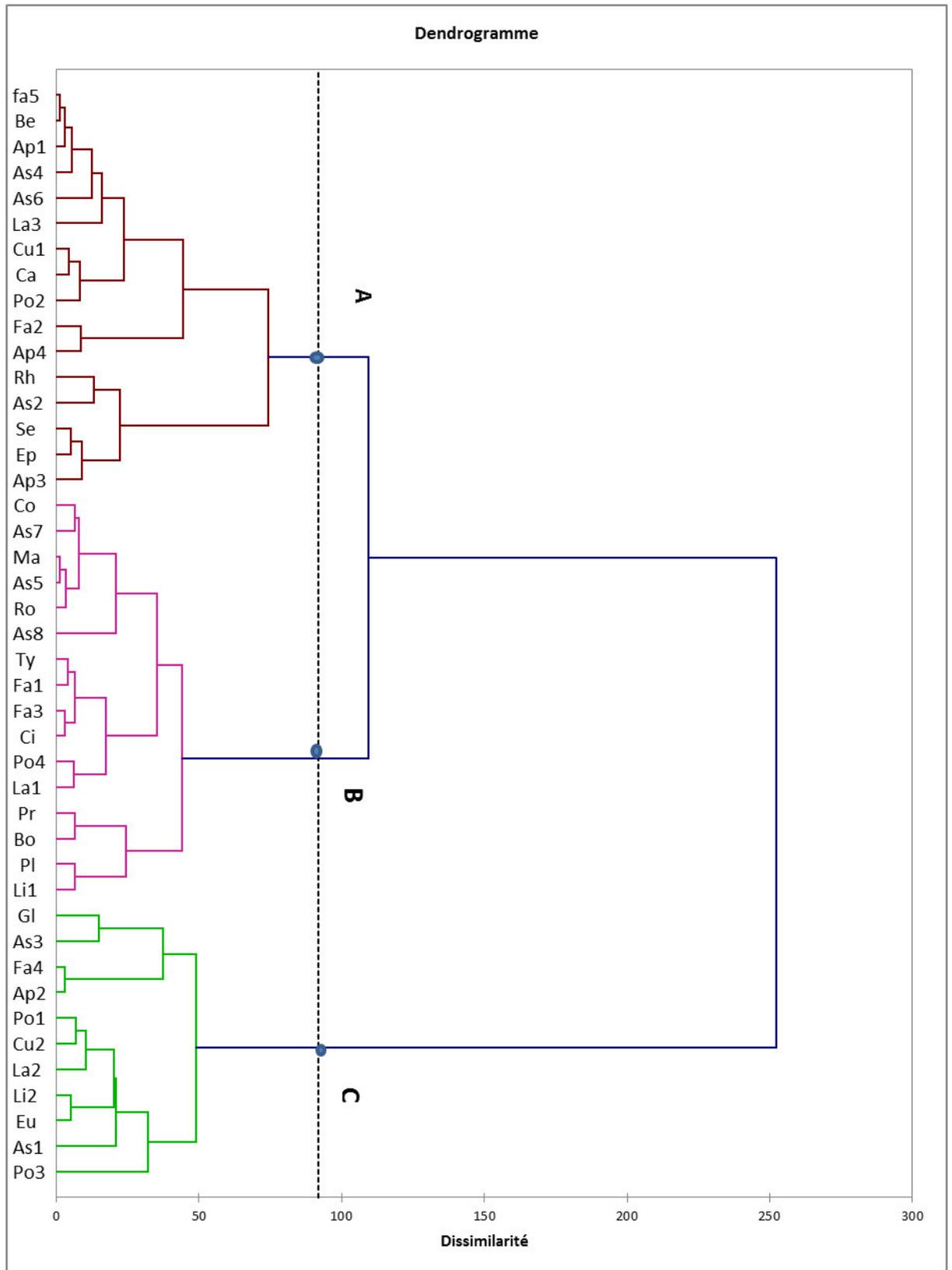
Ce noyau comprend 16 espèces, se réparties entre les Chaméphytes, les Hémicryptophytes et les Thérophytes parmi lesquelles nous avons : *Hertia cheirifolia*, *Alkana tinctoria*, *Helianthemum cinerum*, *Salvia verbenaca*, *Plantago albicans*, *Ampelodesma mauritanicum*, *Anagallis monelli*, *Daphne gnidium*, *Convolvulus cantabrica*, et aussi une géophyte (*Allium roseum*).

• **Noyau C**

Ce noyau regroupe 11 espèces, quatre espèces Chaméphytiques (*Artemisia compestris* *Globularia alypum*, *Thymus ciliatus*, *Euphorbia nicaeensis*) et une Phanérophyte *Juniperus thurifera* et 4 espèces Hémicryptophytique (*Centaurea pullata*, *Astragalus armatus*, *Asphodeline lutea* et *Stipa tenacissima* L) et une Thérophyte (*Avena sterilis*) et une Géophyte (*Buplerum spinosum* L).



**Figure 41:** Dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique (CAH) des 32 espèces x 10 relevés regroupés par similarité, effectués dans la thriéraie de la forêt domaniale des Aurès (Station Nirdi).



**Figure 42:** Dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique (CAH) des 43 espèces x 10 relevés regroupés par similarité, effectués dans la thriéraie de la forêt domaniale de S'gag (Station Zana).

D'après nos résultats, on peut classer nos thuriferaies dans le type des thuriferaies claires à xérophytes épineux, déjà mentionné par Gauquelin (1988). Ce sont des formations en limite supérieure où le thurifère est beaucoup plus épars, alors que les xérophytes épineuses sont de plus en plus présentes occupant les espaces larges entre les arbres.

Cependant, Quézel et Barbero (1981), ont créé un ordre nouveau « Junipero-Quercetalia » qui regroupe des formations présteppiques à déterminisme thermique prépondérant.

Du fait de la dégradation anthropique et la xéricité du climat, les espèces forestières ont tendance à disparaître, en cédant la place à des formations pré-forestières et des matorrals voir une végétation à base des annuelles ; c'est à dire que les variations interannuelles des niveaux d'eau et l'ouverture progressive du milieu (incendie, pâturage,..), déterminent des espèces et des groupements végétaux différents d'une année à l'autre, n'ayant pas tous la même valeur patrimoniale. Mais nous ne pouvons pas oublier aussi l'action anthropique dégradante qui tend à banaliser la flore et masque profondément les vraies potentialités du milieu.

La prise en compte par la CAH des coordonnées sur l'ensemble des axes, nous a permis de reconnaître donc un cortège propre liée à la série des espèces adaptées aux conditions d'existence de Thurifère et, d'autres espèces indicatrices de l'action anthropique citons : *Thapsia garganica*, *Eryngium compestre*, *Atracylis cancellata* L, *Alkana tinctoria*, *Convolvulus cantabrica*, *Euphorbia nicaeensis*, *Astragalus armatus*, *Medicago lupulina* L, *Teucrium chamaedrys*, *Asphodeline lutea*, *Avena sterilis* L, *Anagallis monelli*. *Bromus rubens*.

L'ensemble de ces espèces citées, donnent une idée sur l'état dynamique de la végétation de la zone d'étude, dans lesquels on observe une réduction des taxons des formations forestières et pré-forestières, qui sont remplacés au fur et à mesure par des espèces mieux adaptés aux conditions stationnelles et par des espèces végétales annuelles.

Comprendre la réponse des communautés végétales à des modifications des conditions environnementales peut donc permettre de prévoir les conséquences de ces modifications sur des processus comme la productivité primaire (Inoussa *et al*, 2013). Cela peut avoir un grand intérêt en termes de gestion de l'environnement.

### Chapitre 3 : Caractérisation faunistique

#### 1. Bioécologie des Arthropodes inféodés aux thuriféraires des Aurès

##### 1.1. Inventaire taxonomique global des Arthropodes

Les méthodes d'échantillonnage appliquées dans les thuriféraires des Aurès, nous a permis d'établir une liste systématique des espèces inventoriées. L'inventaire réalisé dans les deux stations d'échantillonnage durant la période du mois de Janvier 2015 jusqu'au mois de Janvier 2016, a permis d'identifier un total de 110 espèces décrites suite à l'identification de 1589 individus appartenant tous à l'embranchement des Arthropodes, 4 classes, 16 ordres et 52 familles avec les 6 catégories trophiques mentionnées phytophages, polyphages, prédateurs, parasites, saprophages, coprophages ainsi que le nombre d'individus que représente chacune de ces espèces sont mentionnés dans le tableau (37).

La liste systématique des espèces recensées a été 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), Zahradnik (1988), Dorst (1990), Leraut (1992), Auber (1999) et Berland (1999 a et b). L'identification des échantillons recueillis et poussée jusqu'au genre et même à l'espèce.

Les catégories trophiques sont établies selon le type d'alimentation des formes adultes.

**Tableau 37 :** Classification, régime alimentaire et nombre des individus de différentes espèces inventoriées dans les deux stations d'étude Pol : Polyphage ; Phy : Phytophage ; Pré : Prédateur ; Sap : Saprophage ; Cop : Coprophage ; R.A. : Régime Alimentaire ; N : Nombre d'individus

Classe	Ordre	Famille	Espèce	RA	ZANA	NIRDI
Arachnida	Aranea	Araneidae	<i>Araneidae. Ind.</i>	Pré	4	6
		Arachnidae	<i>Arachnida sp.</i>	Pré	10	8
	Scorpionida	Buthidae	<i>Buthus sp.</i>	Pré	2	0
	Acaria	Nalepellidae	<i>Trisetacus quadrisetus</i>	Phy	19	26
Crustacea	Isopoda	Oniscoidae	<i>Armadillidium sp.</i>	Poly	3	13
Insecta	Blattoptera	Blattidae	<i>Blatta orientalis</i>	Poly	7	2

*Résultats et discussions*

<b>Insecta</b>	<b>Coleoptera</b>	Brachyceridae	<i>Brachycerus sp.</i>	Phy	8	5
		Buprestidae	<i>Ancylocheira octugulata</i>	Poly	3	0
			<i>Buprestidae. Ind.</i>	Phy	5	0
		Carabidae	<i>Carabus sp.</i>	Pré	2	0
			<i>Zabrus sp.</i>	Pré	1	1
			<i>Chlaenius sp.</i>	Pré	2	0
		Cerambycidae	<i>Tetrops sp.</i>	Phy	5	2
		Cetoniidae	<i>Cetonia sp.</i>	Phy	5	2
			<i>Tropinota sp.</i>	Phy	5	6
		Chrysomelidae	<i>Clytra sexepunctata</i>	Phy	1	0
			<i>Clytra sp.</i>	Phy	1	2
			<i>Oulema sp.</i>	Phy	0	1
			<i>Chrysomelidae. Ind.</i>	Phy	1	3
		Citoniidae	<i>Tropinota hirta</i>	Phy	7	10
		Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata*</i>	Pré	3	1
		Curculionidae	<i>Othiorhynchus sp.</i>	Phy	5	2
			<i>Curculionidae. Ind.</i>	Phy	5	0
		Dermestidae	<i>Dermestidae. Ind.</i>	Poly	6	14
		Geotrupidae	<i>Geotrupes sp.</i>	Sapr	4	0
		Histeridae	<i>Hister major</i>	Pré	1	1
		Meloidae	<i>Mylabris quadripunctata</i>	Cop	1	4
			<i>Mylabris variabilis*</i>	Phy	2	0
		Mycetophagidae.	<i>Mycetophagidae. Ind.</i>	Poly	6	1
			<i>Mycetophagus sp.</i>	Poly	73	15
		Scarabaeidae	<i>Glaphyrus maurus</i>	Cop	2	2

*Résultats et discussions*

<b>Insecta</b>	<b>Coleoptera</b>	Scarabaeidae	<i>Geotrogus sp.</i>	Cop	0	3	
			<i>Scarabaeus sp.</i>	Sap	281	157	
		Scolytidae	<i>Ips sp.</i>	Phy	0	2	
			<i>Scolytidae. Ind.</i>	Phy	2	0	
		Staphilinidae	<i>Ocyopus olens</i>	Pré	2	3	
			<i>Staphylinus sp.</i>	Pré	34	4	
		Sylphidae	<i>Silpha granulata*</i>	Sapr	16	7	
			<i>Silpha sp.</i>	Pré	2	2	
		Tenebrionidae	<i>Tentyria bipunctata</i>	Sapr	2	21	
			<i>Pimelia sp.</i>	Sapr	2	0	
			<i>Blaps sp.</i>	Sapr	2	0	
		<b>Dermaptera</b>	Labiduridae	<i>Labidura riparia</i>	Poly	8	0
		<b>Diptera</b>	Calliphoridae	<i>Lucilia caesar</i>	Poly	48	0
			Diptera ind	<i>Diptera. Ind.</i>	Poly	1	2
			Dolichoderidae	<i>Tapinoma simorthi</i>	Poly	3	1
	Drosophilidae		<i>Drosophila sp.</i>	Sapr	7	3	
	Musidae		<i>Muscidae. Ind.</i>	Poly	12	0	
	Sarchophagidae		<i>Sarchophagidae Ind.</i>	Poly	0	1	
	Syrphidae		<i>Syrphus corollae*</i>	Pré	2	0	
			<i>Syrphus sp.</i>	Poly	3	8	
	Tabanidae		<i>Tabanus sp.</i>	Poly	6	3	
			<i>Tabanidae. Ind.</i>	Poly	2	0	
	Tachinidae		<i>Tachinus sp.</i>	Poly	3	7	
			<i>Tachinidae. Ind.</i>	Poly	17	2	
	Tephritidae	<i>Flexuosa urofora</i>	Phy	1	0		
	Tipulidae	<i>Tipulidae. Ind.</i>	Phy	2	0		

**Résultats et discussions**

<b>Insecta</b>	<b>Hemiptera</b>	Cicadidae	<i>Cicadidae. Ind</i>	Pré	2	0
		Nabidae	<i>Nabidae Ind.</i>	Phy	4	0
		Pyrrhocoridae	<i>Pyrrhocoris apterus</i>	Phy	3	1
		Reduviidae	<i>Reduviidae. Ind.</i>	Phy	2	0
	<b>Heteroptera</b>	Pentatomidae	<i>Holcogaster fibulata</i>	Poly	2	0
			<i>Eurygaster sp.</i>	Phy	2	1
			<i>Pentatoma sp.</i>	Phy	1	0
	<b>Homoptera</b>	Jassidae	<i>Zygena sp. 1</i>	Phy	4	1
			<i>Zygena sp. 2</i>	Phy	3	3
	<b>Hymenoptera</b>	Apidae	<i>Apis mellifera*</i>	Phy	2	0
			<i>Apis sp.</i>	Phy	4	5
		Braconidae	<i>Braconidae. Ind.</i>	Pré	0	0
		Cecidomyiidae	<i>Contarinia sp.</i>	Phy	2	0
		Chrysididae	<i>Chrysis rutilans*</i>	Par	3	0
		Formicidae	<i>Cataglyphis bicolor*</i>	Poly	41	47
			<i>Camponotus barbaricus</i>	Poly	3	0
			<i>Camponotus sp.</i>	Poly	44	34
			<i>Formica sp.</i>	Poly	2	17
		Issidae	<i>Issus sp.</i>	Phy	1	0
		Larinae	<i>Larra sp.</i>	Pré	15	0
		Lygaeidae	<i>Heterogaster sp.</i>	Phy	2	0
		Myrmicidae	<i>Monomorium salamonis</i>	Phy	37	22
			<i>Tetramorium biskrensis</i>	Phy	4	2
			<i>Aphaenogaster pilosa</i>	Phy	2	1
	<i>Aphaenogaster sp.</i>		Phy	2	0	
	<i>Tetramorium. Ind.</i>		Phy	0	2	
	Sarchophagidae	<i>Sarcophaga sp.</i>	Sapr	17	9	

*Résultats et discussions*

<b>Insecta</b>	<b>Hymenoptera</b>	Scoliidae	<i>Scoliidae Ind.</i>	Poly	1	0	
		Sphecidae	<i>Ammophila sabulosa</i>	Pré	5	2	
			<i>Sphex sp.</i>	Pré	5	0	
		Tenthredinidae	<i>Thentyria sp.</i>	Sapr	12	13	
		Torymidae	<i>Megastigmus thuriferana</i>	Phy	4	0	
		Vespidae	<i>Polistes gallicus*</i>	Pré	0	3	
			<i>Vespula germanica*</i>	Pré	5	0	
	<b>Lepidoptera</b>	Noctuidae	<i>Noctuidae sp.</i>	Phy	17	12	
		Pyralidae	<i>Pyralidae Ind.</i>	Phy	1	1	
		Riodinidae	<i>Riodinidae. Ind.</i>	Phy	0	0	
		Sphingidae	<i>Sphingidae. Ind.</i>	Phy	2	2	
		Tortricidae	<i>Pammene juniperana</i>	Phy	2	0	
			<i>Totricidae. Ind.</i>	Phy	2	2	
		Yponomeutidae	<i>Argyresthia reticulata</i>	Phy	4	8	
	<b>Orthoptera</b>	Acrididae	<i>Calleptamus barbarus</i>	Phy	5	2	
			<i>Oedipoda caerulescens</i>	Phy	1	0	
			<i>Locusta sp.</i>	Phy	5	2	
			<i>Oedipoda sp.</i>	Phy	6	2	
			<i>Sphingonotus sp.</i>	Phy	2	0	
		Gryllidae	<i>Gryllus bimaculatus.</i>	Phy	12	12	
			<i>Gryllus sp.</i>	Phy	2	0	
		Tettigoniidae	<i>Decticus albifrons</i>	Phy	3	0	
			<i>Decticus sp.</i>	Phy	7	12	
			<i>Tettigonia sp.</i>	Phy	2	0	
	<b>Myriapoda</b>	<b>Diplopoda</b>	Diplopoda. Ind.	<i>Diplopoda. Ind.</i>	Phy	39	12
		<b>Chilopoda</b>	Chilopoda. Ind.	<i>Chilopoda. Ind.</i>	Phy	1	0
	<b>Nombre d'espèces</b>			<b>110</b>		<b>100</b>	<b>64</b>
	<b>Nombre d'individus</b>			<b>1589</b>		<b>1006</b>	<b>583</b>

\* : Espèces protégées 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).

La liste des espèces présentées est loin d'être exhaustive, il est certain que la zone d'étude prospectée renferme une gamme d'espèces beaucoup plus variée et diversifiée.

La répartition des espèces inventoriées dans les deux stations d'études sont différentes. La station Zana regroupe le plus grand nombre d'individus capturés, elle totalise 1006 individus, alors que les effectifs des invertébrés capturés à la station Nirdi sont 583 individus.

La prédominance des Arthropodes dans la station Zana s'explique par les conditions écologiques favorables, ainsi que par la variété des ressources alimentaires qui y règnent.

Selon Dajoz (2003). La vitesse de transmission d'un agent pathogène est proportionnellement liée à l'abondance de son hôte.

## **1.2. Répartition des espèces recensées selon leurs positions systématiques**

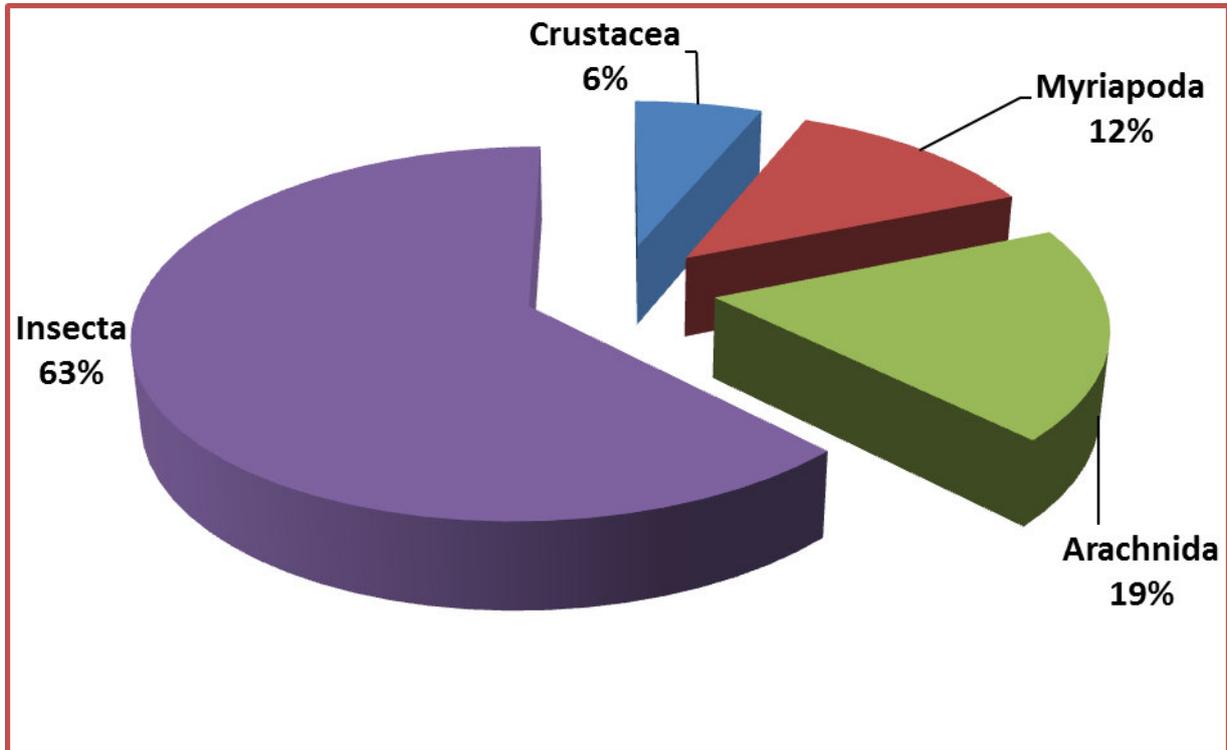
Les effectifs et les taux des Arthropodes capturés dans les deux stations par classes sont regroupés dans le tableau (38).

**Tableau 38:** Nombre d'espèces des différentes classes d'invertébrés piégés dans les thuriferaies des Aurès

<b>Classes</b>	<b>Ordres</b>	<b>Familles</b>	<b>Espèces</b>
<b>Crustacea</b>	1	1	1
<b>Myriapoda</b>	2	2	2
<b>Arachnida</b>	3	4	4
<b>Insecta</b>	10	62	103

Les invertébrés rencontrés dans les deux stations d'étude regroupent un total de 110 espèces avec 1589 individus appartenant tous à l'embranchement des Arthropodes.

Les Arthropodes englobent 4 classes, celle des Insectes avec 103 espèces, Crustacea une seule espèce, Myriapoda avec 2 espèces et celle des Arachnida avec 4 espèces (figure 43).



**Figure 43:** Importance de différentes classes d'Arthropodes dans les thuriféraires des Aurès

La classe des insectes représente le plus grand nombre d'espèces avec 103 espèces soit (63%) de l'ensemble des invertébrés recensés. Ces derniers repartis en 10 ordres dont celui des coléoptères qui est le mieux représenté avec 36 espèces couvrant 19 familles.

Les Arachnides occupent la seconde place avec 4 espèces soit (19%), le troisième rang est occupé par les Myriapodes avec 2 espèces soit (12%), suivi par les Crustacés avec 1 seule espèce soit (6%).

L'ordre des Coléoptères est le mieux représenté avec 19 familles, 36 espèces du total des Arthropodes échantillonnés. Il est suivi par l'ordre des Hyménoptères avec 25 espèces, ensuite l'ordre de Diptera, avec 14 espèces. Les autres ordres sont faiblement représentés.

Au sein des Coléoptères, c'est la famille des Scarabaeidae qui contribue avec le plus grand nombre d'individus 445 individus, *Scarabaeus sp* est le plus représenté dans les deux stations, il est suivis par des espèces moins capturées telle que *Glaphyrus maurus* avec 4 individus et *Géotrogus* avec 3 individus.

Les Hyménoptères occupent le deuxième rang dans l'inventaire. Les Myrmicidae en nombre de 5 espèces sont les mieux représentées regroupant généralement des phytophages et polyphages nuisibles à la plante hôte. Les Formicidae sont en nombre de 4 espèces.

Les Lépidoptères occupent le quatrième rang avec (10%). Les autres ordres sont faiblement représentés dans cet inventaire.

**Tableau 39:** Importance des différents ordres en fonction des espèces dans les thuriféraires des Aurès

<b>Ordre</b>	<b>Nombre</b>	<b>Fréquence (%)</b>
Acaria	1	0,91
Aranea	1	0,91
Blattoptera	1	0,91
Chilopoda	1	0,91
Coleoptéra	36	32,73
Dermaptera	1	0,91
Diplopoda	1	0,91
Diptera	14	12,73
Hemiptera	3	2,73
Heteroptera	3	2,73
Homoptera	3	2,73
Hymenoptera	26	23,64
Isopoda	1	0,91
Lépidoptera	7	6,36
Orthoptera	10	9,09
Scorpionida	1	0,91

Les études sur les ravageurs des arbres forestiers ont concerné essentiellement les essences de la famille *Pinaceae*, alors que sur l'entomofaune des *Cupressaceae* restent très limitées.

La faible représentation de certains ordres dans cet inventaire est due certainement, soit aux méthodes de capture non bien adaptées à ce groupe d'invertébrés, soit à la diversité spécifique faible dans l'écosystème.

Le groupe des Coléoptères comprend un grand nombre d'espèces relativement bien connus et facilement échantillonnable. Ces espèces ne sont pas liées directement à des plantes hôtes mais ont des modes de vie variés et sont sensibles au type d'habitats.

D'après Chatenet (1990) et Dajoz (2002-2003), les coléoptères constituent l'ordre le plus important du règne animal avec plus de 400.000 espèces décrites jusqu'à présent

La famille des Scarabéidae contribue à la richesse en nombre d'effectifs des individus, ces derniers vivent dans les excréments des vertébrés. Ils jouent un rôle important dans le recyclage de la matière organique et la fertilité des sols (Borbonnais et Saint, 2008).

La présence des espèces invisibles au sien de cet ordre est marquée par la présence de la famille de Buprestidae (*Ancylocheira octugulata*). La plupart des Buprestidae sont des xylophages s'attaquent aux pieds présentent un déficit physiologique ou morts, et sont considérés comme parasites de faiblesse.

Les Scolytidae sont placés au premier rang des ennemis naturels des forêts de conifères, ils ont été responsables de 90% des causes de dégât (Ben Halima, 2006).

Les Hyménoptères occupent le deuxième rang dans cet inventaire, parmi les familles qui représentent cet ordre : les Formicidés qui participent à la décomposition de la matière organique, leur rôle écologique est lié à la mesure de leurs nombres.

La famille des Torymidae est présentée par un ravageur des galbules de Thurifère *Megastigmus thuriferana*, le genre *Megastigmus* s'attaque principalement aux conifères. Les espèces de ce genre sont hautement spécifiques, car elles sont incapables de se développer dans un milieu autre que les graines (Roques *et al*, 1984).

Ce genre hiverne sous forme larvaire dans les fruits. Ces ravageurs des cônes tendent à induire un déséquilibre dans le processus de régénération naturelle des peuplements.

Les Lépidoptères en tant que phytophages, ces insectes jouent un rôle important dans la dynamique des populations des plantes, l'organisation des communautés végétales, les cycles

biogéochimiques et les interactions canopée atmosphère-sol (Schowalter *et al*, 1986 ; Schowalter et Lowman, 1999). Les adultes interviennent dans la pollinisation.

En comparaison avec d'autres inventaires effectués en Algérie sur les espèces résineuses. Abbassen (2015) a recensé pour le Genévrier commun et Genévrier oxycèdre 228 espèces dont (103 coléoptères, 30 espèces Diptères et 9 Lépidoptères).

Dans la cédraie du parc de Chréa en mélange avec le Genévrier et Chêne vert. Mazari (1995) et Haddar (2007), ont noté une richesse spécifique de 155 et 100 espèces d'insectes. Pour le Genévrier de phoenicie dans le parc national de Belezma, Zereg (2010), a noté la présence de 200 espèces. Bouguenna (2010), a enregistré la présence de 210 espèces d'invertébrés. Nichan (2014), a inventorié 48 espèces pour le Pin, 16 espèces pour le Thuya et 14 pour le Cyprès. Plusieurs études montrent que les coléoptères restent l'ordre le plus important.

A travers ces comparaisons, nous constatons que le nombre d'espèces recensées reste très important au niveau de la zone d'étude, en tant que premier inventaire effectué au niveau de la région.

### **1. 3. Répartition des espèces recensées selon leurs régimes alimentaires**

Les espèces recensées sont réparties selon leurs régimes alimentaires en 6 catégories. A travers la figure (44), nous remarquons que les Arthropodes phytophages sont les plus dominants et totalisent 55 espèces dont 14 Coléoptères, 10 Orthoptères et 11 Hyménoptères, 5 Lépidoptères....ect ce qui représente un taux de (50%).

A travers l'échantillonnage qualitatif des galbules, on a enregistré au sein des phytophages, la présence des Conophytes, ces derniers attaquent les fruits de la plante hôte, nous avons compté 5 espèces réparties en 3 ordres dont les Hyménoptères (*Megastignus Thuriferana*, *Cantarinia sp*). Les lépidoptères (*Pammene thuriferana* Mill, *Argyresthia*, *Meticulata*) et un acarien (*Trisetacus quadrisetus*).

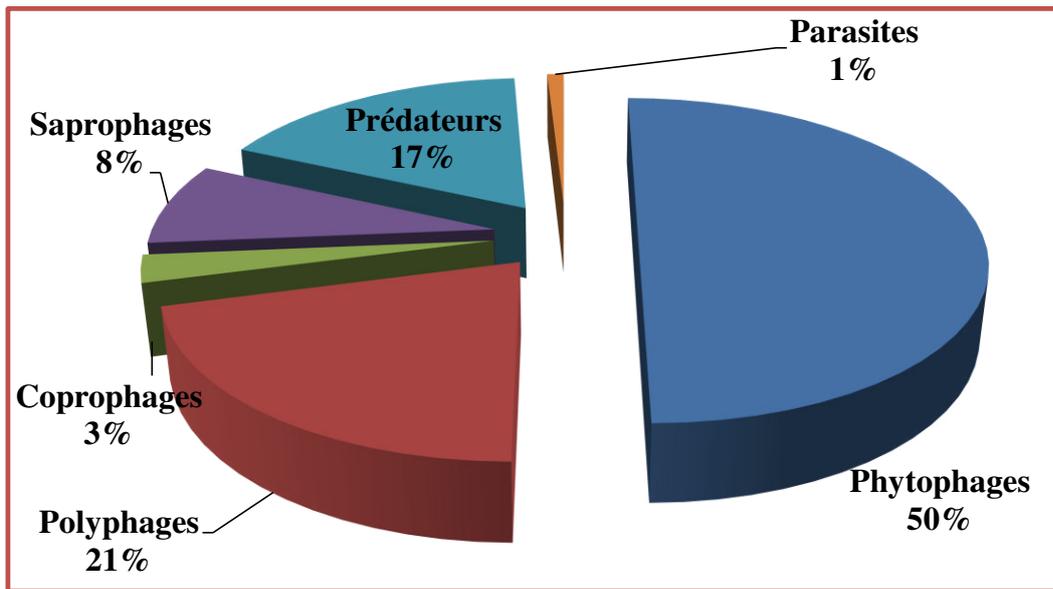
Concernant le Genévrier thurifère, El Alaoui *et al* (1999) ; El Alaoui et Roques (2006) ont recensé un acarien et six insectes. Ces ravageurs ont été préalablement identifiés comme principales espèces attaquant les galbules et les graines du Genévrier thurifère au Maroc

Les Polyphages occupent le deuxième rang avec 23 espèces soit un taux de (20,9%).

Les invertébrés auxiliaires viennent en troisième rang avec 20 espèces dont 19 prédateurs et 1 parasite soit un taux de (18,18%). Ces espèces sont représentées par les Staphillinidae (*Staphylinus sp*), les Sphecidae (*Ammophila sabulosa*), les Syrphidae (*Syrphus sp*) et les Carabidae (*Carabus sp*).

Le parasitisme fait partie aussi dans ce mode alimentaire, il est représenté par les Chrysidae (*Chrysis sp*).

Les Saprophages occupent le quatrième rang avec 9 espèces soit un taux de (8%).



**Figure 44:** Répartition des Arthropodes recensés dans les thuriféraires des Aurès selon leurs régimes alimentaires

La diversité des régimes trophiques est posée par des problèmes adaptatifs: structure et fonctionnement des pièces buccales, divisions structurale et fonctionnelle du tube digestif, équipement enzymatique et comportement général lié à la recherche de la nourriture (Beaumont et Cassier, 1983).

Cette répartition prend en considération le type du régime des états adultes, bien qu'il est important de signaler que dans la nature, il n'y a pas de spécialisation trophique absolue et que les chaînes trophiques, par l'influence directe ou indirecte qu'exerce l'environnement sur le comportement trophique de chaque espèce, deviennent complexes (Beaumont et Cassier, 1983).

Dans un grand nombre de cas, le régime des larves et des adultes est identique (la plupart sont des Hémimétaboles), tandis que dans d'autres il est différent (la plupart des Holométaboles) (Villiers, 1979; Appert et Deuse, 1982; Dajoz, 2003).

Les espèces phytophages sont très sélectifs tant quant à l'espèce de plante qu'ils préfèrent qu'aux parties de celle-ci qu'ils mangeront.

Selon (Villiers, 1979; Ricklefs et Miller, 2005), pour les Phytophages, on trouve des dévoreurs de feuilles, des buveurs de nectar, des mangeurs de pollen, des rongeurs de racines, de tiges ou de troncs.

Toutefois, les espèces polyphages et les espèces prédatrices sont assez bien représentées. Les polyphages se nourrissent de la matière organique animale et végétale sous différentes formes, elles peuvent de ce fait jouer un double rôle à la fois bénéfique et destruction. Tandis que, un prédateur peut éliminer plusieurs proies durant sa vie, sa voracité étant un indice utile de son potentiel de répression. Ces caractéristiques influent sur la dynamique des interactions numériques prédateur-proie et sur l'effet répressif attendu de la manipulation d'un prédateur (Hassell, 1978 in Cloutier et Cloutier, 1992).

Les Carabidés sont assimilés à des auxiliaires forestiers, actifs dans la régulation de phytophages ou de xylophages. Ils représentent un groupe trophique de niveau intermédiaire, proies de consommateurs tertiaires (Vertébrés insectivores) et consommateurs secondaires de petits Invertébrés ((Mehenni, 1994)

Les saprophages utilisent toutes les substances mortes, notamment les détritiques végétaux en décomposition, par l'action des microorganismes, des champignons, puis des insectes qui constitueront l'humus (Villiers, 1979; Lamy, 1999).

#### **1.4. Statut de protection**

Parmi les espèces recensées, nous signalons la présence de 10 espèces protégées par la réglementation en Algérie (Arrêté du 17 janvier 1995 paru dans le journal officiel de l'Algérie 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) relatives aux espèces animales non domestiques protégées). Ces espèces sont : *Coccinella septempunctata*, *Apis mellifera*, *Cataglyphis bicolor*, *Polistes gallicus*, *Chrysoperla carnea*, *Vespula germanica*, *Chrysis rutilans*, *Syrphus corollae* et *Myiabris variabilis*.

Il est à signaler que la liste des espèces protégées en Algérie mériterait d'être mise à jour et enrichie notamment par la prise en considération de certaines espèces qui jouent un rôle très important dans le bon fonctionnement des écosystèmes forestiers.

### **1.5. Structure et organisation du peuplement d'Arthropodes**

#### **1.5.1. Qualité de l'échantillonnage**

Le nombre d'espèces capturées une seule fois avec un seul individu au cours de 15 relevés, dans les stations d'étude est de l'ordre de 16 espèces pour Zana et 11 espèces pour la station Nirdi. Le rapport  $a/N$  est respectivement varié entre (1,06) et (0,77).

**Tableau 40:** Valeurs utilisées pour le calcul de la qualité de l'échantillonnage des Arthropodes des thuriféraires des Aurès

<b>Paramètres</b>	<b>Zana</b>	<b>Nirdi</b>
<b>a</b>	16	11
<b>N</b>	15	15
<b>Qualité de l'échantillonnage (a / N)</b>	1,06	0,77

**a:** nombre d'espèces contactées une seule fois en un seul exemplaire; **N:** nombre total de relevés.

Les valeurs de la qualité de l'échantillonnage sont relativement faibles dans les deux stations d'étude.

La qualité d'échantillonnage était en relation avec le nombre des espèces recensées ainsi que le nombre des relevés et la période d'échantillonnage, nous jugeons que d'une manière générale, la qualité de l'échantillonnage est satisfaisante. Sachant également que beaucoup d'espèces n'ont pas été identifiées par manque de clés d'identification et de spécialistes.

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.

### 1.5.2. Abondance et constance du peuplement d'Arthropodes

Afin de donner un aperçu sur l'importance numérique des différents ordres des invertébrés, nous avons opté pour le calcul des fréquences d'abondance et d'occurrence de différents ordres inventoriés au cours de 15 prélèvements.

**Tableau 41:** Fréquence d'abondance Fr (%), fréquence d'occurrence Oc (%) et échelle de constance des ordres d'Arthropodes des thuriféraires des Aurès

Fr (%): Fréquence d'abondance, Oc (%) : Fréquence d'occurrence, Ec : chelle de constance, A : Accessoire, TAc : Très Accessoire, Ac : Accidentelle.

Ordre	Zone d'étude		
	Fr (%)	Oc (%)	Ech
Acaria	0,91	20,0	Ac
Aranea	0,91	20,0	Ac
Blattoptera	0,91	20,0	Ac
Chilopoda	0,91	6,7	TAc
Coleoptéra	32,73	100,0	C
Dermaptera	0,91	6,7	TAc
Diplopoda	0,91	40,0	A
Diptera	12,73	60,0	C
Hemiptera	2,73	13,3	Ac
Hétéroptera	2,73	13,3	Ac
Homoptera	2,73	13,3	Ac
Hymenoptera	23,64	73,3	C
Isopoda	0,91	20,0	Ac
Lepidoptera	6,36	53,3	C
Orthoptera	9,09	40,0	A
Scorpionida	0,91	6,7	TAc

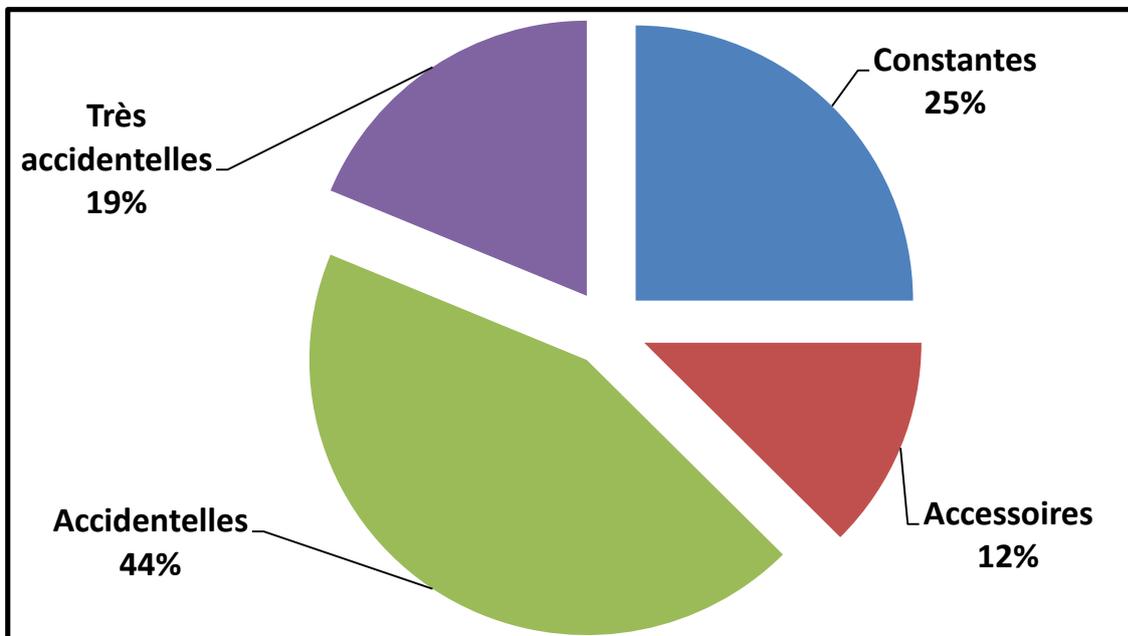
### 1.5.2.1. Fréquence d'abondance

En termes de nombre total d'individus capturés au cours de la période d'étude, l'ordre de coléoptères domine largement les autres ordres, il englobe (32,73%) individus.

L'ordre des Hyménoptères et Diptères sont également bien représentés, respectivement par (23,64%) et (9,06%) individus.

### 1.5.2.2 Fréquence d'occurrence

La fréquence d'occurrence des ordres varie de (6,7%) à (100%), sur l'ensemble des ordres recensés, 4 ordres sont considérés constants avec (25%), la famille des *Scarabaeidae* et *Mycetophagidae* et *Formicidae* englobent 1/2 des espèces constantes (Figure 45).



**Figure 45:** Fréquence d'occurrence des différents ordres des Arthropodes

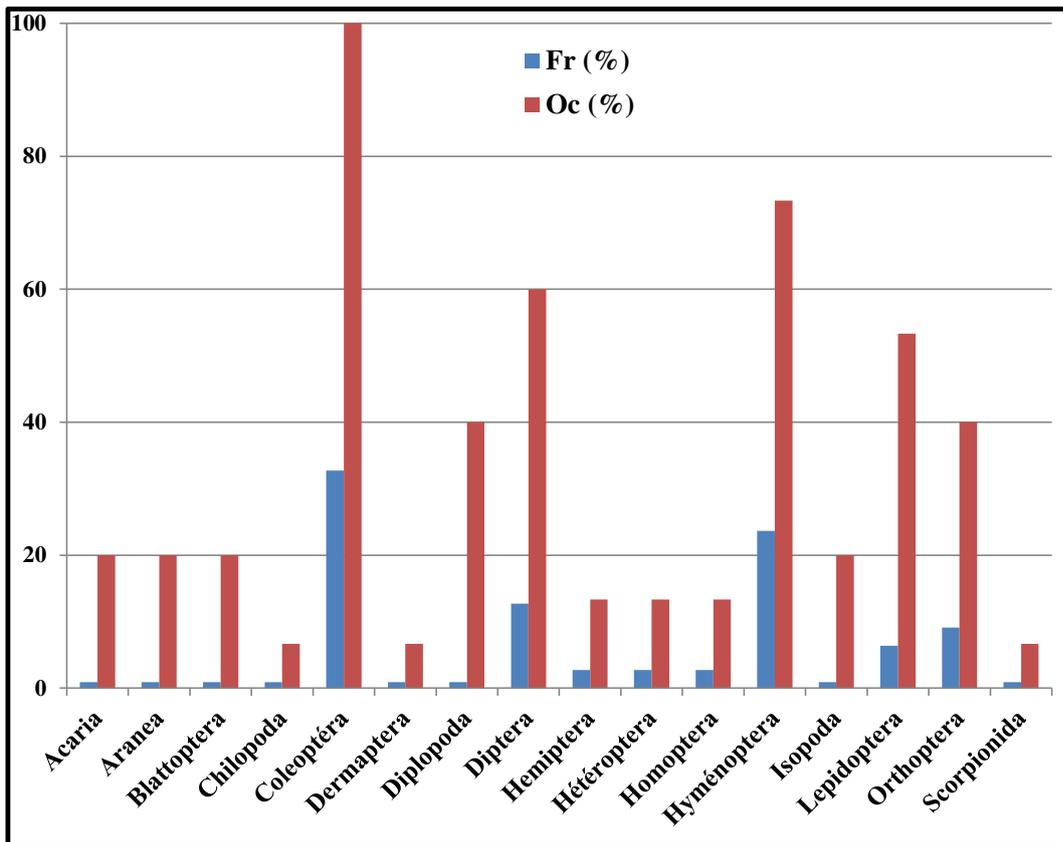
Le groupe des espèces accessoires, est représenté principalement par la famille des *Diplopoda. Ind.* avec 1 espèce.

La fréquence d'occurrence des autres espèces accidentelles et très accidentelles avec 10 ordres soit (62,5%) de l'ensemble des Arthropodes capturés.

Selon Dajoz (2003). La vitesse de transmission d'un agent pathogène est proportionnellement liée à l'abondance de son hôte.

Certaines familles botaniques sont plus ou moins recherchées par les ravageurs, et à l'intérieur d'une même espèce, des caractères variétaux, morphologiques ou chimiques augmentent leur attractivité ou leur pouvoir répulsif (Appert et Deuse, 1982).

Les fréquences d'abondance des autres ordres jouent un rôle très important dans l'équilibre général de l'écosystème forestier.



**Figure 46:** Fréquence d'abondance et d'occurrence des différents ordres des Arthropodes des thuriféraires des Aurès

### 1.5.3. Répartition spatio-temporelle

Pour présenter la structure et l'organisation du peuplement d'invertébrés inventoriés, nous avons opté pour l'étude de leurs répartitions spatio-temporelles.

Les résultats obtenus sont reportés dans le tableau (42).

**Tableau 42:** Répartition des effectifs des Arthropodes recensés par mois, par saison et par station dans les thuriféraires des Aurès

Mois	ZANA	NIRDI	Saison	ZANA	NIRDI
Décembre	16	14	<b>Hiver</b>	70	63
Janvier	32	24			
Février	22	25			
Mars	39	26	<b>Printemps</b>	169	98
Avril	31	30			
Mai	99	42			
Juin	458	185	<b>Eté</b>	650	357
Juillet	137	136			
Aout	55	36			
Septembre	55	24	<b>Automne</b>	117	65
Octobre	27	18			
Novembre	35	23			

### 1.5. 3.1. Répartition spatiale

A l'échelle spatiale, la station Zana regroupe un nombre d'individus plus important par rapport à Nirdi, elle totalise 1006 individus, alors que les effectifs des invertébrés capturés à la station Nirdi sont 583 individus.

La variation des effectifs d'une station à une autre est relativement importante avec des pourcentages, variant de 63% pour la station Zana et 36% pour la station Nirdi.

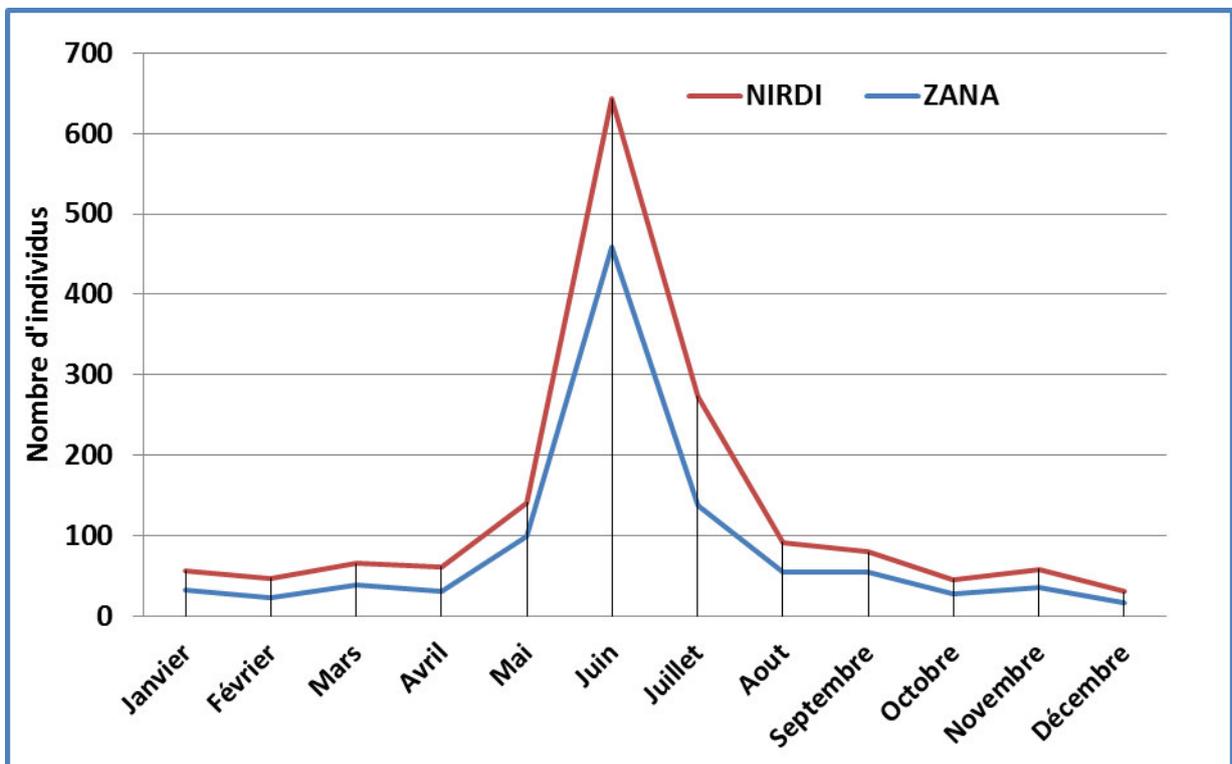
La prédominance des Arthropodes dans la station Zana, s'explique par les conditions écologiques favorables, ainsi que par la variété des ressources alimentaires qui y règnent.

### 1.5.3.2. Répartition temporelle

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que le mois de Décembre est le plus pauvre en individus avec seulement 30 individus. Le mois de Juin laisse apparaître un nombre considérable de spécimens 643, traduisant la relance de l'activité de nombreux peuplements.

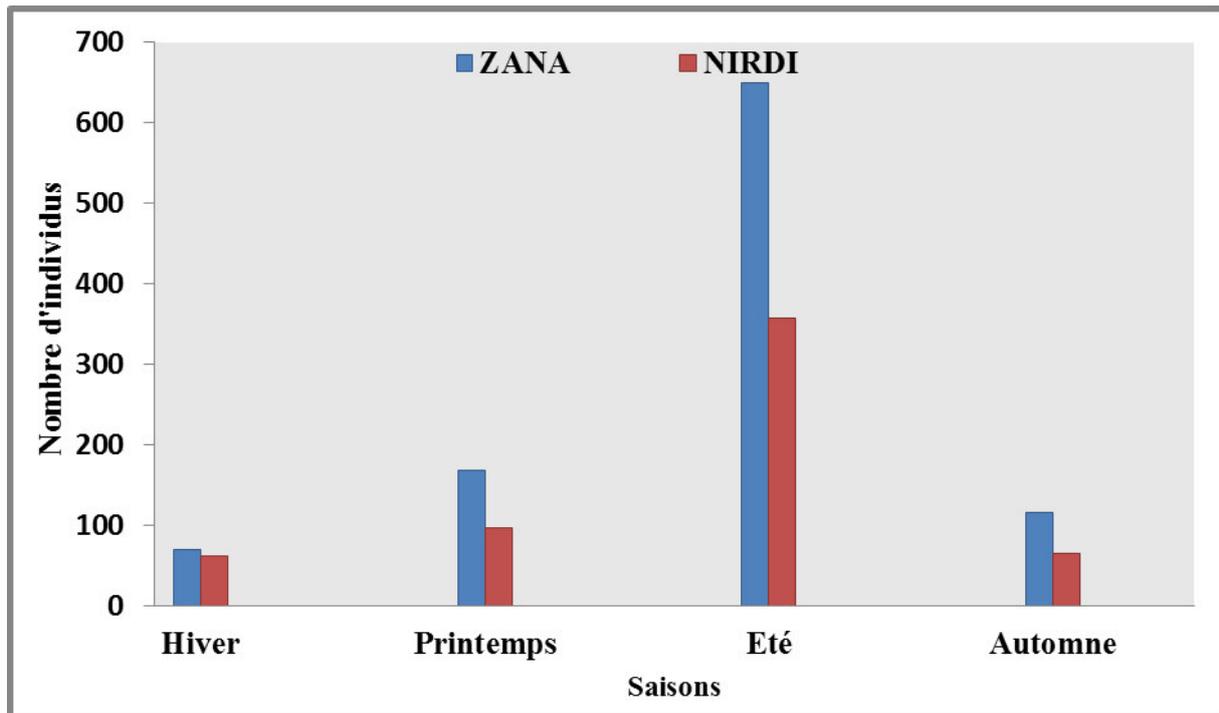
Le mois de Mai et Juillet sont marqués par des abondances non négligeables de 273 et 111 individus (Figure 47).

La variation des effectifs des invertébrés dans le temps, montre que l'été et le printemps sont les saisons durant lesquelles sont enregistrés les effectifs les plus importants des peuplements d'Arthropodes. En effet, il est connu que c'est pendant la saison estivale que se concentrent les peuplements d'invertébrés (Figure 48).



**Figure 47:** Evolution des effectifs totaux des invertébrés pendant la période (Janvier 2015, Janvier 2016)

L'augmentation des effectifs durant le mois de Mai, Juin et Juillet pourrait s'expliquer par les conditions propices au développement et à l'activité de la majorité des espèces capturées.



**Figure 48:** Evolution saisonnière des effectifs d'Arthropodes recensés dans les thuriferaies des Aurès

Selon Ramade (2003), les facteurs climatiques peuvent jouer un rôle primordial dans les fluctuations d'abondance d'espèces d'invertébrés terrestres, insectes en particulier.

En effet la température représente un facteur limitant de toute première importance. Car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 2003).

Le stress hydrique est un facteur additionnel souvent associé aux autres causes de mortalité, et les insectes les moins aptes à la transpiration sont généralement les plus sensibles à la chaleur (Feiled, 1992 in Fleurat-Lessard et Le Torch, 2000). L'eau joue un rôle important dans la vie des insectes, car la teneur de leur corps en eau varie de 50 à 90 % (Villiers, 1979; Barbault, 2003).

Les pluies printanières peuvent favoriser un deuxième stade d'activité et de pullulation de beaucoup d'espèces qui se développent mieux et, atteignant leur maximum d'activité habituellement à la fin de printemps (Villiers, 1979).

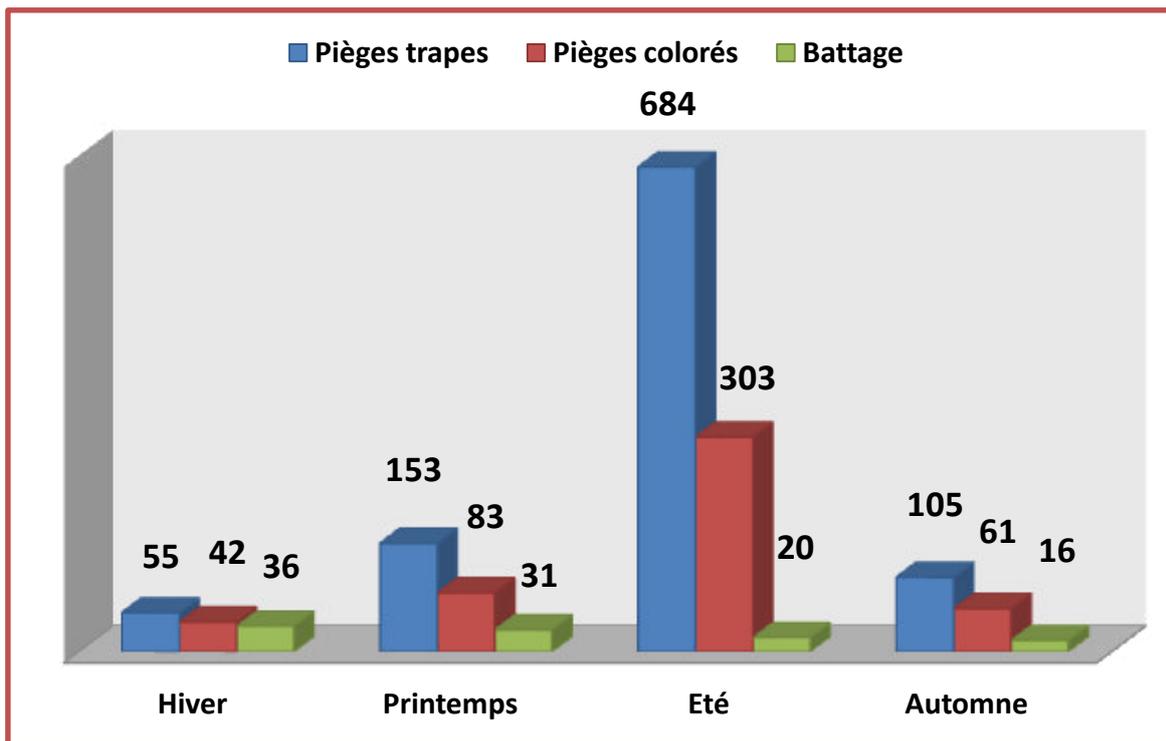
La pauvreté des stations en espèces au cours des mois de Décembre et Janvier, s'explique par le fait qu'au cours de ces mois des facteurs abiotiques, à savoir (la grêle et la présence de la neige) ont favorisé l'absence d'espèces.

#### **1.5.4. Répartition des effectifs par type de piège**

L'objectif visé par notre travail ne vise pas fondamentalement une étude quantitative absolue, mais surtout donner une idée assez juste de l'évolution quantitative et relative des effectifs du peuplement entomologique par le biais des individus capturés dans les pièges.

Le dénombrement des effectifs par type de pièges révèle une biodiversité en nombre d'individus plus élevée par l'utilisation des Pot Barber avec 997 individus, soit (62,74%).

L'utilisation des pièges colorés nous a permis la capture de 489 individus soit (30,77 %) de l'ensemble des individus, ce qui classe cette méthode en deuxième position en termes de rentabilité. 103 individus sont comptabilisés en appliquant la méthode de Battage (Figure 49).



**Figure 49:** Nombre d'individus par type de piège dans les thuriféraires des Aurès

Concernant le piégeage d'interception, il est très efficace pour intercepter une multitude de formes d'insectes (aîlés, aptères, etc.). C'est le cas des coléoptères qui sont les plus nombreux et peu volants, qui préfèrent se déplacer sur le sol nu.

Ainsi que des Hyménoptères qui sont des espèces colonisant toutes les strates. Aussi les Scarabaeidae forestiers qui se déplacent en général près du sol. Il permet d'avoir une image assez fiable du cortège d'espèces présentes et de leur abondance, indépendamment d'un effet lié à la ressource alimentaire.

### **1.5.5. Similitude des peuplements d'Arthropodes**

L'indice de similitude de Sorensen entre les deux stations est assez élevé ( $Q_s = 71 \%$ ), ce qui dénote d'une grande similitude entre la composition spécifique des peuplements d'Arthropodes représentant les deux stations.

Malgré la différence des conditions écologiques du point de vue (étage bioclimatique, exposition, versant), sauf les deux stations présentent une grande similitude entre la composition spécifique des Arthropodes. Cette similitude s'expliquerait par le fait qu'elles offrent une composition du couvert végétal similaire et aussi des propriétés physicochimique du sol où elles se développent.

### **1.6. Diversité et équirépartition spatio-temporelle**

Afin d'évaluer la composition des peuplements des invertébrés étudiés, nous avons calculé la richesse spécifique une fois, pour les deux stations, pour les 12 mois d'études et pour les 4 saisons. Nous avons également calculé l'indice de diversité de Shannon et celui de l'équitabilité pour les stations d'études, pour les mois et les saisons (Tableaux 43,44, 45 et 46).

**Tableau 43:** Richesse totale (S), Indice de Shannon (H') et Indice d'équitabilité (E) des peuplements d'Arthropodes dans les thuriferaies des Aurès

Stations Paramètres	ZANA	NIRDI
<b>S</b>	100	64
<b>H' (bits)</b>	4,85	4,63
<b>H'max (bits)</b>	6,64	6
<b>E (%)</b>	0,73	0,77

### 1.6.1. Diversité spatiale en espèces et équitabilité des peuplements

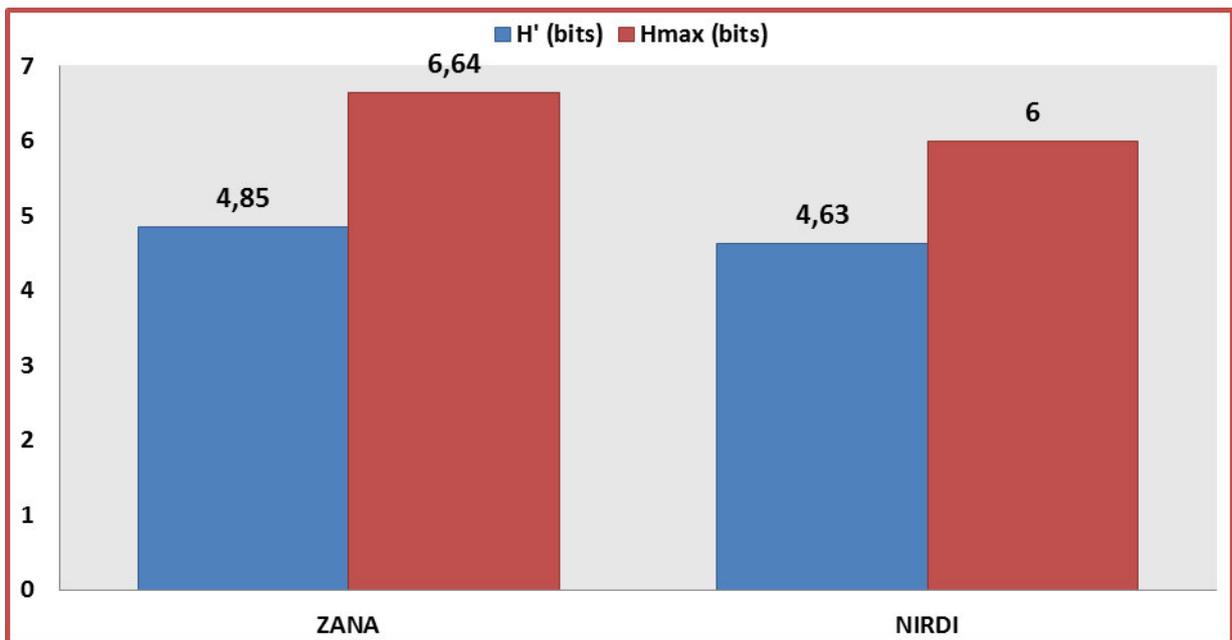
#### 1.6.1.1. Richesse totale

La plus grande valeur de la richesse spécifique est notée dans la station Zana avec 100 espèces, où le tapis végétal est plus dense et plus hétérogène. Cette richesse est égale à 64 espèces à Nirdi.

#### 1.6.1.2. Indice de diversité de Shannon

Les valeurs de l'indice de diversité dans les deux stations sont élevées, elles varient entre (4,63bits) à Nirdi et (4,85bits) à Zana (Figure 50).

Donc on peut qualifier ces biotopes comme milieux favorables à l'installation de diverses espèces d'invertébrés, où le climat est tolérable et les ressources alimentaires sont suffisamment disponibles.



**Figure 50:** Variation de la diversité maximale et l'indice la diversité de Shannon des peuplements d'Arthropodes des thuriferaies des Aurès

#### 1.6.1.3. Indice d'équitabilité

Dans les deux stations, l'équitabilité est moyenne, elle est plus élevée dans la station Nirdi avec 77%, cette valeur (< 80) dans les deux stations, ce qui indique qu'un grand nombre d'espèces récoltées sont représentées par un nombre d'individus plus ou moins identique.

Les valeurs moyennes de l'équitabilité traduisent une stabilité moyenne et une répartition moyennement homogène des individus entre les espèces, dans les deux stations.

Selon Barbault (1981), l'une des causes de la diversité de certains peuplements d'insectes est la diversité spécifique des plantes. De même Neuvonen et Niemela (1983), trouvent que la quantité des espèces végétales disponibles joue un rôle non négligeable sur le cortège animal.

De ce fait, la station Nirdi est moins riche en végétaux, de plus les arbres sont espacés et par conséquent les Arthropodes sont peu présents. Notons que les stations présentent des similarités supérieures à 50 et de ce fait, il existe un certain équilibre entre les populations entomologiques.

### 1.6.2 Diversité temporelle

Afin d'évaluer la composition du peuplement d'Arthropodes, nous avons calculé la richesse spécifique pour les douze mois et les quatre saisons du suivi. L'indice de diversité de Shannon et l'équitabilité sont également appliqués pour estimer l'organisation de la diversité du peuplement d'Arthropodes signalés dans les thuriféraires des Aurès, en tenant compte de l'ensemble des relevés réalisés (tableau 44, 45).

**Tableau 44:** Paramètres de diversité et equirepartition selon les mois pour la station Zana

St : Richesse total, H' (bits) : indice de Shannon, H'max (bits) : Diversité maximale, E (%) : Indice d'équitabilité

Mois Paramètres	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
<b>S</b>	6	6	13	14	16	56	19	15	12	10	10	7
<b>H' (bits)</b>	1,58	1,21	1,82	1,55	2,65	5,07	3,92	2,29	3,01	1,4	1,69	0,95
<b>H'max (bits)</b>	2,58	2,58	3,7	3,81	4	5,81	4,25	3,91	3,58	3,32	3,32	2,81
<b>E (%)</b>	0,61	0,47	0,49	0,41	0,66	0,87	0,92	0,59	0,84	0,42	0,51	0,34

**Tableau 45:** Paramètres de diversité et équirépartition selon les mois pour la station Nirdi

S : Richesse total, H' (bits) : indice de Shannon, H'max (bits) : Diversité maximale, E (%) : Indice d'équitabilité

<b>Mois Paramètres</b>	<b>Janvier</b>	<b>Février</b>	<b>Mars</b>	<b>Avril</b>	<b>Mai</b>	<b>Juin</b>	<b>Juillet</b>	<b>Aout</b>	<b>Septembre</b>	<b>Octobre</b>	<b>Novembre</b>	<b>Décembre</b>
<b>S</b>	10	8	11	12	12	27	24	14	15	10	9	8
<b>H' (bits)</b>	1,89	1,95	2	2,2	2,73	5,25	4,9	2,48	1,86	1,55	1,84	1,29
<b>H'max (bits)</b>	3,32	3,00	3,46	3,58	3,58	4,75	4,58	3,81	3,91	3,32	3,17	3,00
<b>E (%)</b>	0,57	0,65	0,58	0,61	0,76	1,10	1,07	0,65	0,48	0,47	0,58	0,43

Les paramètres de diversité et d'équirépartition, des peuplements d'Arthropodes recensés varient en fonction des dates de sorties.

**Tableau 46:** Variation spatiotemporelle des indices de diversité des Arthropodes des thuriféraires des Aurès

S : Richesse total, H (bits) : indice de Shannon, Hmax (bits) : Diversité maximale, E (%) : Indice d'équitabilité

<b>Paramètres</b>	<b>Hiver</b>		<b>Printemps</b>		<b>Été</b>		<b>Automne</b>	
	<b>Zana</b>	<b>Nirdi</b>	<b>Zana</b>	<b>Nirdi</b>	<b>Zana</b>	<b>Nirdi</b>	<b>Zana</b>	<b>Nirdi</b>
<b>S</b>	28	14	43	35	90	45	32	30
<b>H' (bits)</b>	2,68	3,74	4,32	4,43	4,07	4,44	3,61	3,53
<b>H'max (bits)</b>	4,24	3,81	5,43	5,13	6,49	5,49	5	4,91
<b>E (%)</b>	0,63	0,98	0,80	0,86	0,63	0,81	0,72	0,72

### **1.6.2.1. Richesse spécifique**

La saison estivale, étant la plus abondante en termes d'espèces, la valeur la plus élevée de la richesse spécifique est enregistrée en (Eté) et plus précisément au mois de Juin pour les deux stations. La plus faible valeur est obtenue en (Hiver) et surtout pendant les mois de Janvier et Février pour la station Zana et, Décembre et Février pour la station Nirdi.

### **1.6.2.2. Indice de Shannon**

Les valeurs d'indice de Shannon durant la période d'étude, varient en fonction des mois, entre (0,95 bits) et (5,07 bits) à Zana et, (1,29 bits) et (5,25 bits) à Nirdi. Et aussi en fonction des saisons entre (2,68 bits) et (4,44 bits), ce qui reflète la richesse du milieu d'échantillonnage en espèces d'Arthropodes.

Nous remarquons au niveau de la station Zana, que les mois de Mai et de Juin présentent des diversités élevées en particulier le mois de Juin, où elles atteignent plus de 5bits. Alors qu'à Nirdi les valeurs de diversité les plus élevées sont enregistrées aux mois de Juin et Juillet. Les valeurs les plus élevées sont enregistrées au printemps (4,32 bits) à Zana, et en Eté à Nirdi (4,44 bits). Ceci peut être interprété par le nombre considérable des espèces d'invertébrés qui fréquentaient la Zone d'étude. Ces valeurs sont relativement similaires, dénotent la similitude entre la richesse spécifique entre les deux stations. Alors que la valeur la plus faible est notée en Hiver (2,68 bits) à Zana et, en Automne (3,53 bits) à Nirdi. Dans ces périodes, le milieu n'est pas tellement favorable pour l'installation d'une entomofaune plus diversifiée.

Thienneman (1932), pense que lorsque les conditions de vie, dans un milieu donné sont favorables, de nombreuses espèces sont observées et chacune d'elles est représentée par un petit nombre d'individus et l'indice de diversité est alors élevé. Lorsque les conditions sont défavorables, un petit nombre d'espèces est trouvé, mais chacune d'elles est représentée par un grand nombre d'individus et la valeur de la diversité est ainsi faible.

### **1.6.2.3. L'équitabilité**

Pour l'ensemble des mois nous constatons une diversité élevée, avec un équilibre de structuration et d'organisation des peuplements, changeant en fonction des mois et saisons.

Le peuplement d'invertébrées et plus précisément les coléoptères recensés en Eté, bien qu'il soit riche en espèces et en effectifs à Zana est considérée la saison la moins équilibrée.

La faible valeur d'équitabilité à Nirdi a été enregistrée pendant la saison automnale.

Les prélèvements effectués au cours de la période d'étude, ont permis de mettre en évidence la structure des peuplements des insectes au niveau des deux stations. Des variations des valeurs des équitabilités pour la plupart des mois traduisent un milieu moyennement équilibré et l'instabilité des espèces. Les pics de la richesse spécifique et de l'abondance sont observés au mois de Juin pour les deux stations

Notons toutefois qu'il y a un écart entre diversité réelle et maximale qui est peu important entre les prélèvements, ceci s'explique par le fait qu'au cours de ces périodes il y a un déséquilibre non négligeable de la répartition des individus entre les différentes espèces pour les mois et les saisons.

### Conclusion

A travers les comparaisons, nous constatons que le nombre d'espèces reste très important au niveau de la zone d'étude tant que premier inventaire effectué au niveau des thuriféraires des Aurès.

A l'échelle des ordres, les Coléoptères, les Hyménoptères, les Diptères présentent des richesses spécifiques élevées dans la Thuriféraire de l'Aurès, la majorité des espèces récoltées ont des effectifs réduits, seules quelques unes se présentent par des taux élevés tels que le Coléoptère (*Scarabaeus sp.*).

Parmi les méthodes d'échantillonnage adoptées sur les thuriféraires, les captures à l'aide des pièges d'interception sont les plus performantes, toutefois les différentes méthodes sont complémentaires.

La grande majorité des ordres récoltés appartiennent à la catégorie des espèces accidentelles.

Certains invertébrés recensés dans le massif forestier étudié ne causent pas des dégâts apparents. Ces derniers vivent en état d'équilibre accompagnés de leur complexe parasitaire.

Le peuplement entomologique est diversifié et les effectifs des espèces capturés dans les deux stations sont en équilibre entre eux.

Le Génévrier thurifère souffre d'une absence quasi-totale de régénération naturelle, à cet égard on a enregistré la présence des espèces d'insectes et acariens exploitant les structures

reproductrices de Thurifère, susceptibles de limiter de manière notable les potentialités de régénération en réduisant le nombre de graines viables.

Des relevés entomologiques sur les espèces de *Juniperus* existantes en Algérie et plus précisément le Genévrier thurifère dans les Aurès, seraient intéressants pour compléter et comparer l'entomofaune vivante sur ces essences forestières.

## **2. Liste systématique, statuts bioécologiques et structure des peuplements d'oiseaux**

### **recensés dans les thuriféraires des Aurès**

#### **2.1. Liste systématique des espèces aviennes**

Ces résultats sont obtenus grâce aux observations sur le terrain durant les deux mois (Novembre 2015, Mai 2016) par Mr Benssassi Mohamed, (Inspecteur des forêts au niveau du parc et spécialiste en ornithologie, communication personnelle), nous avons appliqué l'indice kilométrique d'abondance (Ferry et Frochat, 1958-1959).

Le tableau (47), présente la liste systématique des 32 espèces d'oiseaux inventoriées suivant l'ordre taxonomique établi par Darly (1985) et Henzel *et al* (1992).

**Tableau 47:** Liste systématique des espèces aviennes recensées dans les thuriféraires de l'Aurès (Zana et Nirdi)

<b>Ordres</b>	<b>Familles</b>	<b>Noms latins</b>	<b>Noms communs</b>	<b>Zana</b>	<b>Nirdi</b>
Columbiformes	Columbidés	<i>Columba palumbus</i>	Pigeon ramier	+	+
		<i>Streptopelia turtur</i>	Tourterelle des bois	+	-
Bucerotiformes	Upupidés	<i>Upupa epops</i>	Huppe fasciée*	+	+
Falconiformes	Falconidés	<i>Falco naumanni</i>	Faucon crécerelle*	+	-
Accipitriformes	Pandionidés	<i>Hieraaetus pennatus</i>	Aigle botté*	+	-
		<i>Buteo rufinus</i>	Buse féroce*	+	-
		<i>Milvus migrans</i>	Milan noir*	-	+
Passeriformes	Paridés	<i>Cyanistes caeruleus</i>	Mésange bleue	-	+
		<i>Periparus ater</i>	Mésange noire	-	+

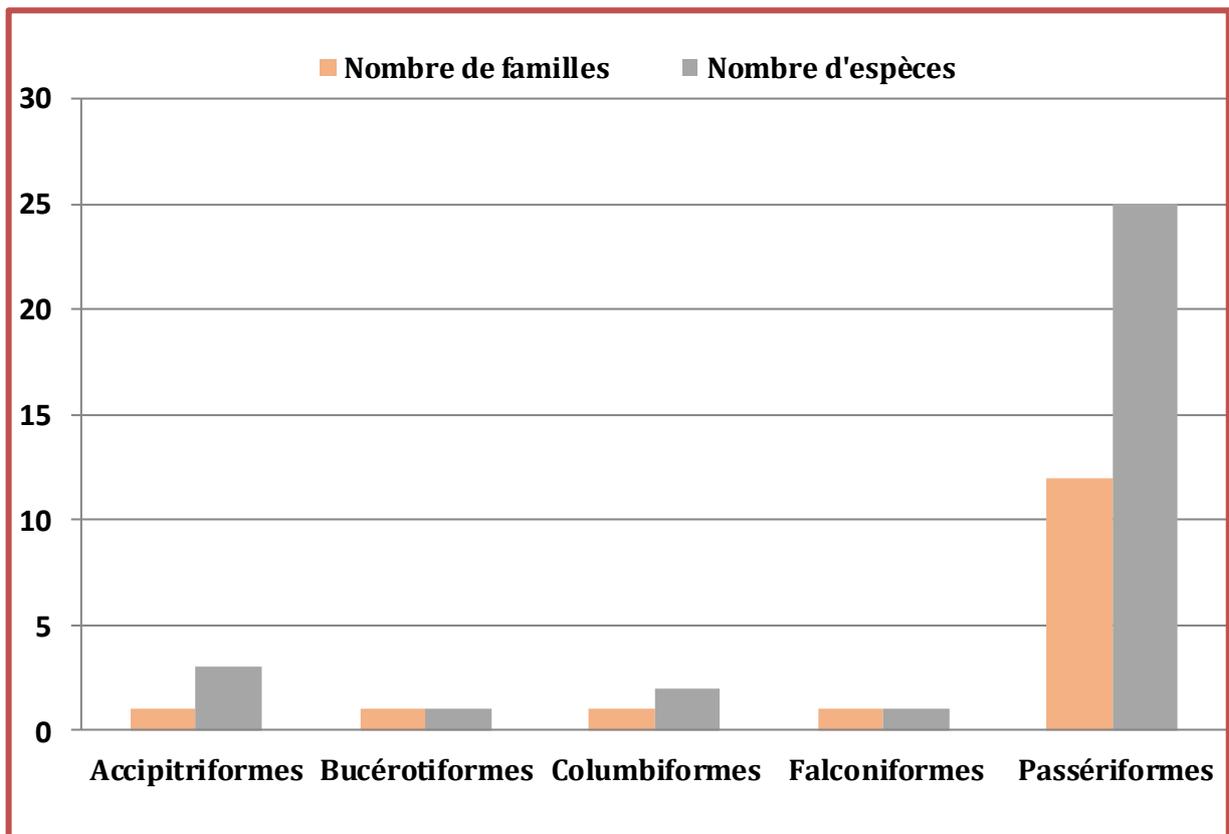
**Résultats et discussions**

Passeriformes	Passéridés	<i>Passer hispaniolensis</i>	Moineau espagnol	+	-
		<i>Petronia petronia</i>	Moineau soulcie	+	-
	Passéridés	<i>Passer domesticus</i>	Moineau domestique	+	-
	Sylviidés	<i>Sylvia atricapilla</i>	Fauvette à tête noir	-	+
		<i>Sylvia melanocephala</i>	Fauvette melanocéphale	+	-
		<i>Sylvia undata</i>	Fauvette pitchou	+	-
	Turdidés	<i>Turdus merula</i>	Merle noir	+	+
	Alaudidés	<i>Lullula arborea</i>	Alouette lulu	+	+
		<i>Galerida cristata</i>	Cochevis huppé	+	+
	Corvidés	<i>Corvus corax</i>	Grand corbeau	+	+
	Emberizidés	<i>Emberiza calandra</i>	Bruant proyer	-	+
	Fringillidés	<i>Rhodopechys sanguineus</i>	Roselin à ailes roses*	-	+
		<i>Carduelis carduelis</i>	Chardonneret élégant	-	+
		<i>Linaria cannabina</i>	Linotte mélodieuse	+	-
		<i>Fringilla coelebs</i>	Pinson des arbres	+	+
		<i>Serinus serinus</i>	Serin cini*	+	-
		<i>Chloris chloris</i>	Verdier d'Europe	+	-
	Hirundinidés	<i>Delichon urbicum</i>	Hirondelle de fenêtre	+	-
	Laniidés	<i>Lanius senator</i>	Pie-grièche à tête rousse	-	+
	Motacillidés	<i>Anthus trivialis</i>	Pipit des arbres	+	+
	Muscicapidés	<i>Muscicapa striata</i>	Gobemouche gris	+	+
		<i>Phoenicurus moussieri</i>	Rouge-queue de Moussier	+	+
		<i>Oenanthe hispanica</i>	Traquet oreillard	+	-

(\*) Espèces protégées par le décret N° 83 du 20 août 1983 relatif aux espèces non domestiques protégées en Algérie.

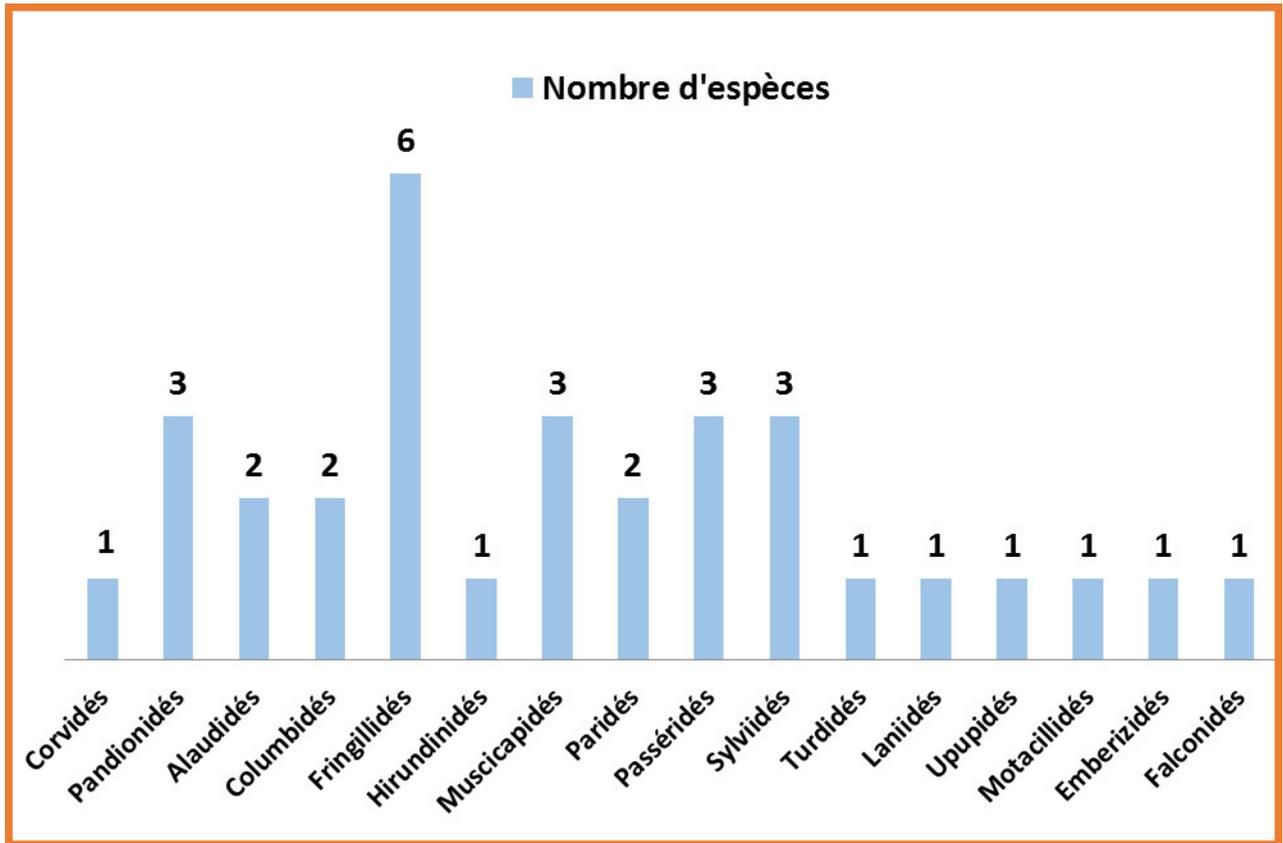
Les 32 espèces recensées sont réparties sur 5 ordres (Accipitriformes, Bucérotiformes, Columbiformes, Passeriformes, Falconiformes) et 16 familles, dont 7 espèces sont protégées en Algérie.

L'ordre le plus représenté est celui des Passeriformes avec 16 familles et 25 espèces, suivi des ordres des (Accipitriformes, Columbiformes, Bucerotiformes et Falconiformes) avec une (01) famille et entre 1- 3 espèces pour chacun d'entre eux (Figure 51).



**Figure 51:** Répartition des espèces et des familles des oiseaux recensés dans les thuriféraires des Aurès en fonction de l'ordre

La famille la plus riche en espèces est celle de fringillidés avec 6 espèces, suivi des familles Sylviidés, Musciapidés, Passéridés, Pandianidés, sont toutes représentées par 3 espèces, les Columbides et Apidés sont représentées par 2 espèces, le reste des familles sont représentées par une seule espèce chacun d'entre elles (Figure 52).



**Figure 52:** Répartition des espèces d'oiseaux dans les thuriféraies des Aurès en fonction des familles

Malgré la brièveté de l'échantillonnage consacré aux oiseaux, les résultats obtenus montrent que le peuplement des oiseaux est assez diversifié

**Tableau 48 :** Comparaison des nombres et des pourcentages des taxons aviens recensés dans la thuriféraire de l'Aurès avec ceux recensés en Algérie et dans le parc national de Belezma (PNB)

	Algérie	Pin d'Alep (PNB)	Genévrier commun (PNB)	Présente étude	
				Nombre	(%)
<b>Ordre</b>	23	6	3	5	21,73
<b>Famille</b>	55	14	9	16	29,09
<b>Espèces</b>	406	29	19	32	7,14

Dans les thuriferaie de l'Aurès, malgré la faible surface parcourue, nous avons recensé 29,09 % de l'ensemble des familles aviennes connues en Algérie. En termes de nombre d'ordres, un pourcentage de 21,73 % des ordres présentes en Algérie est noté. Ceci démontre que notre région d'étude abrite un peuplement d'oiseaux assez riche et diversifié.

### 2.2. Statuts bioécologiques de l'avifaune

Nous avons réparti les espèces aviennes recensées selon leurs statuts bioécologiques en plusieurs catégories : faunique ou biogéographique selon (Blondel *et al*, 1978 ; Chenchouni *et al*, 2007 et Bensizerara *et al*, 2013), trophique selon (Chenchouni *et al*, 2007), phénologique selon (Heinzel *et al*, 2004) et de protection selon la réglementation nationale et internationale (Tableau 49).

**Tableau 49:** Statuts bioécologiques de l'avifaune recensée dans les thuriferaies de l'Aurès

Espèces	CF	CP	CT	Statut de protection
Aigle botté	TM	SN	C	d, lc, c <sub>2</sub> , n <sub>2</sub> , b, r <sub>2</sub>
Alouette lulu	E	SN	Pp	lc, r <sub>3</sub>
Roselin à ailes roses	TM	ME(N)	G	d, lc, r <sub>3</sub>
Bruant proyer	H	S	G	lc, r <sub>3</sub>
Buse féroce	PX	SN	C	d, lc, c <sub>2</sub> , n <sub>2</sub> , b, r <sub>2</sub>
Chardonneret élégant	ET	SN	G	lc, r <sub>2</sub>
Cochevis huppé	P	SN	G	lc, r <sub>3</sub>
Faucon crécerelle	AM	S	CA	d, lc, c <sub>2</sub> , n <sub>2</sub> , b, r <sub>2</sub>
Fauvette à tête noir	M	ME	I	lc, r <sub>2</sub>
Fauvette melanocéphale	TM	ME	I	lc, r <sub>2</sub>
Fauvette pitchou	M	S(N)	I	nt, r <sub>2</sub>
Gobemouche gris	ET	MN	I	lc, r <sub>2</sub>

## *Résultats et discussions*

Grand corbeau	H	S	Pp	lc, r <sub>3</sub>
Hirondelle de fenêtre	P	ME	I	lc, r <sub>2</sub>
Huppe fasciée	AM	S(N)	I	d, lc, r <sub>2</sub>
Linotte mélodieuse	ET	SN	G	lc, r <sub>2</sub>
Merle noir	P	SN	Pp	lc, r <sub>3</sub>
Mésange bleue	E	SN	Pp	lc, r <sub>2</sub>
Mésange noire	P	SN	I	lc, r <sub>2</sub>
Milan noir	AM	ME(N)	Ch	d, lc, c <sub>2</sub> , n <sub>2</sub> , b, r <sub>2</sub>
Moineau domestique	P	SN	Pp	lc
Moineau espagnol	P	SN	G	lc, r <sub>3</sub>
Moineau souldie	H	S	G	lc, r <sub>2</sub>
Pie-grièche à tête rousse	M	ME	I	lc, r <sub>2</sub>
Pigeon ramier	ET	ME	G	lc
Pinson des arbres	E	SN	G	lc, r <sub>3</sub>
Pipit des arbres	H	SN	I	lc, r <sub>2</sub>
Rouge-queue de Moussier	M	MH	I	lc, r <sub>3</sub>
Serin cini	M	SN	G	d, lc, r <sub>3</sub>
Tourterelle des bois	M	SN	G	lc, n <sub>2</sub> , r <sub>3</sub>
Traquet oreillard	M	SN	I	lc, r <sub>2</sub>
Verdier d'Europe	ET	SN	G	lc, r <sub>2</sub>

**Tableau 50:** Signification des abréviations utilisées dans le tableau

Catégorie faunique	Catégorie phénologique	Catégorie trophique
<b>AM</b> : Ancien monde	<b>ME</b> : Migrateur Estivant	<b>Ch</b> : Charognard
<b>E</b> : Européenne	<b>MH</b> Migrateur Hivernant	<b>C</b> : Carnivore
<b>P</b> : Paléarctique	<b>S</b> : Sédentaire	<b>G</b> : Granivore
<b>PX</b> : Paléoxérique	<b>N</b> : Nicheur	<b>Pp</b> : Polyphage
<b>H</b> : Holarctique	<b>(N)</b> : Nicheur probable	<b>I</b> :Insectivore
<b>TM</b> : Turkestando-méditerranéenne		
<b>M</b> : Méditerranéen		
<b>ET</b> : Européo-Turkistanien		
<b>Traité de protection</b>		<b>Code utilisé</b>
<b>Loi algérienne (Décret 83-509 et arrêté de 1995)</b>		d
<b>Liste rouge UICN</b>	Préoccupation mineure	lc
	Quasi-menacé	nt
<b>Convention de CITES "Washington"</b>	Annexe 1	c <sub>1</sub>
	Annexe 2	c <sub>2</sub>
<b>Convention de Bonn</b>	Annexe 1	n <sub>1</sub>
	Annexe 2	n <sub>2</sub>
<b>Convention de Berne</b>	Annexe 2	r <sub>2</sub>
	Annexe 3	r <sub>3</sub>

**2.2.1. Statut phénologique de l'avifaune recensée dans les thuriféraires des Aurès**

Dans le tableau (51), sont notés les résultats phénologiques de l'avifaune des deux stations d'échantillonnage.

**Tableau 51:** Statut phénologique des oiseaux recensés dans les thuriféraires des Aurès

Statut des espèces	Statut phénologique							
	SN		S (N)		ME		MH	
	Nbre	(%)	Nbre	(%)	Nbre	(%)	Nbre	(%)
<b>Non Passériformes</b>	5	15, 62	1	3, 12	1	3, 12	0	0
<b>Passériformes</b>	17	53, 12	1	3, 12	6	18, 75	1	3, 12
<b>Total</b>	22	68, 75	2	6, 25	7	21, 87	1	3, 12
<b>Nicheurs</b>	78, 12(%)							
<b>Non nicheurs</b>	21, 87(%)							

Les thuriféraires de l'Aurès sont le lieu de la reproduction de 26 espèces dont 24 espèces sédentaires et 2 espèces nicheuses migratrices. Les espèces migratrices sont au nombre de 8 espèces (tableau 51).

Au sien des espèces nicheuses, les passeriformes constituent le plus haut pourcentage avec 22 espèces, d'autre part 7 espèces des passeriformes atteignant les thuriféraires lors de leurs migrations, parmi elles 1 espèce y trouve des conditions favorables pour hiverner, c'est le cas de Rouge-queue de Moussier.

Vu le nombre assez important d'espèces nicheuses dans la région d'étude, nous pouvons dire que ce site possède un intérêt écologique et biologique très important, notamment pour les espèces menacés d'extinction.

Très peu d'espèces viennent nicher à Batna, on ne compte que 2 espèces migratrices nicheuses, ce faible nombre peut être expliqué, d'une part à cause des faibles potentialités des ressources de la région et d'autre part par la compétition exercée par des espèces sédentaires bien acclimatées aux conditions difficiles de la région.

Concernant le Genévrier thurifère, la structure multicaule offre une grande proportion des cavités des arbres et hébergent les communautés d'invertébrées qui constituent une riche source de nourriture.

### 2.2.2. Statut trophique

Suivant le tableau (52), il apparaît que 1/2 des migrateurs (en incluant les migrateurs nicheurs) sont des insectivores avec 4 espèces, les granivores avec 2 espèces seulement. Par contre pour les sédentaires, les granivores sont les plus nombreux avec 10 espèces, soit (31,25 %).

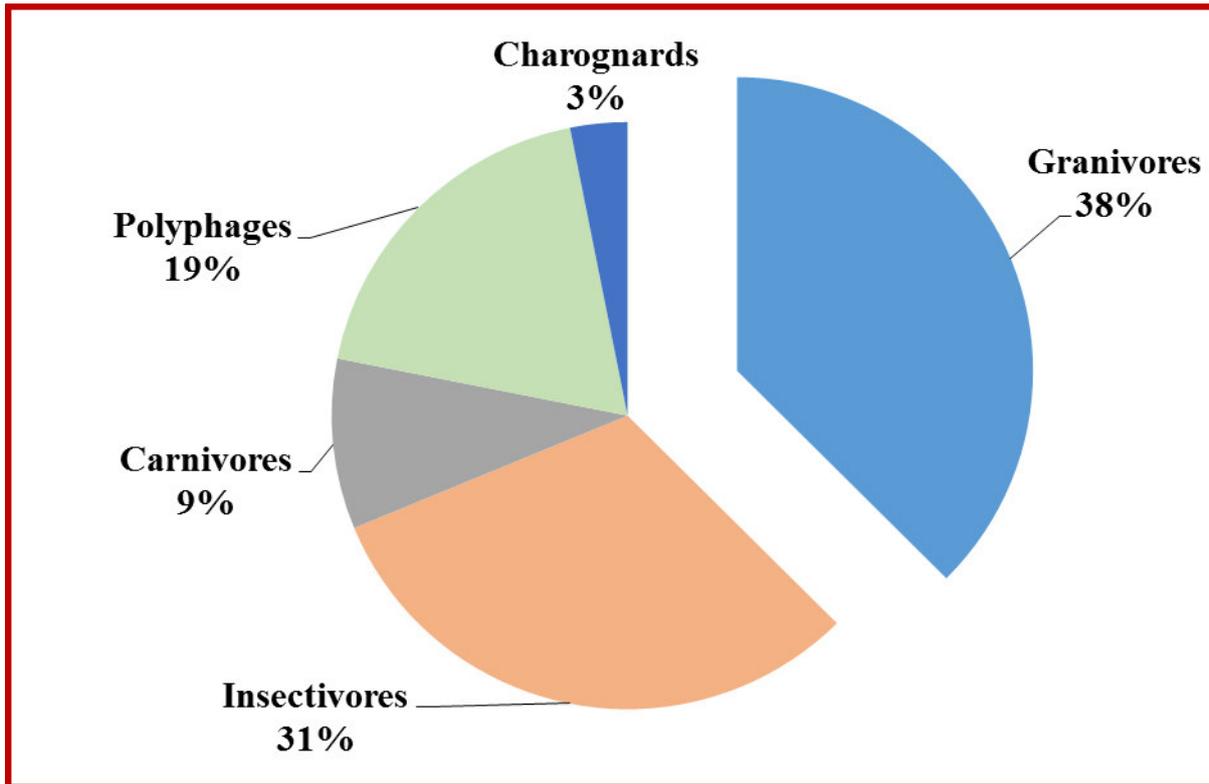
**Tableau 52:** Statut trophique des oiseaux recensés dans les thuriferaies des Aurès

Statuts des espèces	Insectivores		Carnivores		Polyphages		Granivores		Charognards	
	Nbre	(%)	Nbre	(%)	Nbre	(%)	Nbre	(%)	Nbre	(%)
<b>Sédentaires</b>	6	18,75	3	9,37	5	15,62	10	31,25	0	0
<b>Migrateurs</b>	4	12,5	0	0	1	3,12	2	6,25	1	3,12
<b>Total</b>	10	<b>31,25</b>	3	<b>9,37</b>	6	<b>18,75</b>	12	<b>37,5</b>	1	<b>3,12</b>

La figure (53), représente la répartition de l'avifaune en fonction de la guildes trophique.

A la lecture de ces données, il ressort que les espèces Granivores dominent, elles sont représentées par 12 espèces. La deuxième catégorie, celle des Insectivores est représentée par 10 espèces, les dernières catégories, celles dont les effectifs sont faibles.

Les Polyphages représentés par 6 espèces, les Carnivores ne sont représentés que par 3 espèces et les Charognards par une seule espèce



**Figure 53:** Pourcentage d'espèces aviennes recensées dans les thuriféraires des Aurès selon les catégories trophiques

Dans les thuriféraires, les granivores dominent et représentent presque la moitié des espèces vues ou entendues, parmi les quelles Pinsson des arbres, Pigeon ramier, Cochevis huppé, Bruant proyer, Tourterelle des bois. Cette dominance est due à la présence des ressources suffisantes des graines de thurifère. Après leurs rejets avec les excréments pourraient être un facteur améliorant pour la régénération.

En automne, les baies mures de Genévrier attirent les oiseaux pour s'alimenter, les ingurgitent, digèrent les parties charnues et restituent les semences qui germent (Quézel et Médail, 2003).

Les oiseaux dépresseurs appartiennent en général aux Turdidae, les grives litornes et les merles sont ainsi importantes dans la dispersion du genévrier dans de nouveaux sites (Garcia, 1998 ; Ward, 2003).

Alors que Isenmann *et al* (2005), signalent que les granivores ne semblent pas venir en grand nombre en Afrique du Nord, car ils trouvent dans le sud de l'Europe, les ressources suffisantes en graines pour hiverner.

Dajoz (1975), a montré que le régime alimentaire de l'oiseau qui détermine son caractère sédentaire ou migrateur.

Les insectivores viennent en deuxième position cela peut s'expliquer par l'influence du recouvrement de la végétation qui joue un rôle majeur ou quelques espèces préfèrent les espaces ouverts comme les Alouettes, les Traquets... c'est le cas de nos thuriféraires où la structure est claire, les peuplements aviens facilement chasser les insectes à vue, où la strate herbacée est la plus utilisée avant les endroits où la végétation plus haute.

La richesse du milieu en ressources alimentaires variées, d'origine animale et végétale justifie la présence de différentes catégories trophiques dans notre site d'étude. Par conséquent, le site pourrait constituer un milieu privilégié pour beaucoup d'autres espèces.

### **2.2.3. Statut faunique**

Dans le tableau ci-dessous, nous avons réparti les espèces observées par catégories fauniques qui sont établies par Voous (1960).

**Tableau 53:** Statut faunique des oiseaux recensés dans les thuriféraires des Aurès

<b>Catégorie biogéographique</b>	<b>Type faunique</b>	<b>Nombre d'espèces</b>	<b>Total</b>	<b>( % )</b>
<b>Méditerranéenne</b>	TM, PX, M	3+1+7	11	34,37
<b>Boréale/Européenne</b>	P, E	6+3	9	28, 12
<b>Holarctique</b>	H, AM	4+3	7	21, 87
<b>Européo-Turkestanienne</b>	ET	5	5	15, 62

Ainsi les 12 types fauniques définis selon Voous (1960), sont regroupés en quatre grandes catégories biogéographiques :

- La faune méditerranéenne au sens large : types fauniques Méditerranéen, Paléoxérique, Sarmatique, Afro-tropical et Turkestano-Méditerranéen.
- La faune boréale/européenne : regroupe les types fauniques Paléarctique, Paléo montagnard et la faune d'Europe tempérée.

- La faune holarctique et de l'ancien monde : largement distribuée dans ces régions auxquelles on rajoute le type faunique cosmopolite et Arctique.
- La faune des régions tempérées et méridionales d'Europe et d'Asie du Sud-ouest : type faunique Européo-Turkestanien

Le type avifaunistique le plus représenté appartient à la région méditerranéenne avec 12 espèces, dont 3 espèces Turkmène-méditerranéennes, 1 espèce Paléo xérique et 8 espèces méditerranéennes. Celles-ci sont suivies par 10 espèces appartiennent à la région Boréal /Européenne, dont 6 Paléarctiques et 4 espèces Européennes. Les espèces des régions Holarctiques sont représentées par 6 espèces avec 3 espèces Holarctiques et 3 espèces de l'ancien monde et, à part égale pour le type Européo-Turkistanien qui est représenté par 5 espèces.

Heim de Balsac (1936), a souligné que l'avifaune algérienne est constituée d'éléments méditerranéens au nord de l'Algérie et des éléments sahariens au sud. Ceci est vérifié par les pourcentages calculés pour cette catégorie pour les oiseaux des thurifères.

L'Afrique du Nord appartient au grand régime paléarctique, elle constitue la limite Sud de cette dernière (Blondel, 1979), de ce fait, l'avifaune de notre site d'étude détient une aptitude biogéographique d'appartenance à la région du paléarctique.

#### **2.2.4. Statut de protection**

Au total 7 espèces protégées en Algérie sont signalées dans notre région d'étude. Toutes les espèces recensées ont des préoccupations mineures selon la liste rouge de l'UICN, alors qu'une seule espèce a le statut quasi-menacé (Fauvette pitchou). En ce qui concerne les espèces protégées par la convention de Washington, seulement quatre espèces sont notées dans l'annexe (2) (Aigle botté, Buse féroce, Milan noir, Faucon crécerelle), 5 espèces sont signalées par la convention de Bonn sur annexe (2), 30 espèces soit (93,75%) sont citées sur les annexes 2 et 3 de la convention de Berne.

Ces espèces jouent des rôles primordiaux à différent niveaux de la hiérarchie trophique et dans l'équilibre des écosystèmes. Elles mériteraient d'ailleurs une plus grande attention et faire l'objet d'études spécifiques.

Il faut promouvoir l'éducation environnementale auprès des différentes tranches de la société par des campagnes de sensibilisation sur l'intérêt de préserver la nature. Car la loi, à elle-seule, sans adoption par l'"Homme" ne donnera pas de fruits.

### 2.3. Structure et d'organisation des oiseaux dans les thuriféraires de l'Aurès

#### 2.3.1. Fréquence d'abondance

Les abondances des espèces aviennes sont calculées à partir des résultats de l'indice kilométrique d'abondance qui sont reportés dans le tableau (54).

Les valeurs d'abondances obtenus dans les deux stations d'échantillonnage, montrent que l'espèce la plus abondante dans la première station (Zana) est le Pigeon Ramier (50%), alors que pour la deuxième station (Nirdi) les espèces dominantes sont : Pinson des arbres (24,75%) le Moineau Soulci (19,80%), le Cochevis huppé (11,88%).

Les autres espèces ayant une fréquence d'abondance faible sont considérées comme peu abondantes ou même rare.

**Tableau 54:** Indice kilométrique (I.K.A.) et fréquence d'abondance des peuplements aviaires recensés dans les thuriféraires des Aurès (- : absence de l'espèce)

Espèces	Station Nirdi		Station Zana	
	I.K.A	Fr (%)	I.K.A	Fr (%)
Aigle botté	2	1, 98	1	1, 66
Alouette lulu	2	1, 98	2	3, 33
Roselin à ailes roses	-	-	1	1, 66
Bruant proyer	-	-	1	1, 66
Buse féroce	1	0, 99	-	-
Chardonneret élégant	-	-	1	1, 66
Cochevis huppé	12	11, 88	2	3, 33
Faucon crécerelle	1	0, 99	-	-
Fauvette à tête noir	-	-	1	1, 66
Fauvette melanocéphale	1	0, 99	-	-

## *Résultats et discussions*

Fauvette pitchou	1	0,99	-	-
Gobemouche gris	4	3,96	1	1,66
Grand corbeau	2	1,98	1	1,66
Hirondelle de fenêtre	2	1,98	-	-
Huppe fasciée	4	3,96	1	1,66
Linotte mélodieuse	2	1,98	-	-
Merle noir	1	1,98	2	3,33
Mésange bleue	-	-	2	3,33
Mésange noire	-	-	1	1,66
Milan noir	-	-	1	1,66
Moineau espagnol	1	0,99	-	-
Moineau espagnol	1	0,99	-	-
Moineau soulcie	20	19,80	-	-
Pie-grièche à tête rousse	-	-	2	3,33
Pigeon ramier	1	0,99	30	50
Pinson des arbres	25	24,75	5	8,33
Pipit des arbres	3	2,97	2	3,33
Rouge-queue de Moussier	5	4,95	3	5
Serin cini	3	2,97	-	-
Tourterelle des bois	2	1,98	-	-
Traquet oreillard	1	0,99	-	-
Verdier d'Europe	4	3,96	-	-
<b>Somme</b>	<b>101</b>	100	<b>60</b>	100
<b>I.K.A moyen</b>	<b>3,88</b>		<b>3,15</b>	
<b>Total</b>	<b>26</b>		<b>19</b>	

### **2.3. 2. Similitude des peuplements aviens**

Cet indice est obtenu à partir de nombre d'espèces communes entre les deux stations. La valeur de l'indice de Sorensen est de l'ordre de **57,58%**, témoigne d'une similitude élevée (> 50%) entre la composition spécifique des peuplements d'oiseaux dans les deux stations.

### **2.4. Diversité et équirépartition**

Les résultats de la diversité calculés par l'indice de Shannon, la diversité maximale est l'équitabilité sont exposés dans le tableau (55).

**Tableau 55:** Richesse totale (S), Indice de Shannon (H') et Indice d'équitabilité (E) des peuplements d'oiseaux dans les thuriferaies des Aurès

<b>Paramètres de diversité</b>	<b>Station Zana</b>	<b>Station Nirdi</b>
<b>Richesse totale (S)</b>	19	26
<b>Indice de Shannon H' (bits)</b>	2,98	3,86
<b>Diversité maximale H' max (bits)</b>	4,25	4,70
<b>Indice d'équitabilité E (%)</b>	0,70	0,82

#### **2.4 .1. Richesse spécifique**

La richesse spécifique totale de la région est de l'ordre de 32 espèces dont la valeur la plus élevée est enregistrée dans la station Nirdi (26 espèces). Alors que la valeur la plus faible est notée dans la station Zana (16 espèces).

La faible valeur de la richesse indique que les conditions dans la station Zana ne sont pas tellement favorables pour l'installation de l'avifaune, aussi le facteur temps influence la richesse dont la période d'échantillonnage est très courte ce qui ne permet pas d'obtenir un maximum d'oiseaux diversifiés.

D'après Belatrech (1994), les forêts les plus anciennes sont les moins riches par rapport aux formations végétales jeunes. Cette relation entre richesse et âge des formations végétales peut aussi s'expliquer par l'effet et de l'altitude.

En effet les thuriféraires de l'Aurès sont des forêts très âgées, localisées en haute altitude, constituent un refuge pour certaines espèces rares et d'intérêts patrimonial.

Le facteur édaphique et topographique joue un rôle prépondérant dans le choix de l'habitat. Où quelques espèces préfèrent les terrains plats sans couverture rocheuse.

### **2.4.2. Indice de Shannon**

L'indice de diversité de Shannon ne présente pas une grande variabilité entre les deux stations. Les valeurs de diversité  $H'$  varie entre un maximum (3,86 bits) dans la station Nirdi et un minimum (2,98 bits) dans la station Zana.

Cette différence situationnelle est le reflet de la différence de la richesse qui existe entre les deux stations, celle de Nirdi est la plus riche et celle de Zana la plus faible, comme le montre les valeurs de la diversité maximal ( $H'$  max).

La richesse et la diversité des peuplements aviens dans une grande partie liées aux exigences écologiques des oiseaux vis-à-vis les facteurs clés, comme les sites de nidification, la disponibilité des matériaux pour le nid, des postes de chant et surtout la stabilité des ressources trophiques. Ces facteurs influencent la distribution de l'avifaune et de ce fait les richesses.

Diverses études ont montré que la diversité de structure d'habitat et l'altitude influencent la composition et la diversité des communautés d'oiseaux forestiers (Blondel, 1979).

### **2.4.3. Indice d'équitabilité**

La valeur de l'équitabilité (équirépartition) est plus élevée dans la station Nirdi avec 82% et, moyennement élevée dans la station Zana avec 70%.

L'équirépartition permet d'apprécier les déséquilibres d'abondance par espèce quel'indice de diversité de Shannon ne peut révéler (Magurran, 2004).

La variation des valeurs de l'équitabilité correspond grossièrement à celles de la diversité.

La baisse d'équitabilité dans la station Zana est due à l'augmentation de l'effectif du "Pigeon Ramier" qui serait à l'origine de ce déséquilibre dans l'organisation du peuplement avien.

## **Conclusion**

L'avifaune recensée dans les thuriféraires étudiées est représentée par 32 espèces, sont réparties sur 5 ordres et 16 familles, L'ordre le plus représenté est celui des Passeriformes avec 16 familles est 25 espèces. La famille la plus riche en espèces est celle de fringillidés avec 6 espèces.

Les thuriféraires de l'Aurès sont le lieu de la reproduction de 26 espèces dont 24 espèces sédentaires et 2 espèces nicheuses migratrices.

Sur le plan trophique, les espèces Granivores dominant, elles sont représentées par 12 espèces. La deuxième catégorie, celle des Insectivores est représentée par 10 espèces.

Au sien des espèces nicheuses, les passeriformes constituent le plus haut pourcentage avec 22 espèces.

Le type avifaunistique le plus représenté appartient à la région méditerranéenne avec 12 espèces, suivies par 10 espèces qui appartiennent à la région Boréal /Européenne.

Au total 7 espèces protégées en Algérie sont signalées dans notre région d'étude. Toutes les espèces recensées ont des préoccupations mineures selon la liste rouge de l'UICN, alors qu'une seule espèce a le statut quasi-menacé. En ce qui concerne les espèces protégées par la convention de Washington, seulement quatre espèces sont notées dans l'annexe (2), 5 espèces sont signalées par la convention de Bonn sur annexe (2), 30 espèces soit (93,75%) sont citées sur les annexes 2 et 3 de la convention de Berne.

L'indice de diversité de Shannon ne présente pas une grande variabilité entre les deux stations. La similitude élevée (> 50%) entre la composition spécifique des peuplements d'oiseaux dans les deux stations, s'expliquerait par la similarité de la composition du couvert végétal. La plus grande valeur de l'équitabilité est notée dans la station Nirdi. Ceci démontre que les peuplements d'oiseaux des Thuriféraires sont bien équilibrés dans cette station.



*Galerida cristata* (Cochevis huppé)



*Rhodopechys sanguineus* (Roselin à ailes roses)



Nid de Tourterelle des bois



*Streptopelia turtur* (Tourterelle des bois)



*Columba palumbus* (Pigeon ramier)



*Lanius cenator* (Pie-grièche à tête rousse)



*Lulula arborea* (Alouette lulu)



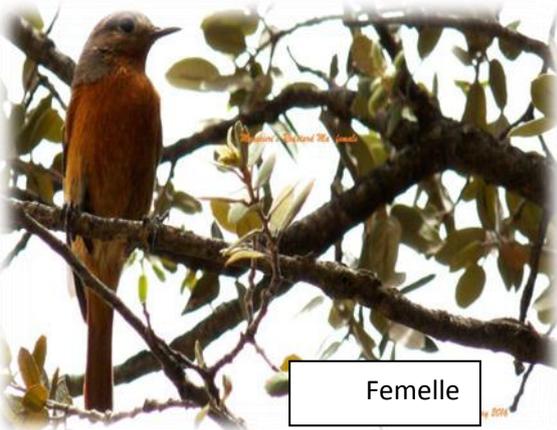
*Emberiza calandra* (Bruant proyer)



*Upupa epops* (Huppe fasciée)



*Anthus trivialis* (Pipit des arbres)



*Phoenicurus moussieri*



(Rouge-queue de Moussier)

**Figure 54:** (Photos, Benssaci M) représentant quelques espèces d'oiseaux recensés dans les thuriféraires de l'Aurès

### **Conclusion**

Le Genévrier thurifère de la montagne Aurassienne, en liaison avec ses intérêts socioéconomiques et écologiques multiples, représente un patrimoine naturel menacé dont la conservation et la préservation sont nécessaires pour éviter une régression réelle et irréversible, qui conduirait sûrement à la disparition des formations qu'ils constitué.

Au terme de cette étude, nous avons pu mettre une évidence quelques caractéristiques physicochimiques du sol, les caractéristiques phénologiques, ainsi que la richesse et la diversité des thuriferaies des Aurès en espèces floristiques et faunistiques.

Replacée sur le climagramme d'Emberger, la thuriferaie de l'Aurès particulièrement bien venante, se situe dans deux étages bioclimatiques, subhumide à hivers froids à très froids, et aussi semi-aride à hiver froid.

La texture du sol des deux stations d'étude, est limoneuse. Les échantillons prélevés sont des sols légèrement alcalins non salés. Ils sont riches en matière organique avec des faibles à moyennes teneurs en calcaire.

Pour la caractérisation phénologique, trois phénophases ont été décrites dans cette étude. Il s'agit de la feuillaison, floraison et fructification.

L'observation des stades phénologiques dans les deux stations d'étude, montre une certaine tardiveté pour les trois phénophases dans la station Zana qui se situe sur un versant Nord avec une exposition (Nord Est), par rapport à la station Nirdi qui situe sur le versant sud avec une exposition (Sud-Ouest)

Pour la phase de feuillaison, les premières feuilles sont apparues à partir de la 1re décennie de février. La feuillaison a atteint son maximum au cours de la 1re décennie de Mai.

On note une période de chute partielle des feuilles à partir de la 1re décennie d'Aout. La défoliation des arbres est d'autant plus intense que les conditions sont plus chaudes et plus sèches, mais aucun arbre dépourvu complètement son feuillage.

Pour les thuriferaies, la floraison qui présente un certain décalage par rapport à la feuillaison, s'échelonne sur presque toute la saison humide (Automne - Printemps). Après chaque pluie, de nouvelles fleurs apparaissent, ce qui se traduit ensuite par des fruits de tailles différentes sur le même arbre. La floraison (fleurs mâles) a eu lieu, à partir de la deuxième décennie de Septembre. Le maximum de 80 % de floraison obtenu à partir de la première décennie de Février.

## *Conclusion générale*

---

Les premiers signes d'apparition des fleurs femelles ont été enregistrés pendant la première décade du mois d'Octobre, mais ne seront fertiles qu'au printemps suivant (Avril).

Pour la fructification, elle couvre la période entre fin Avril et Octobre, la maturité des galbules demande un peu plus de 18 mois.

Les inventaires floristiques réalisés, nous ont permis de dégager les groupements à *Juniperus thurifera* : 51 espèces appartenant à 23 familles et 49 genres, une prédominance de certaines familles à savoir les Astéracées (15,68%), les Fabacées (15,68%), les Lamiacées (9,80%), les Poacées (9,80%) et les Apiacées (7,84%). Les autres familles présentent chacune moins de 4% du total des espèces recensées

L'étude de la répartition des types biologiques à travers les stations prospectées, fait ressortir une prédominance des Hémicryptophytes (29,41%) à parts égales avec les Chaméphytes (29,41 %) suivi par les Thérophytes (23,52%), les Phanérophytes (13,72 %) et les Géophytes (3,92%) sont les moins représentés. L'examen des éléments chorologiques, montre la dominance de l'élément méditerranéen avec 26 taxons soit (51%), suivi de l'élément plurirégional avec 8 espèce soit (16%)...Etc.

L'indice de perturbation étant de l'ordre de (53%) pour toute la zone d'étude, ce qui montre que les thuriféraires sont sous l'influence d'une dégradation considérable à laquelle il faudra remédier. Le recouvrement moyen montre la nette dominance des xérophytes en coussinets épineux. Cette dominance ne peut être expliquée que par les agressions anthropiques exercées sur ces formations pré forestières à matorrals.

La dynamique régressive des peuplements de thurifère est surtout marquée par l'absence d'une régénération naturelle suffisante et, une présence d'une sur exploitation et l'extension des formations végétales à xérophytes épineux (*Bupleurum Spinosum*, *Astragalus armatus*, *Euphorbea nicaeensis*...) ce qui pourraient traduire le stade avancé de dégradation et un début de steppisation.

Du point de vue entomologique, nous avons récolté au total 1589 individus appartenant à 110 espèces. La classe des insectes est la mieux représentée avec 103 espèces soit (94%) avec une prédominance de l'ordre de coléoptères (35 espèces d'insectes).

La station Zana renferme le nombre le plus élevé des individus capturés avec (63%) de l'ensemble des Arthropodes piégés. La station Nirdi vient en deuxième position avec (36%).

## *Conclusion générale*

---

La prédominance des coléoptères dans les deux stations s'explique par une dominance des Scarabaeidés à ce biotope qui leurs convient parfaitement.

La station Zana est la plus diversifiée en peuplement d'Arthropodes. La plus grande valeur de l'indice de diversité est notée au cours du mois de Juin. De ce fait l'entomofaune de la région d'étude est plus diversifiée pendant la période estivale.

La lecture de nos résultats, montre que le peuplement des Arthropodes mis en évidence est très riche et très important en tant que premier inventaire réalisé au niveau de la zone d'étude.

Les espèces que nous avons inventoriées sont présentées avec 6 régimes alimentaires différentes, dont les plus importants sont les phytophages avec 55 espèces soit (50%), richement représentées par les coléoptères avec 13 espèces, les polyphages occupent le deuxième rang avec 23 espèces soit (20,9%).

A travers l'échantillonnage qualitatif des galbules, nous avons enregistré la présence des insectes et des acariens qui attaquent les galbules et les graines. Ces parasites semblent avoir une influence directe sur la régénération naturelle en réduisant le nombre de graines viables et desséminables.

Parmi les méthodes d'échantillonnage adoptées, les captures à l'aide des pièges d'interception sont les plus performantes, toutefois les différentes méthodes sont complémentaires.

Vu la présence d'espèces protégées, ce qui renvoie à mettre l'accent sur les espèces considérées rares ou menacées de dégradation et, préserver aussi cette faune qui joue un rôle important dans le fonctionnement des écosystèmes.

L'avifaune inféodée aux écosystèmes des Thuriféraies est composée de 32 espèces représentant 7,88% de l'avifaune recensée en Algérie.

L'ordre des passeriformes est le mieux représenté avec 25 espèces soit (78,12%). Les espèces les plus abondantes sont le pigeon ramier (50%), le pinson des arbres (24,75%), le moineau soulcie (19,80 %), le cochevis huppé (11,88%).

L'avifaune recensée appartient à 9 types fauniques. Le type avifaunistique méditerranéen domine les autres types avec 12 espèces soit (37,5%). Pour la classification par catégorie trophique, la catégorie des Granivores vient en première position, elle comporte 12 espèces aviennes soit (37,5%). Pour le statut phénologique les thuriféraies de l'Aurès sont le

## *Conclusion générale*

---

lieu de reproduction de 26 espèces dont 24 sédentaires et 2 espèces nicheuses migratrices. Au total 7 espèces protégées en Algérie sont signalées dans notre région d'étude.

La richesse du milieu en ressources alimentaires variées, d'origine animale et végétale justifie la présence de différentes catégories dans notre région d'étude.

A la lumière de ces résultats, nous pouvons considérer que notre étude comme toute autre recherche ne peut être que participative et nécessite absolument la complémentarité par d'autres études.

Dans son ensemble, notre travail a permis en définitif de montrer la diversité et la richesse floristique et faunistique des thuriféraires de l'Aurès qui constituent un vrai patrimoine d'une importance révélée

Si cette espèce relique, montre une vive dynamique au point de vue de sa régénération naturelle et sa croissance en Espagne et en Italie, ce n'est pas le cas au Maroc et en Algérie où elle est considérée comme espèce menacée, vulnérable, en régression et pouvant devenir rare à court terme.

Le Genévrier thurifère, constitue une richesse patrimoniale écologique tout à fait majeure mais particulièrement menacée. Cet écosystème fragile doit être à tout prix préservé, voir développé, si on veut maintenir un développement durable et intégré, préservant la biodiversité du milieu.

En perspectives, l'évolution de cette population doit être suivie de manière très précise dans les années à venir, par les chercheurs et les gestionnaires, les mesures conservatoires les plus appropriées pour sa pérennité doivent être envisagées en concertation avec la population riveraine.

La mise en place de parcelles mise en défens apparaît en tout cas comme indispensable.

Elaborer des stratégies de prévention et de lutte contre les espèces nuisibles, sans nuire aux espèces utiles.

Réglementer le pâturage sans porter atteinte à la vie quotidienne des habitants.

Améliorer et diversifier les techniques de multiplication de l'espèce (traditionnelles et modernes).

1. **Abbassene R., 2015.** Diversité du peuplement entomologique de *Juniperus communis ssp. Hemisphaerica* & *Juniperus oxycedrus ssp. Rufescens* de la forêt de Tigounatine (Tikjda, Djurdjura sud). Mémoire de Magister. Département de Biologie Animale et végétale Tizi-Ouzou, 56 p.
2. **Abdessemed K., 1981.** Le Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica Lanetti*) dans les massifs de l'Aurès et du Belezma : Etude phytosociologique et problèmes de conservation et d'aménagement : Thèse de Docteur – ingénieur. Faculté des Sciences et Techniques. Saint Jérôme, Marseille, 149-199 Pp.
3. **Adedire M. O., 2002.** Environmental implications of tropical deforestation. *J. sustain. Dev. World Ecol.*, 9: 30-40 Pp.
4. **Ageste M., 1960.** La flore forestière "les végétaux ligneux qui croissent spontanément en France et des essences importants de l'Algérie. IIème édition ancienne maison Griblot et Cie, N, Grosjean, Successeur, 353p.
5. **Aidoud A., 1983.** Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du sud oranais : phytomasse, productivité primaire et applications pastorales. Thèse Doct. 3ème cycle. U.S.T.H.B. Alger, 245p.
6. **Alcaraz C., 1969.** Etude géobotanique du pin d'Alep dans le tell oranais. Th. Doct. 3<sup>ème</sup> cycle. Fac. Sci. Montpellier, 183p.
7. **Appert J. et Deuse J., 1982.** Les ravageurs des cultures vivrières et maraîchères sous les tropiques. Ed. Maison neuve et Larose, Paris, 413 p.
8. **Archiloque A. et Borel L., 1965.** Une série résiduelle du Genévrier thurifère dans les Alpes du Sud. Documents pour la Carte de la Végétation des Alpes III, Laboratoire de Biologie Végétale de Grenoble et du Lautaret, Université de GRENOBLE, 119-132 Pp.
9. **Aubert G., 1976.** Les Ericacées en provence, répartition, édaphologie, phytosociologie, croissance et floraison. Thèse d'Etat, Univ. D'Aix-Marseille.
10. **Aubert G., 1978.** Méthodes d'analyse des sols. 2eme édit. Centre national de documentation pédagogique. C.N.D.P. Marseille, 191 p.
11. **Auber L. 1999.** Atlas des Coléoptères de France, Belgique et Suisse. Tome I. Ed. Boubée, Paris. 250 p.
12. **Baaziz N., 2012.** Statut et écologie de l'avifaune aquatique de la Sebkhha de Bazer-Sakhera (El-Eulma, Sétif): Phénologie et distribution spatio-temporelle. Thèse de doctorat en Ecosystèmes aquatiques. Centre Universitaire d'Annaba.103p
13. **Badri W., 2003.** Structure et fonctionnement des peuplements à Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera L.*) dans les Atlas marocains. Thèse de doctorat d'État. Faculté des sciences, Semlalia, Marrakech, 244 p.
14. **Badri W., Zaoui E., Hafidi M. et Gauquelin T., 1994b.** Biomasse et minéralomasse aériennes d'un peuplement à Genévrier thurifère du Haut Atlas de Marrakech. Colloque "Arbre et développement". Actes des Deuxièmes journées sur l'arbre. Université Cadi Ayyad, Marrakech, 32-40 Pp.
15. **Bagnouls F. et Gaussen H., 1953.** Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, **88** : 193-240 Pp.

16. **Baize D., 1988.** Guide des analyses courantes en pédologie : Choix, Expression, Interprétation. Ed. INRG. Paris, 170 p.
17. **Barbault R., 1981.** Ecologie des populations et des peuplements. Des théories aux faits. Masson. Ed. Paris, 205 p.
18. **Barbault R., 2003.** Ecologie générale, Structure et fonctionnement de la biosphère. Ed. Dunod, Paris, 326 p.
19. **Barbero M. et Quézel P., 1989.** Structures, architectures forestières à sclérophylles et prévention des incendies. Bull. Ecol., 20 (1), 7-14 Pp.
20. **Barbero M., Bonin G., Loisel R et Quezel P., 1990.** Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the western part of the méditerranéen basin. Végétation 87 :151-173 Pp.
21. **Beaumont A. et Cassier P., 1983.** Biologie animale des protozoaires aux Métazoaires épithélioneuriens. Tom II. Ed. DUMON Université, Paris, 954 p.
22. **Beghami Y., 2013.** Etude et dynamique de la végétation de l'Aurès : Analyse spatio-temporelle de la flore forestière et montagnarde. Thèse de doctorat en sciences agronomiques. Université Mohamed Khider Biskra, 193 p.
23. **Beghami Y., Kalla M., Vela E., Thinson M. et Benmessaoud H., 2013.** Le Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera* L.) dans les Aurès, Algérie : considérations générales, cartographie, écologie et groupements, *ecologia mediterranea*. 39 (1) : 25-28 Pp.
24. **Belakhadar J., 1997.** La pharmacopée marocaine traditionnelle, Paris, Ibis presse, 273 p.
25. **Bellatreche M., 1999.** Diversité biologique et conservation : cas de l'avifaune forestière nicheuse de la kabylie des Babors (Algérie). Rev. *Nature et faune*.
26. **Belouahem-Abed Djamila., 2012.** Etude écologique des peuplements forestiers des zones humides dans les régions de Skikda, Annaba et El Tarf (Nord-Est algérien). Thèse Doctorat Université Badji Mokhtar-Annaba, Fac des sciences, 121p.
27. **Benabadji N., Bouazza M., Metge G. et Loisel R., 1996.** Description et aspect des sols en région semi- aride au sud de Sebdou. *Bull. Inst. Sci* ; Rabat, 1996, n° 20, 77- 86 Pp.
28. **Benabid A., 1982.** Etude phytoécologique, biogéographique et dynamique des associations et séries sylvatiques du Rif occidental (Maroc).Thèse d'état, 200 p.
29. **Benabid A., 2000.** Flore et écosystème du Maroc : évaluation et préservation de la biodiversité. Paris, Ibis Press, 357 p.
30. **Benhalima S., 2004.** Les insectes xylophages et leur rôle dans le dépérissement du Cèdre de l'Atlas *Cedrus atlantica* (Endl.) Carrière dans le Haut et le Moyen Atlas (Maroc). Thèse Doc., Univ. Moh. V-Agdal, Rabat, 107 p.
31. **Benito-Martinez J., 1960.** Investigaciones bioquímicas sobre los Isòpteros Reticulitermes lucifugus y Cryptotermes brevis. Anales del Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias, 32 (5), 127-179 Pp.

32. **Benkhelil M., 1991.** Les techniques de récolte et de piégeage utilisées en entomologie terrestre. Ed. Office Pub. Univ. Alger, 68 p.
33. **Bensizerrara D., Chenchouni H., Si Bachir A. et Houhamdi M., 2013.** Ecological status interactions for assessing bird diversity in relation to a heterogeneous landscape structure. *Rev. Avian Biology Research*. 6(1), 67-77 Pp.
34. **Berland L. 1999 a.** Atlas des Hyménoptères de France Belgique et Suisse. Tome I. Ed. Boubée, Paris, 157 p.
35. **Bertaudière V., 1999.** Dendroécologie du Genévrier thurifère dans la haute montagne méditerranéenne (Haut Atlas, Maroc), et dans une station xérothermique des Pyrénées Centrales (France). Thèse Université Paul Sabatier, Toulouse, 235p.
36. **Bertaudière V., Montes N. et Gauquelin T., 1999.** Approche dendrochronologique du genévrier thurifère: exemple de la montagne de Rié (Pyrénées, France) - dynamique du peuplement et sensibilité de l'arbre au climat. Actes du colloque "Genévrier thurifère", 26 et 27 septembre 1997, Marignac (Haute-Garonne). Les Dossiers Forestiers, publications de l'ONF.
37. **Bertrand C. et Bertrand G., 2000.** Les junipérais à Genévrier thurifère dans les géosystèmes cantabriques : analyse d'une "durabilité". Dans : *Le Genévrier thurifère (Juniperus thurifera L.) dans le bassin occidental de la Méditerranée : systématique, écologie, dynamique et gestion, Actes du colloque international de Marignac, 26-27 septembre 1997* / T. GAUQUELIN, J.-F. ASMODE, G. LARGIER éd. - Paris : Office national des forêts, p. 47-50.
38. **Bigot L. et Bodot P., 1973.** Contribution à l'étude biocénotique de la garrigue à Quercus coccifera- Composition biotique du peuplement des invertébrés. *Vie et Milieu*. Vol. 23, Fasc. 2 (Sér. C) : 249-299Pp.
39. **Blanco C.E., Casado G.M.A., Costa T.M., Escribano B.R., Garcia A.M., Genova F.M., Gomez M. A., Gomez M.F., Moreno S.J.C., Morla J.C., Regato P.P. et Sainz O.H. 1997.** Sabinares y enebrales. In *Los bosques ibéricos, una interpretación geobotánica* – Ed. Planeta, 309-343.
40. **Blasco-Zumeta (Javier), 2000.** Contribution à l'étude de la faune associée à Juniperus thurifera L. dans Los Monegros (Aragon, Espagne). Dans : *Le Genévrier thurifère (Juniperus thurifera L.) dans le bassin occidental de la Méditerranée : systématique, écologie, dynamique et gestion, Actes du colloque international de Marignac, 26-27 septembre 1997* / T. Gauquelin, J.-F. Asmode, G. Largier éd. - Paris : Office national des forêts, p. 94-103.
41. **Blondel J., 1969.** Sédentarité et migration des oiseaux de la garrigue méditerranéenne. *Terre et Vie*, 3, 294-295 Pp.
42. **Blondel J., 1975.** L'analyse des peuplements d'oiseaux. Elément d'un diagnostic écologique. La méthode des échantillons fréquentiels progressifs (E.F.P.) *Rev. Ecol.(Terre et vie)*, Vol. 29, (4) :533-589 Pp.
43. **Blondel J., 1979.** Biologie et écologie. Ed. Masson, Paris, 173 p.
44. **Blondel J., 1995.** Biogéographie : approche écologique et évolutive. Ed. Masson, Paris, 290p.

45. **Blondel J., 2005.** Biodiversité sur la flèche du temps. Nature Sciences Sociétés, 13. 296-301Pp.
46. **Blondel J., David P., Lepart J. et Romane F., 1978.** L'avifaune du Mont-Ventoux, essai de synthèse biogéographique et écologique. Rev. Ecol. (*Terre et Vie*), Vol. 32, (suppl. 1), 111 -145 Pp.
47. **BNEDER., 2008.** Etude d'inventaire forestier national, Rapport sur le schéma directeur d'aménagement, Wilaya de Batna. 25-30Pp.
48. **BNEDER., 2014.** Etude d'aménagement et de développement forestière de la forêt domaniale des Aurès, Wilaya de Batna, 9-48Pp.
49. **Bonneau M. et P Soucdehier B., 197.** Pédologie. Constituants et propriétés du sol. Tome II. Ed. Masson.
50. **Bonnier G. et Douin R., 1990.** La grande flore en couleurs. Ed. Belin. Paris. Belin "3". Pp: 214.
51. **Borel A. et Polidori J.L., 1983.** Le Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera* L.) dans le Parc National du Mercantour (Alpes-Maritimes). Bulletin de la Société Botanique de France, *Lettres botaniques*, 130 (3) : 227-242 Pp.
52. **Borrer D-J. et White R.E., 1999.** Les insectes de l'Amérique du Nord (au nord du Mexique).Ed. Broquet Inc, Québec, 408 p.
53. **Boudy P., 1952.** Guide du forestier en Afrique du Nord. Ed. La maison rustique, Paris. 505 p.
54. **Bouguenna S., 2011.** Diagnostic écologique, mise en valeur et conservation des pineraies de *Pinus halpensis* de la région de Djerma (Nord-est de parc national de Belezma). Thèse magister. Dep. Agro. Batna, 162 p.
55. **Bourbonnais G. et Saint C., 2008.** Les coléoptères, 128p.
56. **Bouroche J.P. et Saportra G., 1989.** L'analyse des données. Presses Univ. De France. Ed. Que sais-je, 3-124 Pp.
57. **Braun-Blanquet J., 1951.** Phytosociologie. Ed. 2, 631 p. Vien.
58. **Braun-Blanquet J., 1975.** Les données phytosociologiques en relation avec la connaissance de la flore des pays méditerranéens. In, coll. Int. CNRS., 235, *Flora mediterranea, Paris, CNRS*, 417- 418 Pp.
59. **Camarero J.J., 2006.** Dendroecología de *Juniperus thurifera* en zonas biogeográfica y climáticamente contrastadas. In : García González D. (coord.), Actas des III Coloquio Internacional sobre los sabinars y enebrales (Género *Juniperus*) : ecología y gestion forestal sostenible. Soria 24 à 26 de Mayo de 2006. Madrid, *Junta de Castilla y Leon y Comunidad de Madrid*, Tomo I : 79-87 Pp.
60. **Carter D. J. et Hargreaves B., 1988.** Guide des Chenilles d'Europe. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris. 311 p.
61. **Charras A., 1993.** Quelques réflexions sur le Genévrier thurifère des Baronnie ou sur quelques subtilités dans le découpage des départements en 1970. *Gentiana, Société Botanique Dauphinoise*.
62. **Chatenet G., 1990.** Guide des Coléoptères d'Europe. Ed. Delachaux et Niestle, Paris, 479 p

63. **Chenchouni H., 2011.** Diagnostic écologique et évaluation du patrimoine biologique du Lac Ayata (Vallée de l'Oued Righ: Sahara septentrional Algérien). Thèse de Magistère en Ecologie Saharienne et environnement. 123-126Pp.
64. **Chenchouni H., 2011.** Statuts de protection et de conservation des oiseaux recensés dans les Aurès. *Actes du Séminaire International sur la Biodiversité Faunistique en Zones Arides et Semi-arides.*
65. **Chenchouni H., Righy Y. et Si Bachir A., 2007.** Mise À jour et statut écologique de l'avifaune des Aurès (Algérie). Actes des Journées Internationales sur la Zoologie Agricole et Forestière, 09-11 avril 2007, Institut National Agronomique, El Harrach, Alger, 297–305 Pp.
66. **Chessel D., Thioulouse J. et Dufour A.B., 2004.** Introduction à la classification hiérarchique. Fiche de Biostatistique-Stage 7, 56 p.
67. **Chiro L. et Blanc C. P., 1997.** Analyse de la distribution des reptiles dans le massif de l'Aurès (Algérie). *Écologie*, 28 (4) : 281-292 Pp.
68. **Cleu H., 1926.** *Pamene juniperana* Millière var. thuriferana nova. *L'Amateur de Papillons*, vol. 3, n° 6, 88-92 Pp.
69. **Cleu H., 1928.** Les Lépidoptères parasites de *Juniperus thurifera* dans les Hautes-Alpes. *L'Amateur de Papillons*, 4, 87-96 Pp.
70. **Cloutier C. et Cloutier C., 1992.** Les solutions biologiques de lutte pour la répression des insectes et acariens ravageurs des cultures. In : Vincent Ch. et Coderre D. (Eds), la lutte biologique. Ed. Lavoisier Tec & Doc, Québec, 19-87 Pp.
71. **Comps B., Letouzey J. et Savoie J. M., 1987.** Phénologie du couvert arborescent dans une chênaie-hêtraie d'Aquitaine. *Annales des Sciences Forestières*, 44, 153-170 Pp.
72. **Confoux C., Istres M. et Port S., 2002.** Les insectes. *Rev terres de vie* n°06, 33p
73. **Conrad M., 1986.** Essai sur la répartition de *Juniperus thurifera* en Corse, en 1985. *Le Monde des Plantes*, 80 (423-424) : 1-2 Pp.
74. **Courbet F., 1981.** Contribution à la phénologie des espèces forestières. Influence des sommes de températures. D.E.A. Sciences Forestières- Université Nancy I. D. VILLARS, 3 : 6-7 Pp.
75. **Coussy B., Garraud L. et Godron. M., 2013.** Le Génévrier thurifère (*Juniperus thurifera* L.) dans les Préalpes françaises : étude de l'écologie et de la structure des peuplements. *ecologia mediterranea* – Vol. 39 (1) – 33-35 Pp.
76. **Daget P.H., 1976.** Répartition des présences dans une série d'unités d'échantillonnage. Application à l'analyse de l'homogénéité. *Naturalia monspeliensa*, 26, 95-108 Pp.
77. **Daget P.H., 1977.** Le bioclimat méditerranéen, caractères généraux, *méthodes de classification.* *Végétation* 34,1, 1-20 Pp.
78. **Daget P.H., 1980a.** Un élément actuel de la caractérisation du monde méditerranéen : le climat. *Nat. Mons. H.S*, 101- 126 Pp.
79. **Dagnelie P., 1975.** Théorie et méthodes statistiques. *Les presses agronomiques de Gembloux*, Vol 2. 463 p.

80. **D'aguilar J., Dommanget J. L. et Prechac R. 1985.** Guide des Libellules d'Europe et d'Afrique du Nord. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris. 341 p.
81. **Dahmani M., 1997.** Le chêne vert en Algérie syntaxonomie phytosociologie et dynamique des peuplements .Thèse. Doc. Es. Sci. Univ. Houari Boumediene.
82. **Dajoz R. 1975.** Précis d'écologie. Éd. Dunod, Paris. 434p.
83. **Dajoz R., 1985.** Précis d'écologie. Ed. Bordas, Paris, 505 p.
84. **Dajoz R., 1996.** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 2526 p.
85. **Dajoz R., 2002.** Les Coléoptères. Carabidés et ténébrionidés. Ed. Lavoisier, Tec et Doc, 522 p.
86. **Dajoz R., 2003.** Les coléoptères Carabidés et Ténébrionidés : Ecologie et Biologie. Ed. Lavoisier Tec et Doc., Londres, Paris, New York, 522 p.
87. **Debrach J., 1953.** Notes sur les climats du Maroc occidental, Maroc méridional , 332-342 Pp.
88. **Deconchat M., (1999).** Exploitation forestière et biodiversité. Exemple dans les forêts fragmentées des coteaux de Gascogne. Thèse de doctorat, Toulouse, université Paul-Sabatier. 193p.
89. **Défila C. et Clot B., 2000.** Tendances révélées par l'étude phénologique des arbres en Suisse. Quelle sylviculture pour les climats à venir ? Actes de la Journée thématique de L'Antenne romande du WSL du 28 novembre 2000 à VEP F-Lausanne. Martine Rebetez et Jean Combe (éds).
90. **Delahay L., 2006.** Sélection de l'habitat par les oiseaux forestiers et modélisation de leurs distributions potentielle en chênaie et hêtraie ardennaise : impact de la composition et de la structure forestière. Thèse doctorat, fac. Science agronomique, Gembloux, France, 253p.
91. **Delpech R., Dumé G. et Galmiche P., 1985.** Typologie des stations forestières. Vocabulaire. Ministère de l'Agriculture. Direction des Forêts. Institut pour le Développement Forestier, 243 pages. De Moutard, F.X., 1987. Calcul simplifié du potentiel de production et des exportations d'a/oie dans des prairies. In « Agroclimatologie des régions de moyenne montagne». Toulouse, 16-17 avril 1986 ; Ed. INRA, Paris. Les colloques de l'INRA. 39, 367-389 Pp.
92. **Dierl W. et Ring W., 1992.** Guide des insectes. Ed. Delachaux et Niestlé. Paris, 237 p
93. **Differt., 2001.** Phénologie des espèces arborées. Synthèse bibliographique. Analyse des données du Réseau national de Suivi à long terme des Écosystèmes forestiers (RENECOFOR). Rapport scientifique. — Nancy : UMR ENGREF-INRA - LERFOB, 2001. 97 p.
94. **Djebaili S., 1978.** Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien algérien. Thèse Doct. Univ .Sci. Techn. Languedoc, Montpellier, 229p.
95. **Donahue R.L., 1958.** Nature des sols et croissance végétale, 312 p.
96. **Dorst J., 1990.** Guide des Coléoptères d'Europe. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris. 479 p.
97. **Dreux P., 1980.** Précis d'écologie. Ed. Presses univ. France, Paris, 231 p.
98. **Duchaufour Ph., 1977.** Pédologie 1. Pédogenèse et classification. Masson. Paris, 477p.
99. **Durand R., 1967.** Action de la température et du rayonnement sur la croissance. *Annales de Physiologie Végétale*, 9, 5-27 Pp.

100. **El Alaoui El Fels M. A., Roques A. et Boumezzough A., 1999.** Les arthropodes liés aux galbules et aux graines du Genévrier thurifère, *Juniperus thurifera* L., dans les Atlas marocains, *Ecologia Mediterranea* 25 :95-110 Pp.
101. **El Alaoui El Fels M. A. et Roques A., 2006b.** Les arthropodes associés aux galbules et aux graines des genévriers autochtones dans la partie sud du bassin méditerranéen. *In: Proceedings 3rd International Conference on Juniperus thurifera*. Soria, Spain, 24- 27 mai 2006 : 437-446 Pp.
102. **Ellenberg ; 1956.** Aufgaben und methoden des végétations kunde-ulmer stuttgart, 136 p.
103. **Emberger L., 1930,** La végétation de la région Méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. *Rev. Géo. Bot.*, 42. 341-404 Pp.
104. **Emberger L., 1942.** Un projet de classification des climats du point de vue phytogéographique. *Bull. Sc. Hist. Nat. Toulouse* : 77, 97-124 Pp.
105. **Emberger L., 1960.** Traité de Botanique (Systématique). Tome II : Les Végétaux vasculaires. Ed. *Masson, PARIS* ,441-448 Pp.
106. **Escuerdo A. et Arco J.M., 1987.** Ecological significiance of the phenology of leaf abscission. *Oikos*, 49 (1), 11-14 Pp.
107. **Ferradous A., Bani-Aameur F. et Dupuis P., 1996.** Climat stationnel, phénologie et fructification de l'arganier (*Argania spinosa* L. Skeels) Actes Inst. Agron. Veto (Maroc) 1996, Vol. 17 (1): 51-60 Pp
108. **Farhi Y., 2014.** Structure et dynamique de l'avifaune des milieux steppiques présahariens et phoenicicoles des Ziban. Thèse. Doc. Univ. Biskra 155-159Pp.
109. **Faurie C., Ferra Ch., Medori P. et Devaux J., 1998.** Ecologie, Approche scientifique et pratique. 4<sup>e</sup> édition, Ed. Tec et Doc (Lavoisier), 339 p.
110. **Fennane M., 1982.** Analyse phytogéographique et phytoécologique des tetraclinaies marocaines. Thèse 3ème cycle Univ.Aix Marseille III.
111. **Fennane M., 1988.** *Phytosociologie des tetraclinaies marocaines*. *Bull. Inst. Sci. Rabat* 12: 99-148 Pp.
112. **Ferry C. et Frochot B., 1958.** Une méthode pour dénombrer les oiseaux nicheurs. *La Terre et la Vie* 105(2), 85-102 Pp.
113. **Fertin H., 2010.** État des lieux et évaluation de la dynamique des thuriféraies dans les Alpes françaises. Mémoire de fin d'études, Agro Paris Tech FIF/ ENGREF Nancy ; Conservatoire botanique national alpin, 103-115Pp.
114. **Fleurat-Lessard F. et Le Torc'h J.M., 2000.** Contrôle des insectes en post-récolte: hautes températures et atmosphères inertes. *In* : Vincent Ch., Panneton B. et Fleurat-Lessard F. (Eds.), *La lutte physique en phytoprotection*. Ed. INRA, Paris, 71-94 Pp.
115. **Floret C., Galan M.J., LE Floch E., Orhan G. et Romane F., 1990.** Grouith forms and phenomorphoiogy traits along an environmental gradient : tools for studing vegetation ? *Journal of vegetation science* 1, 71-80 Pp.
116. **Fontanel J.L., 1979.** Etude des influences climatiques sur les potentialités de la production forestière. Mémoire - INRA de Champenoux- Centre National de Recherches Forestières.89p.

117. **Fournier., 1989.** Etude d'échantillons commerciaux de Sabine: rameaux, feuilles et huiles essentielles. *Plantes Médicinales et Phytothérapie* 23 (3) : 169-179 Pp.
118. **Francoise K. et Joelle M., 1984.** Guide des Insectes. Hatier, 2ème Edition, Tchécoslovaquie.
119. **Frontier S., 1983.** Stratégies d'échantillonnage en écologie. Ed. Masson. Paris, 494 p.
120. **Galoux A., 1966.** *La variabilité génécologique du hêtre commun (Fagus silvatica L.) en Belgique.* Station de Recherches des Eaux et Forêts Groenendael - Hoeilaart. Travaux Série A, 11, 123 p.
121. **Galoux A., Schnock G. et Grulois J., 1967.** *La variabilité phénologique et les conditions climatiques.* Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique, 100, 309-314 Pp.
122. **García D., 1998.** Interaction between juniper *Juniperus communis* L. and its fruit insect pests: pest abundance, fruit characteristics and seed viability. *Acta Oecologica* 19: 517-525 Pp.
123. **García D., Zamora R., Gómez J.M. et Hódar J.A., 2002.** Annual variability in reproduction of *Juniperus communis* L. in a Mediterranean mountain: relationship to seed predation and weather. *Ecoscience* 9, 251-255 Pp.
124. **Gauquelin T., 1988.** Dynamique de la végétation et des formations superficielles dans les montagnes du bassin occidental de la Méditerranée: étude des formations à Genévrier thurifère et à xérophytes épineuses en coussinet des Atlas marocains. Thèse Doct. Etat, Univ. P. Sabatier, Toulouse: Tome I, 148 p.
125. **Gauquelin T., Idrissi Hassani M. et Lebreton P., 1988b.** Le Genévrier thurifère, *Juniperus thurifera* L. (Cupressacées) : Analyse biométrique et biochimique ; Propositions systématiques. *Ecologia Medit.*, XIV (3/4) : 31-42 Pp.
126. **Gauquelin T., Lebreton PH., 1998.** Systématique de *Juniperus thurifera* L.: le cas de la population pyrénéenne de la Montagne de Rié (Haute-Garonne, France). *J. Bot. Soc. bot. Fr.* 5, 105-109 Pp.
127. **Gauquelin T., Bertaudière V., Montes N. et Badri W., 1998a.** Cycle biogéochimique et hétérogénéité édaphique des groupements forestiers pré-steppiques à genévrier thurifère du Haut Atlas de Marrakech (Maroc). *Ecologie*, t.29 (1-2) : 177-180 Pp.
128. **Gauquelin T., Bertaudière V., Montes N., Savoie J.M. et Badri W., 1998.** Hétérogénéité fonctionnelle des groupements forestiers présteppiques à Genévrier thurifère des Atlas marocains. Actes du Colloque "Végétation et Sols de Montagne - Diversité, Fonctionnement et Evolution", Grenoble, 8p.
129. **Gauquelin T., Badri W., Bertaudière V. et Montes N., 1999b.** Le genévrier thurifère (*Juniperus thurifera* L.), un élément menacé de la biodiversité du bassin occidental de la méditerranée. Actes du Colloque « Etat de l'Environnement et Biodiversité des Ecosystèmes Terrestres ». 20-23 Avril 1999, Université Cadi Ayyad de Marrakech. Bulletin de l'Association Marocaine de Biodiversité.
130. **Gauquelin T., Bertaudière V., Montès N., Badri W. et Asmodé J.F., 1999.** Endangered stands of thuriferous juniper in the western Mediterranean basin: ecological status, conservation and management. *Biodiv. Cons.* 8: 1479-1498 Pp.

131. **Gausсен H., 1968.** Les Gymnospermes actuelles et fossiles ; Fascicule X : les Cupressacées. Centre National de la Recherche Scientifique, Faculté des Sciences de Toulouse, 327 p.
132. **Gegout J.C., 1995.** Étude des relations entre les ressources minérales du sol et la végétation forestière dans les Vosges. Thèse ENGREF, Univ. Nancy I, 215 p.
133. **Gehu. et Rivas-Martinez., 1981.** Notion fondamentale de phytosociologie Berichpe. Intern. Sym. Verein. Végétation. *Sk syntaxonomie Rinteln.* 1980, 5-33Pp .Vaduz.
134. **Gobat J.M, Aragno M. et Matthey W., 2010.** Le sol vivant, bases de pédologie – biologies des sols. 3ème édition revue et augmentée. ISBN. 52-61Pp.
135. **Goudiaby V. C. A., 1998.** Phénologie d'Acacia tortilis (Forsk) Hayne subsp. Raddiana (Savi) Brenan Var. Raddiana dans le Nord Ferlo au Sénégal. Mémoire de D.E.A., U.C.A.D., I.R.D. de Dakar, Sénégal, 60 p.
136. **Gounot M., 1969.** Méthodes d' étude quantitative de la végétation. Masson et Cie. Paris, 314 p.
137. **Gros, A., 1979.** Engrais, guide pratique de la fertilisation, 7 ème Ed : Maison Rustique, 553, p
138. **Grouzis M., 1993.** Phénologie de deux espèces ligneuses sahéliennes: aspects méthodologiques et influence des facteurs du milieu ». In Riedacker A., Dreyer E., Pafadman C., Joly H., Bory G., éd.: Physiologie des Arbres et Arbustes en zones arides et semi-arides, Paris, Groupe d'Étude de l'arbre, 145-153 Pp.
139. **Grouzis M. et Sicot M., 1980.** Une méthode d'étude phénologique de populations d'espèces ligneuses sahéliennes: influence de quelques facteurs écologiques ». In Le Houérou H. N., éd. : Les fourrages ligneux en Afrique: état actuel des connaissances, Addis-Abeba, CIPE, 231-237 Pp.
140. **Haddar L., 2007.** Analyse qualitative et quantitative de l'entomofaune du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) dans le Parc National de Chréa (Blida). Thèse Magister Sci. Agro., Inst. Nati. Agro., El-Harrach, 130 p.
141. **Hadjadj-Aouel S., 1988.** Contribution à l'analyse phytoécologique du Thuya de berbérie (*Tetraclinis articulata, Vahi, Master*) en Oranie. Thèse Magistere : Univ. Oran. 142 p
142. **Halitim A., 1988.** Sols des régions arides d'Algérie. Office des Publications Universitaires (OUP), Alger. 384 p.
143. **Haloui B., 1986.** Contribution à l'étude du milieu et de la végétation du bassin versant de l'oued Rhighaia (Haut Atlas de Marrakech). Thèse 3e cycle. Université Cadi Ayyad, Faculté des sciences, Marrakech, 123 p.
144. **Heim De Balsac H., 1936.** Bio écologie des mammifères et des oiseaux de l'Afrique du Nord. Ed. Les presses universitaires de France, Paris, 246 p.
145. **Heinzel H, Fitter R. et Parslow J., 1992.** Oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen Orient. Éd. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, 320 p.
146. **Heinzel H., Fitter R. et Parslow J., 2004.** Oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen Orient. (Nouvelle édit.). Ed. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, Paris, 384 p.
147. **Helgard R. 1984.** Les insectes. Ed. Solar, Paris. 286 p.

148. **Inoussa T.M., Ismaila T.I., Médard C.G. et Brice S., 2013.** Structure et composition floristique des forêts denses sèches des Monts Kouffé au Bénin. *Applied Biosciences* 64 :4788-4789 Pp.
149. **Isemann p. et Moali A., 2000.** Oiseaux d'Algérie/ Birds of Algeria. Ed. S.E.O.F., Paris, 336 p.
150. **Isemann P., Gaultier T., EL-hili A., Azafzaf H., Dlensi H. et Smart M., 2005.** Oiseaux de Tunisie. Société d'Etudes Ornithologiques de France. Paris, 300 p.
151. **Joachim J., 2004.** *Genévrier thurifère (Juniperus thurifera L.) et ornithochorie ; première approche dans les Pyrénées : la Montagne de Rié.* - Institut national de la recherche agronomique (INRA), Comportement et écologie de la faune sauvage (CEFS). 80 p.
152. **Kadi-Hanifi H., 2003.** Diversité biologique et phytogéographique des formations à *Stipa tenacissima* L. de l'Algérie. *Rev. Sèch.* 14 (3), 169-179 Pp.
153. **Khanfouci M.S., 2005.** Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération du cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica* M) dans le massif du Belezma. Thèse de Magister. Université El Hadj Lakhdar de Batna, 44p.
154. **Khelifi Lakhdar., 2013.** Nouvelles avancées dans la régénération du genévrier thurifère (*Juniperus thurifera*, L.) des Aurès (Algérie).
155. **Lamotte M. et Bourliere F., 1969.** Problèmes d'écologie – l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres. Ed. Masson et Cie. Paris, 303 p.
156. **Lamy M., 1999.** Les insectes et les hommes. Ed. Albin Michel, Paris, 96 p.
157. **Lathuillère L., 1994.** Le Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera* L.). Monographie. Etude de la Thuriféraie de St-Crépin. Le Genévrier thurifère dans le Sud-Est de la France. *Mémoire de fin d'études, ENGREF*, 80-143 Pp.
158. **Le bourgeois F. et Godfroy., 2005.** Analyse de la variabilité spatiale et temporelle et du déterminisme climatique de la phénologie des peuplements du Réseau National de Suivi à Long terme des Ecosystèmes Forestiers (RENECOFOR). Rapport interne, ENGREF, Nancy.56-83Pp.
159. **Le Bissonais Y., Singer M.J. et Bradford J.M., 1993.** Assesment of soil erodability : the relation ship between soil properties, erosion processus and susceptibility to erosion. Farm land erosion : In temp. Plants Environementand hillus, 87-96 Pp.
160. **Lecompte M., 1986.** Biogéographie de la montagne marocaine : Le Moyen Atlas Central. Mémoires et documents de géographie. Editions du CNRS. 202 p.
161. **Le Guellec G., 2010.** Insecte de Méditerranée Arachnides et Myriapodes, Edition de la Lesse, EDISUD, Provence.
162. **Le Houerou H.N., 1989.** Classification écoclimatique des zones arides (s.l.) de l'Afrique du Nord. *Ecologia Medeterranea*, XV (3-4) : 95-144 Pp.
163. **Le Houerou H.N., 1992.** An overview of vegetation and land degradation in world arid lands. International Center for Arid and Semi-Arid Land Studies, Texas Technical University, Lubback, 127-163 Pp.

164. **Le Houerou H.N., Claudin J. et Pouget M., 1977.** Etude bioclimatique des steppes Algériennes avec une carte bioclimatique au 1/1000.000. Bull. Soc. Hist. Afr. Nord, 36- 40 Pp.
165. **Lemoine-Sebastian C., 1968.** *L'inflorescence femelle des Junipereae* : ontogenèse, structure, phylogénèse. Travaux du Laboratoire Forestier de Toulouse, Faculté des Sciences, TOULOUSE, Tome 1, Volume VII, Article N°5, 456 p.
166. **Leraut P., 1992.** Les papillons dans leur milieu. Ed. Bordas, 256 p.
167. **Lestra L., 1921.** Contribution à l'étude du *Juniperus thurifera* var. gallica. Thèse doctorale, Université de Pharmacie de LYON, Ed. Guitard, TOULOUSE. 84 p.
168. **Linné C., 1753.** Species plantarum, exhibentes plantas rite cognitatas, ad genera relatas, cum Differentiis Specificis, Nominibus Trivialibus, Synonymis Selectis, Locis Natalibus, Secundum systema sexuale digestas. Stockholm, 1200 p.
169. **Lucas Santolaya j.A., 1998.** Gestion, aprovechamiento y desarrollo sostenible de las masas de enebro, jabinoo sabina albar (*Juniperus thurifera* L.) en Soria, *Montes*, n°52: 121-130.
170. **Magurran A. E., 1988.** Ecological diversity and its measurement. Princeton University press, Princeton, New Jersey, 179 p.
171. **Magurran A.E., 2004.** Measuring biological diversity. Ed. Wiley-Blackwell, 256 p.
172. **Maire R., 1926.** Principaux groupements végétaux d'Algérie. Station Centrale des Recherches en Ecologie Forestière C.N.R.E.F. ; I.N.R.A ; d'Algérie, 7p.
173. **Maire R., 1924.** Etudes sur la Végétation et la Flore du grand Atlas et du moyen Atlas marocains. Mémoires de la Société des Sciences Naturelles du Maroc, 7-22Pp.
174. **Maire R., 1926.** Principaux groupement de végétaux d'Algérie. Station Centrale de Recherche en Ecologie Forestière .C.N.R.E.F. I.N.R.A. D'Algérie, 7 p.
175. **Malaisse F., 1967.** Contribution à l'étude des hêtraies d'Europe occidentale. Note 6 : aperçu climatologique et phénologique relatif aux hêtraies situées sur l'axe Ardennes belges - Provence. 14erae Congrès I.U.F.R.O., Munich 1967, II, section 21, 325-334 Pp.
176. **Martin J.E.H., 1983.** Récolte, préparation et conservation des insectes, des acariens et des araignées. Les insectes et arachnides du Canada, partie 1. Institut de recherche iosystématique, Ottawa, 205p.
177. **Mathieu C., 1998.** Analyse physique des sols. Paris, 275p.
178. **Mazari G., 1995.** Etude faunistique de quelques stations du Parc National de Chréa. Thèse Magister Sci. Agro., Inst. Nati. Agro., El-Harrach, 165 p.
179. **Médail F. et Quézel P., 1999.** Biodiversity hotspots in the Mediterranean Basin. Setting global Conservation Priorities. *Conservation Biology* **13**: 1510-1513 Pp.
180. **Meddour R., 2010.** Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie : exemple des groupements forestiers et pré forestiers de la Kabylie Djurdjurenne. Thèse Doct., Univ. Mouloud Mammeri, Tizi Ouazou, 397 p.
181. **Meftah T., Belkassir M. et Temagoult O., 2001.** Etude d'Elevage et du Pastoralisme au sein du Parc National de Belezma (Genévrier Thurifère). Programme UCIN pour L'Afrique du Nord : L'Union

- Internationale pour la Conservation de la Nature Rue Mouverney 28.Ch.1196 Gland-Suisse et Agence Nationale pour la Conservation de la Nature BP.115. Jardin Botanique du Hamma-El-Annasser, 6-21 Pp.
182. **Mehenni M-T., 1994.** Recherches écologiques et biologiques sur les Coléoptères des Cédraies Algériennes.Thèse Doctorat Es. Sci. Nat. Univ. Sci. Tech. Houari Boumedienne, 239p.
183. **Menasri Ammar., 2014.** Etude de la diversité floristique des écosystèmes forestiers du massif forestier de Béni Melloul (Khenchela). Mém. Mag. Dep. Agro,Université d'El-Tarf, 115-132 p.
184. **Marshall S-A., Anderson R-S., Roughley R-E., Behan-Pelletier V. et Danks H-V., 1994.** Terrestrial Arthropod Biodiversity : Planning a Study and Recommended Sampling Techniques, A Brief Prepared by the biological Survey of Canada, 33p.
185. **Moali A., Moali-Grine N., Fellous A. et Isenmann P., 2003.** Expansion spatiale de la Tourterelle turque *Streptopelia decaocto* et présence dans les parcs urbains du Pigeon ramier *Columba palumbus* en Algérie. *Alda*, **71**, 371–374 Pp.
186. **Molinier R., 1934.** Etudes phytosociologiques et écologiques en Provence occidentale. Ann. Mus.-Hist. Nat. Marseille. 237 p.
187. **Montes N., 1999.** Potentialités, dynamique et gestion d'une formation arborée à genévrier thurifère (*Juniperus Thurifera* L.) Des atlas marocains: le cas de la vallée de l'Azzaden. Thèse de doctorat, université toulouse le mirail ; UFR Sciences-Economie-Société Département Géographie-Aménagement, 10-52 Pp.
188. **Mouna M., 1982.** Recherches écologiques sur le peuplement frondicoles des insectes du cèdre (*Cedrus atlantica* dans le moyen Atlas Marocain. Thèse de doctorat en écologie méditerranéenne, option zooécologie, 121 p.
189. **Nageleisen L-M., Bouget C. et Coord., 2009.** L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. Synthèse des réflexions menées par le groupe de travail « Inventaires Entomologiques en Forêt » (Inv. Ent. For.). Les Dossiers Forestiers n°19, Office National des Forêts, 144 p.
190. **Neuvonen S. et Niemelä P., 1983.** Species richness and fauna similarity of arboreal insects herbivores. *Oikos*, **40**, 451- 459 Pp.
191. **Nichane M., 2014.** Contribution à l'étude de l'entomofaune de quelques espèces résineuses de la région des Traras Occidentaux (W. Tlemcen).Mem. Mag. For. Univ. Tlemcen, 110 p.
192. **Nouari. A, 2002.** Effet du froid sur le comportement de quelques espèces ligneuses dans la région de Constantine. p 51.
193. **Olivier L., Muracciole M. et Ruderon J.p., 1995.** Premier bilan sur la flore des îles de la Méditerranée. Etat des connaissances et observations diagnostics et proposition relatifs aux flores insulaires de méditerranée par les participants au colloque d'Ajaccio. Corse. France (5-8 Octobre, 1993) à l'occasion des débats et conclusions, 356-358p.

194. **Ortiz P.L., Arista M. et Talavera S., 1998.** Low Reproductive Success in Two Subspecies of *Juniperus oxycedrus* L. *J. Plant. Sci.* 159, 843-847 Pp.
195. **Ouhammou A., 1986.** Recherches sur l'étagement de la végétation dans le bassin versant de l'Oued Ourika (Haut Atlas, Maroc).Thèse 3° cycle, UCA, FSS Marrakech, 181p.
196. **Ouhammou A., 1992.** La thuriféraie du bassin de l'Azzaden, un écosystème forestier montagnard, *Actes des Premières Journées de l'Arbre, Fac. Sci. Semlalia,*: 159 p.
197. **Ouhammou A., Muller S. et M'hirit O., 1996.** Impact des activités pastorales sur la biodiversité floristique dans une thuriféraie limitrophe du Parc national de Toubkal, Haut-Atlas de Marrakech, Maroc. *Acta bot. Gallica*, 143 (4/5): 393-401Pp.
198. **Ouhmidou R., Alifriqui M., Haloui B., Ouhammou A. et Peyre C., 1994.** Impact des activités pastorales sur la biodiversité floristique dans une thuriféraie limitrophe du Parc national de Toubkal, Haut-Atlas de Marrakech, Maroc. *Acta bot. Gallica*, 143 (4/5): 393-401Pp.
199. **Ozenda P., 1954.** Observation sur la végétation d'une région semi-aride. Les Hauts plateaux du Sud algérien. *Pub. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 224-244 Pp.
200. **Ozenda P., 1977.** *Flore du Sahara* 2° Ed. CNRS, Paris, 622 p.
201. **Panini T. et Amandier L., 2005.** Climats pluviométriques et thermiques en région Provence- Alpes - Côte d'Azur. Analyse des données météorologique 1961-1996 et cartographie par système d'information géographique. *Forêts Méd. XXVI* : 4, 299-308 Pp.
202. **Parde J.M., 2000.** Impact du pastoralisme sur le Genévrier thurifère - Expérience de pâturage par des chèvres pyrénéennes à la montagne de Rié (Marignac, Pyrénées centrales). Dans : *Le Genévrier thurifère (Juniperus thurifera L.) dans le bassin occidental de la Méditerranée : systématique, écologie, dynamique et gestion, Actes du colloque international de Marignac, 26-27 septembre 1997* / T. GAUQUELIN, J.-F. ASMODE, G. LARGIER éd. - Paris : Office national des forêts, 240-246 Pp.
203. **Parmentier L., Stevart T et Hardy O. J., 2005.** The inselberg flora of atlantic Central Africa. Dererminants of species assemblages. *Journal of biogéography*, 32 : 685-690 Pp.
204. **Perrier R., 1961.** La faune de la France. Tome V : Les Coléoptères 2e Partie. Ed. Lib. Delagrave, Paris. 230 p.
205. **Perrier R., 1963.** La faune de la France. Tome VIII : Les Diptères. Ed. Lib. Delagrave, Paris. 216 p.
206. **Perrier R., 1964.** La faune de la France. Tome VI : Les Coléoptères 1ère Partie. Ed. Lib. Delagrave, Paris. 192 p.
207. **Peyre C., 1979.** Recherche sur l'étagement de la végétation dans le massif du Bou-Iblane (Moyen Atlas Oriental, Maroc). Thèse de 3ème cycle, Univ. Econ. Sci. Aix Marseille III, St Jérôme, 149p.
208. **Quézel P. et Barbero M., 1981.** Contribution à l'étude des formations pré-steppiques à genévriers au Maroc. *Bull. Soc. Broteriana* 2: 1137-1160 Pp.
209. **Quézel P. et Barbero M., 1990.** Les forêts méditerranéennes. Problèmes posés par leur signification historique, écologique et leur conservation. *Acta Bot. Malacitana*, 15, 145-178Pp.
210. **Gros, A., 1979.** Engrais, guide pratique de la fertilisation, 7 ème Ed : Maison Rustique, 553, p

211. **Quézel P., 1991.** Structure de végétation et flore en Afrique du Nord, leurs incidences sur les problèmes de conservation. Actes Editions, 19-32 Pp.
212. **Quézel P., 1999.** Biodiversité végétale des forêts méditerranéennes, son évolution éventuelle d'ici à trente ans. Forêt méditerranéenne XX, 3-8 Pp.
213. **Quézel P. et Médail F., 2003.** Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Paris, Elsevier, collection « Environnement », 573p.
214. **Quézel P. et Santa S., 1962-1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris. C. N. R. S. Vol 2, 1170 p.
215. **Quézel P., 1957.** Peuplement végétal des Hautes Montagnes de l'Afrique du Nord. Le Chevalier éd., Paris, 463p.
216. **Quézel P., 1983.** Flore et végétation de l'Afrique du Nord, leur signification en fonction de l'origine, de l'évolution et des migrations des flores et structures de végétation passées-Bothalia, 14, 411-416 Pp.
217. **Ramade F., 1984.** Eléments d'écologie : Ecologie fondamentale. Ed. Mc. Graw-Hill, Paris, 397-576 Pp.
218. **Ramade F., 2003.** Elément d'écologie, écologie fondamentale, 3ème édition, 7-63 Pp.
219. **Ramade F., 2003.** Eléments d'écologie : Ecologie fondamentale. 3ème Edition Dunod, Paris, 690p.
220. **Rameau J.C., Manson D. et Dumé G., 1993.** Flore Forestière Française (Guide écologique illustré), Tome 2 : Montagnes. Ed. Inst. Pour le Développement Forestier, Paris et Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, Nancy, 241p
221. **Rankiaer C., 1907.** The life forms of plants and their bearing on geography. Claredon. Press. Oxford (1934).
222. **Rankiaer C., 1904.** Biological types with reference to the adaptation of plants to survive the unfavorable season. In Rankiaer, 1934, 1-2 Pp.
223. **Rankiaer C., 1934.** Biological types with reference to the adaptation of plants to survive the unfavourable season. In Rankiaer, 1-2 Pp
224. **Rieu M. et Chevery C., 1976.** Mise au point bibliographique sur quelques recherches récentes en matière de sols salés. Cah. O.R.S.T.O.M. Sér. *Pédologie*. XIV. N°1, 39-49 Pp.
225. **Ricklefs R.E. et Miller G.L., 2005.** Ecologie. Ed. De Boeck et Larcier, Bruxelles, 821 p.
226. **Rivas-Martinez S., 1975.** La végétation de la classe Quercetea ilicis en España et Portugal. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles* 31, (2), 205 -235 Pp.
227. **Romane F., 1987.** Efficacité de la distribution des formes de croissance pour l'analyse de la végétation à l'échelle régionale. Thèse. Doct. Es. Sc. Marseille, vocabulaire Inst. Dével. Forest. Minist. Agr. Direction des forêts ,243p.
228. **Root R. B., 1967.** The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. *Ecological Monographs*. 37 : 317-350 Pp.

229. **Roques A., Dumus J.P. et Gaussard F., 1984.** La colonisation des cônes et galbules des genévriers méditerranéens par les insectes et acariens et son influence sur les possibilités de régénération naturelle de ces essences. *Ecologia Mediterranea*, 10 : 158-169 Pp.
230. **Ruiz Del Castillo J., Fernandez-Galiano E. et Garcia-Valdecantos J.L., 1999.** Productores optimos de estaquilla de *Juniperus thurifera* para la reproduccion agamica. *Actes du colloque "Genévrier thurifère", 26 et 27 septembre 1997, Marignac (Haute-Garonne). Les Dossiers Forestiers, publications de l'ONF.*
231. **Ruiz de la Torre J., 2006.** Flora Mayor. Organismo Autónomo Parques nacionales. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 1 756 p.
232. **Runeberg J., 1960.** The chemistry of the natural order Cupressales ; XXIX Heartwood constituents of *Juniperus thurifera* L. *Acta chemica scandinavica*, 14 (9) : 1985-1990 Pp.
- Sauvage C.H., 1963.** Etage bioclimatiques. Notice et carte au 1/ 2.000.000. Atlas du Maroc Sect. II, PI.6B Comité géographique. Maroc, 44 p.
233. **Schowalter T.D. et Lowman M.D., 1999.** Forest herbivory : insects. In Walker L.R. (Eds), *Ecosystems of disturbed ground.* Elsevier, 253-269 Pp.
234. **Schowalter T.D., Hargrove W.W. et Crossley D.A., 1986.** Herbivory in forested ecosystems. *Annual Review of Entomology*, 31, 177-196 Pp.
235. **Sebastian C. L., 1958.** Essais de germination de quatre espèces du genre *Juniperus*. Bulletin de la Société des Sciences Naturelles et Physiques du Maroc, 115-122 Pp.
236. **Seigue A., 1985.** La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes, éditions Maisonneuve et la rose, deuxième version, Paris, 215-221 Pp.
237. **Seltzer P., 1946.** Le climat de l'Algérie, Recueil de données météo. Institut de Technologie Agricole, Mostaganem (Algérie), 142p.
238. **Stewart P., 1969.** Quotient pluviothermique et dégradation biosphérique. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.59 : 23-36 Pp.
239. **Stichmann W et Stichmann-Marny U., 2006.** Guide Vigot de la flore d'Europe, Edition Vigot, Paris.
240. **Tabet S., 2008.** Le changement climatique en Algérie orientale et ses conséquences sur la végétation forestière Mémoire de Magister en écologie végétale. Département de biologie et d'écologie. Constantine. 123p.
241. **Temagoult O., 1988.** Inventaire et répartition du Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera* L). Mémoire Ing. I.N.E.S Agronomie. BATNA, 61 P.
242. **Terrab A., Schonswetter P., Talavera S., Vela E. et Stuessy T.F., 2008.** Range-wide phylogeography of *Juniperus thurifera* L., a presumptive keystone species of western mediterranean vegetation during cold stages of the Pleistocene. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 48: 94-102Pp.
243. **Thienneman A., 1932.** Grundzüge einer allgemeinen Ökologie. Arch. *Hydrob*, 35, 267- 285 Pp.

244. **Tilman D., 1997.** *The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes.* *Science.* 277: 1300- 1302.
245. **Véla E., Benhouhou S., 2007.** Évaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le Bassin méditerranéen (Afrique du Nord) science directe C. R. *Biologies* 330 (2007) 589–605.
246. **Vela E., Rebbas K., Meddour R. et De Bélaïr G., 2013.** Note sur quelques xénophytes nouveaux pour l'Algérie (et la Tunisie). Addenda – Notes Xénophytes – Index synonymique de la flore d'Afrique du Nord in Dobignard et Chatelain (Vol 5): 372-376Pp.
247. **Vernier M., Burnel L. et Teissier du Cros E., 1996.** Hêtre. Choix du matériel forestier de reproduction. Bilan à 15 ans d'une partie du réseau comparatif de provenances de l'INRA. *Forêt-entreprise*, 111, 57-60 Pp.
248. **Villar L., 2013.** Le Genévrier thurifère, vieil arbre compagnon de l'homme en Méditerranée occidentale. Véase este mismo volumen. *ecologia mediterranea 2* -Vol. 39 (1), 4-7 Pp.
249. **Villiers A., 1979.** Initiation à l'entomologie. Anatomie, Biologie et Classification. Ed. Boubée et Cie, Paris, 324 p.
250. **Voous K.H., 1960.** Atlas of European Birds. Ed Nelson, London.
251. **Walter H. et Lieth H., 1960.** Klimadiagram weltathas. Jena. In *Ecolo Medit.* Tome XVIII 1992, 10-23 Pp.
252. **Widmann M., 1950.** Le Genévrier thurifère dans les Hautes-Alpes. *Revue de Géographie Alpine* ; 493-508 Pp.
253. **Zahradnik S., 1988.** Guide des insectes. Ed. Hatier, Prague, 318 p.
254. **Zereg S., 2011.** Diagnostique écologique, mise en valeur et conservation des juniperaies de *Juniperus phoenicea* de la région de Djerma (Nord-est de parc national de Belezma). *Mém. Mag. Dep. Agro.* Batna, 104-113 Pp.

**Sites web consultés**

Site Web 1: [Lamaisondazaz.wordpress.com](http://Lamaisondazaz.wordpress.com).

**Annexe1:** Liste des espèces végétales codifiées, rencontrées dans les thuriféraires des Aurès (Nirdi) suivant le recouvrement moyen

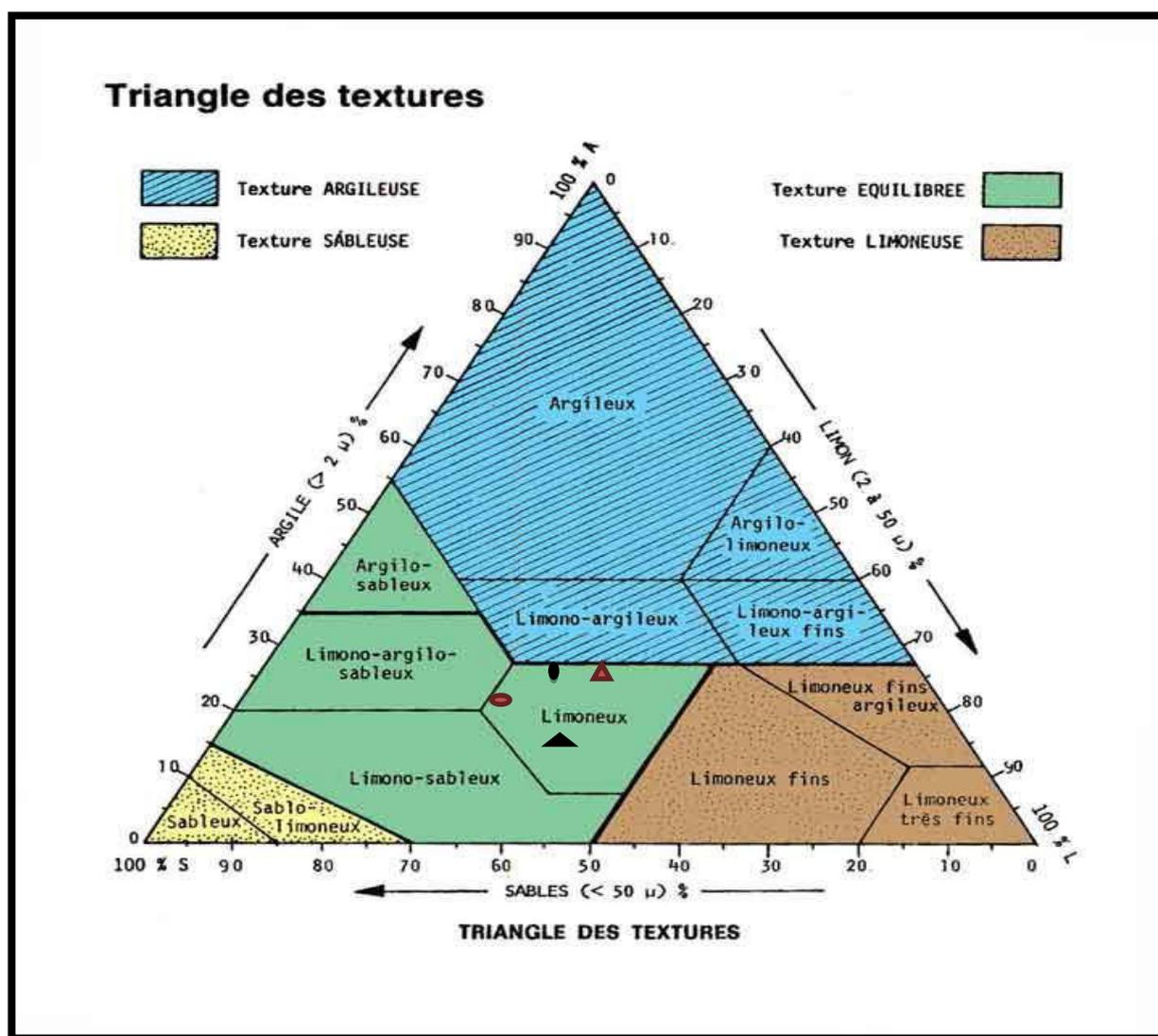
Espèces	Familles	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Codes
<i>Eryngium compestre</i>	Apiaceae	2	0	0	3	0	2	0	3	3	2	Ap 1
<i>Buplerum spinosum</i> L	Apiaceae	4	0	0	0	3	2	3	3	3	3	Ap 2
<i>Thapsia garganica</i>	Apiaceae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ap 3
<i>Centaurea pullata</i>	Asteraceae	2	2	3	0	4	3	0	2	2	2	As 1
<i>Artemisia compestris</i>	Asteraceae	4	4	3	4	5	4	3	3	3	0	As 2
<i>Hertia cheirifolia</i>	Asteraceae	4	4	4	0	4	0	0	r	0	0	As 3
<i>Atracylis cancellata</i> L	Asteraceae	0	2	0	0	0	2	2	0	3	0	As 4
<i>Berberis hispanica</i>	Berberidaceae	r	0	r	0	r	0	2	0	0	0	Be
<i>Alkana tinctoria</i>	Boraginaceae	r	3	0	3	0	r	r	0	0	0	Bo
<i>Dianthys caryophyllus</i>	Caryophyllaceae	3	0	0	3	0	0	3	3	0	0	Ca 1
<i>Paronychia argentea</i>	Caryophyllaceae	r	r	3	0	r	0	r	0	3	r	Ca 2
<i>Helianthemum cinerum</i>	Citaceae	0	2	2	3	0	0	0	0	0	0	Ci
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Cupressaceae	3	r	3	0	0	3	2	r	r	r	Cu 1
<i>Juniperus thurifera</i>	Cupressaceae	3	2	2	3	2	3	2	2	3	2	Cu 2
<i>Ephedra major</i> host	Ephèdraceae	r	2	0	2	r	0	2	0	0	r	Ep
<i>Euphorbia nicaeensis</i>	Euphorbiaceae	2	0	4	3	2	2	3	0	0	0	Eu
<i>Medicago lupulina</i> L	Fabaceae	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	Fa 1
<i>Astragalus armatus</i>	Fabaceae	4	4	4	4	4	4	5	4	4	0	Fa 2
<i>Erinacea anthylis</i>	Fabaceae	0	0	3	0	r	0	4	4	3	0	Fa 3
<i>Globularia alypum</i>	Globulariaceae	4	3	0	3	0	3	0	3	0	0	Gl
<i>Marrubium vulgare</i>	Lamiaceae	0	0	3	0	3	0	2	0	0	0	La 1
<i>Teucrium chamaedrys</i> L	Lamiaceae	0	3	r	0	2	0	3	0	0	0	La 2
<i>Thymus ciliata</i>	Lamiaceae	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	La 3
<i>Asphodeline lutea</i>	Liliaceae	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	Li
<i>Aegilops triuncialis</i>	Poaceae	2	0	r	3	0	3	r	3	3	0	Po 1
<i>Ampelodesma mauritanicus</i>	Poaceae	2	3	0	2	2	0	0	3	0	0	Po 2
<i>Avena sterilis</i> L	Poaceae	3	3	0	3	0	3	0	3	0	0	Po 3
<i>Anagallis monelli</i>	Primulaceae	0	0	0	4	0	0	4	0	0	0	Pr
<i>Ranunculus millefoliatus</i>	Renonculacées	0	r	0	2	0	0	0	r	r	r	Re
<i>Galium</i> sp	Rubiaceae	2	2	3	0	3	0	0	0	0	0	Ru
<i>Seellagenilla</i> sp	Sellagenillaceae	2	0	2	2	2	0	0	0	0	0	Se
<i>Daphne gnidium</i>	Tyméliaceae	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	Ty

**Annexe 2:** Liste des espèces végétales codifiées, rencontrées dans les thuriféraires des Aurès (Zana) suivant le recouvrement moyen

Espèces	Familles	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	code
<i>Thapsia garganica</i>	Apiaceae	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	Ap1
<i>Buplerum spinosum</i> L	Apiaceae	4	4	4	4	4	4	3	0	4	4	Ap2
<i>Eryngium compestre</i>	Apiaceae	2	4	0	0	0	0	0	2	2	4	Ap3
<i>Eringium triquetrum</i>	Apiaceae	4	4	0	3	0	0	3	3	0	0	Ap4
<i>Centaurea pullata</i>	Asteraceae	3	3	3	3	3	4	0	4	4	0	As1
<i>Atracyllis cancellata</i> L	Asteraceae	0	0	4	0	R	0	0	4	0	4	As2
<i>Artemisia compestris</i>	Asteraceae	3	3	2	3	3	0	0	3	4	4	As3
<i>Ranunculus millefoliatus</i>	Asteraceae	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	As4
<i>Carduus nutans</i>	Asteraceae	0	2	0	2	3	2	2	0	0	0	As5
<i>Scolymus hispanicus</i>	Asteraceae	2	2	0	0	0	0	0	3	2	0	As6
<i>Cardunallus pinatus</i>	Asteraceae	0	0	0	0	3	3	3	0	0	0	As7
<i>Hertia cheirifolia</i>	Asteraceae	3	3	0	0	4	4	4	0	0	0	As8
<i>Berberis hispanica</i>	Berberidaceae	R	2	R	2	0	0	0	0	0	0	Be
<i>Alkana tinctoria</i>	Boraginaceae	0	0	3	3	3	0	0	0	0	0	Bo
<i>Dianthus caryophyllus</i>	Caryophyllaceae	2	2	4	3	0	0	0	0	0	0	Ca
<i>Helianthemum cinerum</i>	Citaceae	0	2	0	0	3	2	0	2	0	0	Ci
<i>Convolvulus cantabrica</i>	Convulvaceae	0	0	R	3	3	3	3	0	2	0	Co
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Cupressaceae	2	2	2	2	0	2	R	0	R	0	Cu1
<i>Juniperus thurifera</i>	Cupressaceae	3	2	3	3	3	4	2	3	3	3	Cu2
<i>Ephedra major</i> host	Ephèdraceae	0	3	0	0	0	0	0	3	0	3	Ep
<i>Euphorbia nicaeensis</i>	Euphorbiaceae	2	0	2	3	3	3	3	3	0	0	Eu
<i>Anthyllis vulneraria</i>	Fabaceae	2	2	2	0	2	2	0	2	0	0	Fa1
<i>Ononis natrix</i>	Fabaceae	4	2	R	3	0	0	3	R	0	2	Fa2
<i>Lotus carniculatus</i> L	Fabaceae	0	3	0	0	3	3	0	0	0	0	Fa3
<i>Astragalus armatus</i>	Fabaceae	3	3	3	3	4	3	3	0	3	4	Fa4
<i>Medicago lupulina</i> L	Fabaceae	0	2	0	R	0	0	R	0	R	0	fa5
<i>Globularia alypum</i>	Globulariaceae	3	3	0	0	3	0	4	4	4	4	Gl
<i>Salvia verbenaca</i>	Lamiaceae	2	2	R	0	3	0	0	0	3	R	La1
<i>Thymus ciliatus</i>	Lamiaceae	0	0	3	2	3	3	3	3	4	4	La2
<i>Teucrium chamaedrys</i> L	Lamiaceae	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	La3
<i>Allium roseum</i>	Liliaceae	0	0	0	3	3	0	2	2	2	0	Li1
<i>Asphodeline lutea</i>	Liliaceae	3	0	3	3	4	4	4	4	2	0	Li2
<i>Malva sylvestris</i>	Malvaceae	R	R	0	2	3	2	2	R	0	0	Ma
<i>Plantago albicans</i>	Plantagenaceae	R	R	0	3	2	R	0	R	4	R	Pl
<i>Avena sterilis</i> L	Poaceae	2	2	3	2	3	3	5	3	2	2	Po
<i>Bromus rubens</i>	Poaceae	2	R	2	0	0	R	0	R	0	0	Po
<i>Stipa tenacissima</i> L	Poaceae	4	0	4	0	5	4	0	3	0	4	Po
<i>Ampelodesma mauritanicus</i>	Poaceae	3	3	0	0	2	3	0	0	3	0	Po
<i>Anagallis arvensis</i>	Primulaceae	0	0	3	0	5	0	0	0	0	0	Pr

<i>Rhamnus alaternus</i>	<i>Rhamnaceae</i>	0	0	0	0	3	0	0	4	0	5	Rh
<i>Rosa sempervirens</i>	<i>Rosaceae</i>	R	3	R	2	2	3	0	R	R	R	Ro
<i>Seellagenilla sp</i>	<i>Sellagenillaceae</i>	R	2	2	R	0	2	0	2	0	3	Se
<i>Daphne gnidium</i>	<i>Tyméliaceae</i>	2	2	R	0	2	2	0	0	R	0	Ty

**Annexe 3 :** Projection des sols analysés dans les deux stations d'étude sur le triangle texturale des sols



Zana { ● Printemps  
 ▲ Hiver

Nirdi { ● Printemps  
 ▲ Hiver

## Résumé

Dans les Aurès, le Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera*) occupe une place privilégiée par leur grande valeur patrimoniale, environnementale et socioéconomique mais, considéré comme espèce menacée, vulnérable, en régression et peut devenir rare. La surexploitation doublée d'une absence quasi-totale de régénération sont, entre autres responsables de cette régression. Dans ce travail qui a été mené durant toute une année allant de Janvier 2015 à Janvier 2016, nous avons pu dresser un bilan écologique en essayant de déterminer les conditions climatiques, édaphiques, et d'autre part enrichir les connaissances existantes sur la biodiversité floristique et faunistique et contribuer à suivre les stades phénologiques du Genévrier thurifère. En effet, nous avons déterminé le type de substrat et les caractéristiques physicochimiques du sol. Pour la caractérisation phénologique, trois phénophases ont été décrites dans cette étude. Il s'agit de la feuillaison, floraison et fructification. Pour les thuriferaies, la floraison qui présente un certain décalage par rapport à la feuillaison, s'échelonne sur presque toute la saison humide (Automne – Printemps), la fructification couvre la période entre fin Avril et Octobre, la maturité des galbules demande un peu plus de 18 mois. Les inventaires de la flore et de la faune ont révélé l'existence de 51 espèces végétales et 142 espèces animales (110 invertébrés, 32 oiseaux). Les statuts bioécologiques (fauniques, trophiques, phénologiques et de protection) sont attribués aux espèces faunistiques inventoriées. Cette approche vise à mettre en valeur les ressources biologiques de la Thuriféraie, dans la perspective de déboucher sur des orientations et recommandations de conservation et de gestion des espèces et de leurs habitats dans une prospection d'un développement durable.

**Mots clés :** *Juniperus thurifera*, biodiversité, faune, flore, conservation, bilan écologique, stades phénologiques.

## ملخص

في الأوراس، العرعار الباخوري (أيوال، أزرنزا) يحتل مكانة مهمة بفضل قيمته التراثية والمحيطية والاقتصادية الاجتماعية إلا أنه يعتبر كصنف مهدد، حساس، بإمكانه ان يصبح نادرا. الاستغلال المفرط مع الغياب شبه كلي للتجديد وإعادة الانبات من أسباب التراجع التسلسلي لهذا الصنف. في هذا العمل الذي امتد مدة سنة من جانفي 2015 الى جانفي 2016 من التقييم البيئي للعناصر الحيوية واللاحوية لهذه المنطقة استطعنا أن ننصب حوصلة إيكولوجية لهذا النوع المنظوماتي الغابي محاولين من جهة تحديد العوامل المناخية والبنية التركيبية ومن جهة أخرى إثراء المعارف القائمة على التنوع البيولوجي في عدة نماذج بيولوجية النباتية منها والحيوانية، وكذلك بمساهمتنا في متابعة مختلف المراحل الفينولوجية للعرعار الباخوري (*Juniperus thurifera*). تمكنا من تحديد القوام و الخصائص الفيزيوكيميائية للتربة. فيما يخص الدراسة الفينولوجية تطرقنا الى ثلاث مراحل (التوريق، الإزهار و الاثمار)، بالنسبة للعرعار الباخوري يوجد فارق بين مرحلة التوريق و الازهار حيث ان فترة الازهار تشمل معظم موسم الامطار (الخريف-الربيع) و فترة الاثمار تمتد ما بين نهاية افريل و اكتوبر و نضج الثمار يتطلب اكثر من 18 شهرا. جرد الحيوانات والنباتات كشف عن وجود 51 نوع نباتي و142 نوع حيواني (110 نوع من اللافقاريات، 32 نوع من الطيور). تم تعيين الحالة الحيوية البيئية (الحياة البرية، التغذية، الفينولوجية والحماية) للأصناف الحيوانية التي تم جردها. هذا البحث ساعد على تسليط الضوء على الموارد البيولوجية وتحديد قيمتها البيئية بهدف تقديم توجيهات واقتراحات تسمح بتحسين التسيير والمحافظة على الأصناف في إطار التنمية المستدامة.

**الكلمات المفتاحية:** العرعار الباخوري، التنوع البيولوجي، الحيوان، المحافظة النبات، حوصلة إيكولوجية، المراحل الفينولوجية.

## Abstract

In the Aurès, the thuriferous juniper (*Juniperus thurifera*) occupies a privileged place because of their great patrimonial, environmental and socio-economic value, but considered threatened, vulnerable, in regression and can become rare. Overexploitation, coupled with a near total absence of regeneration, is among others responsible for this regression. In this work which was carried out during a whole year from January 2015 to January 2016, we were able to draw up an ecological balance by trying to specify the climatic and edaphic conditions and, on the other hand, to enrich the existing knowledge on floristic biodiversity and Fauna and help to follow the phenological stages of Juniper Thurifera. Indeed, we have determined the type of substrate and the physicochemical characteristics of the soil. For phenological characterization, three phenophases were described in this study. These are the foliage, flowering and fruiting. For thuriferae, flowering, which differs from the foliage, is spread over most of the wet season (autumn - spring), fructification covers the period between the end of April and October, the maturity of the galbules More than 18 months. Inventories of flora and fauna revealed the existence of 51 plant species and 142 animal species (110 invertebrates, 32 birds). The bioecological statuses (faunistic, trophic, phenological and protection) are attributed to the inventoried faunistic species. This approach aims to develop the biological resources of Thuriferaia with a view to providing guidelines and recommendations for the conservation and management of species and their habitats in a prospect for sustainable development.

**Key words:** *Juniperus thurifera*, biodiversity, fauna, flora, conservation, ecological balance, phenological stages

