Sommaire

Introduction générale 1

Chapitre I : Présentation du milieu d'étude : Monts des Traras Occidentaux

1. Milieu physique 4

1.1. Localisation géographique 4

1.2. Topographie 5

1.3. Hydrographie 5

1.4. Géologie 6

1.5. Pédologie 6

2. Risques naturels 7

2.1. Erosions 7

2.2. Incendies des forêts 7

3. Climatologie 8

3.1. Facteurs climatiques 9

3. 1. 1. Les précipitations 9

3. 1. 2. Les températures 10

3.1.3. Humidité relative 14

3.1.4. Vents 15

4. Synthèse climatique 15

4.1. Amplitude thermique moyenne et indice de continentalité 16

4.2. Etage altitudinale de végétation 16

4.3. Indice de sécheresse estivale 17

4.4. Diagramme ombrothermique 17

4.5. Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger 18

5. La végétation 21

Chapitre II : Considérations générales sur le Cyprès vert

1. Historique et origine 22

2. Taxonomie 23

3. Caractéristiques botaniques 23

4. Caractéristiques écologiques 26
5. Associations végétales 26
6. Régénération 26
7. Opérations sylvicoles 26
8. Aménagement 27
9. Aire de répartition 27
10. Importance économique 28
Chapitre III : Problème du dépérissement
1. Concepts de dépérissement 30
2. Définitions et terminologie 32
3. Hypothèses relatives au dépérissement des forêts 33
3. 1. Hypothèse de l'acidification des écosystèmes 33
3. 2. Hypothèse du rôle de l'ozone 33
3. 3. Hypothèse d'une alimentation azotée déséquilibrée 33
3. 4. Hypothèse de l'interaction « climat – parasites – pollution atmosphérique » 33
4. Facteurs impliqués dans le dépérissement forestier 34
5. Types de dépérissement 36
6. Symptômes du dépérissement 36
7. Le dépérissement forestier dans le monde 37
8. Le dépérissement forestier en Algérie 39
9. Complexité de l'étude du dépérissement forestier 39
10. Conclusion 40
Chapitre IV : Matériels et méthodes
1. Installation des placettes 41
2. Forme et taille des placettes 42
3. Récolte de données 43
3. 1. Données stationnelles 45
3. 2. Données dendrométriques 47
4. 3. Données sanitaires 51

3. 3. 1. Diagnostic visuel 51
3. 3. 2. Méthodes de piégeage d'insectes 53
3. 3. 2. 1. Prélèvement de rameaux feuillés 54
3. 3. 2. 2. Prélèvement de cônes 54
3. 3. 2. 3. Piège vitre 55
3. 3. 2. 4. Arbres piège 58
4. Traitement de données stationnelles et dendrométriques 62
4. 1. Caractérisation individuelle des tiges du Cyprès 62
4. 1. 1. Caractérisation qualitative des tiges 62
4. 1. 2. Caractérisation dendrométrique des tiges 62
4. 2. Caractérisation des peuplements échantillonnés 63
4. 2. 1. Stratification des facteurs stationnels 63
4. 2. 2. Caractérisation dendrométrique du peuplement 63
4. 2. 3. Variabilité de la structure des peuplements en relation avec les facteurs stationnels 64
4. 2. 4. Projection verticale et horizontale des tiges à l'intérieur des peuplements 64
4. 2. 5. Caractérisation sanitaire 64
4. 2. 5. 1. Taux de dépérissement 64
4. 2. 5. 2. Indice sanitaire 65
5. Traitement des données entomologiques 65
5. 1. Indices écologiques 66
5. 1. 1. Fréquence d'occurrence 66
5. 1. 2. L'abondance relative 66
5. 1. 3. La densité 66
5. 1. 4. Indice de diversité de Shannon Weaver 67
5. 1. 5. Equitabilité 67
5. 2. Analyse factorielle des correspondances (A. F. C) 67
5. 3. Evaluation de l'importance des dégâts causés par les insectes 68
5. 3. 1. Fréquence d'attaque 68

5. 3. 2. Densité d'attaque globale 68
5. 3. 3. Surface d'attaque d'une espèce 68
5. 3. 4. Indice d'intensité d'infestation 68
Chapitre V : Résultats et discussion
1. Description des tiges 69
1. 1. Caractérisation qualitative des tiges du Cyprès vert 69
1. 1. 1. Forme des tiges 69
1. 1. 2. Elagage naturel des tiges 71
1. 1. 3. Production de cônes (fructification) 71
1. 1. 4. Extension du houppier 72
1. 2. Caractérisation dendrométrique des tiges du Cyprès vert 73
1. 2. 1. Circonférence à 1. 30 m 74
1. 2. 2. Hauteur totale 76
1. 2. 3. Longueur des futs 78
1. 2. 4. Surface terrière 79
1. 2. 5. Surface du houppier 80
1. 2. 6. Volume du houppier 81
1. 3. Caractérisation symptomatologique du dépérissement du Cyprès vert 82
1. 3. 1. Symptomatologie architecturale du dépérissement du Cyprès vert 83
1. 3. 2. Description symptomatologique du dépérissement du Cyprès vert 89
1. 3. 3. Vitesse du dépérissement 96
1. 3. 4. Importance du dépérissement 99
2. Description des peuplements 99
2. 1. Caractérisation stationnelle 100
2. 1. 1. Topographie 100
2. 1. 2. Altitude 100
2. 1. 3. Exposition 101
2. 1. 4. Pente 102
2. 1. 5. Profondeur du sol 103

2. 1. 6. pH superficiel du sol 104
2. 2. Structure forestière des peuplements 105
2. 3. Caractérisation dendrométrique du peuplement de Cyprès 107
2. 3. 1. Densité totale des peuplements de Cyprès vert 107
2. 3. 2. Circonférence moyenne 108
2. 3. 3. Circonférence dominante 109
2. 3. 4. Catégories de diamètres 110
2. 3. 5. Hauteur total moyenne 111
2. 3. 6. Hauteur dominante 112
2. 3. 7. Facteurs d'élancement ou de stabilité 113
2. 3. 8. Surface terrière totale 113
2. 3. 9. Surface moyenne des houppiers 114
2. 3. 10. Volume moyen des houppiers 115
2. 4. Variabilité de la structure des peuplements en relation avec les facteurs stationnels 116
2. 4. 1. Densité totale du Cyprès 117
2. 4. 2. Circonférence moyenne du Cyprès 117
2. 4. 3. Circonférence dominante du Cyprès 118
2. 4. 4. Hauteur totale moyenne du Cyprès 118
2. 4. 5. Hauteur dominante du Cyprès 119
2. 4. 6. Surface terrière totale du Cyprès 119
2. 4. 7. Surface moyenne du houppier du Cyprès 120
2. 4. 8. Volume moyen du houppier du Cyprès 120
2. 5. Sociabilité des tiges à l'intérieur des peuplements 121
2. 5. 1. Position sociale (hiérarchie) 121
2. 5. 2. Répartition spatiale des tiges à l'intérieur des peuplements 123
2. 5. 3. Densité totale 128
2. 6. Caractérisation sanitaire des peuplements 132
2. 6. 1. Répartition globale des tiges échantillonnées par classes de déficit foliaire 132

2. 6. 2. Répartition des placettes par classes de déficit foliaire 133
2. 6. 3. Répartition des placettes selon l'indice sanitaire 134
3. Relation entre le dépérissement et les différentes variables qualitatives et dendrométriques 136
3. 1. Variabilité du dépérissement en relation avec les paramètres stationnels 136
3. 1. 1. Variabilité du dépérissement en relation avec la superficie 136
3. 1. 2. Variabilité du dépérissement en relation avec la topographie 137
3. 1. 3. Variabilité du dépérissement en relation avec l'altitude 138
3. 1. 4. Variabilité du dépérissement en relation avec l'exposition 139
3. 1. 5. Variabilité du dépérissement en relation avec la pente 139
3. 1. 6. Variabilité du dépérissement en relation avec la profondeur du sol 140
3. 1. 7. Variabilité du dépérissement en relation avec le pH superficiel du sol 140
3. 2. Variabilité du dépérissement en relation avec les paramètres dendrométriques 141
3. 2. 1. Variabilité du dépérissement en relation avec la densité totale des peuplements 141
3. 2. 2. Variabilité du dépérissement en relation avec la densité totale des Cyprès 142
3. 2. 3. Variabilité du dépérissement en relation avec la circonférence moyenne 142
3. 2. 4. Variabilité du dépérissement en relation avec la circonférence dominante 143
3. 2. 5. Variabilité du dépérissement en relation avec la hauteur totale moyenne 143
3. 2. 6. Variabilité du dépérissement en relation avec la hauteur dominante 143
3. 2. 7. Variabilité du dépérissement en relation avec la surface terrière totale 144
3. 2. 8. Variabilité du dépérissement en relation avec la surface de houppiers 144
3. 2. 9. Variabilité du dépérissement en relation avec le volume de houppiers 145
4. Rôle des insectes dans le dépérissement du Cyprès vert 145
4. 1. Composition du peuplement entomologique 145
4. 1. 1. Liste globale 145
4. 1. 2. Répartition des spécimens par ordre systématique 151
4. 1. 2. 1. Ordre des Coléoptères 151
4. 1. 2. 2. Ordre des Lépidoptères et Hyménoptère 152

Rapport-Gratuit.com

4. 1. 2. 3. Ordre des Homoptères et Orthoptères 154
4. 1. 2. 4. Ordre des Hémiptères, Dermaptères et Mantoptères 155
4. 1. 3. Distribution des spécimens par aptitude trophique 155
4. 1. 4. Distribution des spécimens par type de piégeage 157
4. 1. 5. Distribution des spécimens par station 158
4. 2. Exploitation du peuplement entomologique par des indices écologiques et analyse factorielle des correspondances (A. F. C) 159
4. 2. 1. Exploitation du peuplement entomologique par des indices écologiques 159
4. 2. 1. 1. Fréquence d'occurrence 159
4. 2. 1. 2. Abondance relative et densité 161
4. 2. 1. 3. Indice de diversité de Shannon Weaver et équitabilité 163
4. 2. 2. Analyse factorielle des correspondances (A. F. C) 163
4. 3. Structure et distribution spatiale du peuplement des principaux xylophages 165
4. 3. 1. Abondance relative des insectes xylophages 165
4. 3. 2. Origine et biogéographie des insectes xylophages recensés 166
4. 3. 3. Richesse spécifique des insectes xylophages 168
4. 3. 4. Variation de la richesse spécifique en fonction des classes de santé des arbres 169
4. 3. 5. Variation de la richesse spécifique en fonction des différents niveaux de l'arbre 170
4. 4. Evaluation et importance des attaques des principaux xylophages du Cyprès vert 174
4. 4. 1. Fréquence et densité globale d'attaque 174
4. 4. 2. Surface d'attaque des principaux xylophages 175
4. 4. 3. Indice d'intensité d'infestation 176
4. 5. Conclusion 180
Conclusion générale 181
Références bibliographiques 187

Figure 1: Localisation de la zone d'étude. 4
Figure 2: Diagrammes ombrothermiques de **BAGNOULS et GAUSSEN (1953)** de la station de référence et la zone d'étude. 18
Figure 3: Climagramme d'EMBERGER. 20
Figure 4: Diversité de la végétation forestière. 21
Figure 5: Cyprès vert (*Cupressus sempervirens* L). 24
Figure 6 : Etapes de formation de la graine du *Cupressus sempervirens* L. 25
Figure 7: Aire de répartition du *Cupressus sempervirens* L. 28
Figure 8: Représentation sous forme de spirale du processus de dépérissement. 35
Figure 9: Localisation des placettes d'étude. 42
Figure 10: Présentation schématique des placettes concentriques. 43
Figure 11: Fiche descriptive des placettes. 44
Figure 12: Fiche de référence. 45
Figure 13: Situation topographique décrite selon un indice topographique. 46
Figure 14: Recommandations à suivre lors de mesures du DHP. 48
Figure 15: Mesures de hauteurs d'un arbre. 49
Figure 16: Emplacement de la base du houppier vivant. 50
Figure 17: Mesures de projection horizontale du houppier. 51
Figure 18: Principe de la méthode ARCHI. 53
Figure 19: Prélèvement de rameaux feuillés. 54
Figure 20: Prélèvement cônes. 55
Figure 21: Piège vitre. 56
Figure 22: Installation des piges-vitre dans les trois stations. 57
Figure 23: Arbres piège. 58
Figure 24: Schéma d'un Cyprès abattu montrant les différents niveaux à partir desquels les rondins ont été échantillonnés. 60
Figure 25: Schéma montrant le dispositif d'un éclosoir. 61
Figure 26: Distribution des tiges de Cyprès vert selon leurs formes. 70
Figure 27: Fréquences relatives des strates de la forme des tiges de Cyprès vert. 70
Figure 28: Fréquences relatives des classes d'élagage naturel. 71
Figure 29: Fréquences relatives de la production de cônes. 72
Figure 30: Fréquences relatives des strates d'extension du houppier. 73
Figure 31: Fréquences relatives des tiges de Cyprès selon leur état sanitaire. 74
Figure 32: Fréquences relatives des classes de circonférences à 1.30 m de tiges de

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Cyprès selon l'état sanitaire. 75
Figure 33: Fréquences relatives des catégories de diamètres des tiges de Cyprès selon l'état sanitaire. 76
Figure 34: Fréquences relatives des classes de hauteurs totales des tiges de Cyprès selon l'état sanitaire. 77
Figure 35: Fréquences relatives des classes de longueurs de futs des tiges de Cyprès selon l'état sanitaire. 79
Figure 36: Fréquences relatives des classes de surfaces terrières des tiges de Cyprès selon l'état sanitaire. 80
Figure 37: Fréquences relatives des classes de surfaces de houppiers des tiges de Cyprès selon l'état sanitaire. 81
Figure 38: Fréquences relatives des classes de volumes de houppiers des tiges de Cyprès selon l'état sanitaire. 82
Figure 39: Desséchement des aiguilles du Cyprès vert. 83
Figure 40: Déficit foliaire du Cyprès vert. 84
Figure 41: Perte de rameaux courts du Cyprès vert. 85
Figure 42: Perte de ramilles du Cyprès vert. 86
Figure 43: Perte de rameaux longs du Cyprès vert. 87
Figure 44: Symptomatologie architecturale du dépérissement du Cyprès vert. 88
Figure 45: Cyprès vert sain (Stade 0). 89
Figure 46: Cyprès vert affaibli (Stade 1). 90
Figure 47: Cyprès vert en début de dépérissement (Stade 2). 91
Figure 48: Cyprès vert faiblement dépéris (Stade 3). 92
Figure 49: Cyprès vert moyennement dépéris (Stade 4). 93
Figure 50: Cyprès vert gravement dépéris (Stade 5). 94
Figure 51: Cyprès vert mort sur pied (Stade 6). 95
Figure 52: Cyprès vert anciennement dépéris (Stade 7). 96
Figure 53: Dépérissement chronique. 98
Figure 54: Dépérissement aigu. 98
Figure 55: Dépérissement isolé et massif. 99
Figure 56 : Fréquences relatives d'indices topographiques. 100
Figure 57: Fréquences relatives des classes altitudinales. 101
Figure 58: Fréquences relatives des strates d'expositions. 102
Figure 59: Fréquences relatives des classes de pentes. 103

Figure 60: Fréquences relatives des strates de profondeurs du sol. 104
Figure 61: Fréquences relatives des catégories de pH du sol. 105
Figure 62: Structure forestière du peuplement. 106
Figure 63: Fréquences relatives des classes de densités totales des peuplements. 107
Figure 64: Fréquences relatives des classes de densités totales de Cyprès vert. 108
Figure 65: Fréquences relatives des classes de circonférences moyennes de Cyprès vert. 109
Figure 66: Fréquences relatives des classes de circonférences dominantes de Cyprès vert. 110
Figure 67: Fréquences relatives des catégories de diamètre. 111
Figure 68: Fréquences relatives des classes de hauteurs totales moyennes du Cyprès vert. 112
Figure 69: Fréquences relatives des classes de hauteurs dominantes du Cyprès vert. 113
Figure 70: Fréquences relatives des classes des surfaces terrières totales du Cyprès vert. 114
Figure 71: Fréquences relatives des classes des surfaces terrières totales du Cyprès vert. 115
Figure 72: Fréquences relatives des classes des volumes de houppiers du Cyprès vert. 116
Figure 73: Différentes positions sociales des tiges à l'intérieur des peuplements. 122
Figure 74: Hiérarchie des Cyprès selon leur statut social. 123
Figure 75: Projection verticale de la placette 12. 124
Figure 76: Projection verticale de la placette 22. 125
Figure 77: Projection verticale de la placette 18. 126
Figure 78: Projection verticale de la placette 15. 127
Figure 79: Projection verticale de la placette 7. 128
Figure 80: Projection verticale de la placette 9. 129
Figure 81: Projection horizontale de la placette 24. 130
Figure 82: Projection horizontale de la placette 19. 131
Figure 83: Projection horizontale de la placette 3. 131
Figure 84: Distribution globale des arbres de Cyprès vert par classes de déficit foliaire. 133
Figure 85: Répartition par placette des classes de déficit foliaire. 134
Figure 86: Fluctuation de l'indice sanitaire au niveau des 25 placettes d'étude. 135
Figure 87: Etat sanitaire du Cyprès vert *Cupressus sempervirens*. 136
Figure 88: Photographies de quelques espèces recensées dans la zone d'étude 150

Figure 89: Répartition des insectes capturés par ordre systématique. 151
Figure 90: Répartition des Coléoptères par famille. 152
Figure 91: Répartition des Lépidoptères par famille. 153
Figure 92: Répartition des Hyménoptères par famille. 153
Figure 93: Répartition des Homoptères par famille. 154
Figure 94: Répartition des Orthoptères par famille. 155
Figure 95: Distribution des spécimens par aptitude trophique. 156
Figure 96: Distribution des spécimens par type de piégeage. 158
Figure 97: Distribution des spécimens par station. 158
Figure 98: Représentation graphique des groupements « espèces – stations » dans le plan réduit F1-F2 165
Figure 99: Abondance relative des xylophages par famille des trois stations. 166
Figure 100: Spectre biogéographique des xylophages récoltés dans les trois stations. 168
Figure 101: Richesse spécifique des xylophages des trois stations. 169
Figure 102: Distribution des insectes xylophages selon les niveaux de l'arbre. 173
Figure 103: Dégâts et système de galeries de *Scolytus sp*. 177
Figure 104: Dégâts et système de galeries de *Pityokteines curvidens*. 178
Figure 105: Dégâts et système de galeries de *Pissodes sp*. 179
Figure 106: Système de galeries de *Anthaxia sp*. 179

Tableau 1: Répartition et évolution du nombre et des superficies incendiées entre 2000 – 2009. 8

Tableau 2: Les données pluviométriques (mm) mensuelles et annuelles de la station de référence de Ghazaouet pour les deux périodes. 9

Tableau 3: Le régime saisonnier des pluies de la station de référence de Ghazaouet entre la période 1913-1938 et la période 1970-2011. 10

Tableau 4: Températures minimales moyennes en (°C) enregistrées au niveau de la station de référence de Ghazaouet. 10

Tableau 5: Températures maximales moyennes en (°C) enregistrées au niveau de la station de référence de Ghazaouet. 11

Tableau 6: Températures moyennes mensuelles et annuelles (°C) enregistrées au niveau de la station de référence de Ghazaouet. 11

Tableau 7: Indice de continentalité de la station de référence. 12

Tableau 8: Résultats de la correction des précipitations pour la période 1970-2011. 13

Tableau 9: Régime saisonnier de la zone d'étude (1970-2011). 13

Tableau 10: Résultats de la correction thermique pour la période 1970-2011. 14

Tableau 11: Moyennes mensuelles et annuelle de l'humidité relative de l'air dans la station de référence (période d'observation 2005-2011). 15

Tableau 12: Moyennes mensuelles et annuelle de la vitesse du vent dans la station de référence (période d'observation 2005-2011). 15

Tableau 13: Indice de continentalité de la zone d'étude. 16

Tableau 14: Valeurs thermiques et étages de végétation des espèces résineuses de la région des Traras Occidentaux. 16

Tableau 15 : Indice de sécheresse estivale de la zone d'étude. 17

Tableau 16: Les paramètres climatiques caractérisant le bioclimat de la zone d'étude pour les deux périodes. 19

Tableau 17: Différence des caractères botaniques des trois espèces de cyprès méditerranéens endémiques de l'Algérie. 22

Tableau 18: Quelques exemples de mortalité des forêts. 38

Tableau 19: Niveaux d'observations et questions posées sur terrain. 52

Tableau 20: Caractéristiques biotiques et abiotiques des trois stations. 54

Tableau 21: Caractéristiques des emplacements des pièges-vitre au niveau des trois stations. 56

Tableau 22: Calendrier d'abattage d'arbres-piège dans chaque station. 59

Tableau 23: Classes de notation de déficit foliaire et les principales catégories sanitaires d' d'arbres. 59
Tableau 24: Caractéristiques dendrométriques et sanitaires des arbres abattus. 60
Tableau 25: Principales catégories de dépérissement prises en compte en fonction de l'indice sanitaire (IS) calculé. 65
Tableau 26: Caractéristiques statist iques de la circonférence des tiges de Cyprès vert. 74
Tableau 27: Caractéristiques statist iques de la hauteur totale des tiges de Cyprès vert. 77
Tableau 28: Caractéristiques statist iques de la longueur des futs des tiges de Cyprès vert. 78
Tableau 29: Caractéristiques statist iques de surfaces terrières des tiges de Cyprès vert. 79
Tableau 30: Caractéristiques statistiques de surfaces de houppiers des tiges de Cyprès vert. 81
Tableau 31: Caractéristiques statistiques de volumes de houppiers des tiges de Cyprès vert. 82
Tableau 32: Stratification des facteurs stationnels. 116
Tableau 33: Analyse de la variance de la densité totale des peuplements du Cyprès en rapport avec les facteurs du milieu au seuil de signification de 95%. 117
Tableau 34: Analyse de la variance de la circonférence moyenne des peuplements du Cyprès en rapport avec les facteurs du milieu au seuil de signification de 95%. 118
Tableau 35: Analyse de la variance de la circonférence dominante des peuplements du Cyprès en rapport avec les facteurs du milieu au seuil de signification de 95%. 118
Tableau 36: Analyse de la variance de la hauteur totale moyenne des peuplements du Cyprès en rapport avec les facteurs du milieu au seuil de signification de 95%. 119
Tableau 37: Analyse de la variance de la hauteur dominante des peuplements du Cyprès en rapport avec les facteurs du milieu au seuil de signification de 95%. 119
Tableau 38: Analyse de la variance de la surface terrière totale des peuplements du Cyprès en rapport avec les facteurs du milieu au seuil de signification de 95%. 120
Tableau 39: Analyse de la variance de la surface moyenne du houppier du Cyprès en rapport avec les facteurs du milieu au seuil de signification de 95%. 120
Tableau 40: Analyse de la variance du volume moyen du houppier du Cyprès en rapport avec les facteurs du milieu au seuil de signification de 95%. 121
Tableau 41: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec les superficies concentriques au seuil de signification de 95%. 137

Tableau 42: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec la topographie au seuil de signification de 95%. 137
Tableau 43: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec l'altitude au seuil de signification de 95%. 138
Tableau 44: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec l'exposition au seuil de signification de 95%. 139
Tableau 45: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec la pente au seuil de signification de 95%. 140
Tableau 46: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec la profondeur du sol au seuil de signification de 95%. 140
Tableau 47: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec le pH superficiel du sol au seuil de signification de 95%. 141
Tableau 48: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec la densité totale es peuplements au seuil de signification de 95%. 141
Tableau 49: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec la proportion de mélange des peuplements au seuil de signification de 95%. 141
Tableau 50: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec la densité totale des Cyprès au seuil de signification de 95%. 142
Tableau 51: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec la circonférence moyenne au seuil de signification de 95%. 142
Tableau 52: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec la circonférence dominante au seuil de signification de 95%. 143
Tableau 53: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec la hauteur totale moyenne au seuil de signification de 95%. 143
Tableau 54: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec la hauteur dominante au seuil de signification de 95%. 144
Tableau 55: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec la surface terrière totale au seuil de signification de 95%. 144
Tableau 56: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec la surface de houppiers au seuil de signification de 95%. 145
Tableau 57: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec le volume de houppiers au seuil de signification de 95%. 145
Tableau 58: Liste des insectes inventorié obtenus par les quatre méthodes de piégeage dans les trois stations d'étude. 145

Tableau 59: Fréquence d'occurrence et la constance des espèces. 159

Tableau 60: Abondance relative et densité des insectes inventoriés dans les trois stations. 161

Tableau 61: Diversité de Shannon Weaver et équitabilité des espèces capturées dans les trois stations. 163

Tableau 62: Répartition biogéographique des insectes xylophages récoltés. 167

Tableau 63: Variation de la richesse spécifique des xylophages selon les classes de dépérissement. 170

Tableau 64: Mensuration des différents diamètres des rondins (cm) selon les niveaux de l'arbre et les classes de l'état sanitaire. 171

Tableau 65: Distribution des principaux xylophages du Cyprès vert en fonction des différents niveaux de l'arbre. 171

Tableau 66: Etat des rondins décortiqués par stations et par classes de dépérissement. 174

Tableau 67: Evaluation de l'importance des dégâts causés par les principales espèces xylophages. 175

Tableau 68: Surface d'attaque des principaux xylophages. 175

Tableau 69: Intensité d'infestation (nombre de trous par m^2) selon les différents niveaux de l'arbre et les classes de dépérissement. 176

Introduction générale

RapportGratuit.com

Introduction générale

Les forêts méditerranéennes couvrent environ 81million d'hectares (9.4% de la superficie forestière mondiale) et sont constituées d'une mosaïque d'essences forestières feuillues et résineuses **(MUGNOSSA et *al.*, 2000)**. Ces forêts rendent des services écologiques, sociaux, économiques et esthétiques nécessaires à la vie et au bien être humain **(LUYSSAERT et *al.*, 2010 ; FAO, 2010)**. Elles se caractérisent par une grande hétérogénéité qui favorise l'adaptation de multiples formations végétales, elles demeurent cependant soumises à un climat irrégulier et à des perturbations fréquentes qui entrainent une certaine fragilité de ses écosystèmes. Cette situation se complique davantage du fait de l'extension des activités humaines en forêts telles que l'agriculture, l'élevage, l'urbanisation qui conduit inéluctablement au recul du couvert forestier à la réduction de sa biodiversité **(ADJAMI, 2008)**.

En Algérie, les forêts et les maquis couvrent 4,1 millions d'hectares soit un taux de boisement de 16,4% pour le nord et de 1,7% seulement si les régions sahariennes arides sont également prises en considération. Ces taux de boisement sont évidemment très insuffisants pour assure l'équilibre physique et biologique. Le pin d'Alep occupe une superficie de plus d'un million d'ha suivi par le chêne liège et le chêne vert. Parmi les espèces endémiques secondaires, se sont les cupressacées, surtout le Thuya *Tetraclinis articulata* et les Genévriers qui constituent la majorité des formations forestières et pré-forestières en zone montagneuse sèche. Ces formations sont d'une très grande importance sur les plans écologiques, à travers leur rôle de protection contre les processus de désertification et d'érosion, très dynamiques dans ces régions.

En Algérie, le genre *Cupressus* se trouve, sauf quelques rares petites formations, à l'état d'arbre isolé ou utilisé comme brise-vent ou arbre d'ornement ou d'alignement. Les espèces endémiques ou naturalisées de ce genre sont : le cyprès du Tassili (*Cupressus dupreziana* A. Camus), le cyprès de l'Atlas (*Cupressus atlantica* Gaussen), le cyprès toujours vert (*Cupressus sempervirens* L). Le cyprès de l'Arizona (*Cupressus arizonica* Greene) est une espèce introduite et pas très utilisée.

Le Cyprès vert *Cupressus sempervirens* L. est utilisé surtout comme brise-vent dans les régions à risque de vents violents. Pendant la période coloniale, dans la plaine de Mitidja et celle de Mohammedia où il a été planté de vastes champs

d'agrumes, cette espèce massivement afin de border et délimiter ces champs servant comme abris et créer un microclimat favorable à la culture des agrumes.

Actuellement cette espèce est répandue et utilisée par la population locale comme espèce permettant de délimiter leurs champs (cultures maraîchères, arboriculture, autres…) surtout après le problème de morcellement (partage et subdivision des terrains agricoles par héritage entre une même famille). Dans les zones montagneuses, cette espèce est rarement utilisée dans les travaux de conservation des sols à risque d'érosion hydrique et éolienne. Il est présent partout dans les cimetières musulmans, chrétiens et juifs **(LARBI et BELHGHERBI, 2007)**.

Le problème de la dégradation sanitaire des écosystèmes forestiers (feuillus et conifère) est connu depuis la fin du 19 ème siècle. Il s'est accru dans de nombreux pays au début du siècle dernier, en Europe notamment, mais aussi en Amérique. L'apparition de phénomène spectaculaire connu sous le nom de «déclin» ou dépérissement n'a pris un caractère vraiment inquiétant qu'au début des années 1980 **(DELATOUR, 1983; BONNEAU et LANDMANN, 1988)**. Cette dégradation, caractérisée par des anomalies diverses, a été signalée pour la première fois par de nombreux auteurs comme (**CHARARAS, 1980; SOUSA et ATAY KADIRI, 2005)**. Plusieurs facteurs défavorables ont été impliqués dans ce processus qui présente souvent deux phases ; une phase d'affaiblissement suivie d'une phase de dépérissement proprement dite **(BOUHRAOUA, 2003)**. Ce phénomène peut être divisé en deux groupes interdépendants. Le premier, difficilement contrôlable, englobe les problèmes liés à la physiologie et l'écologie de l'arbre, comme le vieillissement **(SORK et BRAMBLE, 1993)** et le second concernant certaines contraintes, abiotiques comme les conséquences de la sécheresse, l'absence de sylviculture, les incendies, le surpâturage, ainsi que l'action de l'homme et biotiques empêchant la régénération naturelle**,** notamment la prédation exercée sur chaque partie de l'arbre (le tronc, les branches, les feuilles, les rameaux et les cônes) par les champignons et les insectes **(FRANCESCHINI et *al.*,1993, MUNOZ et *al.*, 1996, LORIMEER et *al.*, 1994; ASMRFC, 1998)**.

Les insectes interviennent très souvent dans le processus de dépérissement, soit comme facteur primaire déclenchant le phénomène, soit comme facteur secondaire accentuant et amplifiant le processus au cours du temps. Les espèces

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

sous-corticole et xylophage en particulier qui provoquent les dégâts les plus importants se rencontrent parmi dix familles appartenant aux ordres des Coléoptères, des Hyménoptères et des Lépidoptères. Les Coléoptères sont de loin les plus riches en espèces xylophages avec notamment les *Scolytidae*. Cette famille est placée par de nombreux auteurs au premier rang des ennemis naturels des forêts de conifères, et qui sont responsables de plus de 70 % des dégâts **(CHARARAS, 1974)**.

Les problèmes sanitaires des Cyprières algériennes remontent au début du siècle dernier suite à l'apparition du phénomène de dépérissement, surtout au centre et même à l'ouest, sur des jeunes sujets et des arbres adultes **(ANONYME, 1914)**. Au milieu du siècle dernier, de nombreux peuplements présentaient déjà des symptômes graves d'affaiblissement **(BOUDY, 1955; NATIVIDADE, 1956)**. Cette situation qui a sévi jusqu'aux années 90, a engendré une réduction de la superficie des Cyprières dont près de la moitié s'est transformé en maquis. Actuellement, la majorité des Cyprières se trouvent dans un état déplorable et une grande partie est vouée encore à disparaitre. À cet effet, une série d'hypothèses a été émise pour essayer d'expliquer les principales causes probables de mortalité de cet arbre.

L'insuffisance des études et des travaux dans ce milieu fragile sur cette précieuse espèce, leur importance environnementale ainsi que l'aggravation de ce risque de dégradation a suscité l'ampleur de cette dégradation tant sur le plan qualitatif et quantitatif.

Dans cette optique, notre travail s'est focalisé sur l'étude du dépérissement du Cyprès vert *Cupressus sempervirens* L. dans les monts des Traras Occidentax.

Cette étude a lieu au niveau de 25 placettes installées dans la région de Bab El Assa et Marsa Ben M'hidi, soit 450 tiges échantillonnés. Ce travail est scindé en cinq chapitres. Nous présentons dans un premier chapitre le milieu d'étude (Monts des Traras Occidentaux). Le second est consacré à une synthèse bibliographique sur le Cyprès vert *Cupressus sempervirens* L.. Le problème du dépérissement dans le monde et particulièrement en Algérie constitue le troisième chapitre. Les matériels et méthodes adoptés feront l'objet d'un quatrième chapitre. Nos résultats, discussion et interprétation sont étudiés dans le dernier chapitre. Les résultats présentés par une discussion générale constituent le dernier chapitre.

Chapitre I

Présentation du milieu d'étude

1. Milieu physique

1. 1. Localisation géographique

Les Traras Occidentaux ou région de M'Sirda, région reconnue par les opérations de délimitation entreprises entre 1905-1923. Administrativement, cet espace s'étend sur une superficie de 338 km^2, et concerne quatre communes :

1- la commune de Bab El Assa.

2- la commune de Souk Tleta.

3- la commune de M'Sirda Fouaga.

4- la commune de Marsa Ben M'hidi.

La région est située à l'extrémité occidentale de l'Algérie **(Fig. 1)**, touche à la fois la mer méditerranée et le royaume du Maroc avec les limites suivantes :

- Au nord, la mer méditerranée.
- A l'est, la commune de Souahlia.
- Au sud, la commune de Maghnia.
- A l'ouest, les frontières Algéro-marocaine.

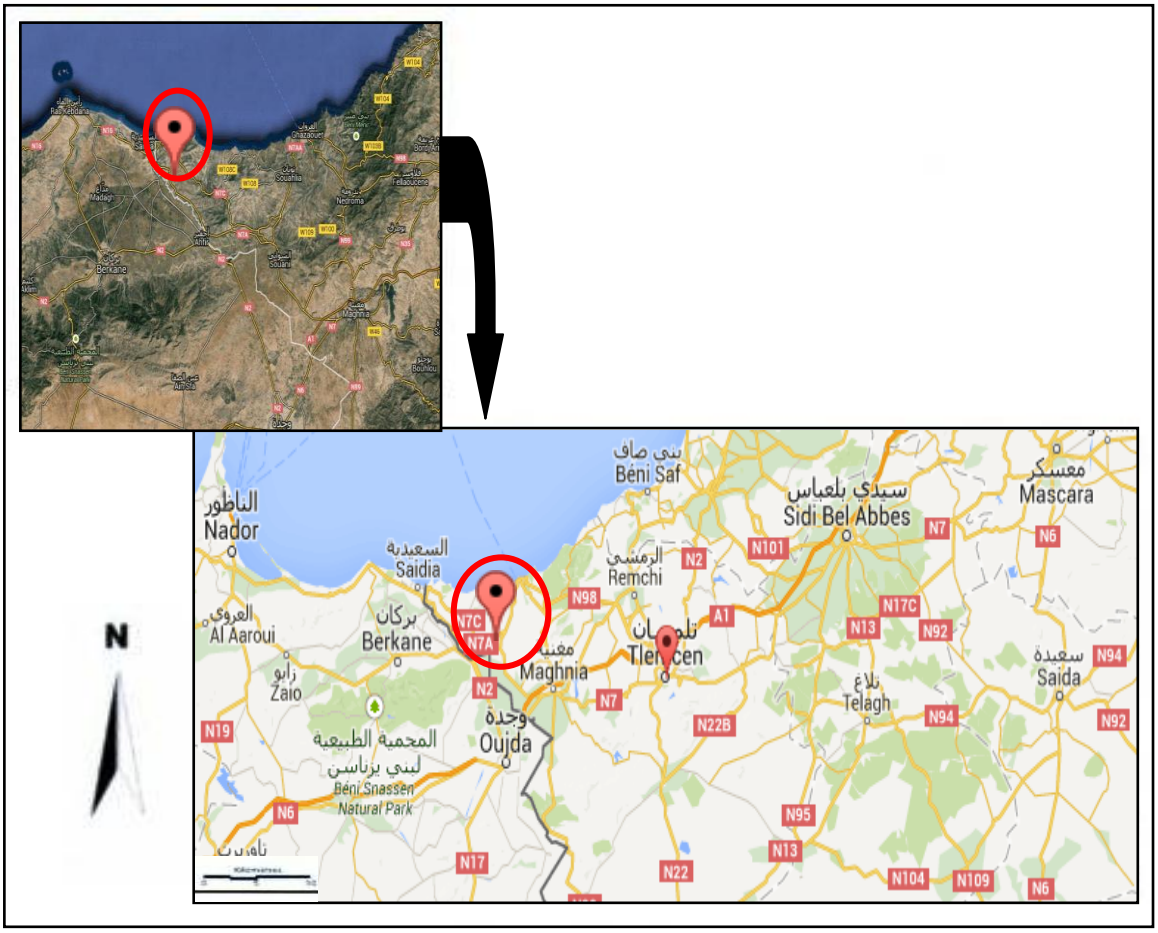


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude **(GOOGLE MAP, 2014)**

1. 2. Topographie

L'espace dans son ensemble présente le caractère montagneux, à l'exception d'une plaine assez peu étendue qui se trouve sur la frontière entre les douars de Beni Mengouch et Attia et qui est le prolongement de la plaine marocaine des Terrifia.

Les aspects de l'arrière pays changent en moyenne tous les vingt kilomètres (20 km) selon la nature des roches qui affleurent successivement dans les trois massifs de Beni Mengouch, de M'Sirda et de Souahlia **(THINTOIN, 1960)**.

Les altitudes varient entre 100m-600m. Elles peuvent atteindre les 600 m, c'est le cas de Djebel Zindel (618m).

Il existe plusieurs classes de pentes dont les dominantes sont en général supérieures à 25%, alors que seulement 15% de superficie ont des pentes comprises entre 12 et 15%.

1. 3. Hydrographie

Le massif renferme un réseau hydrographique relativement important constitué de plusieurs oueds dont les plus importants sont :

- Oued Kiss, il prend naissance dans le territoire marocain. Il rentre en confluence avec Oued El Malha au niveau de Bab El Assa avant de se déverser dans la mer méditerranée au niveau de l'agglomération de Marsa Ben M'hidi. Il représente aussi une limite administrative d'état (frontière avec le Maroc). Le long de cet Oued peut être identifié trois petites aires d'irrigation bien distinctes : le Kiss aval, le Kiss amont et Oued Sidi Slimane totalisant une superficie prés de 300 ha.
- Oued Kouarda: il draine sous bassin de 82 km^2. Il est formé par le versant nord de Bab El Assa et Djebel Zendel. La totalité de ses affluents (Oued Berhoum, Oued Mizab, Oued Ouaddane) se rejoignent au niveau de la commune de Souk Tleta. Ils donnent naissance à un cours d'eau très encaissé qui se jette au niveau de la plage de Ouled Ben Aïd.

D'une manière générale, la région des Traras Occidentaux est caractérisée par un bassin hydrogéologique qui s'étend de la commune de Souk Tleta jusqu'à la frontière algéro-marocaine. Les faibles précipitations que reçoit cette région, la structure pédologique des sols (en majorité argilo marneuse) ainsi que la faible couverture végétale sont autant d'éléments qui favorisent beaucoup plus le ruissellement **(AUBERT et MANJAUZE, 1946)**.

De ce fait, les eaux pluviales sont presque entièrement canalisées par un réseau hydrographique très ramassé qui rejoint rapidement la mer.

Toutefois, deux exceptions peuvent être soulevées :

- La vallée du Kiss dispose d'une nappe d'importance locale dans sa partie aval. L'inconvénient de l'exploitation de cette dernière réside dans la remontée des sels marins pendant les périodes d'étiages ce qui les rend parfois inconsommables.
- Le versant nord de Djebel Zendel qui représente le bassin le mieux arrosé de toute la partie occidentale. Plusieurs émergences de sources sont à l'origine d'une vallée marécageuse **(BERRAYAH, 2004).**

1. 4. Géologie

La géologie constitue une donnée importante pour la connaissance et l'étude du milieu. La nature des terrains est un des principaux critères qui conditionne le choix des travaux et mise en valeur **(BERRAYAH, 2004)**.

Les principaux ensembles constituant le substratum géologique des Traras Occidentaux sont :

- Formations carbonatées : calcaire, grés et dolomies, argile et marnes cas de Djebel Zendel, Marsa Ben M'hidi.
- Formations non carbonatées : regroupent les terrains non calcaires.
- Formations volcaniques : ces formations sont représentées sur des superficies restreintes au niveau de la commune de Marsa Ben M'hidi et M'Sirda Fouaga.
- Formations quaternaires : le quaternaire demeure mal connu au niveau de la région nord-ouest ; c'est le cas évidemment de certaines zones relevant des Traras **(BENEST, 1985)**.

  Les terrains quaternaires fournissent des substrats diversifies selon leur origine et leur dynamique. Il s'agit deux types :

1- Les formations d'origine éolienne.

2- Les formations alluviales.

Les formations alluviales sont représentées par des terrasses étagées ou non et se rencontrent le long de l'Oued Kiss.

1. 5. Pédologie

Les données disponibles sur les ressources en sol de la région des Traras sont très mal connues, en effet très peu d'études ont été réalisées au niveau de cet espace.

D'une manière générale les principaux types de sols rencontrés dans la zone d'étude peuvent se résumer comme suit :

- Les sols décalcifiés : ils occupent le nord de la vallée de Kiss, les pentes argileuses des montagnes jurassiques et les dépôts marneux des coulés volcaniques : ils posent souvent des problèmes de glissement **(BENEST et *al.*, 1991)**.Ils sont couverts d'une végétation

herbacée. Les sols décalcifies purs constituent de bonnes terres à céréales notamment sur les terrains plats. En pente, ils s'adaptent mieux à la vigne et l'olivier en sec.

- Les sols calcaires : ce sont des sols plus ou moins riches en matière organique (25%), leur forte teneur en matière organique s'explique par le fait qu'ils se sont développés au dépend d'anciens sols marécageux calcaires. On les rencontre en grande partie sur la bande côtière **(KAZI TANI, 1996)**.
- Les sols dunaires : on les rencontre du coté de Marsa Ben M'hidi. Ils sont souvent instables et sont caractérisés par un couvert végétal clairsemé.
- Les sols calcimagnésiques : ils sont très abondant au niveau de la zone d'étude eu raison de la forte présence des roches calcaires et l'action active de l'érosion, ce type de sol peut se rencontre dans la région de Souk Tleta, Bab El Assa et M'Sirda Fouaga.
- Le solentz : ils se sont formés au dépend des marnes saliferes du miocène. Ils forment les bassins versant supérieurs de Oued Kouarda et Kiss. Ils sont caractérisés par une texture lourde qui favorise le développement d'une gamme variée de cultures.
- Les sols alluvionneux : ils constituent les terrasses modernes et récentes des principaux cours d'eau, ils se rencontrent le long de l'Oued Kiss.

D'une manière générale la région de Traras Occidentaux contient surtout des sols calcaires, environ (60%).

2. Risques naturels

2.1. Erosions

Au niveau des monts des Traras ; il n'existe pas de stations d'observation, ni d'études approfondies portant sur l'érosion des sols.

Le phénomène est visible et ancien comme l'indique l'état du ravinement dans de nombreuses communes affectées de manière très variable. Les causes sont essentiellement

- le relief.
- la nature de substratum.
- Le climat.
- L'action anthropique.

2. 2. Incendies des forêts

D'une manière générale, les incendies constituent le facteur le plus ravageur des massifs forestiers **(MADOUI, 2000)**. Le potentiel forestier de la zone d'étude est dominé dans son ensemble par des formations basses (maquis), les espèces résineuses les plus dominantes sont le pin d'Alep, le Thuya et le Cyprès.

L'enjeu majeur du patrimoine forestier demeure sa présentation contre toute forme de dégradation notamment les incendies et l'amélioration de la situation des infrastructures et des équipements forestiers, en particulier ainsi la multiplication des points d'eau.

Entre 2000 - 2009 a titre d'exemple et selon les services des forêts, la répartition et l'évolution du nombre et des superficies incendiées par commune dans la zone d'étude est enregistrée dans le **Tableau 1**.

Tableau 1 : Répartition et évolution du nombre et des superficies incendiées entre 2000 – 2009 **(ANONYME, 2000)**.

Communes	Nombre	Superficie (ha)
Marsa Ben M'hidi	07	20
M'Sirda Fouaga	10	171
Bab El Assa	04	23
Souk Tleta	04	202

3. Climatologie

Les principaux paramètres pris en considération restent la précipitation et la température. Ils nous permettent de situer la zone d'étude au niveau de l'étage bioclimatique approprié à partir du quotient pluviométrique d'**EMBERGER (1942)** et de déterminer la période sèche par le diagramme ombrothermique de **BAGNOULS** et **GAUSSEN (1953)**.

Les phénomènes météorologiques **(EMBERGER, 1955)** et surtout pluviométriques jouent un rôle fondamental dans toute étude d'aménagement mais, ils ne sont pas toujours simples à analyser et cela par suite de la faiblesse du réseau d'observation au niveau de la zone d'étude qui n'est qu'un échantillon représentatif du réseau météorologique national.

Les stations existantes se regroupent le long des voies de communication et dans les anciens centres administratifs et militaires de l'époque coloniale. C'est ainsi que les quelques stations de mesure existantes sont périphériques et mal équipées au niveau de la zone d'étude.

Pour mieux caractériser le climat de la zone d'étude et afin de montrer les variations climatiques dans le temps, il a été procèdé à l'analyse des données climatiques de deux périodes différentes :

- L'une ancienne : 1913-1938 **(SELTZER, 1946).**
- L'autre récente : (1970-2011) **(Station météorologique de Ghazaouet, 2011)**

Principales caractéristiques de la station de référence

Station de référence : Ghazaouet.

Altitude : 04 m

Longitude : 01° 52' 21'' Ouest.

Latitude : 35° 06' 00'' Nord.

La distance de cette station à la zone d'étude est de l'ordre de quelques kilomètres. Pour cela nous l'avons choisi à cause de l'absence de barrière climatique et les coordonnées géographiques qui sont plus proches.

Les données climatiques (pluviométriques et thermiques) de la station de référence de Ghazaouet entre la période 1913-1938 selon **SELTZER (1946)** et 1970 -2011 (**station météorologique de Ghazaouet**) sont consignées dans les tableaux suivants :

3. 1. Facteurs climatiques

3. 1. 1. Les précipitations

AUBERT et **MANJAUZE (1946)** signalent que l'un des traits originaux du climat en Oranie s'exprime par l'irrégularité des pluies le long de l'année : abondantes en automne et en hiver et parfois en printemps et presque nulles en été.

Les données pluviométriques mensuelles et annuelles de la station de référence de Ghazaouet entre la période 1913-1938 et la période 1970-2011 sont mentionnées dans le **Tableau 2**.

Tableau 2 : Les données pluviométriques (mm) mensuelles et annuelles de la station de référence de Ghazaouet pour les deux périodes

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Total
1913-1938	65.77	49.89	51.03	44.22	35.05	13.34	1.13	1.13	21.54	47.62	66.90	69.17	466.79
1970-2011	43.85	47.07	34.82	30.02	27.24	12.64	2.01	0.87	20.86	38.22	65.17	67.28	390.05

Source : Seltzer (1946), station météorologique de Ghazaouet (2011)

Nous constatons d'une manière générale que pour l'ensemble des stations considérées de la zone d'étude, la période la plus arrosée s'étend du mois d'octobre à avril. Par ailleurs les mois de juin, juillet et août présentent une sécheresse récurrente.

Pour ce qui de la période récente, les précipitations enregistrées sont de l'ordre de 390.05 mm, soit une diminution de 76.74 mm par rapport à l'ancienne période qui est de l'ordre de 466.79 mm. Les mois de juin, juillet et août restent toujours secs.

Régime saisonnier des pluies de la station

Le régime saisonnier des pluies au niveau de la station est présenté dans le **Tableau 3**.

Rapport-Gratuit.com

Tableau 3: Le régime saisonnier des pluies de la station de référence de Ghazaouet entre la période 1913-1938 et la période 1970-2011.

Période Saisons	Eté (J-Jt-A)	Automne (S-O-N)	Hiver (D-J-F)	Printemps (M-A-M)	Type de régime
1913-1938	15.60	136.06	184.83	130.3	HAPE
1970-2009	15.52	124.25	158.20	92.08	HAPE

Source : Seltzer (1946), station météorologique de Ghazaouet (2011)

Le régime saisonnier des pluies au niveau de la station de référence de Ghazaouet est de type HAPE pendant la période 1913-1938 selon **SELTZER (1946)**, il est de même HAPE pour la période 1970-2011 avec une différence au niveau de la lame d'eau ce qui correspond aux zones littorales à influence maritime, le maximum des précipitations est accumulé en hiver ave une hauteur de 158.20mm , soit 40,56%du total annuel, , l'automne avec 124.25 mm ce qui représente 31.86%, le printemps avec 92.08 mm soit 23.61% du total annuel .Enfin l'été avec quelques millimètres de pluies de 15.52 mm soit 3.98% du total annuel .

3. 1. 2. Les températures

- Températures mensuelles et annuelles

La température, second facteur constitutif du climat influe sur le développement de la végétation. Ce sont les températures extrêmes plus que les moyennes qui ont une influence sur la végétation, sauf si elles sont exceptionnelles et de courte durée **(DAJOZ, 1985).**

La température est également un élément écologique fondamental en tant que facteur climatique vital et déterminant dans la vie des végétaux. Elle conditionne en effet la durée de la période de végétation, ainsi que la répartition géographique des espèces.

Les températures jouent un rôle majeur dans la détermination du climat régional à partir des valeurs moyennes annuelles et mensuelles « T » et les valeurs moyennes des minima du mois le plus froid « m » et des maxima du mois le plus chaud « M ».

- Moyenne des minima du mois le plus froids « m »

Le **Tableau 4** illustre la répartition des températures moyennes minimales de la station de référence pendant les deux périodes.

Tableau 4 : Températures minimales moyennes en (°C) enregistrées au niveau de la station de référence de Ghazaouet.

Périodes	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moy
1913-1938	**7.0**	7.2	8.3	10.4	12.9	16	18.6	19.5	17.7	14	10	7.5	12.43
1970-2011	**8.8**	9.15	9.25	11.55	15.37	17.31	20.41	21.94	18.94	15.69	11.74	8.93	14.09

Source : Seltzer (1946), station météorologique de Ghazaouet (2011)

Dans la station de référence, les valeurs « m » sont de l'ordre de 7.0 °C pour la période ancienne 1913-1938 et de 8.8 °C pour la période récente 1970-2009 ce qui explique un certain réchauffement. Elles sont toujours enregistrées en mois de janvier.

- Moyenne des maxima du mois le plus chaud «M »

Le **Tableau 5** regroupe les différentes températures maximales enregistrées toujours au niveau de la station de référence pendant les deux périodes.

Tableau 5 : Températures maximales moyennes en (°C) enregistrées au niveau de la station de référence de Ghazaouet.

Périodes	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moy
1913-1938	15.9	16.5	17.5	19.7	21.9	25.2	27.9	**29**	26.6	22.4	19.6	17.1	21.61
1970-2011	18.0	19.0	20.2	21.8	22.6	25.90	28.07	**31.33**	27.91	24.26	22.98	20.44	23.54

Source : Seltzer (1946), station météorologique de Ghazaouet (2011)

Nous remarquons d'après ce tableau que les maxima sont enregistrés au mois d'août pour les deux périodes avec une valeur de 29°C pour la période ancienne contre 31.33°C pour la période récente. Ceci montre une augmentation de 2.33°C, ce qui explique aussi un réchauffement de la saison estivale. La moyenne annuelle dans la station de référence est de l'ordre de 22.5°C.

- Températures moyennes mensuelles et annuelles « T » en (°C)

Les températures moyennes mensuelles et annuelles sont consignées dans le **Tableau 6**.

Tableau 6 : Températures moyennes mensuelles et annuelles (°C) enregistrées au niveau de la station de référence de Ghazaouet.

Périodes	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moy
1913-1938	11.45	11.85	12.90	15.05	17.4	20.6	23.25	24.25	22.15	18.2	14.8	12.3	17.02
1970-2011	13.4	14.08	14.73	16.68	19.17	21.61	24.24	26.64	23.43	19.98	17.36	14.69	18.82

Source : Seltzer (1946), station météorologique de Ghazaouet (2011)

D'après ce tableau, nous constatons que la température dans la station de référence est de l'ordre de 18° C. Le mois de janvier reste en général le mois le plus froid avec 12°C et le mois le plus chaud est par contre noté en août avec 25°C.

- Amplitude thermique moyenne et indice de continentalité

L'amplitude thermique moyenne (M-m) est un indice climatique très important car il permet de définir à partir de ce qu'on appelle « indice de continentalité » si la zone est sous influence maritime ou continentale, **Tableau 7**.

Selon la classification thermique des climats proposée par **DEBRACH (1953)**, nous distinguons quatre types de climat :

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

- Le climat insulaire: M-m < 15° C
- Le climat littoral : 15°C < M-m < 25° C.
- Le climat semi continental : 25° C < M-m < 35° C.
- Le climat continental : M – m > 35° C

Tableau 7 : Indice de continentalité de la station de référence

Périodes	M (°C)	m (°C)	(M-m) (°C)	Type de climat
1913-1938	29	7.0	22	Climat littoral
1970-2011	31.33	8.8	22.53	

Source : Seltzer (1946), station météorologique de Ghazaouet (2011)

D'après le tableau, nous constatons que notre station se rattache au climat méditerranéen littoral.

- Ambiance bioclimatique de la zone d'étude

Afin de caractériser l'ambiance climatique qui règne dans la région et en absence d'une station météorologique propre au niveau de la zone d'étude pouvant nous fournir des données climatiques, nous avons effectué des corrections climatiques de la station la plus proche, celle de Ghazaouet en prenant en considération l'altitude moyenne.

Il est à noter à cet effet que notre région située dans la partie littorale, où les altitudes varient entre 100 à 600 m, soit 350 m en moyenne.

Les données pluviométriques et thermiques ont été corrigées donc par rapport à cette altitude moyenne.

1. Correction pluviométrique

La méthode retenue pour la correction de ce paramètre est celle préconisée par **STEWART (in BEKHADRA, 1991)**. Celui-ci signale que les précipitations augmentent de 10 mm/an pour une élévation de 100 m **(DREUX, 1980).**

Correction pluviométrique

Calcul de la pluviométrie annuelle :

- Altitude moyenne : 350 m
- Altitude de la station : 04 m
- Différence altitudinale : 346 m.
- Pluviométrie de la station : 390.05 mm/an.

Pour une différence d'altitude de 346 m, elle augmente de :

(346 * 10) / 100 = 34.60 mm / an

De ce fait, la pluviométrie annuelle de la région sera :

390.05 + 34.60 = 424.65 mm.

Calcul de coefficient d'augmentation :

K = Ph / Ps

Ph : Pluviométrie de la région.

Ps : Pluviométrie de la station.

K = 424.65 / 390.05 = 1.09

Ce coefficient nous permet d'apporter les corrections de la pluviométrie mensuelle de la région.

Exemple : Pour le mois de janvier, la pluviométrie est de : P j = 43.85*1.09 = 47.80 mm.

Les résultats obtenus sur les précipitations pendant la période allant de 1970-2011 par rapport aux données pluviométriques fournies par la station de Ghazaouet ,en tenant compte de la différence altitudinale entre la station de référence et la région, sont représentés dans le **Tableau 8** .

Tableau 8 : Résultats de la correction des précipitations pour la période 1970-2011.

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
P (mm) Station	43.85	47.07	34.82	30.02	27.24	12.64	2.01	0.87	20.86	38.22	65.17	67.28	390.05
P (mm) corrigée pour la zone d'étude	47.80	51.31	37.96	32.73	29.70	13.78	2.19	0.95	22.74	41.66	71.04	73.34	425.20

Source : Station météorologique de Ghazaouet (2011)

D'après le tableau, nous remarquons que les précipitations de la région des Traras Occidentaux sont plus importantes par rapport à celles enregistrées au niveau de la station de référence. La hauteur des pluies augmente de 35.15 mm pour arriver à 425.20 mm/an.

- Le régime saisonnier de la zone d'étude

Le régime saisonnier des pluies de la zone d'étude après les corrections est signalé dans le **Tableau 9**.

Tableau 9 : Régime saisonnier de la zone d'étude (1970-2011).

Période Saisons	Eté (J-Jt-A)	Automne (S-O-N)	Hiver (D-J-F)	Printemps (M-A-M)	Type de régime
1970-2011	16.92	135.44	172.45	100.39	HAPE

Source : Station météorologique de Ghazaouet (2011)

Le régime saisonnier de la zone d'étude est de type HAPE. Il est de même que celui obtenu au niveau de la station de référence. Le maximum des précipitations est enregistré pendant l'hiver avec 172.45 mm, soit 40.56% du total annuel, puis en second lieu l'automne

avec 135.44 mm soit 31.86%, le printemps avec 100.39 mm soit 23.61% et enfin l'été avec 16.92 mm, ce qui représente 3.98 % seulement.

Correction thermique

Tout comme la pluviométrie, les valeurs de la température sont également en étroite relation avec l'altitude. Cependant, pour une élévation de 100 m d'altitude, la valeur de la température maximale (M) diminue de 0.6 ° C et celle de la température minimale (m) de 0.4 ° C **(DREUX ,1980)**

Correction thermique

Calcul des températures des maxima (M) :

- Altitude moyenne : 350 m
- Altitude de la station : 04 m
- Différence d'altitude : 346 m
- Pour une élévation de 100m, « M » diminue de 0.6 ° C

M= (346*0.6)/100 = 2.08° C

Exemple : Pour le mois de janvier : M = 18.0- 2.08 =15.92° C

- Pour une élévation de 100 m, « m » diminue de 0.4° C

m = (346*0.4)/100 = 1.39° C.

Exemple : Pour le mois de janvier : m = 8.8 – 1.39 = 7.41° C.

Les résultats de telle correction sont mentionnés dans le **Tableau 10**.

Tableau 10 : Résultats de la correction thermique pour la période 1970-2011.

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moy
M	15.92	16.92	18.12	19.72	20.52	23.82	25.99	29.25	25.83	22.18	20.90	18.36	21.46
m	7.41	7.76	7.86	10.16	13.98	15.92	19.02	20.55	17.55	14.30	10.35	7.54	12.70
(M+m)/2	11.67	12.34	12.99	14.94	17.25	19.87	22.56	24.90	21.69	18.24	15.63	12.95	17.08

Source : Station météorologique de Ghazaouet (2011)

Nous remarquons d'après ce tableau que :

- La température maximale moyenne du mois le plus chaud « M » est de 29.25° C enregistrée en août.
- La température minimale moyenne du mois le plus froid « m » est de 7.41° C observée en janvier.

3. 1. 3. L'humidité relative

L'humidité de l'air est un facteur écologique fondamental. Chez les insectes en particulier, son action s'opère surtout au cours des stades larvaires plus sensibles écologiquement **(DREUX, 1980).**

Les données hygrométriques enregistrées au niveau de la station de référence (Ghazaouet) seulement entre 2005 et 2009 sont consignées dans le **Tableau 11**.

Tableau 11 : Moyennes mensuelles et annuelle de l'humidité relative de l'air dans la station de référence (période d'observation 2005-2011).

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moy
H%	73.4	74.8	72.8	72.2	70.0	72.25	68.5	70.5	72.75	77.25	71.5	72.25	72.35

Source : Station météorologique de Ghazaouet (2011)

Ce tableau montre que les valeurs de l'humidité sont élevées pendant toute l'année .la moyenne annuelle est donc supérieur à 70%, cela favorise par voie de conséquence la bonne régénération des espèces étudiées.

3. 1. 4. Le vent

Le vent a une influence non négligeable sur les êtres vivants par le nombre de jours, sa vitesse ainsi que sa direction. C'est un facteur important en écologie forestière.

L'espace étudié est fortement influencé par la présence de la mer. Les vents dominants sont souvent humides et sont en provenance du nord-est et nord-ouest. Les vents marins du nord ouest et de l'ouest sont prédominants en hiver. En été de petites perturbations orageuses amènent les vents du sud ouest au nord-ouest et du sud-est au sud déterminant ainsi un sirocco sec et très chaud **(TINTHOIN, 1960).**

Le vent à une influence controversée sur les insectes, d'une part il joue un rôle positif dans la dissémination de certaines espèces, et d'autre part il peut inhiber l'activité de beaucoup d'insectes **(DAJOZ, 1980).** Il peut encore jouer un rôle important, en renversant les arbres, surtout lorsque ceux-ci sont faibles ou dépérissant.

La vitesse du vent enregistrée au niveau de la station de référence (Ghazaouet) entre 2005 et 2011 est consignée dans le **Tableau 12**.

Tableau 12 : Moyennes mensuelles et annuelle de la vitesse du vent dans la station de référence (période d'observation 2005-2011).

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moy
V(m/s)	14.0	16.2	16.2	15.0	12.0	10.0	13.0	14.0	12.0	12.0	14.0	13.0	13.0

Source : Station météorologique de Ghazaouet (2011)

Selon les données météorologiques, un vent supérieur à 15 m/s est considéré fort.

4. Synthèse climatique

Après avoir étudié les éléments essentiels du climat (température et pluviométrie en particulier), nous pouvons caractériser le climat de la région, et situer les espèces résineuses étudiées de la zone dans l'étage de végétation.

La synthèse des données climatiques fait appel à plusieurs indices, dont nous retenons particulièrement : l'amplitude thermique moyenne et l'indice de continentalité, l'étage altitudinal de végétation, l'indice de sécheresse estivale, le diagramme ombrothermique de Gaussen, le quotient pluviométrique et le climagramme d'Emberger.

4. 1. Amplitude thermique moyenne et indice de continentalité

L'amplitude thermique moyenne (M-m) est un facteur permettant de définir l'indice de continentalité de la région. Cet indice est consigné dans le **Tableau 13**.

Tableau 13 : Indice de continentalité de la zone d'étude

Période	M (°C)	m (°C)	(M-m) (°C)	Type de climat
1970-2011	29.25	7.41	21.84	Climat littoral

Source : Station météorologique de Ghazaouet (2011)

Selon la classification thermique de **DEBRACH (1953)** l'amplitude thermique de la région se trouve dans le climat littoral avec une différence de température (M-m) de 21.84° C.

4. 2. Etage altitudinale de végétation :

Le concept de l'étage bioclimatique est une notion botanique qui a été créé pour associer la répartition des être vivants à des schémas climatiques mondiaux liés à la géographie et l'altitude. L'étage est défini de manière assez empirique par une association de végétation (et de faune associée) et une situation géographique. Plusieurs critères climatiques sont utilisés pour définir ces étages tels que la température moyenne annuelle et l'altitude **(RIVAS MARTINEZ, 1982)**.

A partir des valeurs thermiques enregistrées dans la zone d'étude, ainsi que leur altitude moyenne indiquées dans le **Tableau 14**, nous pouvons localiser notre espèce dans l'étage de végétation suivant :

Tableau 14: Valeurs thermiques et étages de végétation des espèces résineuses de la région des Traras Occidentaux.

Période	m (°C)	T (°C)	Altitude moyenne (m)	Etage de végétation
1913-1938	5.61	16.27	350	Thermo méditerranéen
1970-2011	7.41	18.33		

Source : Seltzer (1946), station météorologique de Ghazaouet (2011)

Selon le tableau ci-dessus et d'après **RIVAS MARTINEZ (1981), AIME (1991)** et **QUEZEL (2000)**, nous remarquons que le Cyprès vert de la zone d'étude s'intègre dans l'étage de végétation thermo- méditerranéen (m > 3°C; T > 16°C et alt. < 600 m).

4. 3. Indice de sécheresse estivale

Cet indice s'exprime par le rapport entre les valeurs moyennes des précipitations estivales « P » (mm) et la moyenne des maxima du mois le plus chaud « M » (°C), selon la formule d'**EMBERGER (1942)**

$$I.e = P.E / M$$

La valeur de cet indice pour la période 1970-2009 est consignée dans le **Tableau 15**.

Tableau 15 : Indice de sécheresse estivale de la zone d'étude.

Période	Pluviosité estivale P.E (mm)	Valeur de M (°C)	Indice de sécheresse estivale « I.e »
1970-2011	16.92	29.25	0.69

Source : Station météorologique de Ghazaouet (2011)

Il ressort de ce tableau que l'indice de sécheresse calculé est inférieur à 5 pour l'ensemble de la zone d'étude. Ceci indique selon la grille de **DAGET (1977)** l'appartenance de cet espace au climat méditerranéen à sécheresse estivale bien avancée.

4. 4. Diagramme Ombrothermique :

Le diagramme ombrothermique permet de déterminer la saison sèche. Les températures et les précipitations restent les seuls paramètres les mieux enregistrés. **BAGNOULS et GAUSSEN (1953)** considèrent qu'un mois est sec quand le total mensuel des précipitations « P » est égal ou inférieur au double de la température moyenne mensuelle « T » tout en adoptant :

$$P = 2\,T$$

A partir de cette hypothèse, il est possible de tracer le diagramme ombrothermique de la station de référence (Ghazaouet) et la zone d'étude en portant les mois en abscisse et en ordonnée les températures moyennes et les pluviosités **(Fig. 2)**.

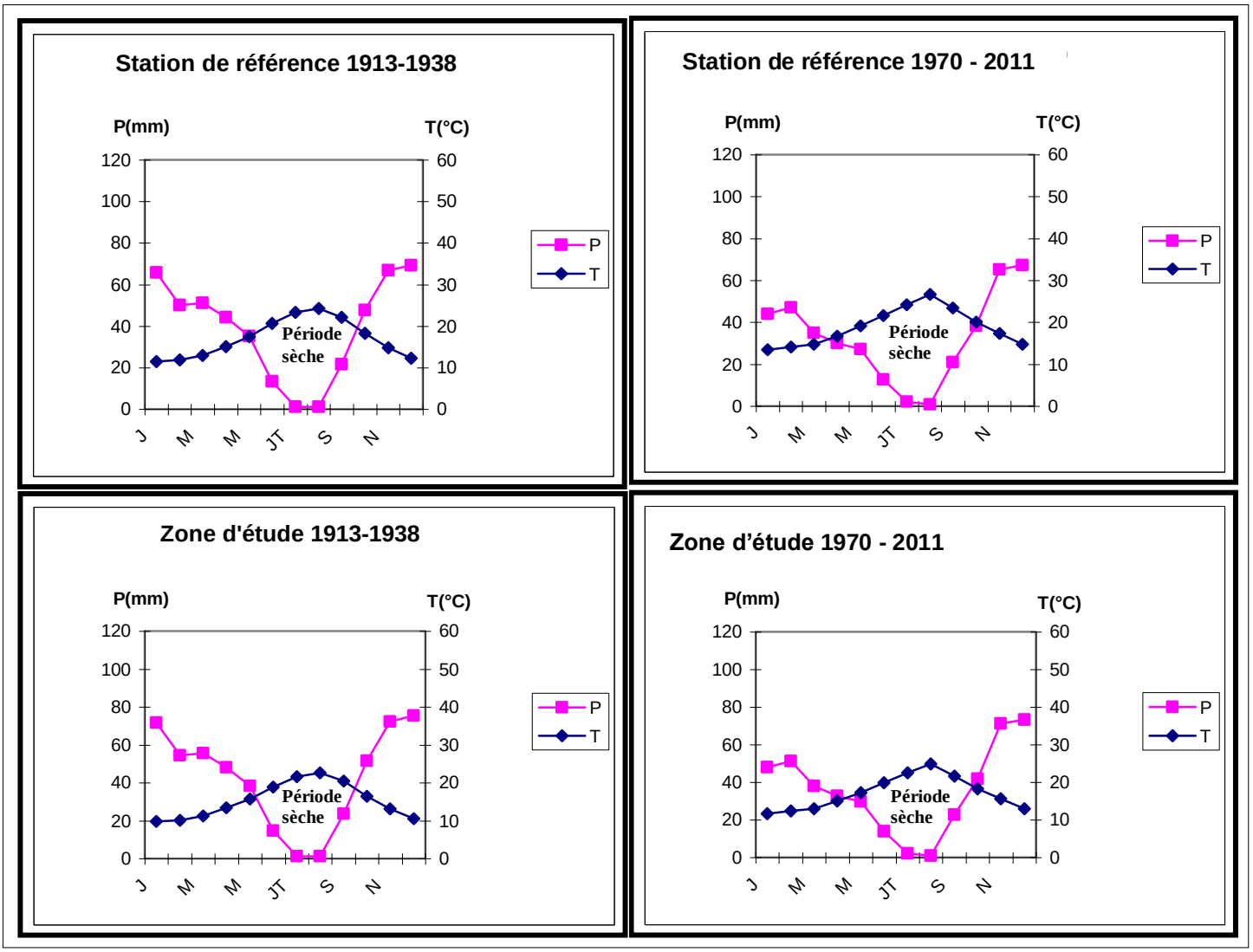


Figure 2 : Diagrammes ombrothermiques de **BAGNOULS et GAUSSEN (1953)** de la station de référence et la zone d'étude.

Cette figure montre que soit pour la station de référence (Ghazaouet) ou la zone d'étude, la période sèche est bien accusée.

Les diagrammes ombrothermiques établis montrent que la période sèche est en général bien définie dans le temps. Elle se manifeste clairement du mois de mai au mois de septembre, soit cinq mois (1913-1938) et du mois de mai jusqu'au mois d'octobre soit six mois (1970-2009), ce qui signifie donc un certain réchauffement.

4. 5. Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger

Cet indice climatique est le plus fréquemment utilisé pour caractériser le bioclimat d'une région méditerranéenne, il a été élaboré par **EMBERGER (1955).** Celui-ci utilise un diagramme bidimensionnel dans lequel la valeur du quotient pluviométrique « Q2 » est reportée en ordonnée et la moyenne du mois le plus froid de l'année « m »en abscisse.

A partir de cet indice « Q2 » **EMBERGER (1955)** a classé la région méditerranéenne en cinq étages bioclimatiques **(Fig. 3)**. Ce quotient pluviométrique « Q2 » fait intervenir les précipitations, les températures maximales et minimales

STEWART (1969) a repris le quotient pluviométrique d'**EMBERGER** en le rendant plus pratique en vue d'une meilleure utilisation dans les conditions d'un pays comme l'Algérie.

Q2 = 3.43 * (P/M-m)

P : Pluviosité moyenne annuelle (mm).

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (°K).

m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid (°K).

EMBERGER classe les climats méditerranéens en faisant intervenir les deux facteurs essentiels, qui sont la sécheresse (représenté par le quotient pluviométrique Q2) et la température du mois le plus froid (m) qui élimine les espèces les plus thermophiles **(DAJOZ, 1985).**

Les paramètres climatiques employés dans la caractérisation du climat sont consignés dans le **Tableau 16**.

Tableau 16 : Les paramètres climatiques caractérisant le bioclimat de la zone d'étude pour les deux périodes.

Stations	Périodes	M (°C)	m (°C)	P (mm)	Q2
Station de référence	1913-1938	29	7.0	466.79	72.79
	1970-2011	31.33	8.8	390.05	59.41
Zone d'étude	1913-1938	26.92	5.61	523.63	84.31
	1970-2011	29.25	7.41	425.20	66.79

Source : Seltzer (1946), station météorologique de Ghazaouet (2011)

Le quotient pluviométrique ainsi calculé pour la station de référence de Ghazaouet pour la période 1970-2011 est de l'ordre de 59.41 ce qu'il localise dans l'étage bioclimatique semi aride à hiver chaud **(Fig. 3)**.

Rapport-Gratuit.com

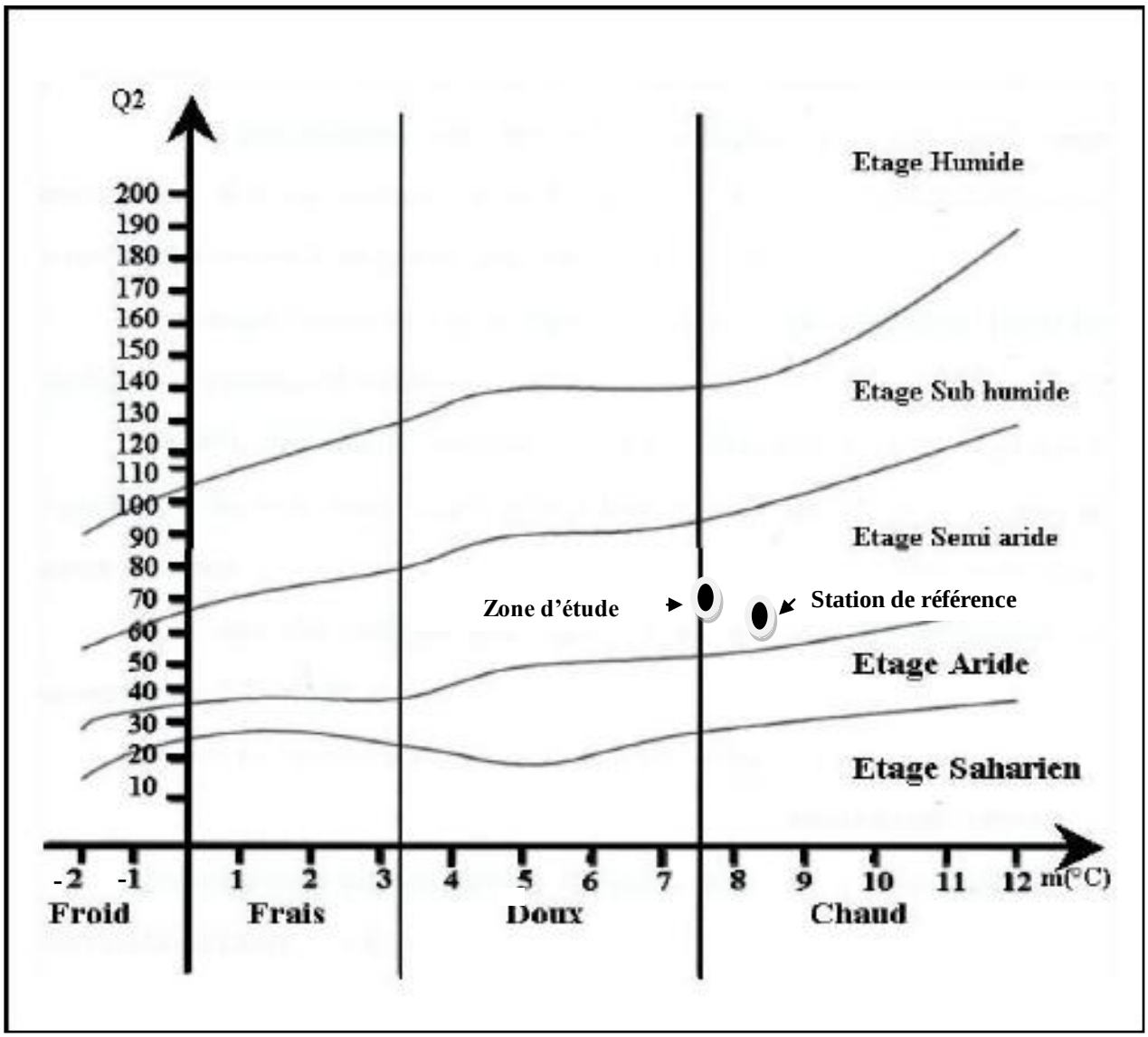


Figure 3 : Climagramme d'EMBERGER.

Pour la zone d'étude, le quotient est de l'ordre de 66.79 ce qu'il localise également dans l'étage semi aride supérieur doux à hiver chaud, plus ou moins proche de la limite inférieure de l'étage subhumide **(Fig. 3)**.

D'une façon générale, nous constatons à travers cette analyse que cette région a subi un changement bioclimatique remarquable par rapport à la période ancienne. Les précipitations ont diminué de 10% et les températures ont augmenté. Ce changement, déjà signalé par de nombreux auteurs **(BENABADJI et BOUAZZA, 2000 ; QUEZEL ,2000)** pour la région ouest a nettement accentué le caractère « aride » dominant de cette région.

5. La végétation

La forêt est un écosystème richement marqué par l'activité humaine, mais aussi peuplée de flore et de faune souvent remarquables et dont sa protection s'impose **(BARBERO et LOISEL, 1984 ; ALKARAZ, 1982)**.

La superficie forestière occupée par la région des Traras Occidentaux est estimée à 6453 ha répartie comme suit :

- Commune de Bab el Assa : 700 ha
- Commune de Souk Tleta : 2098 ha
- Commune de Marsa Ben M'hidi : 2180 ha
- Commune de M'Sirda Fouaga : 1475 ha.

Les principales essences forestières de la région sont le pin d'Alep, le Thuya, l'Eucalyptus, le Cyprès et d'autres formations de la strate herbacée telles que ; *Juneperus Phoenicea, Chamærops humilis* , *Ampelodesma mauritanica* …etc **(Fig. 4)**

.

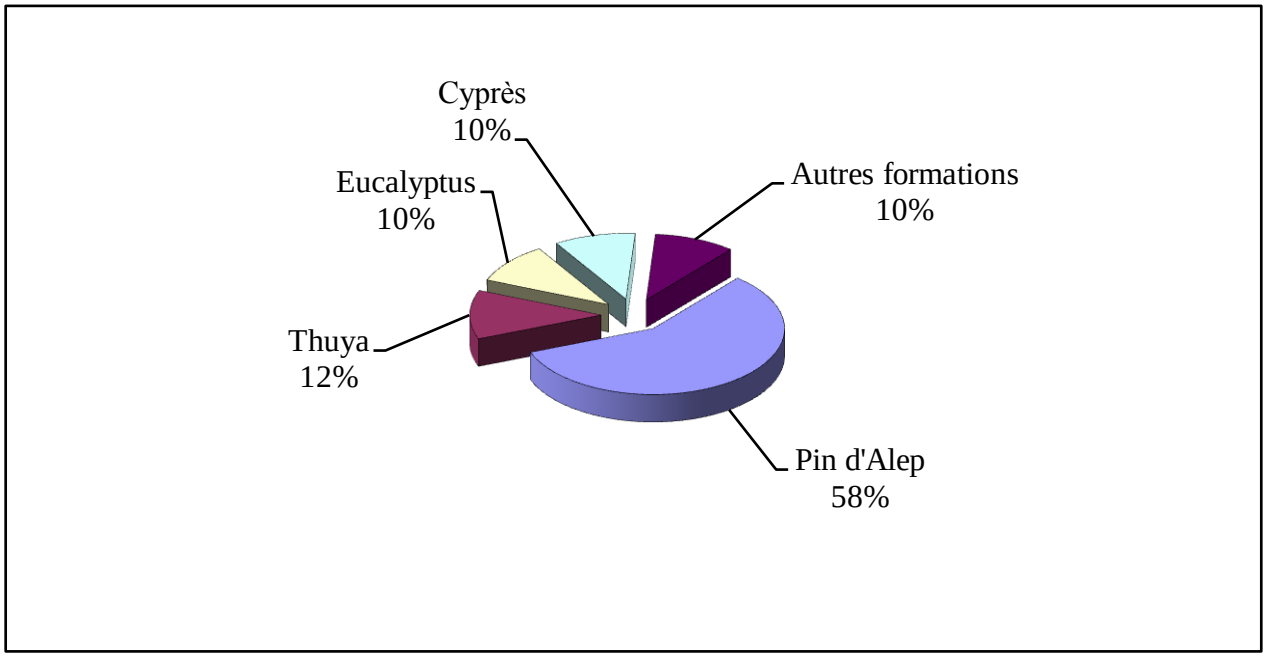


Figure 4 : Diversité de la végétation forestière **(ANONYME, 2000)**.

D'une manière générale la végétation des Traras Occidentaux est représentée par des formations assez dégradées et perturbées dans leur ensemble.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Chapitre II

Considérations générales sur le Cyprès vert

1. Historique et origine

Au début du siècle, des peuplements spontanés de Cyprès ont été découverts. Il y a eu le *Cupressus dupreziana* au Tassili et le *Cupressus atlantica*. Ces deux espèces ont été, à un moment confondu avec le *Cupressus sempervirens*, ce n'est qu'après des études botaniques approfondies qu'il y a eu différentiation des trois espèces.

STEWART (1969) pense qu'à l'origine il y a eu une seule espèce de *Cupressus* qui recouvrait toute la zone méditerranéenne. La différentiation entre le Cyprès vert, le Cyprès du Tassili et le Cyprès de l'Atlas s'est fait au cour du temps et serait due à l'influence du milieu.

Tableau 17 : Différence des caractères botaniques des trois espèces de cyprès méditerranéens endémiques de l'Algérie **(FERRANDES, 1979)**.

Partie	*Cupressus sempervirens*	*Cupressus dupreziana*	*Cupressus atlantica*
Ramule	Court, cylindrique non distique	Disposé dans un plan.	Fin et court, nettement quadrangulaire
Ramule de 2ème ordre	En plusieurs plans. Cônes de 2 à 3,5 cm. Mucron peu développé	En plan perpendiculaire. Glandes résinifères peu visibles. Cônes de 1 à 2,4 cm. Mucron faible	Quadrangulaire en plan perpendiculaire. Glandes résinifères visibles. Cônes de 1,8 à 2,3 cm. Mucron faible enfoncé.
Pollen	27 à 29 µ m	38,5 µ m	28,4 µ m
Graine	Irrégulière, coque épaisse, aile étroite presque orbiculaire	Presque sphérique régulière, unie, aile large et fine	Brune à aile étroite

Le Cyprès est un genre d'arbres sempervirents de la famille des Cupressacées originaires des régions tempérées chaudes de l'hémisphère nord. Le nombre d'espèces incluses dans ce genre varie selon les auteurs de 16 à 30, voir plus. De nombreuses espèces sont cultivées comme d'arbres d'ornement. Le Cyprès commun est un arbre représentatif de la flore méditerranéenne, l'arbre des cimetières, symbole du deuil dans le monde méditerranéen. Espèce connue sous le nom du Cyprès toujours vert, Cyprès de Florence, Cyprès de Provence, arbre de bienvenue, nommé par les anglophones « Mediterranean Cypress ».

Le nom Cupressus vient du latin où il désigne le genre, venant du Grec « Kuparissos » qui désigne l'espèce, certains auteurs pensent que cela viendrait plus tôt de Cyprus qui indique son origine Chypriote, sempervirens signifie toujours vert, persistant, mot qui vient du latin « semper » toujours et « virens » qui signifie vert.

2. Taxonomie

Embranchement	Spermaphytes
Sous Embranchement	Gymnospermes
Classe	Pinopsida
Ordre	Pinales
Famille	Cupressaceae
Genre	*Cupressus*
Espèce	*sempervirens*

3. Caractéristiques botaniques

Catégorie : arbre (conifère) à grande longévité, monoïque et thermophile, au tronc rectiligne à l'écorce d'un gris brunâtre fibreuse et striée verticalement, les rameaux écailleux sont bruns **(BECKER et *al*., 1982)**.

Port : élancé, conique, en étroite colonne compact et dense.

Feuillage : persistant, aromatique, vert foncé. Sur de courtes ramules, petites feuilles glanduleuses (glandes résinifères), squamiformes, imbriquées sur au moins 4 rang à la pointe émoussée.

Fleurs : à l'extrémité des rameaux, chatons mâles jaune à brun claire chargés en pollen pouvant être allergisant (en février – mars), les femelles globuleux verts réunis en bouquet à l'extrémité des jeunes pousses.

Cônes : strobiles, globulaires, vertes (3 à 4 cm) et brillantes, légèrement mucronées à 6 – 14 écailles ligneuses polygonales d'un brun clair à brun foncé à maturité (tous les deux ans), contenant de nombreuses graines ailées **(CAMUS, 1914)**.

Taille : l'arbre a une taille moyenne de 20 à 30 m. On distingue différentes formes de Cyprès qui par sélection, ont donné des variétés aujourd'hui bien distinctes reproduites par bouturage. On distingue notamment une forme aux branches horizontales et houppier conique : *Cupressus sempervirens* « horizontalis » et une forme colonnaire qui forme un fuseau plus ou moins étroit : *Cupressus sempervirens* « pyramidalis » ou « stricta » **(LETREUCH-BELAROUCI, 1991)**.

Graines : les graines sont petites, mesurant de 4 à 7 mm de long. Elles portent deux ailes, de part et d'autre de la graine.

Floraison : au début du printemps, la production importante de pollen est la cause, tous les ans, de nombreuses allergies. Certaines variétés produisent beaucoup de fruits, ce qui peut nuire à l'esthétique de l'arbre, notamment chez les formes colonnaires, en provoquant une

arqure des branches. Certaines variétés ont été sélectionnées pour leur capacité à former moins de fruits. La pollinisation est anémogame (pollen transporté par le vent).

Pollen : les graines de pollen de Cupressacées sont morphologiquement très homogènes. Il est donc impossible de réaliser des déterminations polliniques au niveau du genre ou de l'espèce. Le genre *Cupressus* pollinie abondamment en février – mars. Le Cyprès a un pollen au pouvoir allergisant, lorsqu'ils sont en trop grande quantité dans l'atmosphère, ils peuvent provoquer l'apparition d'allergies.

Enracinement : son enracinement le fixe solidement au sol. Il assure la stabilité de l'arbre **(BOUDY, 1950)**.

Multiplication : se fait par semis au printemps après avoir pris soin de conserver les graines au froid durant 3 mois (pour respecter la dormance), bouturage en fin d'été **(Fig. 5 et 6)**

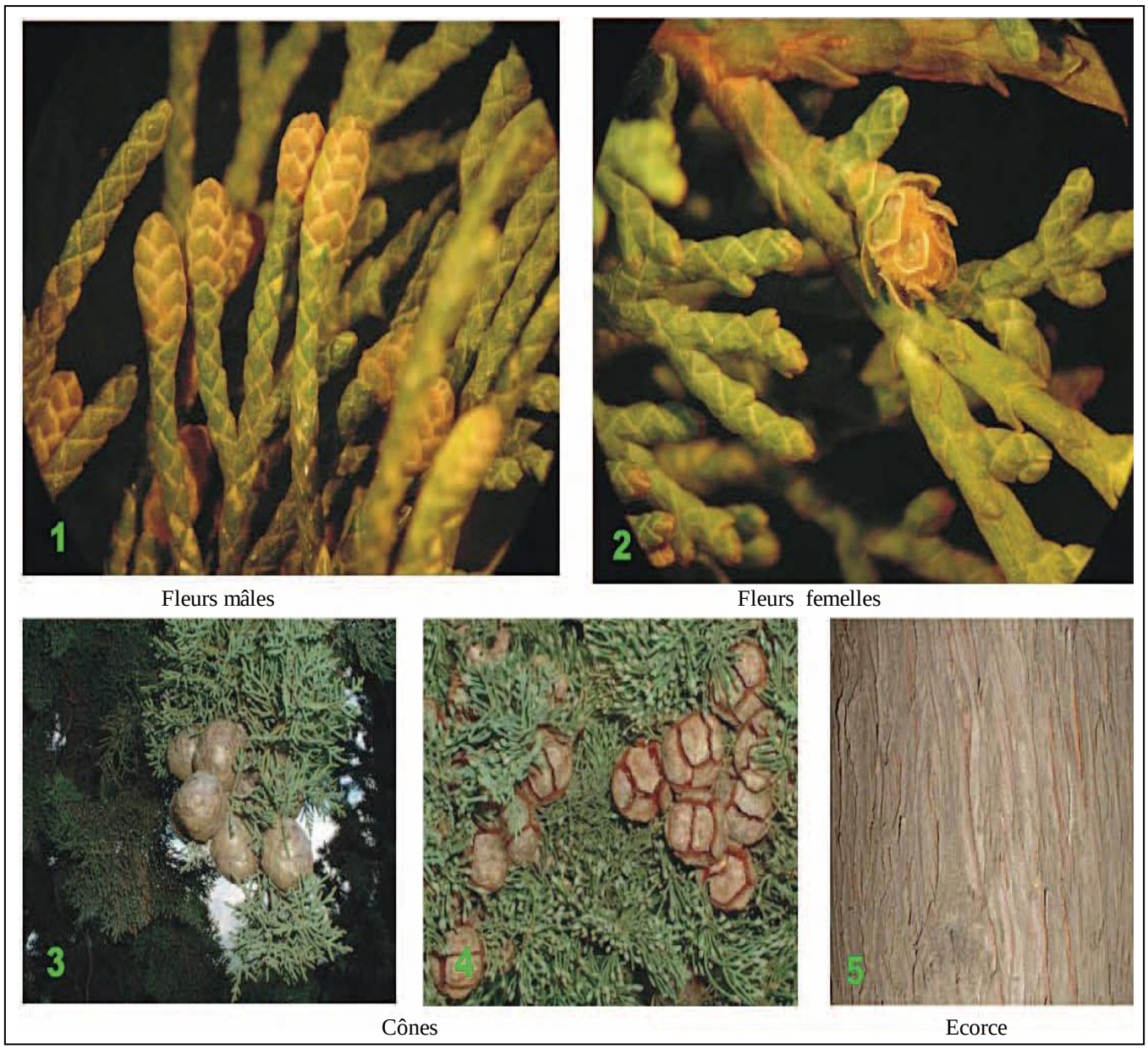


Figure 5: Cyprès vert (*Cupressus sempervirens* L) **(MARCELLO et *al.*, 2004)**

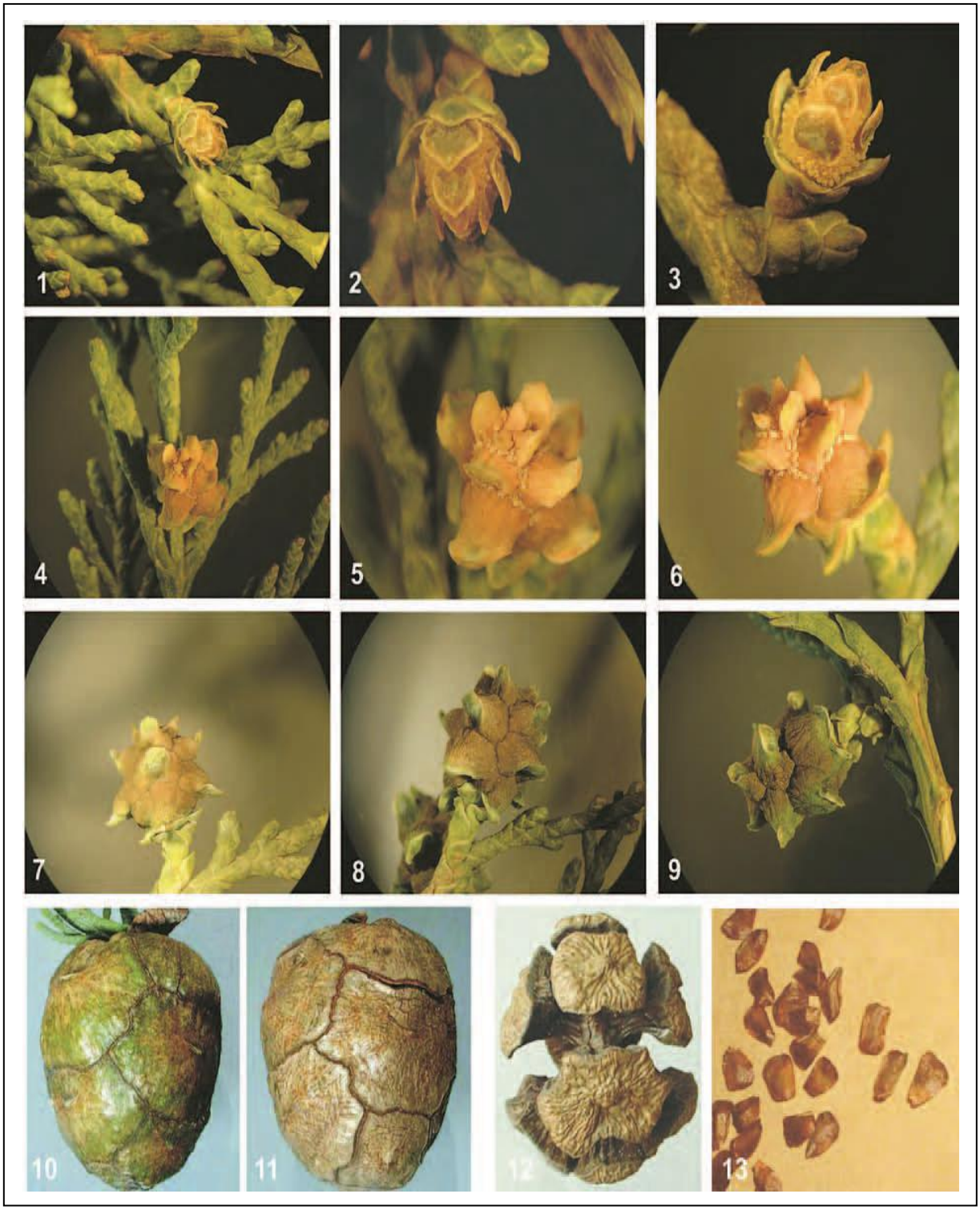


Figure 6 : Etapes de formation de la graine du *Cupressus sempervirens* L,
(MARCELLO et *al.*, 2004)

1- 2- 3 : Phase initiale avec exposition des ovules.
4- 5- 6 : Premières phases de la fécondation.
7- 8- 9 : Grossissement des carpelles et formation du jeune cône.
10- 11- 12- 13 : Développement du cône jusqu'à l'ouverture et à la production de la graine.

4. Caractéristiques écologiques

Le Cyprès est une plante de climat doux. Il a besoin de chaleur ; il doit être protégé des vents froids. Il peut résister à des températures négatives allant jusqu'à -20°C.

Température : du point de vue thermique, le Cyprès peut résister à une température jusqu'à – 20°C. Comme beaucoup de plantes méditerranéennes, c'est le froid humide en hiver qui peut être préjudiciable à sa longévité **(ALIFRIQUE, 1995)**.

Précipitation : le Cyprès est une essence xérophile, car c'est un arbre robuste susceptible de s'adapter à des conditions physiques très sévères. Mais il peut être plastique, c'est-à-dire qui peut se développer dans des climats humides. En effet, le Cyprès est un arbre qui n'a pas d'exigence pluviométrique et peut se contenter de 250 à 350 mm / an.

Altitude : le Cyprès vert se rencontre spontanément dans toutes les zones basses du pourtour méditerranéen à moins de 500 m d'altitude. On les trouve souvent en limites de zones agricoles ou en alignement dans les parcs ou les propriétés où leur forme particulière en fuseau marque les paysages.

Sol : il est indifférent à la nature chimique du substrat. Il préfère les sols profonds, drainés, si non ras même sec et calcaire. Il supporte mal les terres argileuses ou trop gorgées d'eau. Néanmoins, le Cyprès vert tolère les sols superficiels (moins de 50 cm, voire 30cm) et caillouteux. Un sol trop humide peut entraîner le développement des champignons parasites **(BENJAMAA, 2004)**. C'est une excellente essence vis-à-vis la résistance au vent et à la sécheresse **(ARFAOUI, 2002)**.

5. Associations végétales

Les espèces végétales associées au Cyprès sont différentes selon les conditions écologiques, c'est-à-dire la pluviométrie, l'altitude et les conditions édaphiques. On trouve *Juniperus* sp, *Rosmarinus* sp, *Ampelodesma mauritanica*, *Chamaerops* sp …

6. Régénération

Le Cyprès est arbre au tempérament vigoureux et rustique. Sa régénération se fait aisément, les graines germent plus facilement dans la partie fraîche. Dans les zones très sèches, les semis arrivent à s'implanter s'il n'y a pas de surpâturage.

Le feu, en supprimant les inhibitions (dormances …) et la concurrence, semble avoir un impact très positif sur la régénération de Cyprès.

7. Opérations sylvicoles

Le Cyprès vert a une tendance à développer des branches basses, très nombreuses et vigoureuses. Les tailles et élagages doivent être réalisés très rapidement et elles doivent être régulières.

Les tailles de formation doivent être réalisées tous les ans dès la deuxième ou troisième année, jusqu'à ce que les arbres aient atteints 5 à 6 mètres de haut ou 8 cm de diamètre. Ensuite, les élagages doivent éliminer les branches basses jusqu'à 4 ou 6 mètres de hauteur. Ces élagages seront réalisés en 2 ou 3 fois généralement entre 6 et 15 ans.

8. Aménagement

L'aménagement forestier ou encore la planification de la gestion des massifs forestiers repose sur une description typologique claire des potentialités du milieu, définit et synthétise les objectifs attribués aux peuplements et les techniques à mettre en œuvre pour assurer la stabilité de l'écosystème et l'obtention régulière des produits ciblés (**JOUBERT et BURROLLET, 1934 ; BOUDY, 1950)**.

Dans ce cas, un traitement en futaie régulière mixte ou pure est préconisé selon l'itinéraire sylvicole suivant :

- Dépressage sur régénération acquise (jusqu'à 2m), densité finale 1400 tiges /ha si fort potentiel.
- Première éclaircie à 30 – 40 ans, puis éclaircies en rotation tous les 15 à 20 ans.
- Age d'exploitabilité, 100 ans environ.

Durant ces dernières années, les concepts d'aménagement ont évolué, ceci grâce aux progrès des connaissances en écologie, en économie forestière et en sociologie rurale rendant ainsi cette mutation possible.

9. Aire de répartition

On ne connait pas exactement l'aire naturelle de Cyprès qui a été depuis très longtemps, planté sur tous le pourtour du bassin méditerranéen. Il est vraisemblablement spontané dans les montagnes du nord de l'Iran et sans doute aussi en Asie mineure. Pour certains auteurs, il serait originaire de l'île de Chypre et de là, il serait propagé en Grèce, Turquie.

En France, le Cyprès a été planté et se trouve dans toutes les régions côtières allant des Alpes aux Pyrénées.

En Grèce, le Cyprès pousse du niveau de la mer jusqu'à la limite de la végétation (1750 m au dessus du niveau de la mer en Crète) et constitue des forêts naturelles en Crète, à Samos, Rhodes, Kos, Simi et Millos.

En Espagne, le *Cupressus sempervirens*, a été introduit seulement récemment et les espèces les plus vieilles ont environ 150 ans.

En Italie, nous ne trouvons pas de forêts naturelles de Cyprès. Des Cyprières de petite dimension se trouvent sur les collines de la côte de la mer Tyrrhénienne, de la Ligurie à la Calabre et en Sicile ; celles plus vastes et productives, sont localisées en Italie centrale,

surtout en Toscane près de Florence, de Sienne et de Pise. Dans le Nord de l'Italie, le Cyprès se trouve principalement sur les rives des lacs.

Au Portugal, le *Cupressus sempervirens* n'est pas très diffusé.

Il serait très anciennement naturalisé partout ailleurs. Quoi qu'il en soit, en Afrique du Nord et tout particulièrement en Algérie, il se comporte actuellement comme une essence autochtone, très bien adaptée à nos climats secs. Il en existe deux formes, souvent présentes dans le même lot de plants : la forme fastigiata à cime étroitement conique et la forme horizontalis à branches étalées **(LETREUCH-BELAROUCI, 1991) (Fig. 7)**.

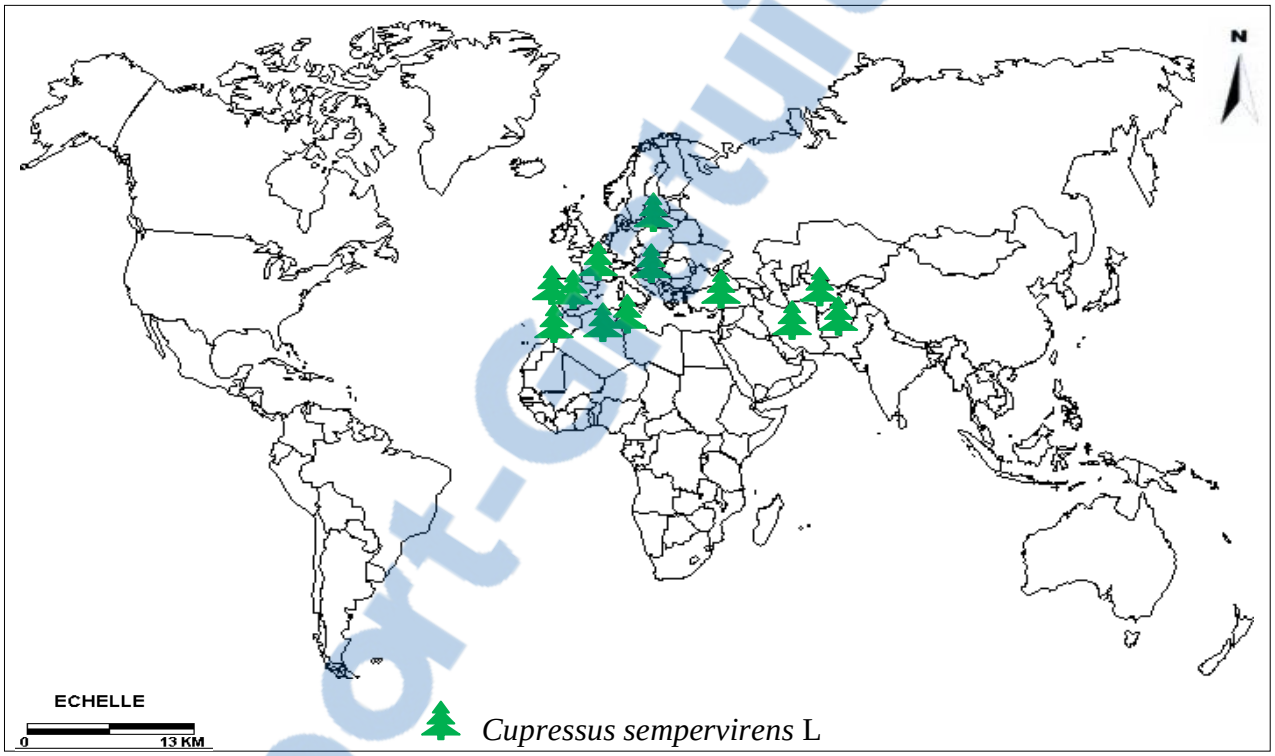


Figure 7 : Aire de répartition du *Cupressus sempervirens* L **(LAAROUK, 1998)** modifiée

10. Importance économique

Le Cyprès vert, depuis son existence forme une source vitale des populations et assure une activité économique très importante, du fait de ses qualités remarquables : sa longévité, sa résistance à la compression et sa bonne production de bois.

Le bois de Cyprès possède une bonne valeur technologique pour différentes raisons :

- Durabilité naturelle élevée contre les agents biotiques.
- Variations de dimensions limitées qui le rendent très stable.
- Bonne dureté et résistance qui le rendent adapté pour différentes utilisations.
- Fine texture qui permet un niveau élevé de finition.
- Facilité de collage.

Rapport-Gratuit.com

Le bois, à la forte odeur poivrée, semblable à celle du cèdre et du genévrier, et qui agit comme insectifuge pour différents insectes nuisibles, et utilisé surtout pour des décorations externes comme les portes, les persiennes, les surfaces de piétinement, ainsi que pour les pièces d'ameublements internes comme les armoires, les coffres et les planchers sans oublier les constructions navales.

Les composants chimiques d'huile essentielle des rameaux de *Cupressus sempervirens* sont : Δ-3 carène (16.49%), sabinène (13.91%), ∝-pinène (13.07), terpin-1-èn-4-ol (7.69%), terpinolène (7.13%), limonène (6.28%), γ- terpinène (4.97%), myrcène (4.86%), cédrol (3.62%), acètate di ∝-terpenyle (2.98%) **(PIERRE, 2000)**.

A l'époque, en Algérie, Cette espèce est utilisée surtout comme brise-vent dans les régions à risque de vents violents. Pendant la période coloniale, dans la plaine de Mitidja a Blida (25 Km à l'Ouest d'Alger) et celle de Mohammedia (à 65 Km au Sud d'Oran) où il a été planté de vastes champs d'agrumes, les colons français ont utilisé cette espèce massivement afin de border et délimiter ces champs servant comme abris et pour créer un microclimat favorable à la culture des agrumes. Actuellement cette espèce est répandue et utilisée par la population locale comme espèce permettant de délimiter leurs champs (cultures maraîchères, arboriculture, autres…) surtout après le problème de Morcellement (partage et subdivision des terrains agricoles par héritage entre une même famille) **(LARBI et BELGHERBI, 2007)**. Dans les zones montagneuses, cette espèce est rarement utilisée dans les travaux de conservation des sols à risque d'érosion hydrique et éolienne. Ainsi on le trouve partout dans les cimetières musulmans, chrétiens et juifs.

Actuellement, le Cyprès contribue à la protection des sols contre les différents types d'érosion (brise - vent) et constitue une aire de loisir, c'est donc un élément de reboisement le plus précieux pour l'Afrique du Nord.

Chapitre III

Problème du dépérissement

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

1. Concepts de dépérissement

Les dépérissements forestiers ne sont pas des phénomènes nouveaux, la littérature allemande **(SCHUTT, 1977 ; WACHTER, 1978 ; CRAMER ET CRAMER-MIDDENDORF, 1984)** et nord-américaine **(WALKER et AUCLAIR, 1989** ; **MILLERS et *al.*, 1988)** en rapportent depuis plus d'un siècle . La littérature française est relativement moins riche mais fournit quelques descriptions pour le Sapin pectiné, **(LANDMANN, 1993)**, le Chêne **(DELATOUR, 1983)** et le Hêtre **(DE LEMPS, 1955 ; SCHAEFFER, 1955)**.

Depuis plus d'un siècle également, les pathologistes se sont efforcés, avec un succès inégal, d'élucider les causes des divers dépérissements d'arbres et de peuplements. Le besoin de formalisation des concepts est cependant relativement récent, puisque les concepts auxquels on fait actuellement référence, explicitement ou implicitement, datent des années 1960. Les dépérissements forestiers n'ont jamais été des sujets consensuels, les connaissances et concepts développés au cours des décennies récentes ne font pas l'unanimité au sein des pathologistes et ne sont pas nécessairement compris ou acceptés par les scientifiques des autres disciplines.

Les concepts de base actuels ont été définis par **SINCLAIR (1964, 1967)** et **HOUSTON (1967)**. Ces auteurs ont travaillé principalement sur divers dépérissements feuillus, dans le Nord-est de l'Amérique. D'autres dépérissements étaient cependant décrits dans le Sud et dans l'Ouest sur des résineux. Toutes ces maladies avaient en commun un certain nombre de symptômes, en particulier des réductions de croissance, un dépérissement graduel de la cime, se soldant occasionnellement par la mort d'arbres.

HOUSTON (1967) développa le concept de maladie déclenchée par un stress « stress-triggered disease », selon lequel un arbre soumis à un stress répété finit par être endommagé et devient susceptible à l'attaque d'organismes secondaires le conduisant éventuellement à la mort. Ce concept, développé et affiné depuis lors **HOUSTON (1973, 1981, 1984, 1992)**, considère le dépérissement comme une ' « maladie ordinaire », en référence au ' triangle de la maladie constitué par la plante, le pathogène et l'environnement. Si toutefois on considère une « maladie ordinaire » comme un phénomène dans lequel l'influence de l'environnement s'exerce uniquement sur le pathogène et le processus infectieux « pathogen-based disease », le dépérissement selon Houston n'apparaît plus comme une maladie typique.

HOUSTON (1992) insiste particulièrement sur les attaques d'organismes secondaires qui, selon lui, déterminent souvent si l'arbre va survivre ou succomber aux stress qui l'ont affecté.

SINCLAIR (1964, 1967) développa un concept selon lequel un dépérissement met en jeu un système de trois échelons successifs de facteurs, les facteurs prédisposants, les facteurs déclenchants et les facteurs aggravants. Les facteurs prédisposants seraient, d'après Sinclair, responsables des variations locales d'intensité du dépérissement. Par exemple, le dépérissement du Chêne causé par les sécheresses dans le Nord-est de l'Amérique est particulièrement prononcé sur les crêtes où les conditions édaphiques et, de façon générale, environnementales sont défavorables. Ces modèles ont été considérés par leurs auteurs, lors de leur élaboration, comme des modèles provisoires permettant de hiérarchiser l'analyse d'un phénomène apparemment complexe. Les pathologistes les espéraient néanmoins en fin de comptes réductibles à un schéma classique de relation de cause à effet mettant en jeu un pathogène principal. On sait aujourd'hui que ces phénomènes sont intrinsèquement complexes et qu'il ne s'agit pas uniquement (mais dans certains cas sans aucun doute) d'un défaut de capacité d'analyse.

Un des apports de **MANION (1981)** est d'avoir avancé que les facteurs impliqués dans un dépérissement ne sont pas obligatoirement les mêmes d'un endroit à l'autre (ce qui complique leur analyse), mais sont en partie au moins interchangeables. Cette absence de constance spatiale des facteurs fait des dépérissements d'arbres un phénomène sensiblement différent de la plupart des autres maladies. L'interchangeabilité des facteurs est également un des principaux messages contenus dans la spirale de **MANION (1981)**.

Une autre particularité de cette représentation est qu'elle admet que certains facteurs, par exemple la sécheresse (coup de chaleur, sécheresses prolongées) ou la pollution atmosphérique (aiguë, chronique) peuvent jouer plusieurs rôles, et notamment être prédisposants ou déclenchants selon leur intensité.

MUELLER-DOMBOIS (1983, 1986) a décrit le dépérissement de la canopée forestière sur l'île de Hawaï et d'autres îles du Pacifique à l'aide d'un modèle de sénescence collective synchrone « synchronous cohort senescence model ». D'après ce modèle, les individus se développent, deviennent adultes et entrent dans un processus de dépérissement de façon synchrone. C'est une perturbation soudaine qui est censée entraîner cette détérioration synchrone. En Europe, les travaux de **BECKER et LEVY (1988)** et **SPIECKER (1991)** sur Sapin pectiné et de **ABETZ (1988)** sur Hêtre confortent cette perception. Le concept de **MUELLER-DOMBOIS** s'appuie donc largement sur la dynamique à l'échelle de la

population (peuplements), de la communauté (la forêt) ou de l'écosystème. En cela, il est très différent des concepts élaborés par **SINCLAIR**, **HOUSTON** et **MANION**. De fait, ces trois auteurs sont des pathologistes et leur conception des dépérissements, même si elle se veut équilibrée, fait la part belle aux agents biotiques, alors que **MUELLER-DOMBOIS (1992)** défend l'idée que les dépérissements peuvent être considérés comme des phénomènes naturels par opposition à des phénomènes pathologiques proprement dits. II est clair que les concepts classiques de dépérissement accordent peu de place aux notions de dynamique de peuplement dont on vient de souligner l'importance dans les dépérissements étudiés en Europe **(LANDMANN, 1994)**, et particulièrement en France **(BECKER et *al.*, 1994)** . Le concept de **MUELLER-DOMBOIS** peut être interprété comme une variante du modèle de **SINCLAIR** dans lequel une population commencerait à décliner à un endroit où les facteurs prédisposants auraient atteint un niveau suffisant. Plus précisément, **MUELLER-DOMBOIS (1992)** distingue les étapes suivantes :

- Structure forestière simplifiée,
- Stations extrêmes sur le plan édaphique,
- Perturbations périodiques, et
- Agents biotiques.

Cette conception rejoint bien les résultats établis pour les dépérissements du Sapin pectiné et de l'Epicéa commun étudiés récemment en France **(LANDMANN et BONNEAU, 1994)**.

2. Définitions et terminologie

Le « dépérissement » ou « déclin » des forêts est une expression qui a marqué ces dernières années et donné l'alerte au monde forestier. Ce phénomène se traduit avant tout par une mortalité anormale des feuilles, bourgeons, brindilles et branches, et qui a pour conséquence la réduction de la vitalité et de la vigueur des arbres **(DELATOUR, 1983 ; LEMEIGNEN et MICAS, 2008)**. Une fois persistant, il induit la mort « isolée » des arbres puis prend de l'ampleur par « tâches » et enfin « massive ou généralisée » des peuplements. Il en résulte une réduction progressive de la productivité ligneuse des forêts et de leur santé **(AUCLAIR et *al.*, 1997)**.

Un dépérissement est un processus évolutif, faisant intervenir de multiples causes qui agissent en synergie **(FIOT et *al.*, 2007)**. Ils peuvent être de causes purement naturelles, humaines ou une combinaison des deux **(REQUARDT et *al.*, 2007 ; FIOT et *al.*, 2007)**. Il peut être se traduit pour l'arbre par une perte de vitalité progressive et des mortalités

d'organes pérennes (branches, rameaux notamment chez les feuillus) ou des pertes prématurées d'aiguilles chez les conifères **(FIOT et *al*., 2007)**.

Le dépérissement est le résultat de l'interaction de plusieurs facteurs de stress de nature biotique ou abiotique. Ces facteurs agissent de façons consécutives ou concomitantes et provoquent l'affaiblissement de l'arbre et parfois même sa mort **(LAFLAMME, 1992)**.

En outre, il est admis que le dépérissement des essences forestières affecte le dynamisme de la forêt, en changeant sa structure et ses ressources physiques à une quelconque échelle spatiale ou temporaire **(LANDMANN, 1994)**.

3. Hypothèses relatives au dépérissement des forêts

3. 1. Hypothèse de l'acidification des écosystèmes

Emise en 1979 en Allemagne, cette hypothèse atteste que les écosystèmes forestiers subissent l'agression des retombées de sulfate, ce qui provoque une acidification du sol entraînant la libération de l'aluminium phytotoxique à l'état libre. Le pH des pluies (4,2 en moyenne) n'a pas changé depuis les cinq dernières décennies, en plus des dépérissements sont observés sur des sols calcaires qu'acides **(LANDMANN, 1994)**.

3. 2. Hypothèse du rôle de l'ozone

Proposée en 1982, l'auteur de cette hypothèse mentionne que des composés photochimiques à effet phytotoxique dont l'ozone associé à la pauvreté relative des sols pourraient expliquer les symptômes observés **(LANDMANN, 1994)**.

En effet, l'excès d'ozone provoque un stress oxydatif par l'accumulation d'une protéine clé du photosystème 2 dans les chloroplastes induisant ainsi le premier signal moléculaire du dépérissement par destruction du mécanisme de photosynthèse. Ainsi, il perturbe la régulation de la fermeture des stomates, en provoquant une évapotranspiration excessive et un déficit en eau **(BONNEAU et LANDMANN, 1988)**.

3. 3. Hypothèse d'une alimentation azotée déséquilibrée

En forêt, le cycle nutritif normal des arbres est perturbé par l'apport de l'azote sous forme de dépôts assimilables provenant des oxydes d'azote émis dans l'atmosphère. Ce stress combiné à d'autres facteurs induit un déséquilibre entre les racines des arbres et les champignons mycoryzateurs, ce qui explique un déséquilibre ionique observé foliaire, étant donné que la microflore est considérablement appauvrie dans les forêts atteintes **(LANDMANN, 1994; DE BEAULIEU, 2007)**.

3. 4. Hypothèse de l'interaction « climat – parasites – pollution atmosphérique »

Emise en 1983, cette hypothèse démontre que la perte de vigueur des essences forestières est la résultante d'action de nombreux facteurs écologiques (sécheresse) qui

fragilisent la forêt en la rendant sensible aux attaques des agents biotiques secondaires ou de faiblesse en l'occurrence les insectes xylophages et les maladies cryptogamiques **(BONNEAU et LANDMANN, 1988)**.

4. Facteurs impliqués dans le dépérissement forestier

La vitalité d'un arbre est définie comme sa capacité à assimiler les ressources, se développer, survivre aux stress, s'adapter aux changements et se reproduire **(DOBBERTIN et BRANG, 2001)**.

Corollairement, le dépérissement en forêt est un processus d'affaiblissement général de l'arbre, causé par un faisceau de facteurs interagissant entre eux. Le dépérissement est un processus complexe et évolutif. Ses principaux symptômes sont la perte de vitalité (défoliation, diminution de la croissance, décoloration des feuilles) et la mortalité de branches et de rameaux (**NAGELEISEN et *al.*, 2010**). La plupart des facteurs à l'origine du dépérissement sont abiotiques et ne sont a priori pas identifiés **(BONNEAU et LANDMANN, 1988)**. La mort de l'arbre est une issue possible mais non certaine du dépérissement **(BONNEAU et LANDMANN, 1988; NAGELEISEN et *al.*, 2010)**. Il est courant de hiérarchiser les facteurs causaux en trois catégories **(BOUTTE, 2007) :**

- **Les facteurs prédisposants**, qui sont propres à l'endroit, au massif et aux arbres, et qui en déterminent la productivité mais aussi son degré de résistance ou de faiblesse face aux agressions potentielles (patrimoine génétique, climat, conditions stationnelles, âge, gestion, aménagement, pollution atmosphérique…).
- **Les facteurs déclenchants**, ou incitants, qui sont exceptionnels, plus ou moins intenses et de courte durée (stress, gel, sécheresse, attaques de défoliateurs, pollution de l'air, etc.), et qui enclenchent le processus de dépérissement plus ou moins important selon la résistance de l'arbre ou du massif. **LANDMANN (1994)** note que l'influence des facteurs déclenchants, combinée à celle des facteurs prédisposants provoquent une détérioration de la cime et du système radiculaire. Ils sont essentiellement de nature abiotique comme la sécheresse et biotique comme les attaques d'insectes défoliateurs en particulier **(AUCLAIRE et *al.*, 1997)**. Il convient de signaler ici que les défoliateurs forestiers sont beaucoup moins dangereux sur les essences feuillues que sur les conifères **(BOVEY, 1971)**. D'après cet auteur, il est rare qu'une défoliation consécutive ait une conséquence néfaste sur la vitalité des arbres. Au contraire, chez les résineux, la destruction des aiguilles perturbent la physiologie des arbres et les exposent à un affaiblissement plus avancé.

- **Les facteurs aggravants**, sont des facteurs qui interviennent en phase terminale du déclin **(LANDMANN, 1994)** ; qui sont les ravageurs (insectes, pourritures, virus, nématodes, …) ou les catastrophes (incendies, tornades, …) qui achèvent le processus de dépérissement de l'arbre, parfois jusqu'à la mort et la décomposition. Certains auteurs, considèrent que ces facteurs ne participent pas à proprement parler au dépérissement, car ils interviennent après que celui-ci soit irréversible. Ils ne feraient alors qu'accélérer la disparition de l'arbre. Les facteurs aggravants sont les plus visibles, ils ne sont nullement la cause du dépérissement, mais en constituent son point final.

Le classement des facteurs dans ces différentes catégories demeure une vue de l'esprit. Dans la réalité, il y a interaction permanente entre tous ces facteurs. Le dépérissement reste un processus complexe, de causes multiples qui s'entre-influencent **(MANION, 1981)**.

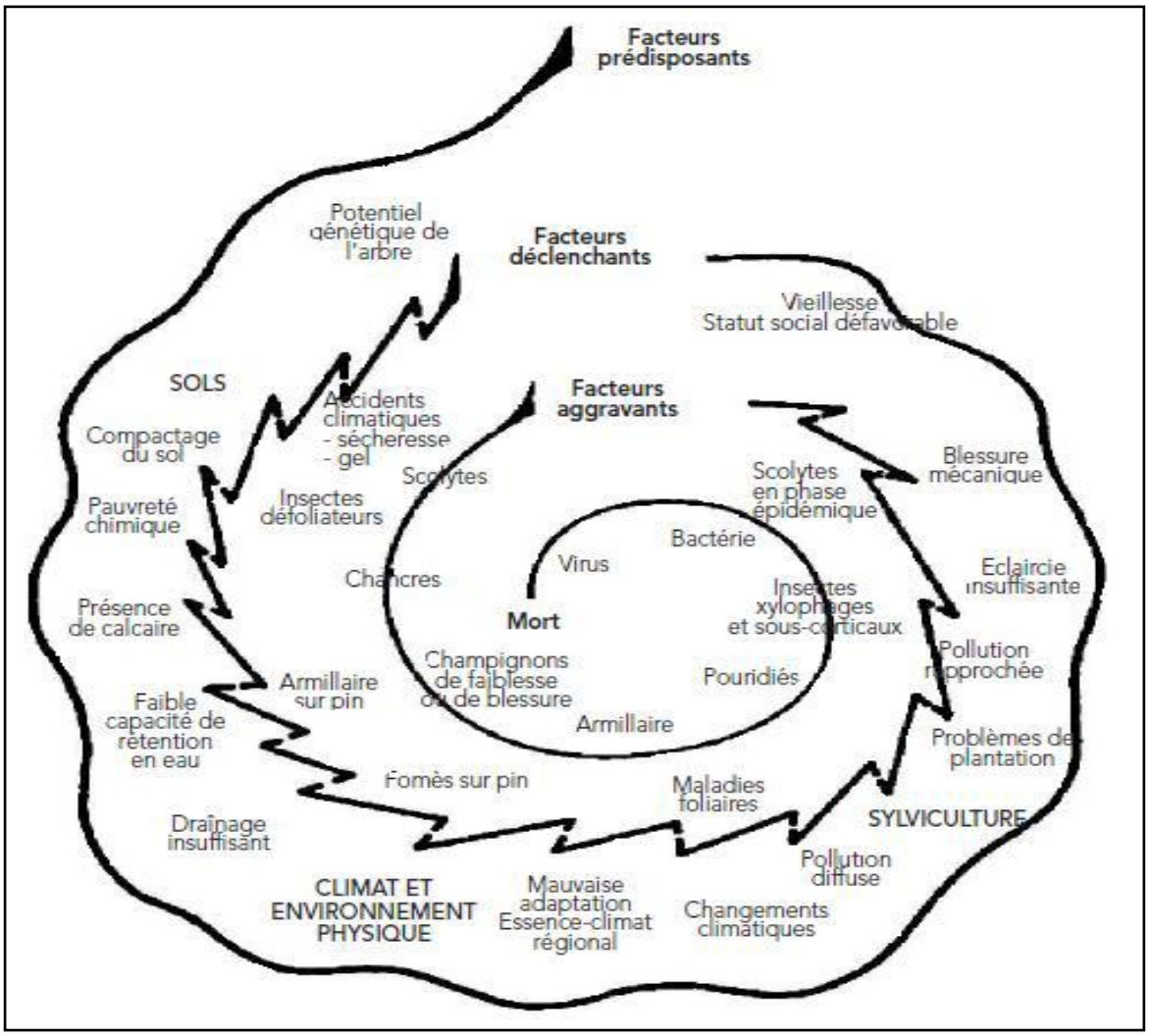


Figure 8 : Représentation sous forme de spirale du processus de dépérissement **(MANION, 1981)**

Le dépérissement est considéré comme un enchaînement d'événements défavorables, les facteurs qui prédisposent aux maladies entrainent lentement l'arbre vers les facteurs incitatifs qui accentuent sa perte de vigueur, à leur tour, d'autre facteurs contribuent à amener le végétal vers une mort certaine **(BOUTTE, 2007)**.

5. Types de dépérissement

DELATOUR (1983), cite trois types de dépérissement selon leur évolution : brusque, rapide et lent.

- Le dépérissement brusque qui se développe en quelques semaines, se traduit par le dessèchement des feuilles qui restent pendantes.
- Le dépérissement rapide, qui se développe en une à deux années, entraîne une mort de l'arbre.
- Le dépérissement lent, qui s'étale sur plusieurs années, affecte essentiellement les arbres âgés de 80 à 100 ans.

6. Symptômes du dépérissement

Les symptômes des dépérissements forestiers peuvent avoir été provoqués par des constellations de conditions défavorables et ou d'agressions fortes différentes.

Les arbres sont capables de réagir aux influences exercées par divers agents par des signes apparaissant sur leurs parties aériennes **(HARTMAN et *al*., 1991)**.

Aiguilles qui roussissent puis tombent l'année suivante, cime dénudée, coloration anormale, déficits foliaire, branches mortes sont les signes du dépérissement de la forêt méditerranéenne **(GAZONNEAU, 2007)**.

On constate que, lorsque plusieurs de ces contraintes se conjuguent (conditions stationnelles difficiles, pollution, salinité, vent), des phénomènes plus importants de dépérissement peuvent apparaître **(LANDMANN, 1994)**.

Selon **HARTMAN et *al*., (1991)**, les symptômes concernent trois niveaux :

- **Symptômes sur aiguilles et feuilles** : chute prématurée « défoliation précoce », éclaircissement, dénudement de rameaux, de parties ou de la totalité de la couronne. Décoloration jaunâtre et blanchâtre (chloroses), brunâtre, flétrissement, anomalie de croissance, déformation.
- **Symptômes sur bourgeons, pousses et rameaux :** chute des pousses, décoloration jaunâtre, flétrissement, anomalie de croissance, déformations,…
- **Symptômes sur tronc et branches :** chute, décoloration jaunâtre, flétrissement, écoulement de résine, anomalie de croissance, déformation, plaies ouvertes cicatrisées,…

LANDMANN (1994), a ajouté les symptômes suivants :

- **En ce qui concerne la croissance :** réduction de la croissance de quelques années à plusieurs décennies avant l'apparition des symptômes visibles.
- **En ce qui concerne leurs caractéristiques spatio-temporelles :**

dispersion au hasard (localement) des individus dépérissants (par opposition à l'action de certains pathogènes, dont l'action s'exerce de proche en proche), persistance et aggravation des symptômes durant plusieurs années.

7. Le dépérissement forestier dans le monde

Généralement, le dépérissement des forêts a lieu à des marges géographiques ou altitudinales d'un type de forêt ou d'une espèce forestière **(JUM et PENUELA, 2006)**.

Beaucoup d'exemples de dépérissement des espèces forestières sont cités par différent chercheurs et auteurs. Au Maroc, **BAKRY et ABOUROUH (1996)** citent le dépérissement du chêne liège. Le phénomène de dépérissement sur *Quercus cerris* a été aussi décrit en Italie par **VANNINI (1990)**.

En France, le dépérissement des forêts du Pin maritime **(GUYON, 1991)**, chêne pédonculé, chêne sécile, épicéa et hêtre **(LAURENT et LECOMTE, 2006 ; D. S. F, 2007)**. **YVES (2005)** ajoute le dépérissement du sapin en Bretagne, Normandie et des pays de la Loire.

En Espagne, les jeunes bouquets d'arbre sont touchés, le cèdre de l'Atlas dépérit au Maroc et en Algérie, selon le témoin d'experts **(GAZONNEAU, 2007)**.

Vers la fin des années 1990, le phénomène de dépérissement a pris de l'importance, un peu partout en Tunisie, en raison probablement des années successives de sécheresse. Les plantations de Kessra (Makthar) et plusieurs haies de brise-vent de tous âges composés de *Cupressus sempervirens* ont connu de fortes attaques de *Phloeosinus aubei* **(BENJAMAA et KHALDI, 1998 ; BENJAMAA, 2002)**. La cause d'attaque était une sécheresse prolongée qui a privé complètement le cyprès de sa quantité d'eau indispensable. Les températures assez élevées enregistrées à ce moment ont aggravé l'état de dépérissement et ont facilité l'attaque par les scolytes. Les dégâts ont pu atteindre dans certains cas 80% **(BENJAMAA, 2002)**.

Le **Tableau 18** récapitule quelques exemples de dépérissement ou de mortalité d'arbres en forêts.

Rapport-Gratuit.com

Tableau 18 : Quelques exemples de mortalité des forêts **(ALLEN et *al*., 2009).**

Région / Pays	Type de forêt
Afrique	
Algérie	*Cedrus atlantica*
Namibie	*Aloe dichtoma*
Sénégal	Espèce d'*Acacia, Cordyla, Nauclea* et *Sterculia*
Afrique du Sud	Espèces de *Dichrostachys, Pterocarpus* et *Strychnos* dans le Nord – Est
Ouganda	Espèces d'*Uvariopsis celtis* dans la forêt tropicale humide
Asie et Pacifique	
Australie	Espèces d'*Eucalyptus* et *Corymbia* dans le Nord – Est
Chine	*Pinus tabulaeformia* et *Pinus yunnanensis*
Inde	Espèces d'*Acacia, Terminalia* et *Emblica* dans le Nord- Ouest
Malaisie	Diptérocarpacées dans les forêts tropicales humides de Bornéo
République de Corée	*Abies koreana*
Fédération de Russie	Espèces de *Picea* et *Pinus* dans les forêts tempérées et boréales de Sibérie
Europe	
France	Espèces d'*Abies, Fagus, Picea, Pinus* et *Quercus*
Grèce	*Abies alba* dans le Nord
Norvège	*Picea, Abies* dans le Sud- Est
Espagne	Espèces de *Fagus, Pinus* et *Quercus*
Suisse	*Pinus sylvestris*
Amérique latine et Caraïbes	
Argentine	Espèces d'*Austrocedrus* et *Nothofagus* en Patagonie
Brésil	Forêt atlantique tropicale semi-décidue dans le Sud –Est
Costa Rica	Forêt tropicale humide
Panama	Forêt tropicale humide
Proche – Orient	
Turquie	Espèces de *Pinus* et *Quercus* dans la région centrale
Arabie saoudite	*Juniperus procera*
Amérique du Nord	
Canada	Espèces d'*Acer, Picea, Pinus* et *Populus*
Etats- Unis	*Abies, Fraxinus, Juniperus, Picea, Pinus, Populus, Pseudotsuga* et *Quercus*

8. Le dépérissement forestier en Algérie

A l'instar des pays du pourtour méditerranéen, le patrimoine forestier algérien se trouve aussi en piètre état, la surface boisée considérée comme minuscule de 1,3 millions d'hectares ce qui représente un taux de boisement de 5% contre 27% en 1898, ce qui indique une régression alarmante d'environ 80% **(BEGHAMI, 2010)**. Il convient de signaler que la superficie originelle était de l'ordre de 7,2 millions d'hectares **(BEGHAMI, 2010)**.

Selon les services des forêts des monts des Traras, ce phénomène est apparu vers les années 1982. La majorité des essences forestières ont connu cette régression mais avec des degrés variables. L'état de ces peuplements s'est aggravé ces cinq dernières années. Un premier constat montre que ces essences sont souvent exposées à une dégradation avancée.

L'exposition des massifs aux influences sahariennes et leur localisation sur substrat défavorable à capacité de rétention en eau faible ont accéléré la mortalité des peuplements les plus touchés par ce dépérissement.

Le facteur principal est le déficit hydrique résultant d'une sécheresse prononcée et persistante durant les vingt dernières années. Cette sécheresse semble être la raison essentielle de la mortalité des arbres **(BARITEAU, 2003)**. D'autres facteurs secondaires interviennent par la suite, dès que les arbres présentent des signes d'affaiblissement tels que les insectes défoliateurs ou champignons, comme l'armillaire observée chez les arbres dépérissants ou morts **(BENTOUATI, 2007)**. L'arbre devient rapidement l'hôte des insectes et des maladies. Le dépérissement est inévitable **(LAMONTAGE, 2000)**.

Le dépérissement se traduit en général, à l'échelle d'un arbre, par des symptômes bien visibles au niveau du houppier ; mortalité d'organes, réduction de la qualité et de la quantité du feuillage. Pour ce qui est du Cyprès vert, le dépérissement commence par la cime de l'arbre et progresse vers la partie inférieure avec un certain écoulement de la résine sur le tronc.

9. Complexité de l'étude du dépérissement forestier

L'étude du dépérissement des arbres est complexe, puisqu'il s'agit bien souvent d'évaluer plusieurs facteurs (abiotiques et biotiques) agissant simultanément sur le peuplement forestier et pendant une longue période **(BENOIT, 2005)**. Pour **LANIER (1976)**, l'étude des dépérissements forestiers présente de grandes difficultés en raison de la complexité des trois domaines dans lesquels ils se manifestent à savoir le sol, l'atmosphère et l'environnement biologique des arbres touchés.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Chaque cas de dépérissement est induit généralement par un ensemble de facteurs agissant simultanément, ou les uns après les autres dans le processus de détérioration des arbres **(LANIER, 1976 ; MANION, 1981)**, et parfois mal connue **(D. S. F, 2007)**.

Il est donc très difficile de savoir quel facteur s'avère décisif dans une situation donnée **(GARTNER, 1988)**, De ce fait, il devient très difficile de déterminer l'ordre de l'intervention de chacun des éléments mis en cause, et la tâche est encore plus ardue s'il s'agit de définir la part des responsabilités de chacun d'eux dans le processus **(LANIER, 1976)**. Dans bien des cas, les agents contributifs sont jugés responsable du phénomène alors qu'ile ne sont que des interventions secondaires.

10. Conclusion

Les symptômes du dépérissement forestier sont multiples et variables avec l'espèce. Certains symptômes peuvent être attribués à plusieurs facteurs différents, qui résultent une difficulté de savoir exactement le facteur qui attribue ce phénomène.

Il est primordial de mettre en évidence les facteurs déterminants du dépérissement forestier afin de minimiser l'impact du climat par une gestion sylvicole adaptée.

Chapitre IV

Matériels et méthodes

1. Installation des placettes

Vu l'irrégularité de la distribution des taches de dépérissement à travers le massif forestier, nous avons jugé nécessaire de répartir les placettes d'échantillonnage au sein des îlots des Cyprès dépéris suivant un protocole expérimental élaboré au Canada portant sur le dépérissement des Erables **(ZEMIRLI, 2006)**. La distribution est envisagée de sorte qu'elle couvre l'ensemble des Cyprès affectés par le dépérissement. Ce dépérissement s'y manifeste par taches sporadiques à travers l'ensemble du massif forestier étudié. La localisation des tâches est retenue initialement comme étant le prélude du protocole expérimental à réaliser. En fait, à travers l'ensemble des taches de dépérissement localisées, des placettes d'étude ont fait l'objet d'installation appropriée. Au total 25 placettes y sont installées dans la région de Bab El Assa et Marsa Ben M'hidi **(Fig. 9)**. Le choix de ces placettes s'est fait après une prospection et une constatation plus large du problème de dépérissement du Cyprès dans les deux régions, en prenant compte les points suivants : l'accessibilité des placettes, l'intensité des taches de dépérissement, l'exposition, l'altitude et la topographie. Lors de l'installation de ces placettes, nous étions équipés de certains matériels de mesure et d'observation (GPS, blume-leiss, boussole, loupes, …) et la documentation (Carte d'état major : Cap Milonia n° 237, échelle 1/50 000). Ces placettes y sont délimitées de manière à avoir le maximum de Cyprès dépéris pour lesquels des données stationnelles et dendrométriques feront l'objet de mesures. Celles-ci permettront de mieux élucider les facteurs qui en sont les véritables précurseurs du fléau. La récolte de ces diverses informations permet d'identifier au mieux l'état actuel et rétrospectif du dépérissement.

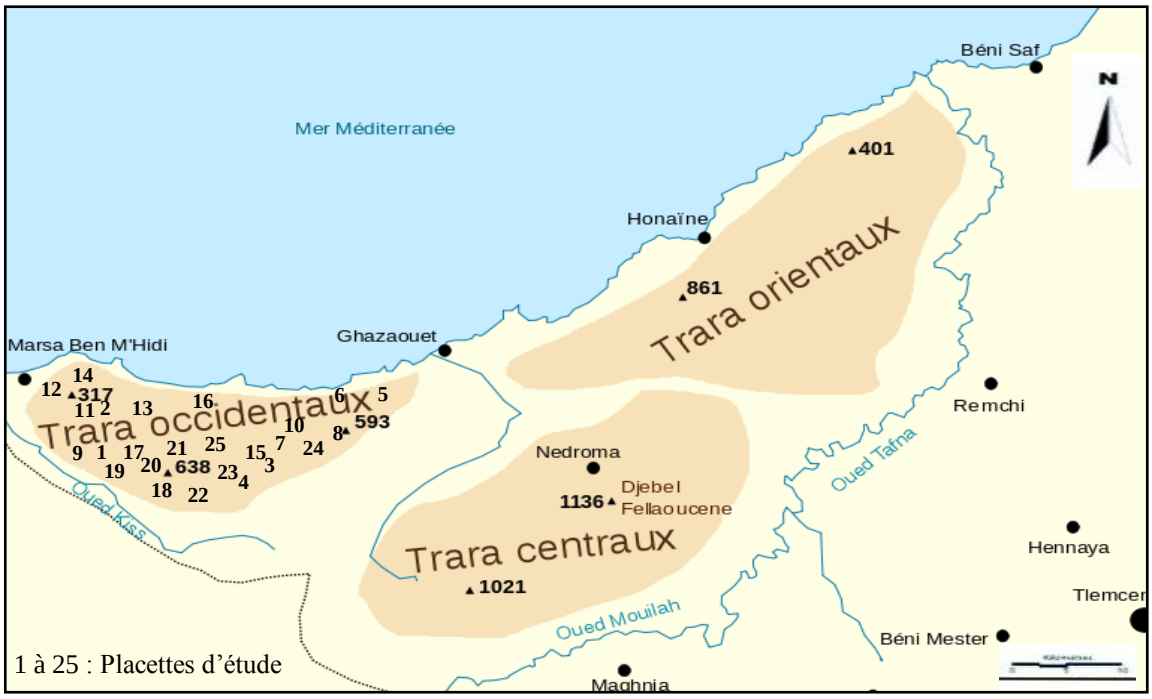


Figure 9 : Localisation des placettes d'étude **(MEDJAHDI et *al*, 2008)** modifiée

2. Forme et taille des placettes

L'unité d'échantillonnage doit constituer une étendue écologiquement homogène. Étant donné que les placettes circulaires étant les plus recommandées dans la littérature, nous avons adopté ce protocole. Elles sont particulièrement objectives et facile à délimiter **(PALM, 1977 ; RICHTER, 2001 ; ClAISSENS et *al.*, 2002 ; RONDEUX, 2002)**.

Elles présentent l'avantage d'avoir le périmètre le plus court pour contenir une surface donnée sans direction privilégiée **(DUPLAT et PERROTTE, 1981)**.

Au niveau de chaque tache de Cyprès dépéris, nous installons une placette concentrique de quatre unités d'échantillonnage. Pour mieux identifier les éventuelles relations de causalité du dépérissement de Cyprès, nous procédons à une installation de placettes sur le même point de sondage. Au total, quatre placettes concentriques d'une superficie respectivement de 4, 6, 8 et 10 ares ont fait l'objet d'installation à travers les 25 placettes d'étude réparties dans la région de Bab El Assa et Marsa Ben M'hidi.

Le but est de rechercher l'évolution du nombre de tiges de Cyprès dépéris dans chacune des superficies et la manière avec laquelle elles se trouvent localisées nonobstant la grandeur de l'aire d'échantillonnage. Une évidence particulière était de veiller à ne pas concentrer l'information sur des étendues restreintes ou de laisser de vastes zones entre les placettes comme le recommande **LECOMPTE et RONDEUX, (2002)**. La **Figure 10** permet de mieux visualiser cette répartition des tailles des placettes sur terrain.

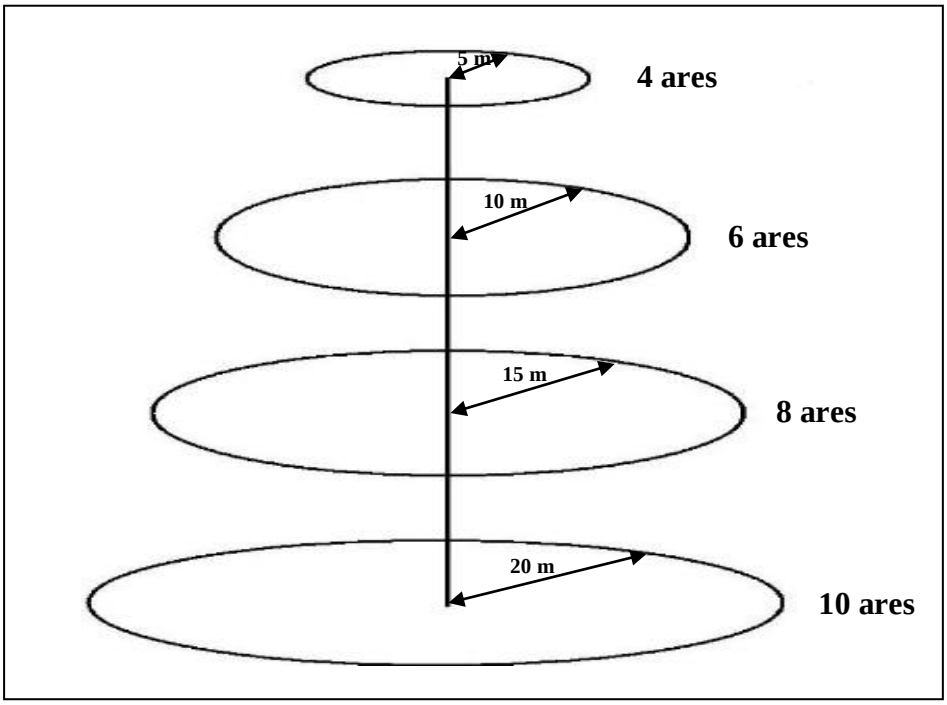


Figure 10 : Présentation schématique des placettes concentriques (Originale)

3. Récolte de données

Chaque placette fait l'objet d'une fiche technique spécifique rassemblant l'ensemble des données à récolter sur terrain, comme l'a prévu **D'EON et *al.*, (1995)**. Certaines informations sont notées selon des listes de codes reprises sur une fiche de référence **(Fig. 11 et 12)**.

Les données récoltées sont d'ordre stationnel, dendrométrique et sanitaire soigneusement recueillies au sein de chaque placette d'étude.

Fiche descriptive des placettes

Date : **Exposition :** **Profondeur du sol :**

Placette n° : **Altitude :** **pH superficiel du sol :**

Canton : **Pente :**

Coordonnées : **Topographie :**

Sp(ares)	N°	Esp	C 1.30 (m)	Ht (m)	H_{houp} (m)	H_{tige} (m)	Ft	Pc	En	Sh
4	1									
	2									
	3									
	4									
	5									
6	6									
	7									
	8									
	9									
	10									
	11									
8	12									
	13									
	14									
	15									
	16									
	17									
10	18									
	19									
	20									
	21									
	22									
	23									

Figure 11 : Fiche descriptive des placettes

Fiche de référence

- Sp : superficie de placette.
- N° : numéro de la tige.
- $C_{1.30}$: circonférence à 1. 30 m.
- Ht : hauteur totale.
- H_{houp} : hauteur du houppier
- H_{tige} : hauteur du fût

Ft : forme des tiges :

- 0 : normale.
- 1 : cassée.
- 2 : fourchue.
- 3 : tordue.
- 4 : arbre incliné de plus de 15°.

Pc : production de cônes :

- 0 : aucun cône.
- 1 : très faible.
- 2 : faible.
- 3 : moyenne.
- 4 : forte.

En : élagage naturel :

- 0 : mauvais.
- 1 : moyen.
- 2 : bon.

Sh : symétrie du houppier :

- 0 : houppier symétrique.
- 1 : houppier asymétrique.

Figure 12 : Fiche de référence

3. 1. Données stationnelles

La superficie, la topographie, l'altitude, l'exposition, la pente, la profondeur du sol et le pH superficiel du sol sont les principaux facteurs pris en compte. Le but est de rechercher l'interaction entre le peuplement et les conditions écologiques dans lesquels il se développe, ceci en se référant à **LECOMTE et RONDEUX (2002)**.

L'altitude et l'exposition sont prélevées au niveau des placettes d'étude par le biais d'un GPS. La pente est mesurée par un blume-leiss.

La mesure de la profondeur du sol est effectuée à l'aide d'une tige métallique graduée et plantée dans le sol à 1 mètre de la base du tronc. La profondeur a donc été calculée en mesurant la partie enterrée.

La mesure du pH du sol est effectuée entre 0 et 20 cm. Elle s'effectue sur une suspension de terre fine. Le pH doit être pris d'abord dans l'eau distillée bouille, puis dans une solution normale de KCL, en utilisant la méthode éléctrométrique à électrodes de verre.

Les monts des Traras Occidentaux sont caractérisés par différentes positions topographiques. Selon **MASSON (2005)**, ces positions sont décrites selon un indice topographique et sont classées en quatre niveaux distincts **(Fig. 13)**. Plus l'indice est élevé plus la position est favorable à l'accumulation de l'eau.

- TOPO 1 : les pertes latérales d'eau sont supérieures aux apports.
- TOPO 2 : les apports sont nuls ou égaux aux pertes d'eau par drainage.
- TOPO3 : l'eau circule plus lentement à ce niveau, ce qui constitue une situation favorable.
- TOPO 4 : la situation hydrique est exceptionnellement favorable.

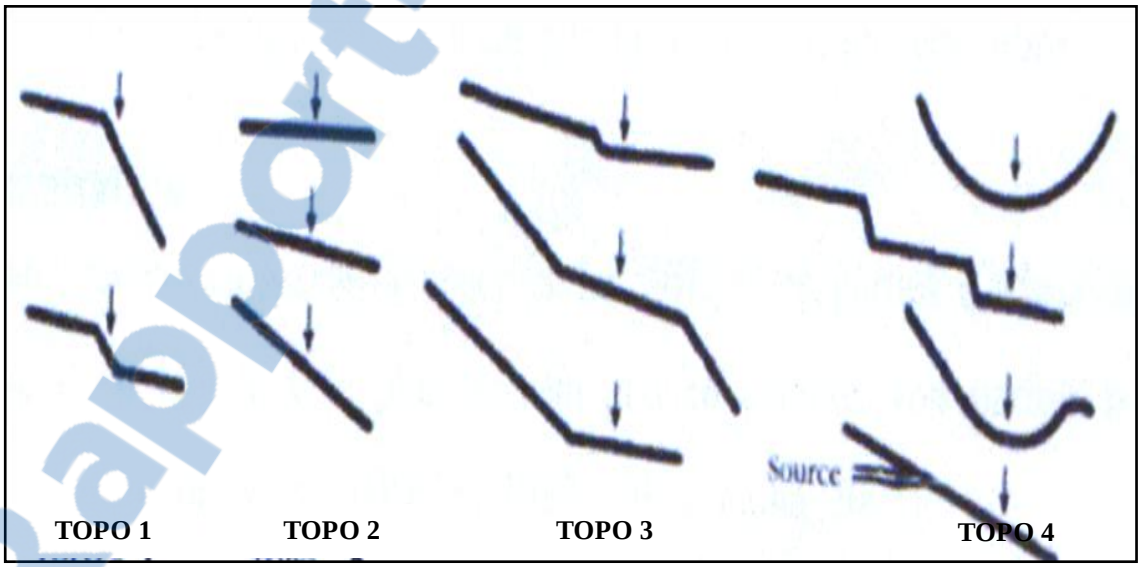


Figure 13 : Situation topographique décrite selon un indice topographique **(MASSON, 2005)**

Pour cela les arbres ont fait l'objet de plusieurs observations distinctes : forme des tiges, fructification, position sociale, état du houppier.

Selon la structure d'un peuplement, on distingue plusieurs étages :

Rapport-Gratuit.com

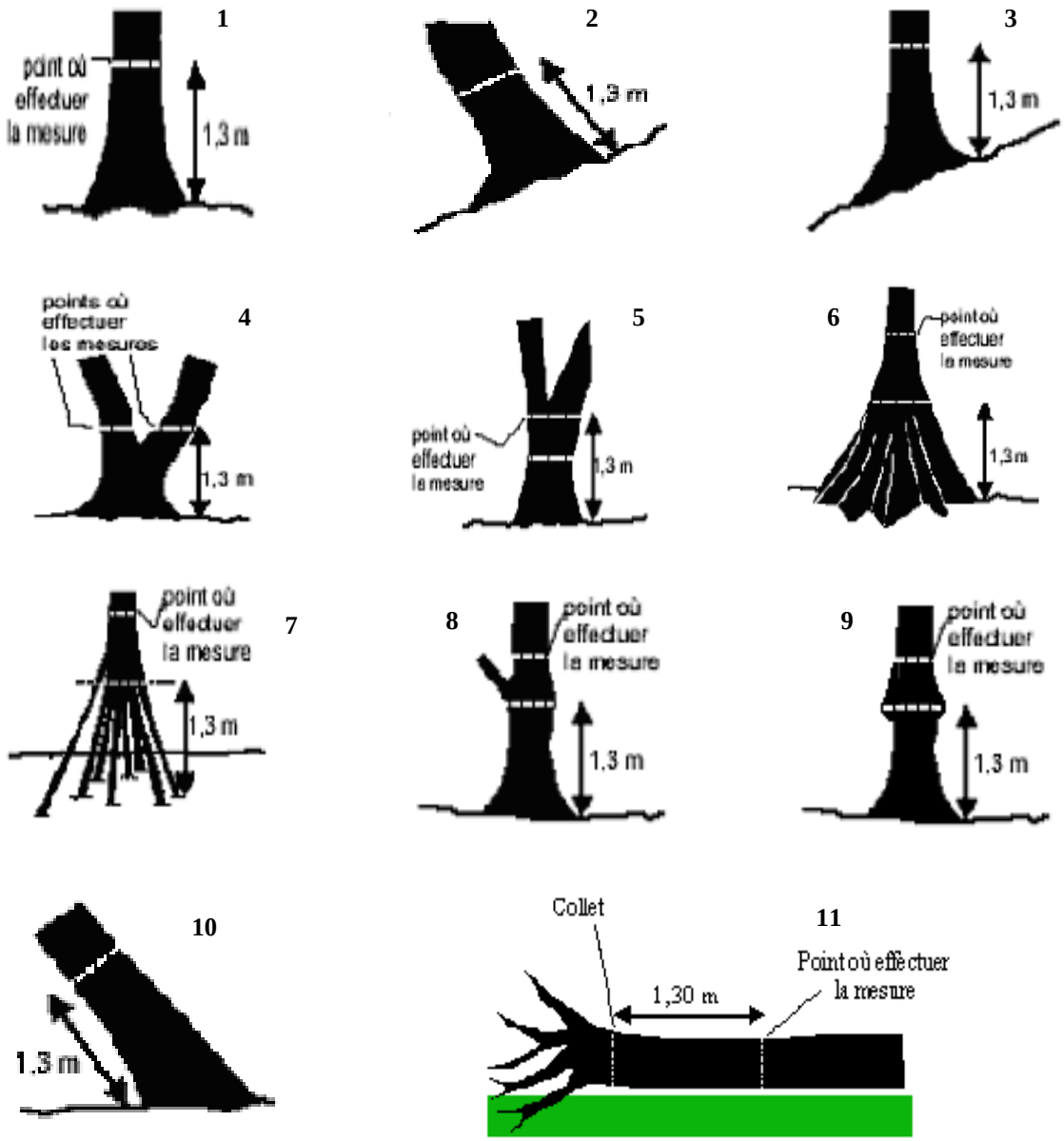
- Prédominant : arbres dépassant nettement le niveau supérieur du couvert. Sa croissance est indépendante de la densité du peuplement.
- Dominant : arbres les plus forts dont les cimes se trouvent en pleine lumière.
- Co-dominant : arbres dont les cimes atteignent la partie supérieure du couvert, mais l'extension de son houppier est asymétrique. Ils sont donc moins vigoureux et moins équilibrés que les dominants.
- Intermédiaire : arbres atteignant plus la partie supérieure du couvert, mais qui sont en contact avec les dominants et les co-dominants.
- Dominé : arbres essayant d'accéder à la lumière ou battus par les dominants.

3. 2. Données dendrométriques

L'inventaire et la description des peuplements sont un préalable indispensable à toute démarche de gestion forestière et de planification sylvicole. Nous nous sommes intéresses à réaliser cet inventaire pour mettre en évidence la structure, la densité du peuplement et la différence du point de vue développement pour chaque station. En ce sens, la structure des peuplements est définie comme étant la manière avec laquelle sont agencées les variables dendrométriques d'un peuplement.

Les tiges recensées au sein des parcelles d'échantillonnage ont fait l'objet des mesures suivantes : DHP (diamètre à hauteur de poitrine), hauteur total des tiges, longueur des fûts et longueur des houppiers.

Par convention, la mesure du diamètre d'un tronc se fait à une hauteur de 1,30 m du sol, c'est-à-dire à peu près à hauteur d'épaule, nommée hauteur d'homme.



1 : Position pour la mesure du diamètre à hauteur de poitrine (DHP) sur terrain plat

2 et 3 : Position pour la mesure du DHP d'un arbre sur un terrain incliné

4 et 5 : Arbre fourchu

6 : Position pour la mesure du DHP d'un arbre avec des contreforts

7 : Position pour la mesure du DHP d'un arbre avec des racines aériennes

8 et 9 : Position pour la mesure du DHP d'un arbre avec des branches ou un renflement à 1,30 m

10 : Position pour la mesure du DHP d'un arbre penché

11 : Position pour la mesure du DHP d'un arbre couché

Figure 14 : Recommandations à suivre lors de mesures du DHP **(DNARPA, 1995)**

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

La hauteur totale d'un arbre est la distance séparant le pied de l'arbre et son bourgeon terminal **(RONDEUX, 1999)**. Pour mesurer la hauteur des arbres, nous avons utilisé des appareils appelés dendromètres. Les plus utilisés sont le Blume-Leiss, d'origine allemande. Cet appareil est basé sur un principe trigonométrique (mesures d'angles) et il nécessite que l'observateur se place à une distance prédéterminée de l'arbre (la plus proche possible de la hauteur estimée) **(Fig. 15 et 16)**.

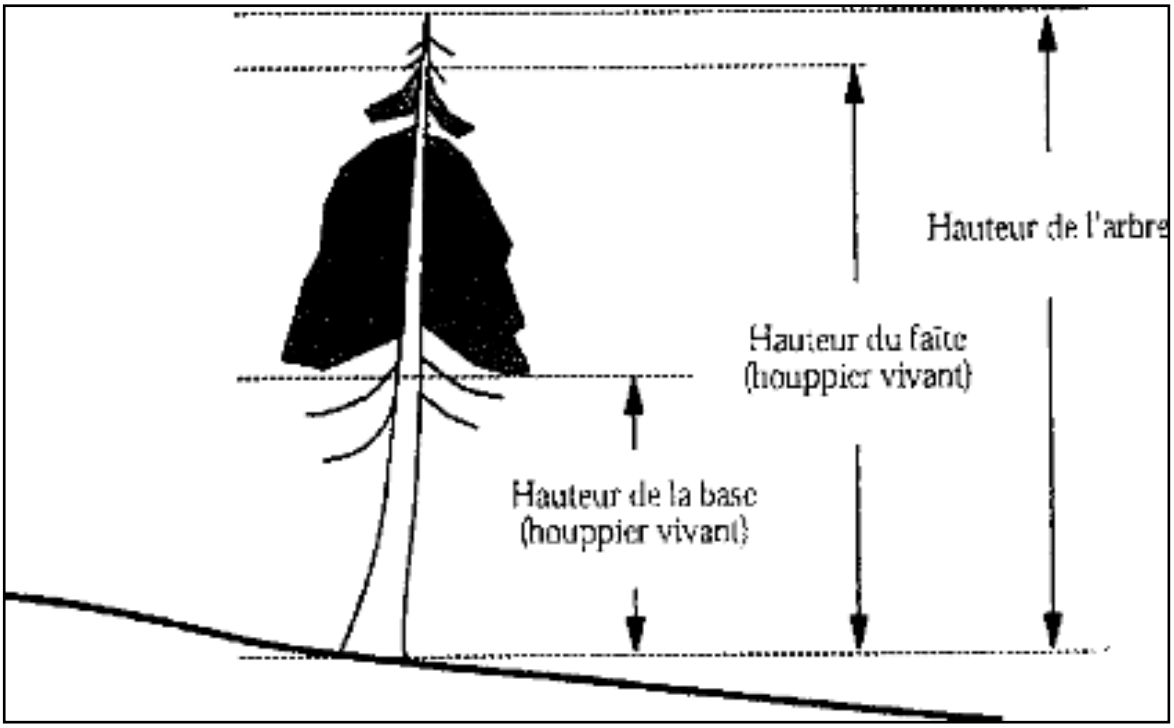


Figure 15 : Mesures de hauteurs d'un arbre **(DNARPA, 1995)**

Le Blume-Leiss est un appareil composé d'un télémètre permettant la mise à distance à l'aide d'une mire pointée sur l'arbre et d'un clisimètre.

<u>Exemple de mesure</u>

1 – la mise à distance est réalisée à l'aide du télémètre et de la mire. Dans le cas présent, nous choisissons de travailler sur l'échelle 20 m. Nous se trouvons ainsi à une distance de 20 m du pied de l'arbre.

2 – Nous visons le pied de l'arbre (visée basse : VB). Lecture sur le Blume-Leiss = 2 du côté gauche du 0.

3 - Nous visons la hauteur de l'arbre (visée haute : VH). Lecture sur le Blume-Leiss = 14 du côté droit du 0.

4 – La hauteur de l'arbre est 14 + 2 = 16 m (VB + VH).

5 – Si la pente est supérieure à 10°, il convient d'apporter un facteur de correction FC à la hauteur lue sur le Blum-Leiss. $H_{vraie} = H_{lue} – (H_{lue} \times FC)$.

Pour une pente par exemple de 14°(mesurée sur l'échelle basse du Blume –Leiss), on a FC = 0.06. Dans notre exemple, H_{vraie} = 16 – (16 x 0.06) = 15 m.

La table des FC pour chaque pente figure au dos de l'appareil.

Comme il s'agit d'arbres sains et affaiblis dans les différentes placettes, la mesure du houppier doit être faite soigneusement. La **Figure 16** illustre quelques recommandations lors de mesures de hauteurs e houppiers **(DNARPA, 1995).**

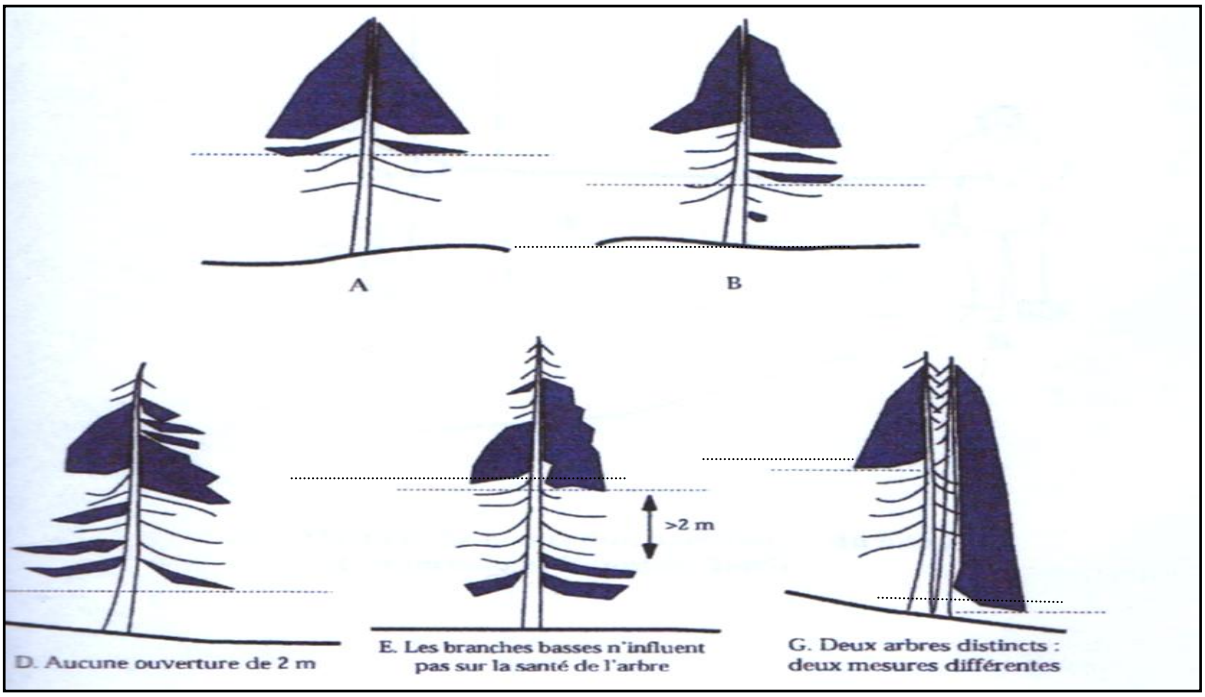


Figure 16 : Emplacement de la base du houppier vivant **(DNARPA, 1995)**

A cela s'ajoute des mesures de diamètre de houppier. La mesure s'effectue par un mètre ruban tenant compte de la projection horizontale du houppier. Une estimation précise de la surface projetée nécessite la mesure de quatre rayons au minimum dans des directions faisant des angles égaux **(Fig. 17) (NAUMMAN et HENNING, 2005)**.

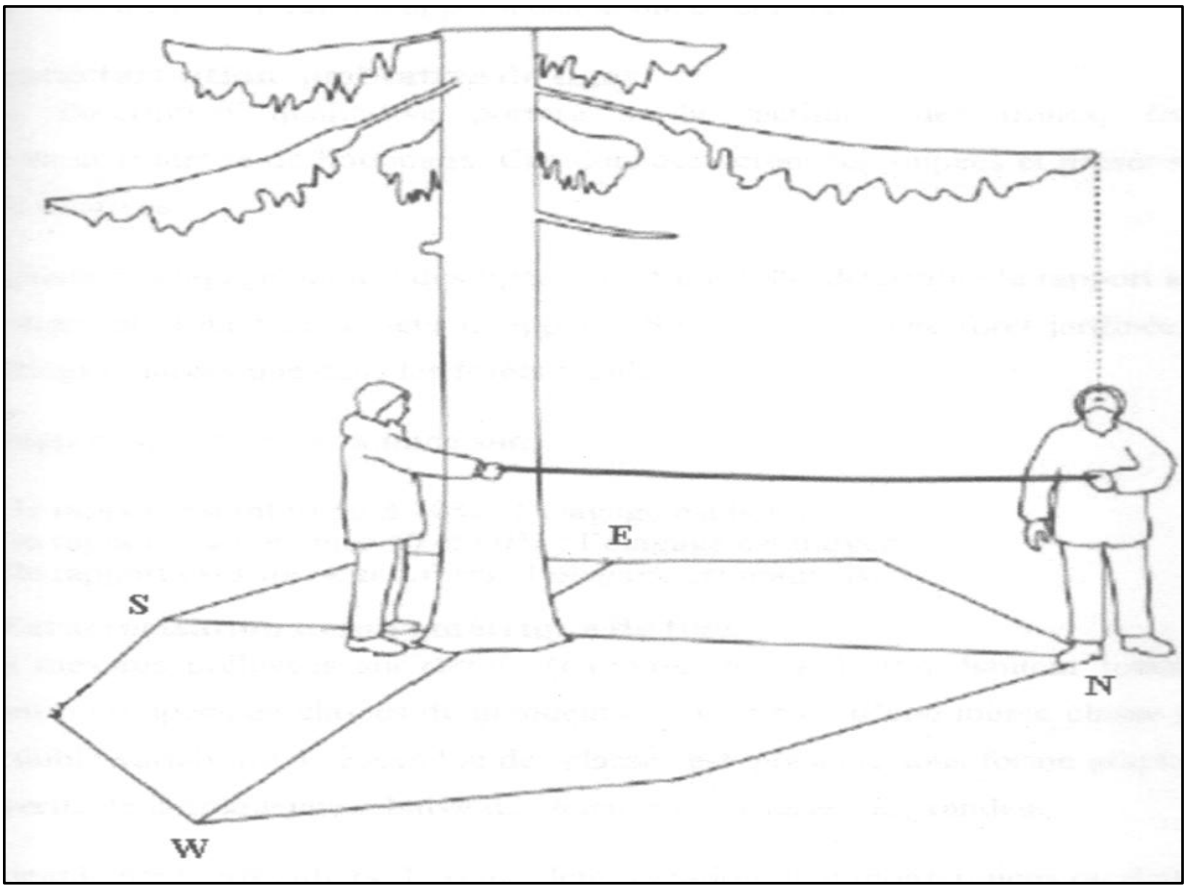


Figure 17 : Mesures de projection horizontale du houppier **(NAUMMAN et HENNING, 2005)**

3. 3. Données sanitaires

Comme il s'agit l'identification de deux types de facteurs : biotiques et abiotiques, l'évaluation sanitaire consiste à observer les différentes parties d'arbres échantillons. De ce fait, deux méthodes sont utilisées dans ce travail à savoir le diagnostic visuel et la méthode de piégeage d'insectes.

3. 3. 1. Diagnostic visuel

Aucune mesure physique ou chimique n'ayant fait ses preuves jusqu'à maintenant, c'est l'appréciation visuelle qui reste la base de tout diagnostic **(ASSE, 2012)**.

L'évaluation de l'état sanitaire consiste à observer les différentes parties des arbres échantillonnés (450 tiges). De ce fait, nous avons adopté la méthode de **DRENOU et *al.*, (2011) et GRAVIER, (2012)**. C'est une méthode simple basée sur des observations visuelles qui ont porté sur des symptômes jugés anormaux par rapport à un arbre estimé en bonne santé (coloration anormale, desséchement des aiguilles, pertes foliaires). Cette

méthode a été développée pour la première fois sur le chêne pédonculé (*Quercus robur* L), puis sur le Sapin pectiné **(GIRAUD, 2012)**.

Cette méthode est basée sur l'analyse de l'architecture de l'arbre d'où son nom méthode ARCHI. Elle prend en compte les deux composantes d'un dépérissement, les symptômes de dégradation de l'houppier, d'où écarts à la normale et les processus de résilience, les retours à la normale **(Fg. 18)**.

En effet un arbre est composé de plusieurs niveaux d'organisation : unité de croissance (ou pousse annuelle), axe ramifié, unité architecturale (ou arbre jeune), arbre entier **(BARTHELEMY et CARAGLIO, 2007)**. Plus l'échelle est petite et meilleure est la précision des observations. Ces dernières deviennent difficiles au fur et à mesure que l'arbre grandit. La visibilité de l'architecture devient vite problématique quand les arbres dépassent 25 mètres de hauteur et lorsqu'ils sont situés en forêts denses, surtout s'ils portent un feuillage persistant comme le Cyprès. Pour cela nous avons donc choisi des critères architecturaux simples, peu nombreux et facilement visibles avec une paire de jumelles (12X50). Afin de faciliter encore davantage le travail sur le terrain, une série de questions à réponses binaires oui/non intégrant les critères architecturaux retenus est proposée **(Tableau 19)**.

Tableau 19 : Niveaux d'observations et questions posées sur terrain **(DRENOU et *al.*, 2011)**.

Niveaux d'observations	Questions posées
Arbre entier	L'arbre est il vivant ?
	Y a – t-il des gourmands vigoureux ?
	Les gourmands vigoureux sont-ils-nombreux ?
Houppier	Y a – t-il plus de 5 % de mortalité ?
	Y a – t-il plus de 5 % de feuillage à coloration anormale ?
	Le troc est il visible sur toute la longueur ?
	La mortalité est elle limitée aux A 3 et A4 ?
	(Si non présence d'A2 morts) ?

Tronc	Y a-t-il formation d'un deuxième houppier ?
Axes A2	Y a-t-il des gourmands vigoureux ?
	Les gourmands vigoureux sont-ils nombreux ?

Comme le recommande **BECKER (1987)**, L'appréciation visuelle de la vitalité des arbres de nombreuses essences forestières (feuillues ou résineuses) et par conséquent de l'état sanitaire des arbres se base principalement sur l'aspect de la cime.

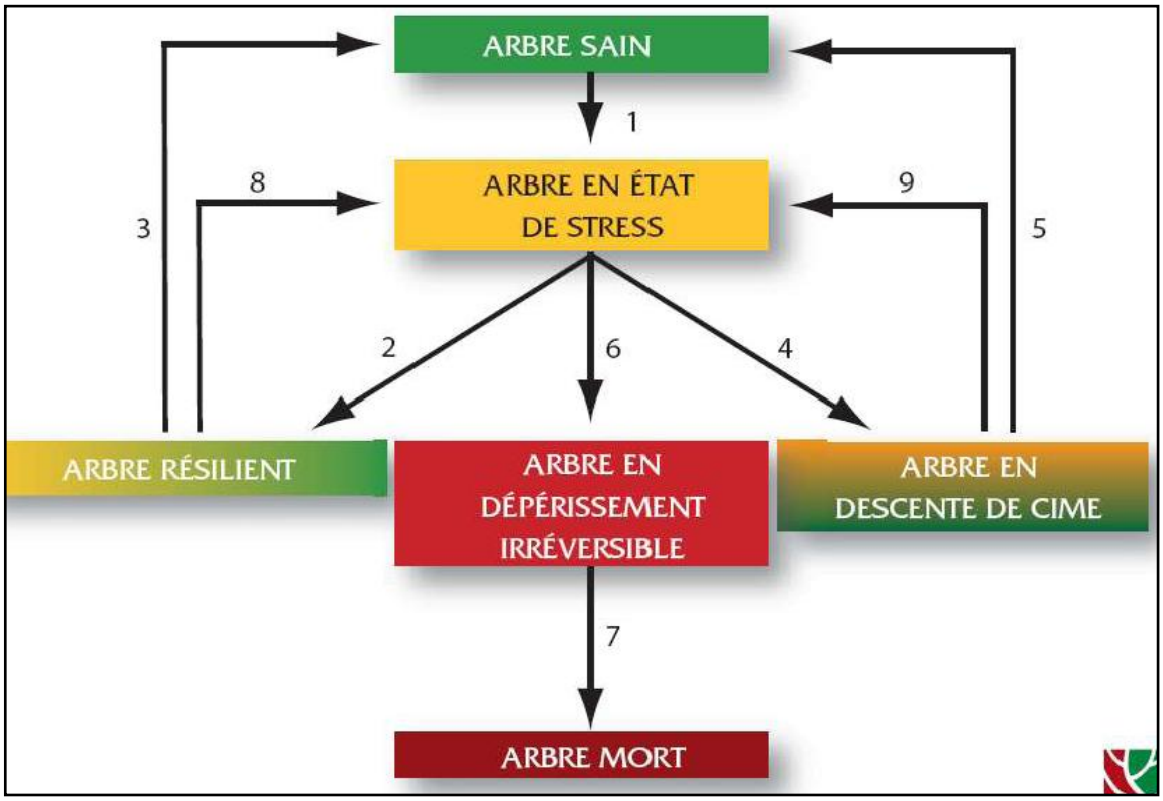


Figure 18 : Principe de la méthode ARCHI **(DRENOU et *al*., 2011)**

3. 3. 2. Méthode de piégeage d'insectes

La méthode de piégeage d'insectes que nous avons utilisée dans ce travail est basée sur quatre techniques différentes à savoir : le prélèvement de rameaux feuillés, le prélèvement de cônes, le piège vitre et les arbres pièges. Pour ce faire, trois stations ont été prospectées et prises en considération, celle d'El Mahsar (Bab El Assa), Had Sebabna (Marsa Ben M' hidi) et Acherrab (Bab El Assa). Les caractéristiques biotiques et abiotiques sont mentionnées dans le **Tableau 20**.

Tableau 20 : Caractéristiques biotiques et abiotiques des trois stations.

Stations	Altitude (m)	Pente (%)	Etage bioclimatique	Recouvrement (%)
El Mahsar	150-300	20 à 30%	Semi aride à hiver doux	50 à 65%
Had Sebabna	200-300	20 à 28%	Semi aride à hiver assez froid	60 à 70%
Acherrab	350-450	25 à 30%	Semi aride à hiver doux	50 à 60%

3. 3. 2. 1. Prélèvement de rameaux feuillés

Pour mettre en évidence la faune entomologique qui vit sur les feuilles et les rameaux, nous avons procédé aux prélèvements des rameaux feuillés de 30 à 50 cm de longueur, du mois de mars 2012 au mois de septembre 2012 avec une fréquence de deux fois par mois. Une centaine de feuilles (aiguilles) enlevées des rameaux de chaque station sont ramenées au laboratoire pour faire l'objet d'une observation minutieuse sous la loupe binoculaire. Les insectes ainsi observés sont prélevés et mis dans l'alcool afin de les conserver et leurs larves sont mises à l'élevage **(Fig. 19)**.

Figure 19 : Prélèvement de rameaux feuillés (Originale)

3. 3. 2. 2. Prélèvement de cônes

En juillet 2012, nous avons récolté 100 cônes de Cyprès par station. Cette opération a concerné les cônes tombés par terre et ceux récoltés directement de l'arbre. Tous les échantillons ont fait l'objet des analyses de leur état d'attaque (absence ou présence des trous, nombre de trous etc.). Les cônes sont mis ensuite dans des boites en plastique (15

cônes / boite) aérées et déposées au laboratoire afin de récupérer l'entomofaune qui y vit **(Fig. 20)**.

Figure 20 : Prélèvement cônes (Originale)

3. 3. 2. 3. Piège vitre

Ce type de piégeage a été utilisé par plusieurs auteurs avec modification de la surface de collecte selon le dispositif adopté **SIMILA et *al.*, (2002)** , **DODELIN (2006)** , **WERMELINGER et *al.*, (2007)** et **WILLIAMS et *al.*, (2007)**.

Chaque piège-vitre est construit en croisant deux plaques de plexiglas transparent (80 x 40 x 0,3) cm, ce qui représente une surface de collecte de 0,64 m^2. Il est surmonté d'un toit (45 x 45) cm et sur sa partie inférieure se fixe un entonnoir de 45 cm de diamètre, permettant le glissement des insectes dans un récupérateur de 1 litre, rempli à son 3/4 d'eau salée à 15-20 % de Na Cl et d'un détergent. Ce dernier, riche en agents tensio-actifs, est ajouté afin de faciliter l'immersion des insectes et de limiter l'échappement **(BOUGET, 2001 ; DODELIN, 2006)**, par contre le sel permet une meilleure conservation des insectes noyés. Les pièges sont installés à 1,5 m au dessus du sol **(SIMILA et *al.*, 2002 ; SAFRANYIK et *al.*, 2004 ; WAINHOUSE, 2005)**. Le fonctionnement de ce piège est fondé sur le principe d'intercepter les insectes en vol qui sont attirés par les troncs d'arbres dépérissants. Les insectes percutent alors la vitre et tombent dans l'entonnoir. Ce type de piégeage semble être le plus efficace pour la collecte des Coléoptères **(PINHEIRO et *al.*, 2002 ; BOUGET et NOBLECOURT, 2005**). Les pièges d'interception "pièges-vitre" fonctionnent très bien en

forêt de conifères et donnent de bons résultats, pour la collecte des insectes xylophages, entre autre, les *Cerambycidae*. Pour une meilleure récolte des *Scolytidae*, il existe un autre type de piège ; il s'agit des pièges à Terpène, mais son emploi est assez onéreux **(Fig. 21)**.

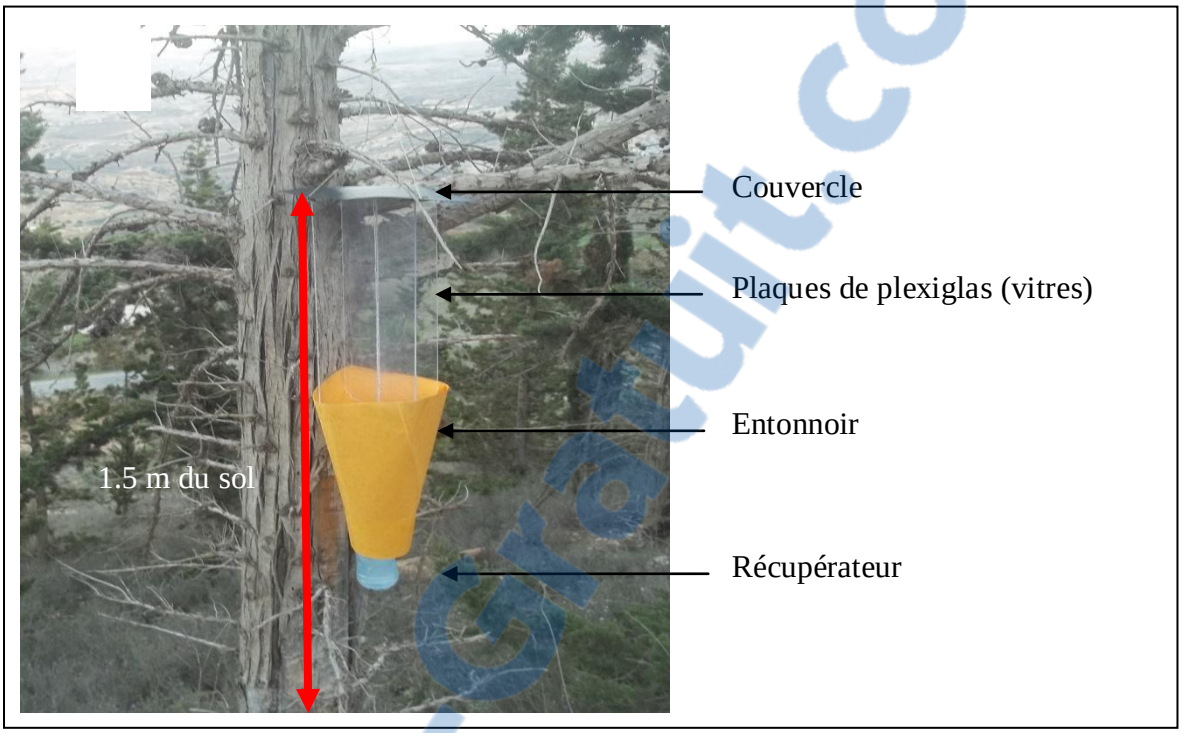


Figure 21 : Piège vitre (Originale)

Dans chaque station, nous avons installé deux piège-vitre à différentes altitudes avec 50 m séparant un piège à l'autre **(Tableau 21 et Fig. 22)**.

Tableau 21 : Caractéristiques des emplacements des pièges-vitre au niveau des trois stations.

Station	Piège	Altitude	Longitude	Latitude	Pente
El Mahsar	1	267	35° 1' 11'' N	2° 3' 54'' W	20
	2	290	35° 1' 10'' N	2° 2' 51'' W	30
Had Sebabna	3	258	35° 5' 2'' N	2° 12' 16 W	23
	4	270	35° 4' 1'' N	2° 10' 9'' W	28
Acherrab	5	390	34° 57' 58'' N	2° 1' 54'' W	25
	6	410	34° 50' 40'' N	2° 1' 20'' W	30

Les pièges sont installés durant le mois de mars 2012, jusqu'à expiration de la saison estivale, phase d'activités intense des insectes adultes. Les prélèvements sont effectués tous

Rapport-Gratuit.com

les 15 à 20 jours. Au total 10 prélèvements ont été effectués entre le mois de mars et le mois de septembre.

Les insectes récupérés sont mis dans des boites en plastique et ramenés au laboratoire pour détermination.

Station : El Mahsar **Station : Had Sebabna**

Station : Acharrab

Figure 22: Installation des piges-vitre dans les trois stations (Originale)

3. 3. 2. 4. Arbres - piège

Cette technique est classiquement employée notamment pour les *Cerambycidae* **(VILLIERS, 1946)** et les *Scolytidae* **(BALACHOWSKY, 1949)**. Elle est largement utilisée par les forestiers comme moyens de lutte contre les Scolytides **(CHARARAS, 1982)**. Elle a fait l'objet d'essais en Eucalypteraie pour capturer le longicorne d'Eucalyptus *Phoracantha semipunctata* **(CHARARAS, 1969)**.

Cette méthode d'échantillonnage repose sur, l'élevage des insectes xylophages à partir de tronçons de 40 à 45 cm de longueur et des branches d'arbres dépérissants susceptibles de les héberger. Elle consiste d'abattre des pieds de Cyprès d'âge moyen, et les faire exposer aux attaques des insectes xylophages, en période d'essaimage, c'est-à-dire au moment où les adultes quittent leur biotope de naissance pour chercher un nouveau biotope propice à la ponte. Les arbres ainsi abattus séjournent quelques jours dans la nature pour coïncider avec la période d'attaque avant leur colportage au laboratoire **(Fig. 23)**.

Figure 23 : Arbres piège (Originale)

Cette technique est fondée sur le principe, selon lequel, les insectes viennent pondre sur le bois récemment coupé, attirés par un spectre d'odeurs qui caractérise un arbre déficient ou souffreteux **(CHARARAS, 1982)**. Dans le cas des conifères, les composés terpéniques jouent un rôle déterminant dans le mécanisme de sélection de la plante hôte par les *Scolytidae* **(CHARARAS, 1982)**.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Pour couvrir toute la période d'activité des insectes, en particulier les xylophages, l'opération d'abatage s'est réalisée dans deux périodes en 2012 (printanière et estivale) selon un calendrier préalablement défini **(Tableau 22)**. La première période s'étale du fin mars au mi mai et la deuxième débute du mi mai jusqu'au mi juin, soit une période d'un mois à deux mois d'exposition des arbres aux attaques d'insectes.

Tableau 22 : Calendrier d'abattage d'arbres-piège dans chaque station.

Période d'abattage	Station	Nombre d'arbres abattus	Date d'abattage	Date de ramassage
1	El Mahsar	2	25/03/2012	17/05/2012
2		3	17/05/2012	15/06/2012
1	Had Sebabna	3	25/03/2012	17/05/2012
2		2	17/05/2012	15/06/2012
1	Acharrab	1	25/03/2012	17/05/2012
2		1	17/05/2012	15/06/2012

Au total 12 arbres appartenant aux différentes classes d'état sanitaire sont abattus et écorcés en 2012. En effet, l'appréciation visuelle de la vitalité des arbres et par conséquent de l'état sanitaire se base principalement sur l'aspect de la cime **(GARREC et *al.*, 1991)**. Le critère le plus souvent pris en compte pour caractériser cet aspect est le déficit foliaire qui traduit la perte des aiguilles dans la partie fonctionnelle de la cime **(BECKER, 1987 ; D. S. F, 1991)**. Pour caractériser l'importance d'un déficit foliaire, nous nous sommes basé sur une note qualitative de densité ou un pourcentage indicatif utilisé par **RENAUD et NAGELEISEN (2004) (Tableau 23)**.

Tableau 23 : Classes de notation de déficit foliaire et les principales catégories sanitaires d'arbres **(RENAUD et NAGELEISEN, 2004)**.

Classes	Proportion du feuillage affecté	Signification des classes
0	0 – 10 %	Arbre non défolié
1	15 – 25 %	Arbre faiblement défolié
2	30 – 60 %	Arbre modérément défolié ou modérément dépérissant
3	65 – 95 %	Arbre fortement défolié ou dépérissant
4	100 %	Arbre mort ou sec

De chaque arbre abattu, trois rondins de 40 cm, ont été tronçonnés et prélevés au hasard de chacun des quatre niveaux de l'arbre; la base (B), la partie médiane (M), la cime (C) et les rameaux (R) **(Fig. 24)**.

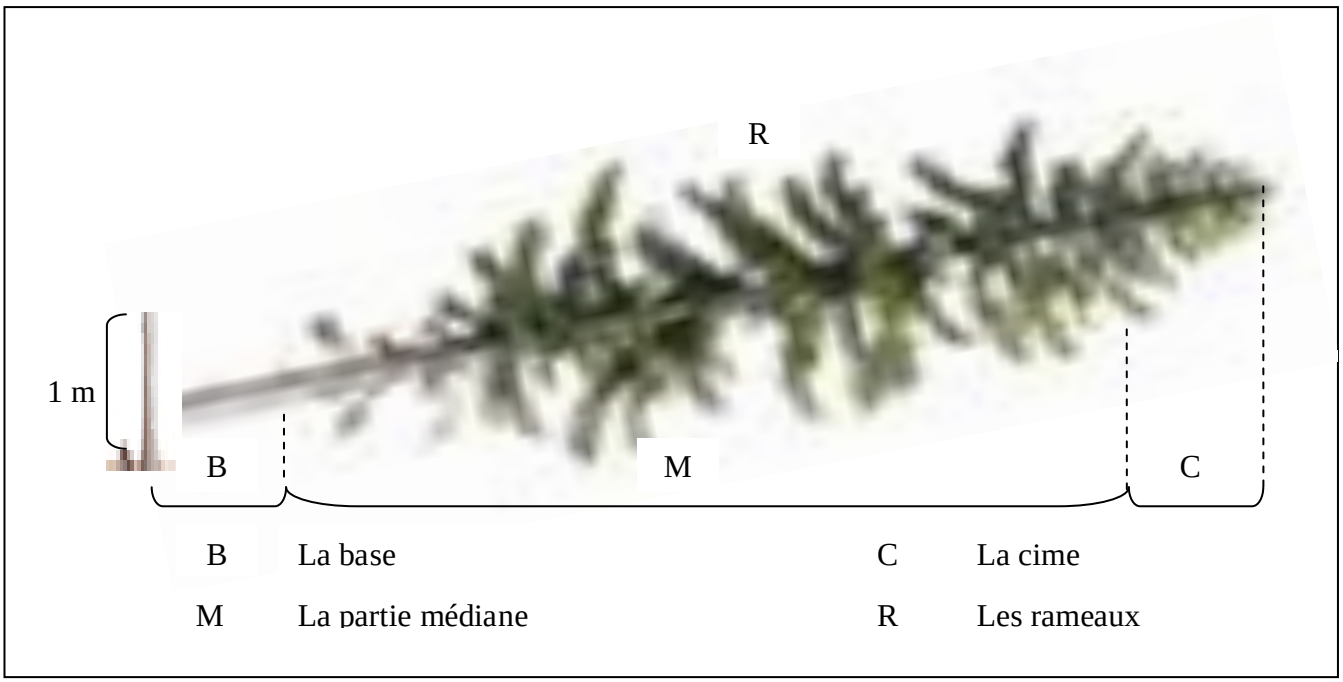


Figure 24 : Schéma d'un Cyprès abattu montrant les différents niveaux à partir desquels les rondins ont été échantillonnés (Originale)

Sur chaque rondin transporté au laboratoire, nous avons noté le nom de la station, la classe de hauteur (B, M, C, R), la classe de dépérissement du pied, la date d'abattage et la date de ramassage. Le **Tableau 24** montre les caractéristiques dendrométriques et sanitaires des arbres abattus.

Tableau 24 : Caractéristiques dendrométriques et sanitaires des arbres abattus.

Station	N° d'arbres	Classe de dépérissement	Hauteur (m)	Circonférence (cm)
El Mahsar	Arb. 1	C4	10, 60	94, 2
	Arb. 2	C4	09, 54	62, 8
	Arb. 3	C3	09, 52	58, 6
	Arb. 4	C4	10, 40	90, 1
	Arb. 5	C2	08, 75	60, 6
Had Sebabna	Arb. 6	C4	09, 35	62, 5
	Arb. 7	C4	08, 45	57, 7
	Arb. 8	C3	07, 87	53, 8
	Arb. 9	C2	10, 25	85, 7
	Arb. 10	C2	09, 44	60, 5

Acharrab	Arb. 11	C3	12, 45	95, 8
	Arb. 12	C4	08, 00	57, 4

Les 36 rondins prélevés des différents niveaux des 12 arbres sont ramenés au laboratoire afin d'être mis en éclosion dans un éclosoir **(Fig. 25)**. Un récipient contenant de l'eau est placé à l'intérieur de l'éclosoir afin de garder une certaine humidité des rondins. Cette eau est renouvelée tous les 15 jours après pulvérisation complète. Les insectes sont collectés dans un récupérateur en plastique, placé en haut et muni d'un cône en papier ouvert à son extrémité, permettant ainsi la pénétration de la lumière et dirige l'insecte vers la sortie, tout empêchant son retour après l'avoir franchi.

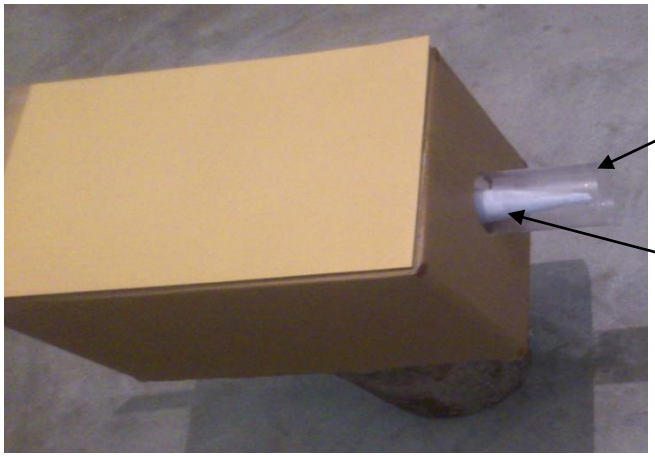


Figure 25 : Schéma montrant le dispositif d'un éclosoir (Originale)

Lorsque l'émergence des insectes arrive au terme, au niveau des éclosoirs, tous les rondins ont été mis dans des bacs remplis d'eaux pendant au moins 15 jours et voire même 45 jours, pour mieux ramollir l'écorce, ce qui permet de l'enlever facilement tout en conservant la forme des galeries sous corticales. Les écorces prélevées ont été soigneusement examinées à l'œil nu, puis à la loupe binoculaire afin d'extraire les insectes adultes morts ou leurs nymphes qui n'ont pas pu être émergés.

Après avoir récupérer tous les insectes, plusieurs opérations y ont été effectuées au laboratoire, parmi lesquels le tri des insectes, la conservation et en fin la détermination en utilisant des guides entomologiques **(PAUL, 1953 ; BALACHWSKY, 1962 ; MOUCHA, 1972 ; STANEK, 1973 ; ANONYME, 1976 ; ROUGEOT et VIETTE, 1978 ; CHINERY, 1983 ; ZAHRADNIK, 1984 ; MATHYS, 1988)**.

4. Traitement de données stationnelles et dendrométriques

4. 1. Caractérisation individuelle des tiges du Cyprès

4. 1. 1. Caractérisation qualitative des tiges

La description qualitative portera sur la forme des tiges, élagage naturel, fructification et symétrie du houppier. Ces données sont regroupées et présentées sous forme de fréquences relatives. Comme le recommande **BOUDRU (1989)**, pour apprécier l'élagage naturel des tiges, nous avons déterminé le rapport entre la hauteur totale des tiges et la hauteur de leurs houppiers. Ce rapport se détermine comme suit :

- Si le rapport est inferieur à 40%, l'élagage est bon.
- Si le rapport est entre 40% et 60%, l'élagage est moyen.
- Si le rapport est supérieur à 60%, l'élagage est mauvais.

4. 1.2. Caractérisation dendrométrique des tiges

Les mesures prélevées sur terrain (DHP, hauteur totale, longueur de futs, surface terrière, surface du houppier et volume du houppier) ont été regroupées en classe de grandeurs. L'ensemble des classes est présenté sous forme de graphe où l'on porte sur l'axe verticale la fréquence relative de chacune des classes de grandeur.

Dans les peuplements irréguliers, Il est indispensable de déterminer la répartition des diamètres en petit bois, bois moyen, gros bois et très gros bois.

La mesure de la circonférence à 1,30 m nous permet le calcul de la surface terrière de l'arbre. Par définition, la surface terrière d'un arbre est la surface de la section transversale, supposée circulaire, de cet arbre à 1,30 m du sol. Selon **RONDEUX (1999)**, elle peut se calculer aisément à partir de la circonférence C de l'arbre.

$$g = C^2 / 4\pi \quad (m^2)$$

g : surface terrière

C : circonférence à 1,30 m

La mesure des rayons de houppier selon quatre directions distinctes permet le calcul de la surface et du volume du houppier. Selon **RONDEUX (1999)**, la surface d'un houppier d'un conifère peut être assimilée à celle d'un cône :

$$S_{ho} = \frac{\pi}{4} d_{ho} \sqrt{4h_{ho}}^2 + d_{ho}^2$$

S_{ho}: surface du houppier

d_{ho}: diamètre du houppier à 1,30 m

h_{ho} : hauteur du houppier

A partir de cette formulation, le volume d'un houppier est estimé :

$$V_{ho} = (\frac{\pi}{12} d_{ho})^2 h_{ho}$$

V_{ho}: volume du houppier

d_{ho}: diamètre du houppier à 1,30 m

h_{ho} : hauteur du houppier

4. 2. Caractérisation des peuplements échantillonnés

L'installation des quatre placettes concentriques, respectivement de 4, 6, 8 et 10 ares, nous permet d'obtenir quatre échantillons différents au niveau desquels sont prélevés les mêmes paramètres. Au total 25 placettes y sont installées. Les tiges échantillonnées sont réparties en nombre comme suit :

- 125 tiges échantillonnées au sein de 4 ares.
- 300 tiges échantillonnées au sein de 6 ares (effectif cumulé).
- 500 tiges échantillonnées au sein 8 ares (effectif cumulé).
- 750 tiges échantillonnées au sein de 10 ares (effectif cumule).

4. 2. 1. Stratification des facteurs stationnels

Une description synthétique du milieu s'avère indispensable en prenant la stratification des facteurs agissant sur la croissance des peuplements échantillonnés. Il s'agit donc, d'identifier les différents facteurs du milieu récoltés au sein de chaque placette d'étude. Ces facteurs sont représentés par la superficie, la topographie, l'altitude, l'exposition, la pente, la profondeur du sol et le pH superficiel du sol.

4. 2. 2. Caractérisation dendrométrique du peuplement

Selon **RONDEUX (1999)**, un peuplement peut être caractérisé par des grandeurs moyennes (circonférence moyenne, hauteur total moyenne…) ou ramenés à l'unité de surface (surface terrière totale, volume…). La détermination de ces grandeurs et leur mode de répartition constitue un élément clé dans la précision de la structure d'un peuplement,

Dans notre étude, les paramètres dendrométriques étudiés sont représentés par la densité, la circonférence moyenne, la circonférence dominante, la hauteur totale moyenne, la hauteur dominante, la surface terrière totale, la surface moyenne des houppiers et le volume moyen des houppiers.

Le facteur de stabilité est défini par le rapport entre la hauteur totale des tiges et leur diamètre à 1. 30 m. Ce facteur peut être identifié aussi bien à l'échelle d'un arbre qu'à l'échelle d'un peuplement, **(GAUDIN, 1996)**.

- Si le rapport est inferieur à 80, le peuplement est stable.
- Si le rapport est entre 80 et 100, le peuplement est nécessite une éclaircie pas trop forte.
- Si le rapport est supérieur à 100, le peuplement cours de gros risques.

4. 2. 3. Variabilité de la structure des peuplements en relation avec les facteurs stationnels

Le principe de l'étude repose sur la recherche d'une éventuelle variabilité de la structure des peuplements en rapport avec les facteurs écologiques du milieu. Une analyse de la variance à un facteur au seuil de 95%, en utilisant le logiciel SPSS est préconisée. Cette analyse permet l'identification des potentialités et des contraintes de croissance des peuplements de Cyprès avec les facteurs du milieu.

Les variables dendrométriques qui font l'objet de l'analyse sont la densité totale, la circonférence moyenne, la circonférence dominante, la hauteur totale moyenne, la hauteur dominante, la surface terrière, la surface moyenne des houppiers et le volume moyen des houppiers.

4. 2. 4. Projection verticale et horizontale des tiges à l'intérieur des peuplements

La détermination des positions sociales est complétée par une analyse de la répartition spatiale des tiges de Cyprès et du degré de compétition à l'intérieur des peuplements. A l'aide du logiciel AUTOCAD 2008, les mises de distance des tiges de Cyprès à l'intérieur du rectangle seront schématisées afin d'obtenir des projections horizontales et verticales des tiges. Ces projections nous permettent d'identifier la position relative de chacune des tiges par rapport aux voisins.

En se référant à **RONDEUX (1999)**, la surface occupée par l'arbre en croissance libre est proportionnelle à la projection au sol de son houppier, Ainsi la relation entre le diamètre du houppier et le diamètre à 1.30 m est :

$$d_{ho} = a_0 + a_1 d_{1.30}$$

d_{ho} : diamètre du houppier (m).

a_0 et a_1 : coefficients déterminés par la méthode des moindres carrés.

$d_{1.30}$: diamètre de la tige à 1.30 m.

Cette formulation permet de calculer la surface circulaire maximale du houppier.

$$MCA = [\pi(d_{h0})^2]/4$$

MCA: surface maximale du houppier (m^2).

4. 2. 5. Caractérisation sanitaire

4. 2. 5. 1. Taux de dépérissement

Le taux de dépérissement présente la proportion d'arbres dépéris en rapport avec la proportion d'arbres sains. Il reflet l'état général des peuplements et est calculé comme suit :

$$\text{Taux de dépérissement (\%)} = \frac{\text{Nombre d'arbres dépéris et atteints}}{\text{Nombre total d'arbres de la placette}} \times 100$$

4. 2. 5. 2. Indice sanitaire

Par ailleurs, l'indice sanitaire (IS) est calculé à partir de l'ensemble d'arbres pris individuellement. Cet indice été déjà utilisé pour le Sapin, l'Epicéa et le chêne.

$$IS = \frac{(n1P1)+(n2P2)+(n3P3)+(n4P4)+(n5P5)}{N}$$

n_i : nombre d'arbres de la classe i

P_i : poids de la classe i (1 si i = 1, 2 si i = 2, …)

N : effectif total d'arbres observés dans la placette

Selon **BONNEAU et LANDMANN (1988)**, cette formulation ne prend en considération que les classes de défoliation, étant donné que la manifestation visible de l'affaiblissement des arbres réside dans la perte des feuilles que dans la décoloration.

Les valeurs de l'indice sanitaire sont situées à quatre niveaux de dépérissement allant de peuplements sains à fortement dépérissants.

Tableau 25 : Principales catégories de dépérissement prises en compte en fonction de l'indice sanitaire (IS) calculé**.**

Indice de dépérissement « IS »	Statut sanitaire
IS < 2,30	peuplement sain
2,30 < IS < 2,80	peuplement en début de dépérissement
2,80 < IS < 3,4	dépérissement assez grave
IS > 3,4	dépérissement grave ou fortement dépérissant

L'étude du dépérissement nécessite une recherche d'éventuels relations avec ces facteurs considérés isolément. De ce fait, une analyse de la variance à un facteur au seuil de signification de 95% est préconisée. Elle détermine l'allure du dépérissement vis-à-vis les diverses variables qualitatives et quantitatives. L'analyse est faite par un logiciel SPSS 20.

5. Traitement des données entomologiques

Les différents insectes récoltés sont traités par des indices écologiques de composition et de structure et par l'AFC. Ainsi, pour évaluer l'importance de leurs dégâts, certains paramètres sont calculés à savoir : la fréquence d'attaque, la densité d'attaque, la surface d'attaque et l'intensité d'attaque.

5. 1. Indices écologiques

En vu d'évaluer l'importance et le rôle des insectes dans le dépérissement du Cyprès vert, l'entomofaune récoltée est analysée par divers indices écologiques de composition et de structure.

5. 1. 1. Fréquence d'occurrence

D'après **DAJOZ (1971, 1974)**, la fréquence d'occurrence est le rapport entre le nombre d'apparition d'une catégorie alimentaire ou d'une espèce donnée (ni) et le nombre total des catégories ou des espèces présentes (N). Elle est calculée par la formule suivante :

$$C\% = (ni/N) \times 100$$

C% : Fréquence d'occurrence.

ni : Nombre de relevés contenant l'espèce i.

N : Nombre total des relevés.

Selon **SCHERRER-LORENZEN et *al.*, (2005)**, la formule appliquée à la constance fait ressortir six (06) catégories qui sont :

- C = 100 : L'espèce est dite omniprésente.
- C supérieure à 75 : L'espèce est dite constante.
- C entre 50 et 75 : L'espèce est dite régulière.
- C entre 25 et 50 : L'espèce est dite accessoire.
- C entre 5 et 25 : L'espèce est dite accidentelle.
- C inférieure à 5 : L'espèce est rare.

5. 1. 2. L'abondance relative

Selon **DAJOZ (1971)**, l'abondance relative est le pourcentage des individus d'une espèce par rapport à l'ensemble des individus (toutes espèces confondues). L'abondance relative désignée par (AR%) est donnée par la formule suivante :

$$AR\% = (ni\ /N) \times 100$$

AR% : Abondance relative,

ni: Nombre des individus de l'espèce,

N: Le nombre total de tous les individus constituant le peuplement.

5. 1. 3. La densité

C'est le nombre d'individus présents par unité de surface ou de volume **(DAJOZ, 1985)**.

$$D = \frac{\text{Effectif récolté dans les différents prélèvements d'une même espèce}}{\text{Surface } (100\ m^2)}$$

Ensuite, la surface est rapportée à 1 m^2.

5. 1. 4. Indice de diversité de Shannon Weaver

Selon **BLONDEL (1979)** cet indice de diversité de Shannon Weaver (H') est considéré comme le meilleur moyen pour traduire la diversité. Selon **DAJOZ (1974)**, **BLONDEL (1979)** et **BARBAULT (1993)**, l'indice de diversité de Shannon Weaver est calculé à l'aide de formule suivante :

$$H' = - \Sigma Q_i \log_2 Q_i$$

H'= indice de diversité exprimé en bits.

Qi= ni / N qui est fréquence de chaque espèce i. (ni nombre des individus de l'espèce i, et N : nombre total des individus).

Une communauté sera d'autant plus diversifiée que l'indice H'sera plus grand **(BLONDEL, 1979)**.

5. 1. 5. Equitabilité

C'est le rapport entre la diversité observée et la diversité théorique maximale **(BARBAULT, 1993)**.

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

E : L'équitabilité,

H' : Indice de diversité de Shannon Weaver.

$H_{max} = \log S$ (S : la richesse totale).

L'équitabilité varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce de peuplement et égale à 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance.

5. 2. Analyse factorielle des correspondances (A.F.C)

L'analyse factorielle des correspondances est utilisée depuis longtemps **GUINOCHET (1952)**, **CHARLES et CHEVASSUT (1957)**, **CORDIER (1965)**, **DAGNELIE (1975) CELLES (1975)**, **POUGET (1980)**, **DJEBAILI (1984)**, **DAHMANI (1984)**, **BENNAI (1993)**, et de ce fait a été longuement décrite par ces auteurs.

Selon **CIBOIS (1983)** ; l'analyse factorielle traite des tableaux de nombres, elle remplace un tableau difficile à lire par un autre plus simple, tout en ayant une bonne approximation de celui-ci. La morphologie du nuage et la répartition des points sur chacun de ces axes d'inertie permettent alors, de rendre lisible et hiérarchiser l'information contenue dans le tableau. L'AFC sert à déterminer et à hiérarchiser toutes les dépendances entre les lignes et les colonnes du tableau.

Afin de pouvoir répondre aux attentes concernant la distribution des espèces, nous développerons nos résultats et nos interprétations en utilisant le logiciel SPSS 20.

5. 3. Evaluation de l'importance des dégâts causés par les insectes

Les échantillons de bois étudiés, nous ont permis d'estimer l'importance des dégâts causés particulièrement par les insectes xylophages. Pour en faire, tous les trous visibles à la surface des rondins ont été caractérisés (forme, taille, …) est minutieusement dénombrés avant d'effectuer l'écorçage. Après l'écorçage, nous avons calculé la hauteur et le rayon de chaque rondin, le nombre de galeries de chaque espèce trouvée au niveau des rondins.

Parmi les 36 rondins mis en éclosoir, 20 ont pu être décortiquées, permettant ainsi de calculer les paramètres suivants :

5. 3. 1. Fréquence d'attaque

C'est le pourcentage de rondins attaqués par une espèce par rapport à la totalité des rondins **(LIEUTIER et *al.*, 1997)**.

5. 3. 2. Densité d'attaque globale (D)

C'est le nombre moyen des galeries de l'espèce concernée par rondin **(LIEUTIER et *al.*, 1997)**.

5. 3. 3. Surface d'attaque d'une espèce (S)

C'est une estimation de la proportion de la surface des rondins occupés par cette espèce. Elle est donnée par la relation suivante **(BENHALIMA, 2006)**.

$$S\ (\%) = S_G \times D / S_R$$

S_G : surface moyenne des galeries de la même espèce trouvée (surface de galerie = la largeur moyenne de la galerie x la longueur moyenne de la galerie)

D : densité d'attaque globale (nombre moyen de galeries de la même espèce ou de la même famille d'insecte par rondin)

S_R : surface du rondin (surface du cylindre = $2\pi R\ (R + h)$; R: le rayon, h: la hauteur du rondin).

5. 3. 4. Indice d'intensité d'infestation (Ii)

Ou intensité d'attaque ; c'est le nombre de pénétrations par arbre examiné **(CARLE et *al.*, 1979)**. Cet indice est déterminé dans notre cas, en comptant tous les trous visibles sur les quatre faces du tronc de l'arbre, et ceci à partir de 2 m au minimum du sol. Le nombre total des trous ainsi compté sera rapporté par unité de surface (m^2).

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Chapitre V

Résultats et discussion

1. Description des tiges

Au niveau de chaque peuplement de Cyprès échantillonné, nous avons jugé nécessaire de récolter des informations qualitatives pouvant décrire au mieux le dit peuplement.

Au total 750 tiges de différentes essences sont inventoriées à travers les unités d'échantillonnage. Ces tiges sont réparties comme suit :

- 450 tiges de Cyprès.
- 300 tiges des essences diverses : pin d'Alep, Thuya et Eucalyptus.

1. 1. Caractérisation qualitative des tiges du Cyprès vert

Les critères qualitatifs (la forme des tiges, élagage naturel, la longueur du houppier, l'état sanitaire, les dégâts du houppier, maladie du feuillage, production de cônes et symétrie du houppier) sont très souvent utilisés pour décrire et comparer les tiges à l'intérieur des peuplements.

1. 1. 1. Forme des tiges

Une tige rectiligne et bien élancé est donc une qualité recherchée lors d'une sylviculture envisagée **(ZEMIRLI, 2006)**.

Ainsi, nous avons jugé intéressant de caractériser les peuplements de Cyprès des 25 placettes sur la base de la forme des tiges qu'elle soit normale, cassée, fourchue, tordue ou inclinée. L'ensemble des fréquences relatives des cinq formes est représentée dans la **Figure 26**.

292 tiges sont rectilignes et présentent une forme normale, soit un taux de 65%. 35% des tiges présentent des formes anormales, soit le 1/3.

Parmi les 292 tiges qui prennent la forme normale, on a constaté que 38% des tiges sont sains, 18% sont dépris et 9% sont atteints par le phénomène de dépérissement **(Fig. 27)**.

Les 158 tiges qui prennent une forme anormale (tige fourchue, inclinée, tordue et cassée) sont réparties en 19% sains, 11% dépéris et 5% atteints par le dépérissement **(Fig. 27)**.

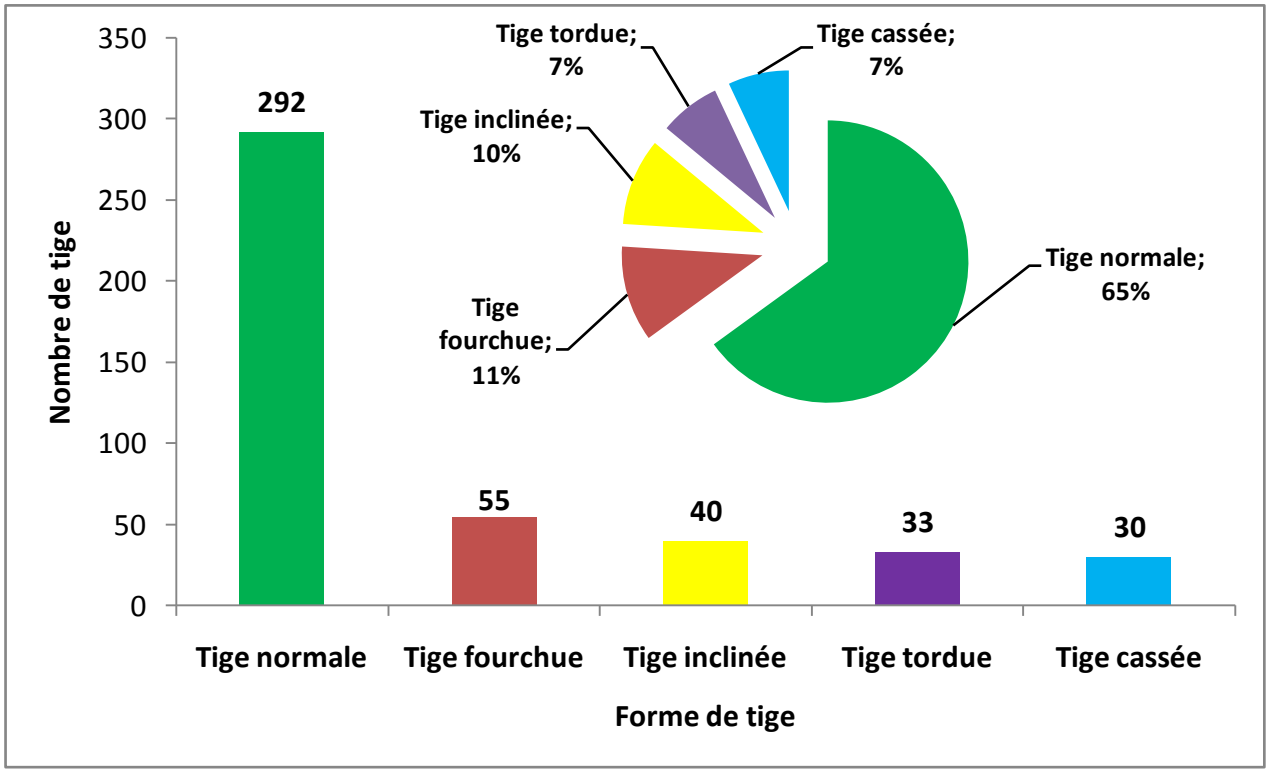


Figure 26 : Distribution des tiges de Cyprès vert selon leurs formes

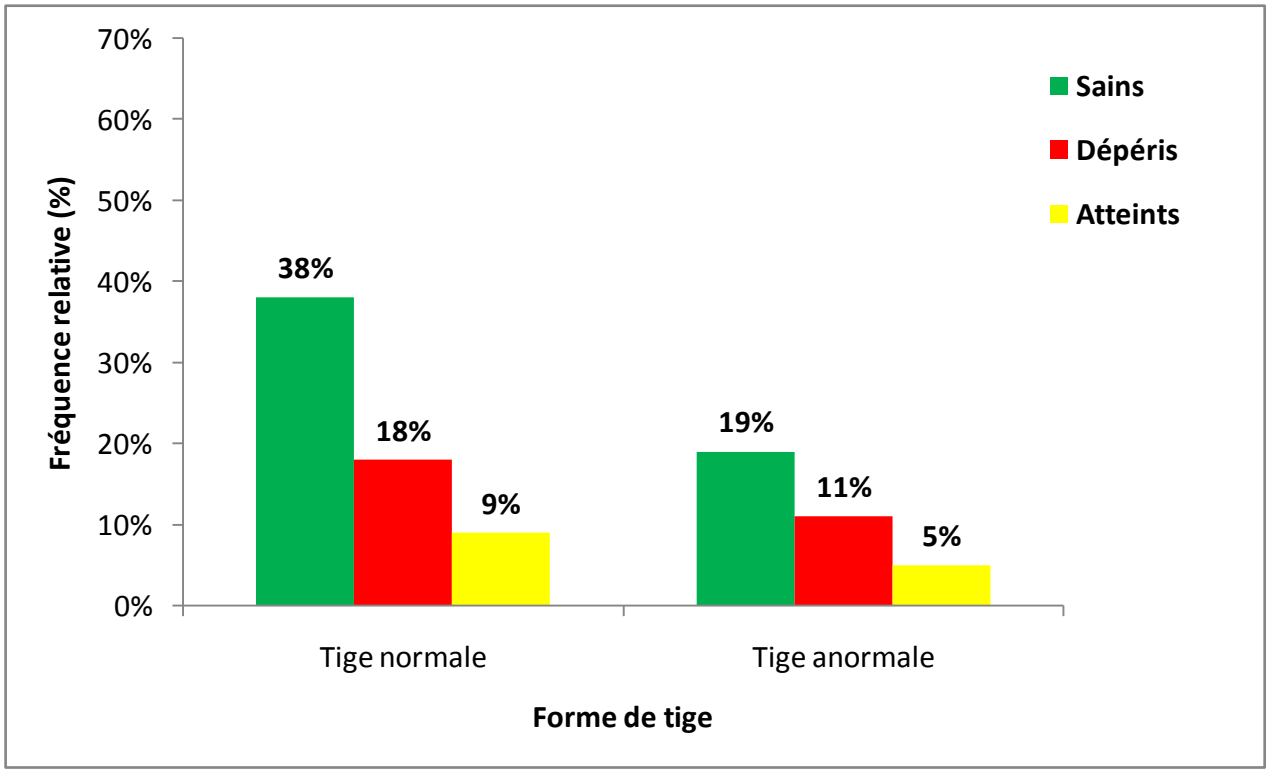


Figure 27: Fréquences relatives des strates de la forme des tiges de Cyprès vert

1. 1. 2. Elagage naturel des tiges

L'élagage est une phase importante qui concerne surtout les branches de faibles dimensions. Le phénomène d'élagage aboutit à la formation du fût. Il est l'action de plusieurs facteurs dont les principaux sont : la réduction de la luminosité, le climat dans le peuplement et les agents divers de désintégration des tissus **(LETREUCH-BELAROUCI, 1992)**. Dans le processus d'élagage naturel, on retiendra essentiellement trois phases qui sont les suivantes : mort de la branche, pourriture de la branche (désintégration) et chute de la branche **(LETREUCH-BELAROUCI, 1992)**.

Les tiges du Cyprès inventoriées sont réparties comme suit **(Fig. 28)**:

- 112 tiges présentent un bon élagage naturel, soit un taux de 25%.
- 54 tiges présentent un élagage naturel moyen, soit un taux de 12%.
- 284 tiges présentent un mauvais élagage naturel soit un taux de 63%.

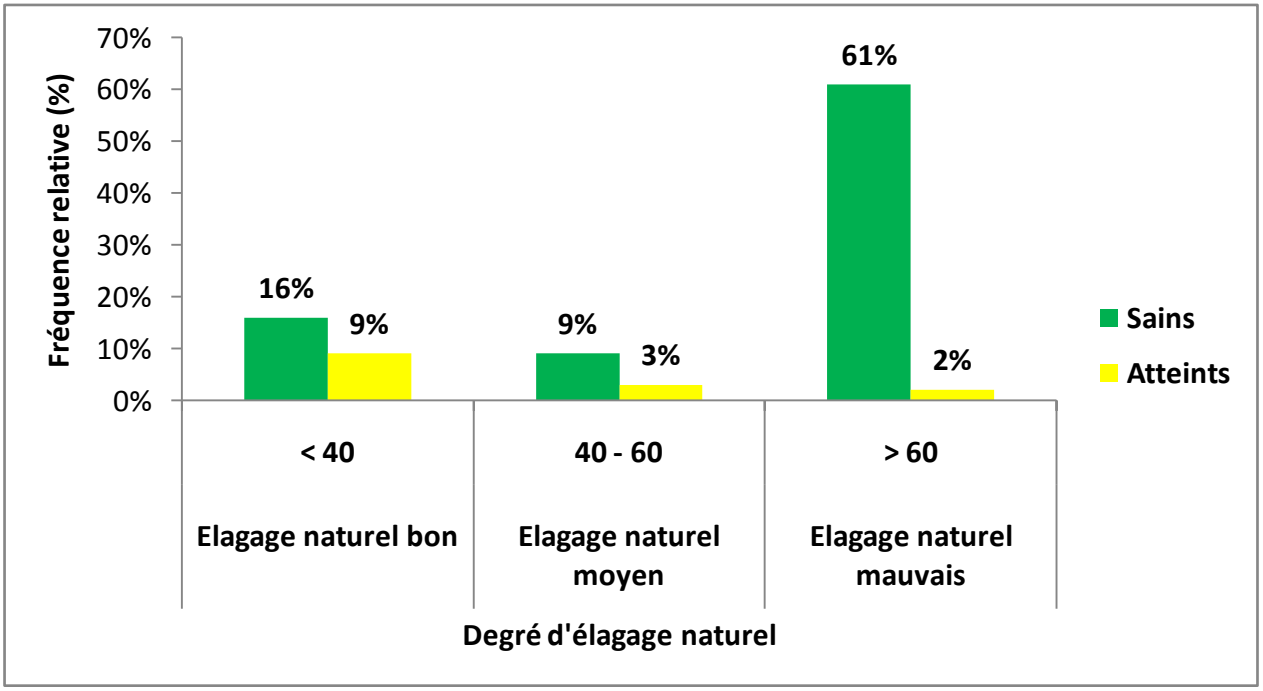


Figure 28 : Fréquences relatives des classes d'élagage naturel

1. 1. 3. Production de cônes (fructification)

La fructification est un facteur déclenchant de la régénération. Chez les espèces résineuses, comme le Cyprès, la capacité de reproduction est variable d'une tige à l'autre et d'une année à l'autre. Elle dépend de l'essence elle même et de la station (facteurs écologiques) **(LETREUCH-BELAROUCI, 1992)**.

Cette variation est due au génotype des individus, conditions du milieu, densité des peuplements et les pratiques sylvicoles **(KROUCHI et *al.*, 2004)**.

Parmi les 450 tiges échantillonnées, 59% sont non fructifères. Les tiges ayant une forte production de cônes ne présentent que 4%. La **Figure 29** illustre cette répartition.

La faible production de cônes peut être due à un affaiblissement des tiges. En effet, l'arbre compense beaucoup d'énergie lors de sa reproduction. Toute réduction du potentiel photosynthétique sous l'effet d'un stress (attaque parasitaires, pâturage …) engendre chez l'arbre une réduction d'énergie investie dans la production de cônes **(DUBE, 2007)**.

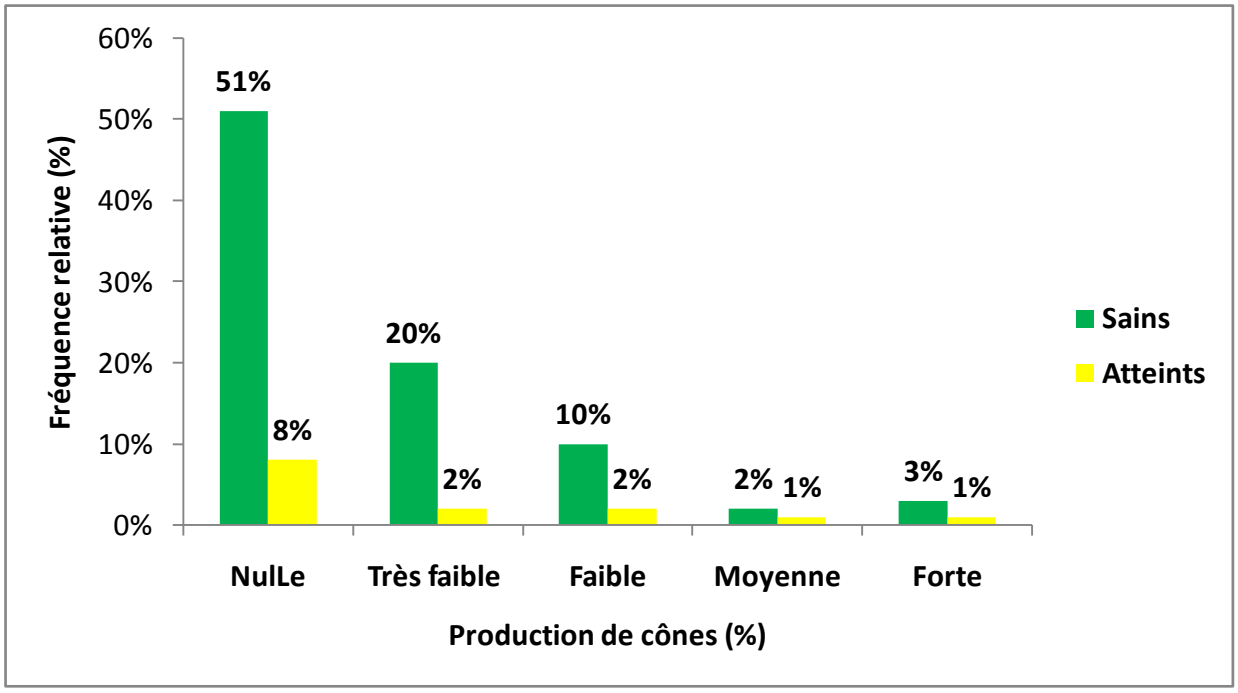


Figure 29: Fréquences relatives de la production de cônes

1. 1. 4. Extension du houppier

Le houppier est une surface foliaire photo synthétiquement active. Il traduit en quelque sorte la position sociale de l'arbre dans le peuplement et son potentiel de croissance relativement aux autres arbres **(NAGGAR, 2011)**.

Les houppiers ont une forme supposée asymétrique par rapport à l'axe principal. Cette hypothèse est assez restrictive car, en peuplement, les houppiers sont asymétriques en fonction des concurrences respectives de chacun des voisins **(BOUDON et MOGUEDEC, 2007)**. En effet, une extension asymétrique des houppiers est un élément clé dans la plasticité des arbres face aux contraintes de compétition **(DELEUSE, 1996)**.

La **Figure 30** montre que 72% de tiges ont une extension asymétrique de leurs houppiers.

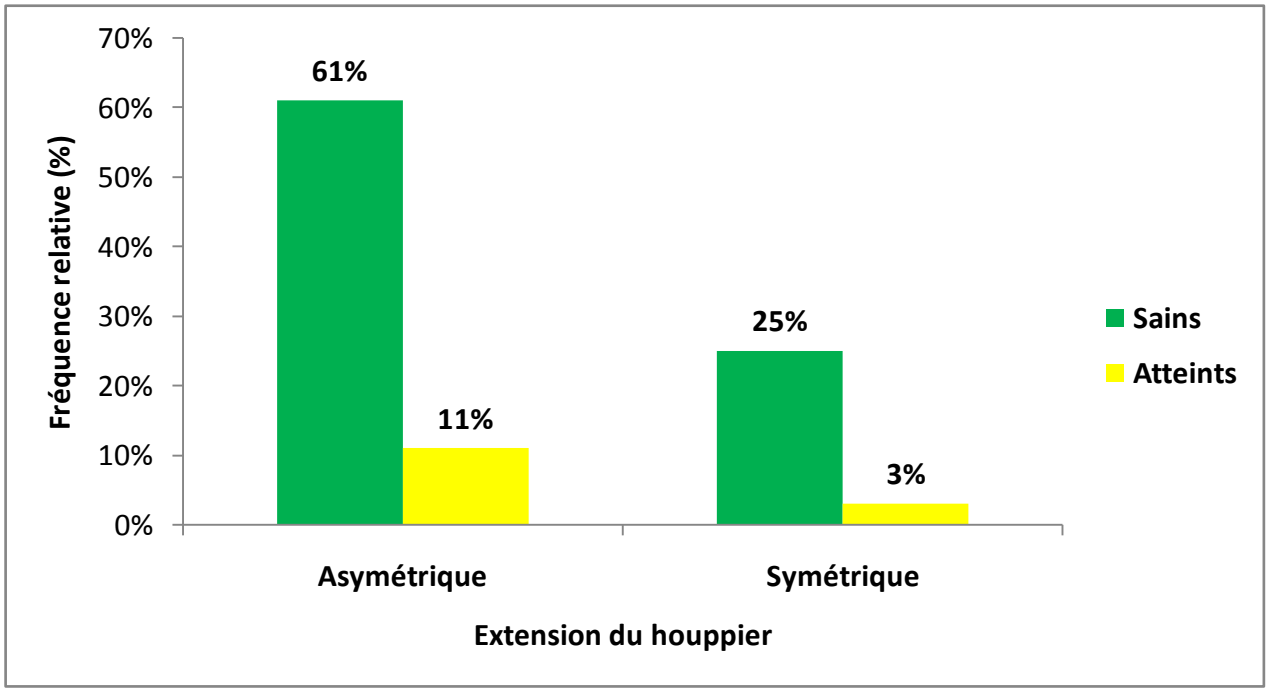


Figure 30: Fréquences relatives des strates d'extension du houppier

1. 2. Caractérisation dendrométrique des tiges du Cyprès vert

Les peuplements de Cyprès inventoriés à travers les 25 placettes d'étude font l'objet d'étude dendrométrique sur la base des variables dendrométriques suivantes : circonférence à 1,30 m, hauteur dominante, longueur des fûts, surface terrière, surface du houppier et volume du houppier.

En fait, sur l'ensemble de Cyprès inventoriés, 57% des tiges sont saines, 29% dépéris et 14% y sont atteintes. La **Figure 31** permet de visualiser cette répartition selon l'état sanitaire.

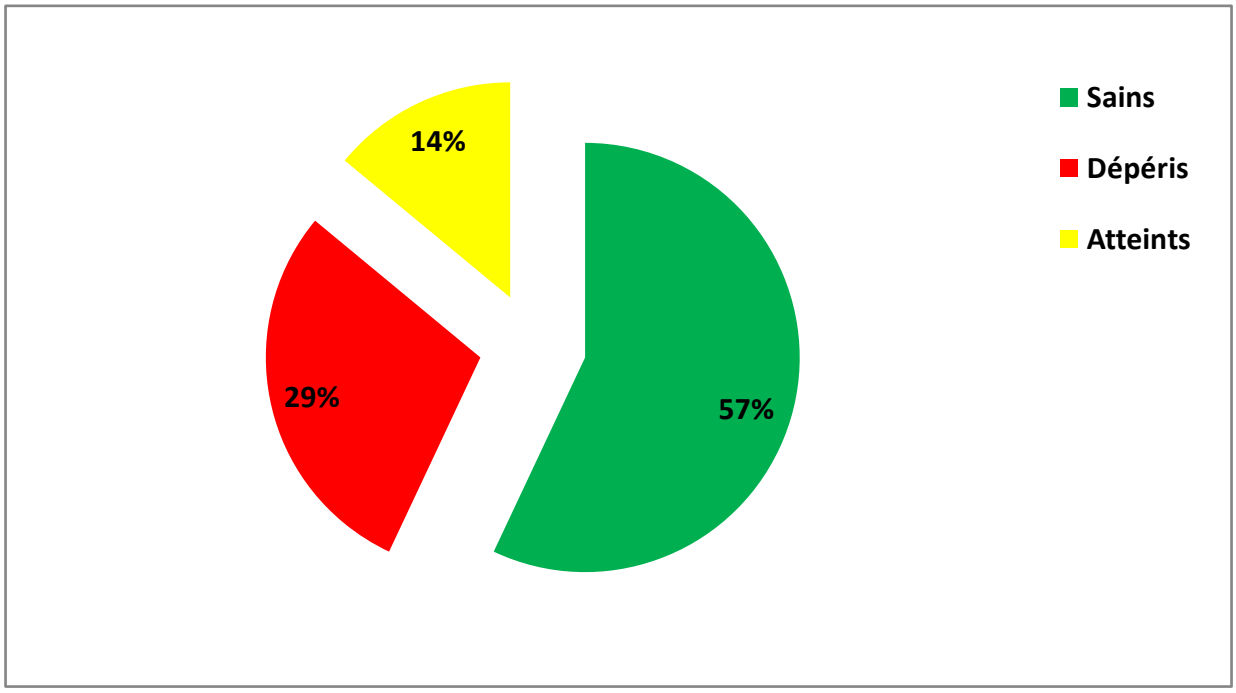


Figure 31: Fréquences relatives des tiges de Cyprès selon leur état sanitaire

1. 2. 1. Circonférence à 1.30 m

La croissance en grosseur des tiges varie en fonction du mode de traitement et très probablement aussi de la richesse du sol **(LETREUCH-BELAROUCI, 1992)**. De ce fait, les opérations sylvicoles, comme les éclaircies favorisent la croissance en diamètre et en hauteur **(KADIK, 1987)**.

Les circonférences des peuplements du Cyprès inventoriés présentent les caractéristiques statistiques suivantes :

Tableau 26: Caractéristiques statist iques de la circonférence des tiges de Cyprès vert

	Arbres sains	**Arbres dépéris**	**Arbres atteints**
Moyenne arithmétique (m)	1.39	1.02	1.52
Valeur minimale (m)	0.15	0.09	0.7
Valeur maximale (m)	1.57	1.37	1.02
Coefficient de variation (%)	64.52	35.76	30.48

Il ressort d'après le **Tableau 26** que les Cyprès sains présentent une grande variabilité dans la mesure où le coefficient de variation atteint 64.52%. Chez les sujets dépéris, le coefficient de variation est de 35.76%. La valeur moindre est enregistrée chez les sujets atteints.

La répartition des fréquences relatives des classes de circonférences de tige montre une allure décroissante **(Fig. 32)**.

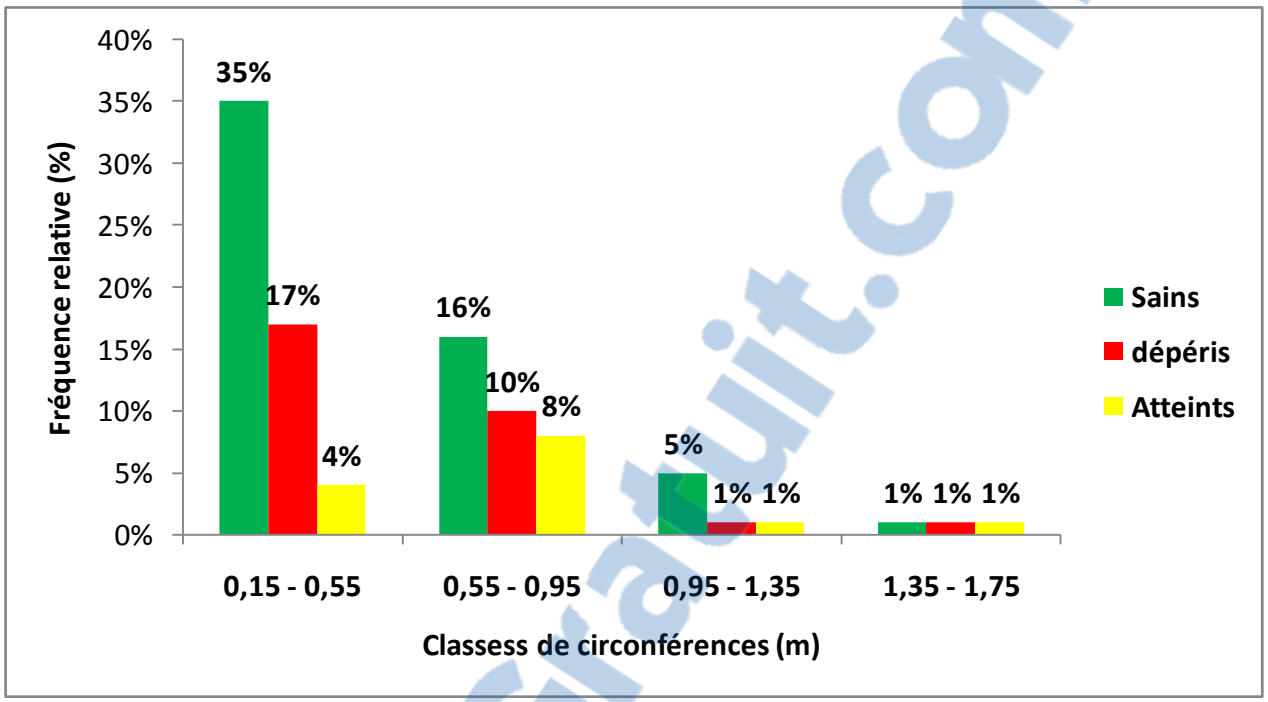


Figure 32: Fréquences relatives des classes de circonférences à 1.30 m de tiges de Cyprès selon l'état sanitaire

La classe de 0.15 à 0.55 m, soit celle de faibles grosseurs présente la fréquence relative la plus élevée (56%).

Concernant la répartition des tiges non saines, c'est-à-dire dépéris ou atteints à travers les différentes classes de circonférences, nous constatons que :

- Le dépérissement à une allure décroissante où la classe de grosseurs moyennes soit celle de 0.55 et 0.95 m est la plus touchée. Plus de 1/3 de tiges de cette catégorie sont dépérissants et morts.
- La catégorie de faibles grosseurs, celle de 0.5 et 0.55 m, présente le 1 /2 de tiges non saines (dépéris et atteints).

En général, le dépérissement est observé et signalé dans toutes les catégories de grosseurs. Nous constatons, qu'il affecte les jeunes sujets que les grosses tiges. Il s'agit en fait, d'un syndrome et non pas d'un phénomène de sénescence naturel qui soit lié à un vieillissement des peuplements.

Le dépérissement entrave l'évolution naturelle du Cyprès. Il risque d'accentuer le déséquilibre déjà constaté dans la répartition des tiges à travers les différentes classes de grosseurs.

Rapport-Gratuit.com

La répartition des tiges inventoriées à travers les 25 placettes d'étude présente une allure décroissante selon leurs catégories de diamètres. La catégorie des petits bois présente la fréquence relative la plus élevée soit 23%. La catégorie des très gros bois présente une faible fréquence relative, soit 8%.

Par ailleurs, le dépérissement est enregistré au niveau de chaque catégorie de diamètre avec des proportions variables. La fréquence relative la plus élevée soit 19% est observée chez la catégorie des gros bois. Celle, la plus faible, soit 4% est enregistrée chez la catégorie des petits bois **(Fig. 33)**.

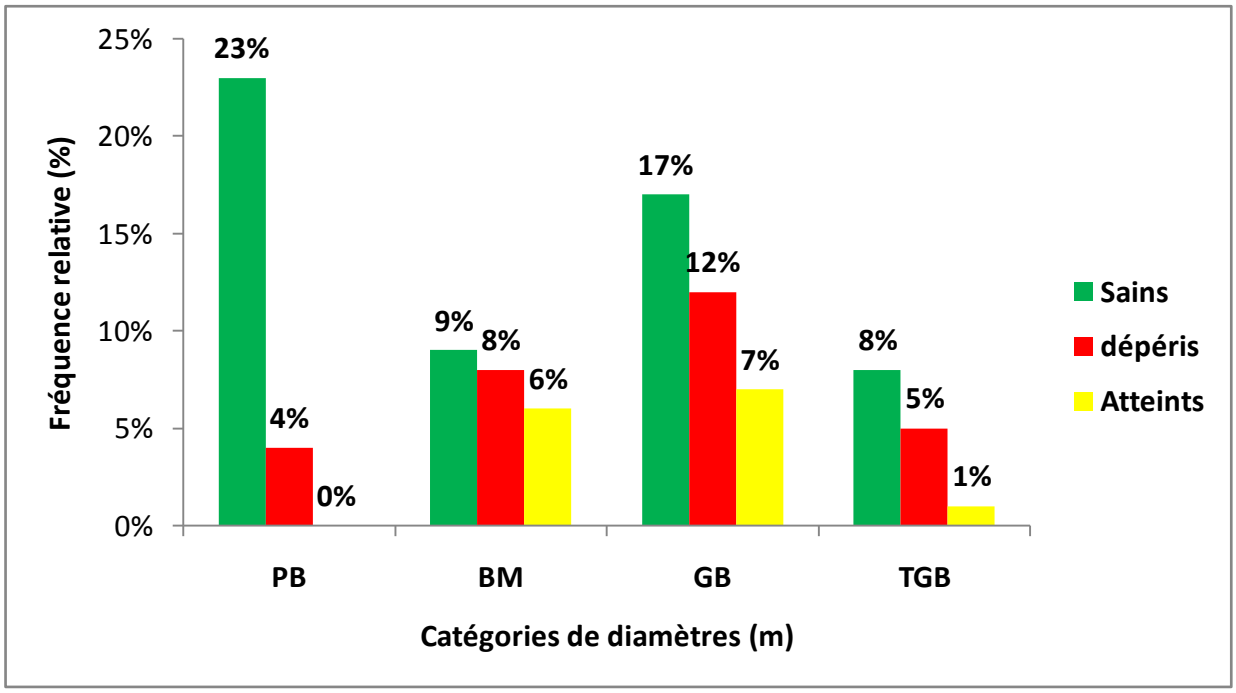


Figure 33: Fréquences relatives des catégories de diamètres des tiges de Cyprès selon l'état sanitaire

1. 2. 2. Hauteur totale

La croissance en hauteur de Cyprès vert dépend de son état hydrique comme toutes autres espèces. Un stress hydrique permanent pendant la saison de végétation a pour effet de ralentir la vitesse de croissance, ainsi la durée de la période de croissance **(DUCREY, 1994)**. Par ailleurs, la hauteur totale est considérée comme étant un excellent indice de la fertilité de la station **(HAMILTON, 1975)**.

La hauteur totale des peuplements de Cyprès inventoriés présente les caractéristiques statistiques suivantes :

Tableau 27: Caractéristiques statist iques de la hauteur totale des tiges de Cyprès vert

	Arbres sains	Arbres dépéris	Arbres atteints
Moyenne arithmétique (m)	11.02	14.65	12.98
Valeur minimale (m)	1.47	1.35	1.56
Valeur maximale (m)	20.93	15.75	12.01
Coefficient de variation (%)	32.94	26.70	20.71

La distribution des classes de hauteurs totales suit une allure décroissante. La fréquence relative la plus faible, soit 10% est enregistrée au niveau de la catégorie de plus de 16 m, qui correspond à celle des Cyprès les plus longs.

A partir de la **Figure 34**, nous constatons que :

- Les Cyprès sains présentent la fréquence relative la plus élevée dans la catégorie de moins de 6,4 m.
- La catégorie de 6,4 à 11,4 m, soit celle des hauteurs moyennes, présente la fréquence relative la plus élevée en nombre d'arbres dépérissants et morts.
- La catégorie de plus de 16 m est celle où le dépérissement est le plus faible.

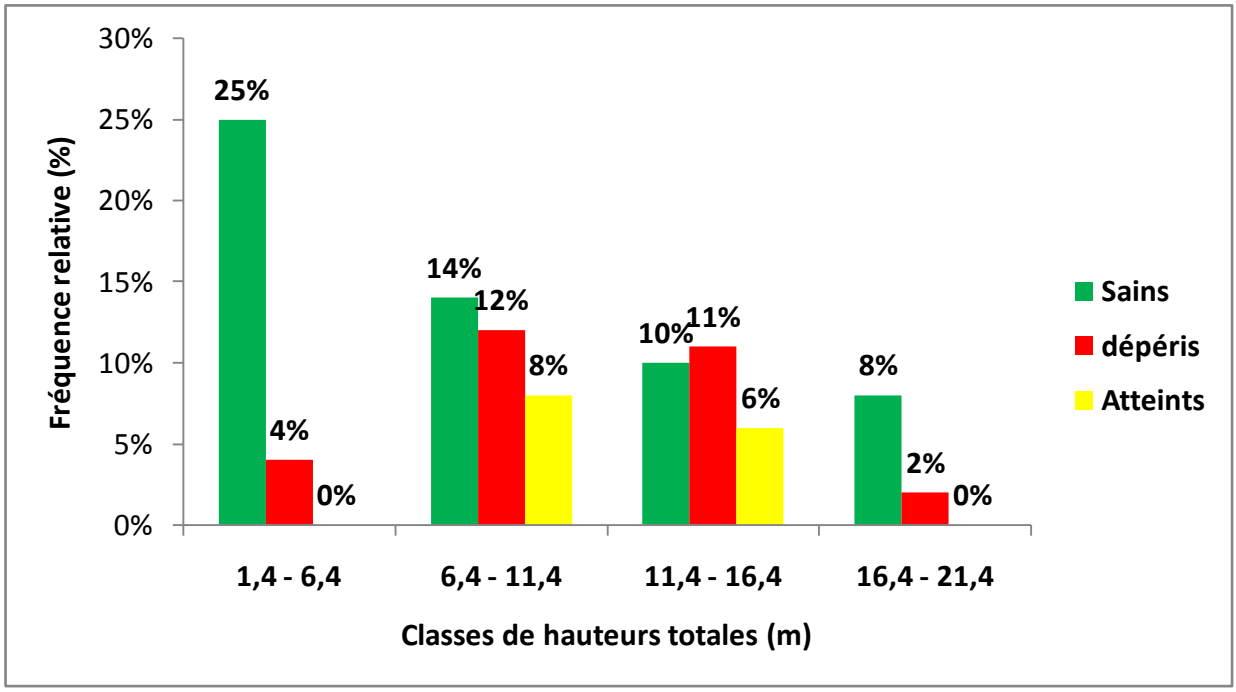


Figure 34 : Fréquences relatives des classes de hauteurs totales des tiges de Cyprès selon l'état sanitaire

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

1. 2. 3. Longueur des futs

La longueur des futs dépend des accroissements et de l'élagage naturel **(BOUDRU, 1989)**.

A travers les 25 placettes d'étude, les valeurs statistiques de la longueur des futs peuvent être caractérisées comme suit :

Tableau 28: Caractéristiques statist iques de la longueur des futs des tiges de Cyprès vert

	Arbres sains	**Arbres atteints**
Moyenne arithmétique (m)	2.99	2.87
Valeur minimale (m)	0.6	0.54
Valeur maximale (m)	14.75	8.91
Coefficient de variation (%)	72.66	46.77

La longueur moyenne des futs est d'ordre de 3 m. Ces futs sont favorablement acquis à la production de bois d'œuvre. Chez les arbres sains, les futs sont bons. Ils sont cylindriques, sans nœuds et sans défauts. Ces qualités sont propres aux arbres forestiers de forte valeur économique **(BOUDRU, 1989)**.

Le coefficient de variance présente une grande variabilité (72%). La distribution des classes de futs montre une allure décroissante **(Fig. 35)**. Les tiges présentant des futs de 0,6 à 4,4 m ont une fréquence relative la plus élevée (60%). Cette même classe présente une fréquence relative de 9% d'arbres atteints. Au-delà de cette classe, le dépérissement devient faible et parfois nul.

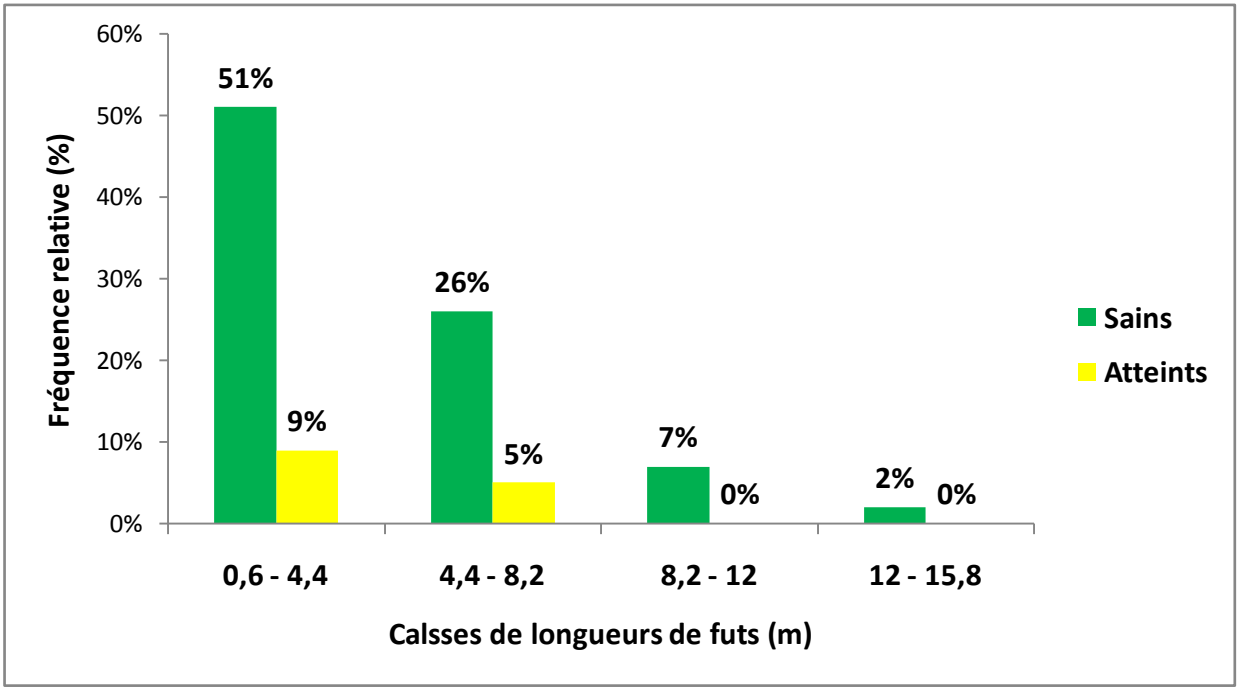


Figure 35 : Fréquences relatives des classes de longueurs de futs des tiges de Cyprès selon l'état sanitaire

1. 2. 4. Surface terrière

Superficie de la coupe transversale d'un arbre mesuré à 1,3 m (DHP) au-dessus du sol qui s'exprime en mètre carré à l'hectare (m^2/ha). Elle dépend à la fois de la grosseur et du nombre d'arbres, donne un renseignement précieux sur la densité d'un peuplement et est liée au volume sur pied. La surface terrière est ainsi un des indicateurs de la pertinence d'intervenir ou non dans un peuplement **(MASSENET, 2005)**.

La surface terrière à travers les 25 placettes d'étude, présente les caractéristiques suivantes :

Tableau 29: Caractéristiques statist iques de surfaces terrières des tiges de Cyprès vert

	Arbres sains	Arbres dépéris	Arbres atteints
Moyenne arithmétique (m^2)	0.29	0.35	0.32
Valeur minimale (m^2)	0.0005	0.002	0.04
Valeur maximale (m^2)	1.77	1.53	1.20
Coefficient de variation (%)	97.96	74.38	43.45

Les surfaces terrières enregistrées sont très variables. La distribution des fréquences relatives en classes de surfaces terrières présente une courbe décroissante. 90% des tiges inventoriées présentent des surfaces terrières inferieures à 0.5 m^2. La même catégorie

présente environ le1 / 2 de tiges dépérissantes et mortes. Au-delà de cette classe, le dépérissement devient très faible et rare **(Fig. 36)**.

L'allure décroissant que présente les arbres dépéris et atteints, indique un dépérissement moindre chez les tiges en bons conditions de croissance et exprimant des surfaces terrières maximales.

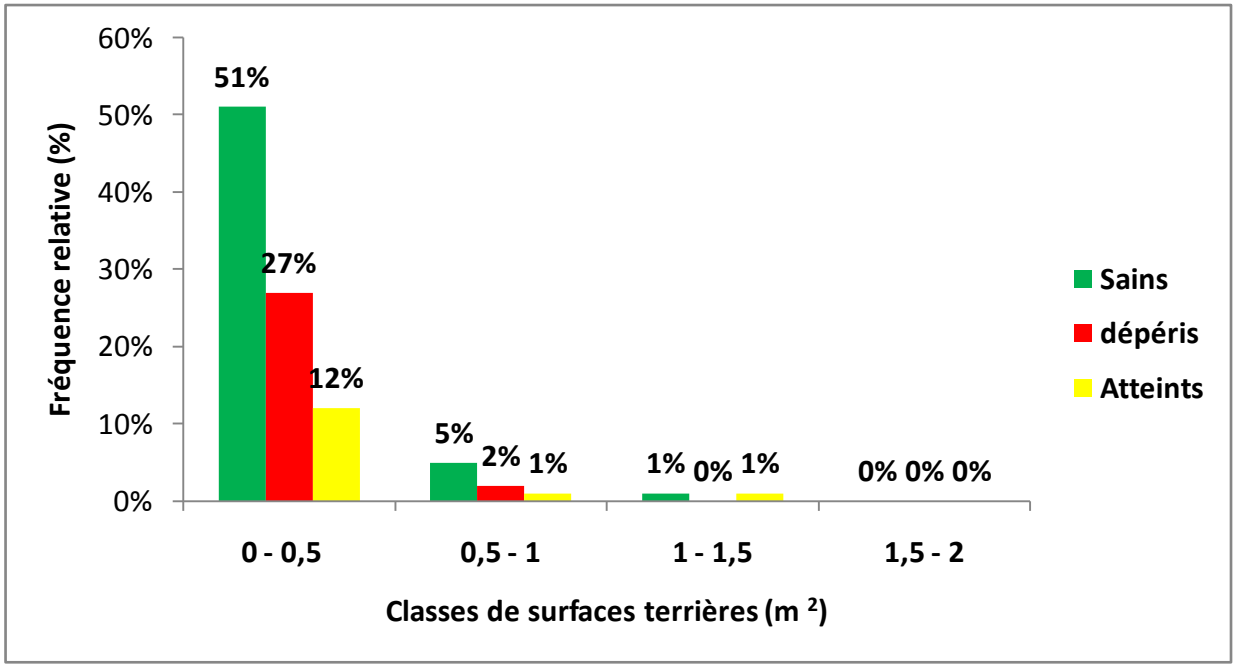


Figure 36: Fréquences relatives des classes de surfaces terrières des tiges de Cyprès selon l'état sanitaire

1. 2. 5. Surface du houppier

Un houppier ou couronne est la partie d'un arbre constituée de l'ensemble des branches situées au sommet du tronc (des branches maîtresses aux rameaux). C'est le principal support des organes photosynthétiques. Sa consistance dépend de la qualité de la station, du statut hydrique et nutritionnel des sujets **(LAMHAMDI et CHBOUKI, 1994)**.

Il existe une corrélation entre la surface du houppier d'un arbre en bon état de croissance et sa surface terrière, donc son diamètre **(LETREUCH-BELAROUCI, 1992)**.

Les surfaces de houppiers enregistrées présentent les caractéristiques suivantes :

Tableau 30: Caractéristiques statistiques de surfaces de houppiers des tiges de Cyprès vert

	Arbres sains	Arbres atteints
Moyenne arithmétique (m^2)	35.11	27.98
Valeur minimale (m^2)	1.80	2.01
Valeur maximale (m^2)	78.5	63.5
Coefficient de variation (%)	66.09	45.85

D'après le **Tableau 30**, nous constatons une grande variabilité des surfaces de houppiers. En fait, la classe de 1,5 à 20 m^2 présent la fréquence relative la plus élevée (49%). De plus, les arbres atteints par le phénomène de dépérissement sont recensés au niveau de la classe de moins de 40 m^2. Au-delà de cette classe, soit les catégories maximales des surfaces de houppiers, le dépérissement devient très faible et rare **(Fig. 37)**. Ce qui dénote un dépérissement rare chez les Cyprès ayant un espace vital suffisant assurant une bonne extension de ramification des houppiers.

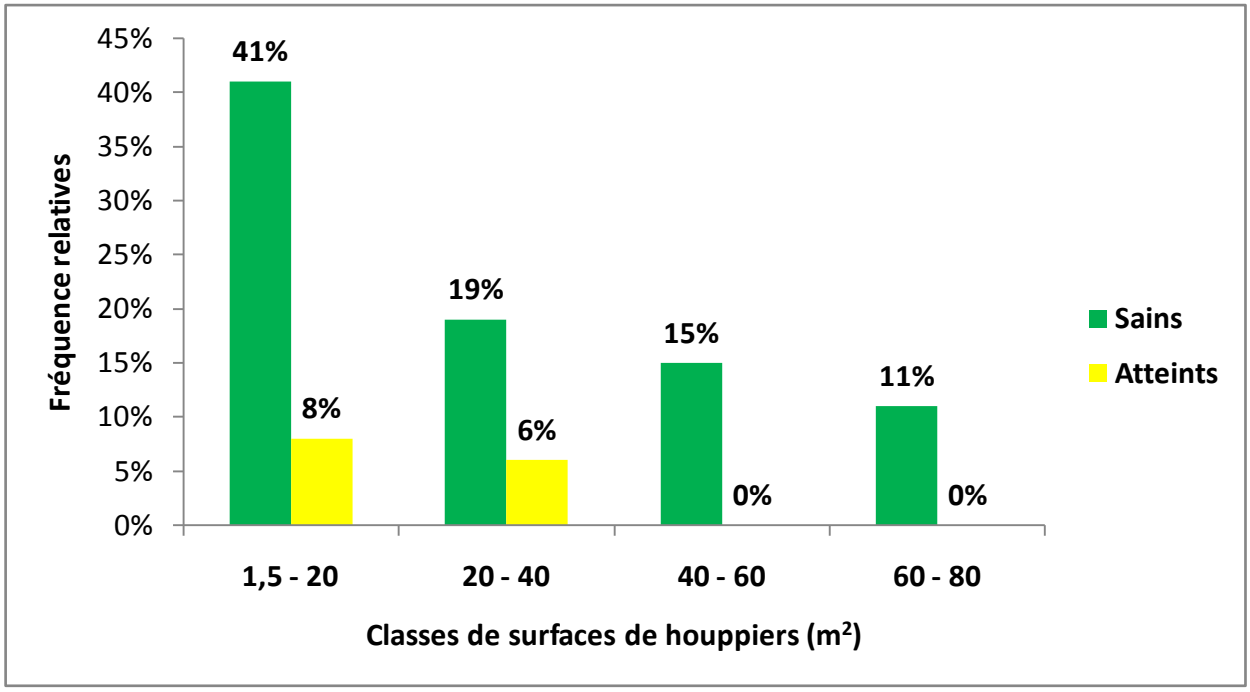


Figure 37 : Fréquences relatives des classes de surfaces de houppiers des tiges de Cyprès selon l'état sanitaire

1. 2. 6. Volume du houppier

Le volume du houppier à travers les 25 placettes d'étude, présente les caractéristiques suivantes :

Tableau 31: Caractéristiques statistiques de volumes de houppiers des tiges de Cyprès vert

	Arbres sains	Arbres atteints
Moyenne arithmétique (m^3)	24.91	19.87
Valeur minimale (m^3)	0.15	0.23
Valeur maximale (m^3)	57.82	32.09
Coefficient de variation (%)	45.98	27.31

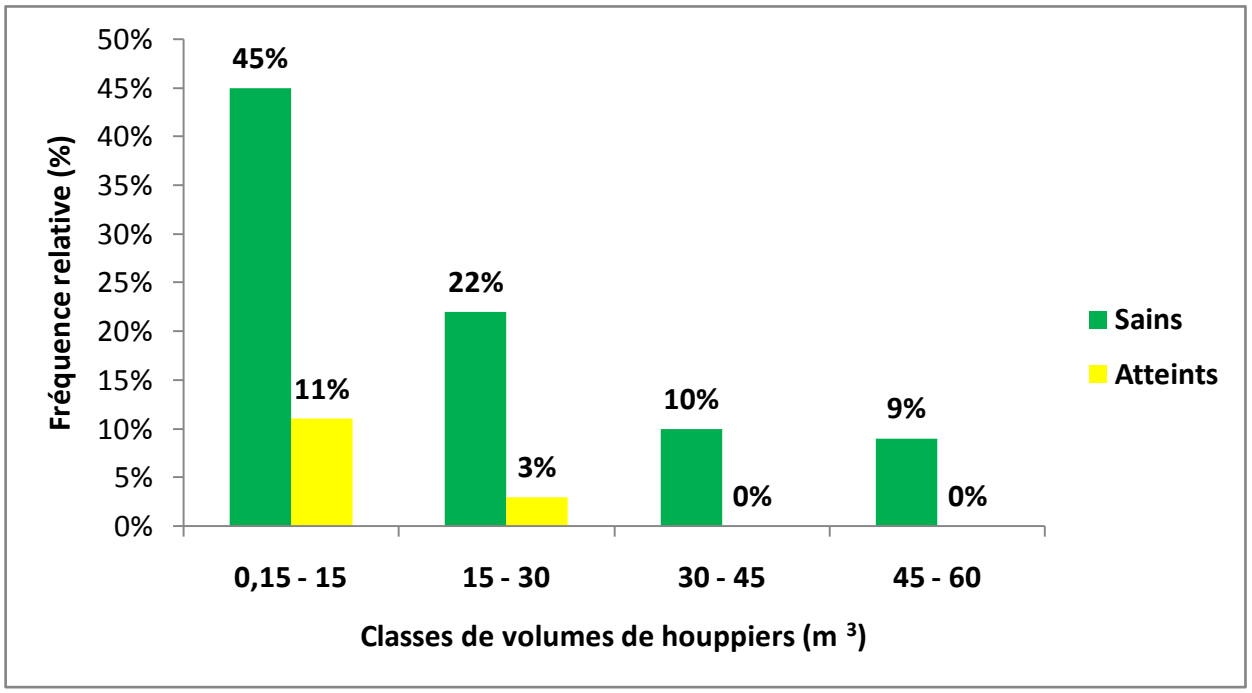


Figure 38 : Fréquences relatives des classes de volumes de houppiers des tiges de Cyprès selon l'état sanitaire

1. 3. Caractérisation symptomatologique du dépérissement du Cyprès

Le dépérissement du Cyprès vert est un phénomène évoluant au cours du temps et traduisant une détérioration de la santé de l'arbre.

Les principaux critères visuels les plus utilisés pour évaluer le dépérissement du Cyprès vert sont : la coloration anormale du feuillage, le déficit foliaire et la mortalité des branches. Le phénomène s'identifie par des symptômes relatifs à chaque stade de régression. L'identification symptomatologique est importante du fait qu'elle donne à chaque arbre son degré d'altération selon les différentes unités architecturales.

L'architecture de l'arbre repose sur la nature et l'agencement relatif de chacune de ses parties. Elle est l'expression d'un équilibre entre les processus endogènes de croissance et les contraintes exogènes exercées par l'environnement **(NICOLINI et CARAGLIO, 1994; NICOLINI et *al.*, 2003 ; BARTHELEMY et CARAGLIO, 2007)**.

L'objectif principal d'une analyse architecturale est de reconstituer la dynamique de développement d'une plante depuis la germination jusqu'à la sénescence **(TAUGOURDEAU et *al*., 2012)**.

L'architecture, en nous renseignant sur les séquences de développement propres, ainsi que sur les écarts à la normale provoqués par des stress, revêt une valeur diagnostique **(RUTISHAUSER et *al*., 2011)**.

1. 3.1. Symptomatologie architecturale du dépérissement du Cyprès vert

Les principaux symptômes d'un dépérissement forestier sont : la perte de vitalité (défoliation) et la mort des branches et des rameaux **(LAURENT et LECOMTE, 2005)**. La dégradation des axes végétatifs prend son sens de la périphérie jusqu'à la partie basale des branches.

Symptôme 01 (Coloration anormale et desséchement des aiguilles)

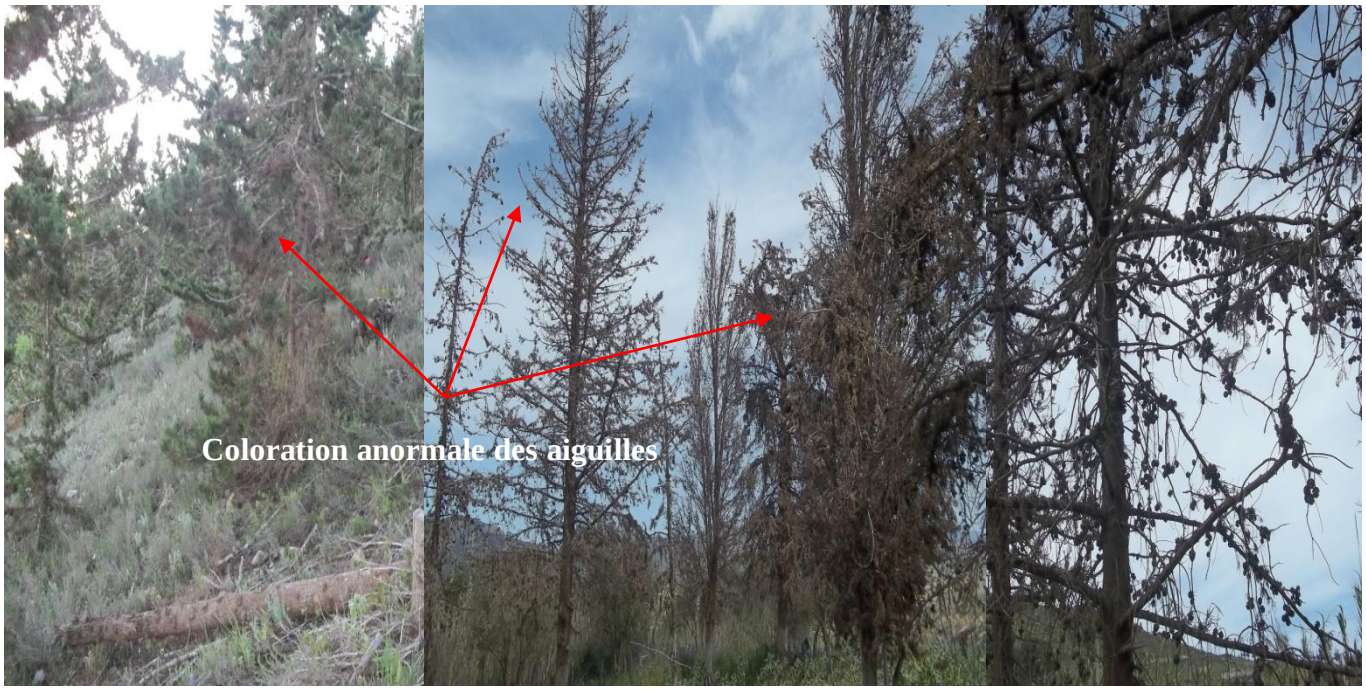


Figure 39: Desséchement des aiguilles du Cyprès vert (Originale)

Le desséchement graduel des aiguilles du Cyprès vert présente une coloration jaune brune à rouge brique **(Fig. 39)**. Ce critère a gagné en importance depuis quelques années, suite notamment au développement récent, dans certaines régions, de phénomènes de coloration d'une ampleur inhabituelle **(LANDMANN, 1988)**. Cette altération du couleur est liée à une difficulté nutritionnelle (carences minérales : K, Ca et Mg). Ces carences peuvent être la résultante d'un stress hydrique et d'une mauvaise alimentation minérale à partir des

racines ou d'éléments non disponibles dans le sol, ce qui réduit les capacités photosynthétiques des feuilles **(BONNEAU, 1988 ; DREYER et *al* ; 1994)**. Les subcarences participent naturellement à la régulation de la perte foliaire. Il ne cependant pas de doute que les arbres mal nourris sont plus fragiles, et en particulier résistent moins bien aux sécheresse **(LANDMANN, 1988 ; BONNEAU et *al*., 1994)**.

Symptôme 02 (déficit foliaire)

Figure 40: Déficit foliaire du Cyprès vert (Originale)

Le desséchement des aiguilles est suivi par un déficit foliaire. Les aiguilles perdues laissent derrière elles leur unités porteuses ou rameaux courts. Sachant que le manque d'eau pendant la saison de croissance entraine une réduction de la capacité photosynthétique et par conséquence un déséquilibre physiologique important.

Symptôme 03 (Perte de rameaux courts)

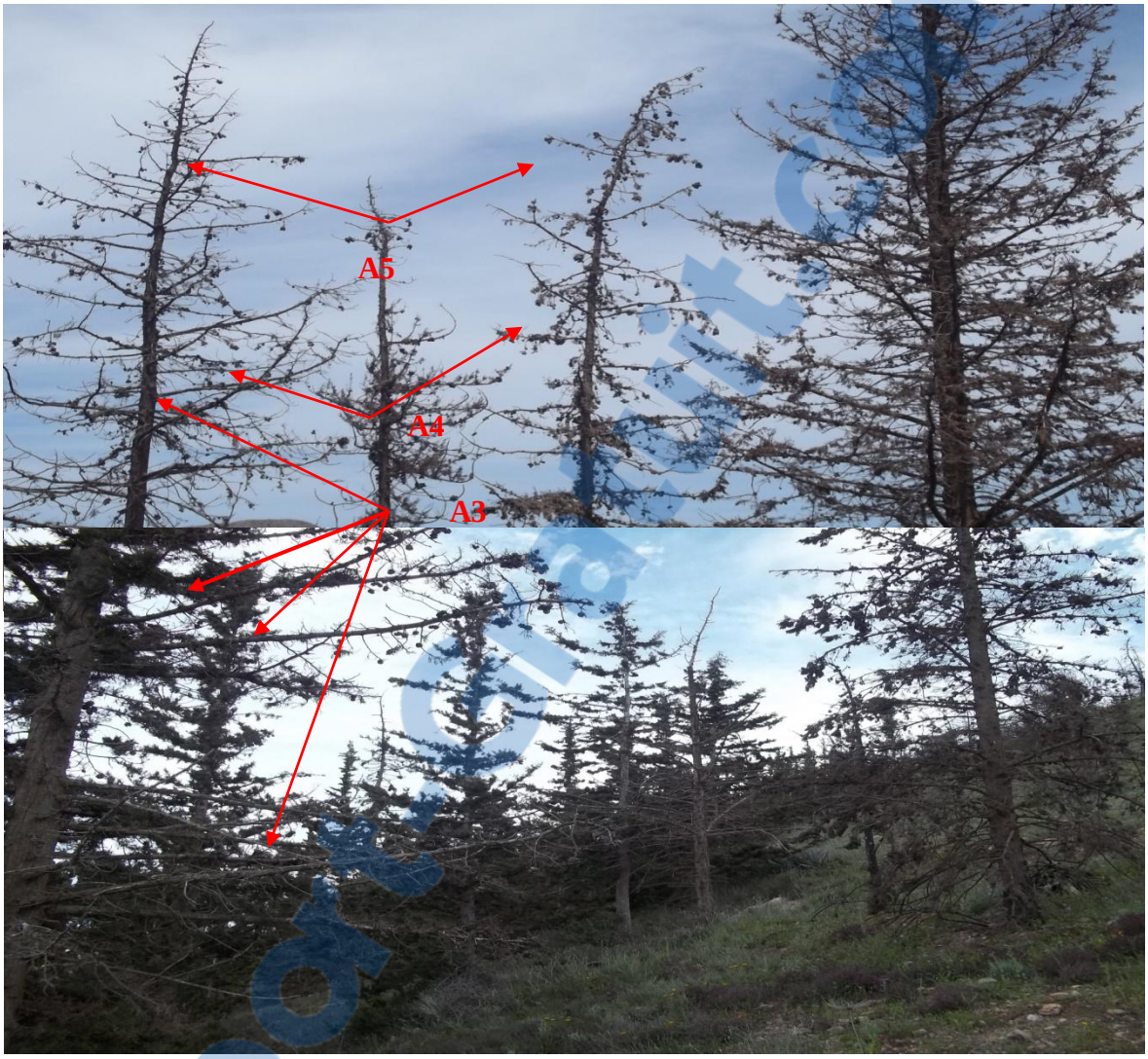


Figure 41: Perte de rameaux courts du Cyprès vert (Originale)

Le déficit foliaire est suivi par une perte de rameaux courts. Ces derniers sont portés par les autres catégories d'axes et présentent un faible diamètre. Par conséquent leur desséchement est rapide et finissent par tomber **(SABATIER et BARTHELEMY, 1995)**.

Rapport-Gratuit.com

Symptôme 04 (Perte de ramilles)

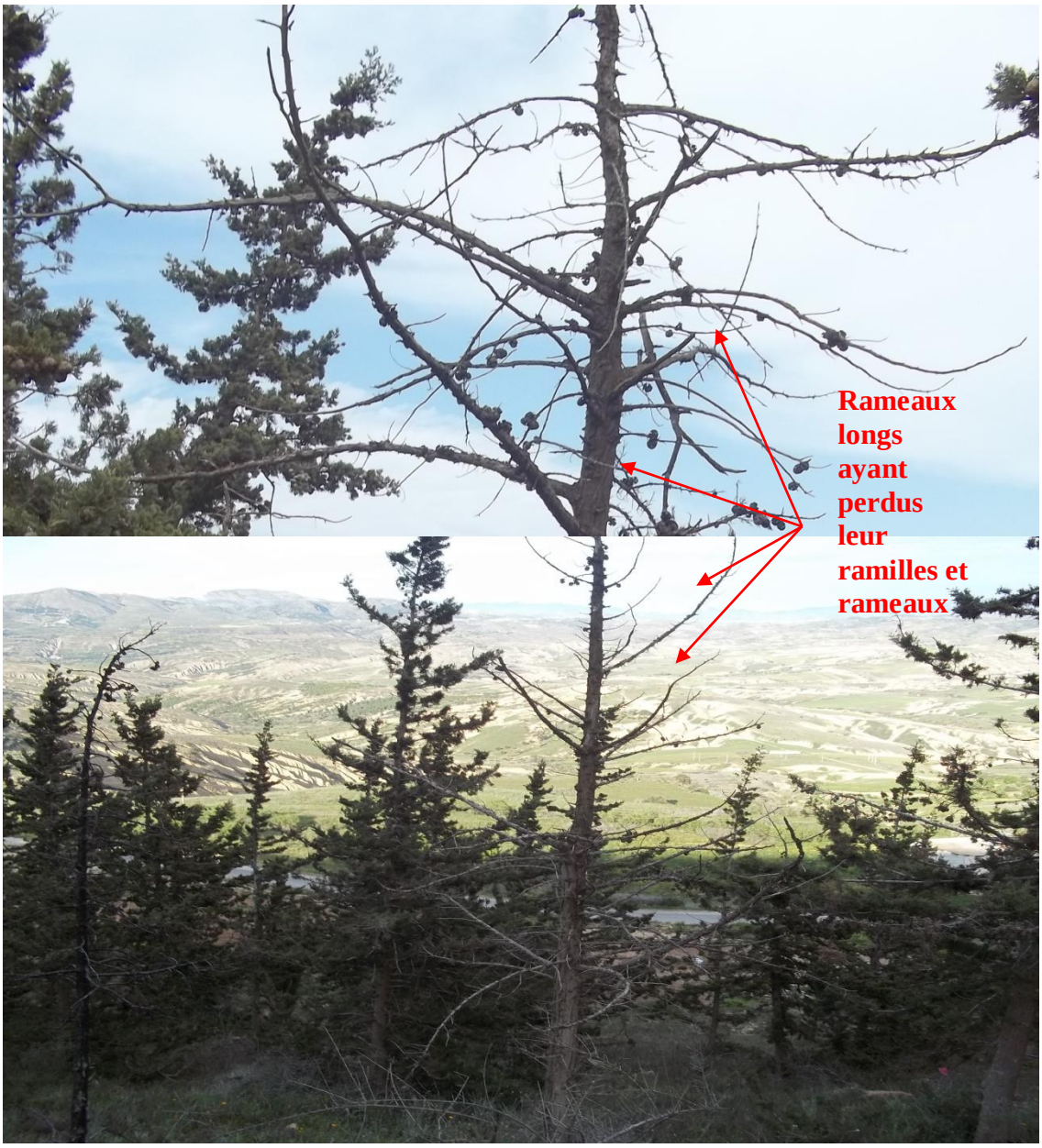


Figure 42: Perte de ramilles du Cyprès vert (Originale)

Les ramilles peuvent être portées par les rameaux longs, les branches ou le tronc, (Sabatier et Barthelemy, 1995). La perte des ramilles (A4) succède celle des rameaux courts. La perte survient depuis l'extrémité des branches jusqu'à la partie basale des unités porteuses. Leur faible diamètre induit leur chute rapide.

Symptôme 05 (Perte de rameaux longs et dégradation des branches)

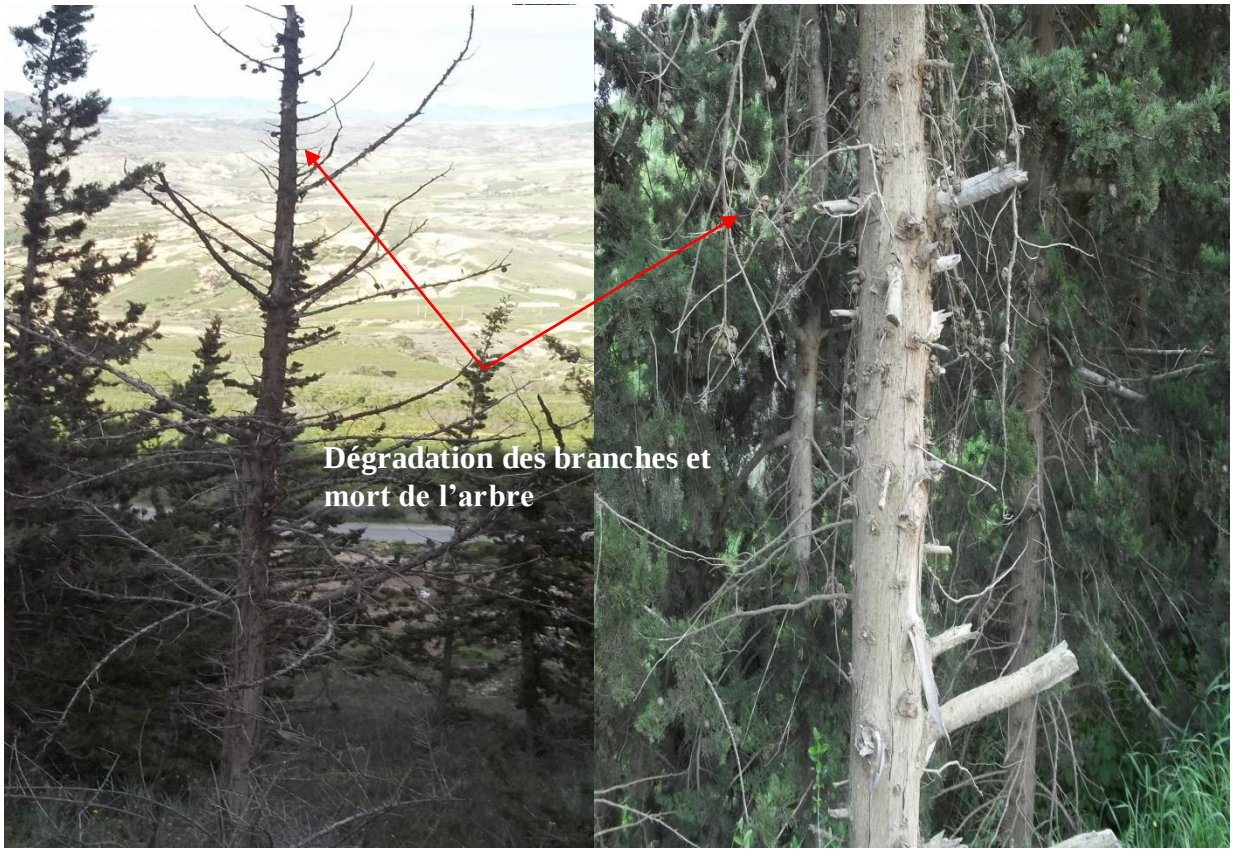


Figure 43 : Perte de rameaux longs du Cyprès vert (Originale)

L'évolution du dépérissement se traduit par un desséchement et une perte de rameaux longs (A3). Il ne reste sur place que leurs unités porteuses qui sont les branches (A2).

Du point de vu symptomatologique, le dépérissement se traduit par une perte et une dégradation progressive de tous les axes végétatifs de la périphérie jusqu'à la partie basale qui se termine ne fin par la mort de l'arbre sur pied **(Fig. 43)**.

1 et 2 : Coloration anormale des aiguilles

3 : Déficit foliaire

4 et 5 : Perte de rameaux (A5, A4, A3 et A2)

6 : Arbre complètement dépéris (mort)

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

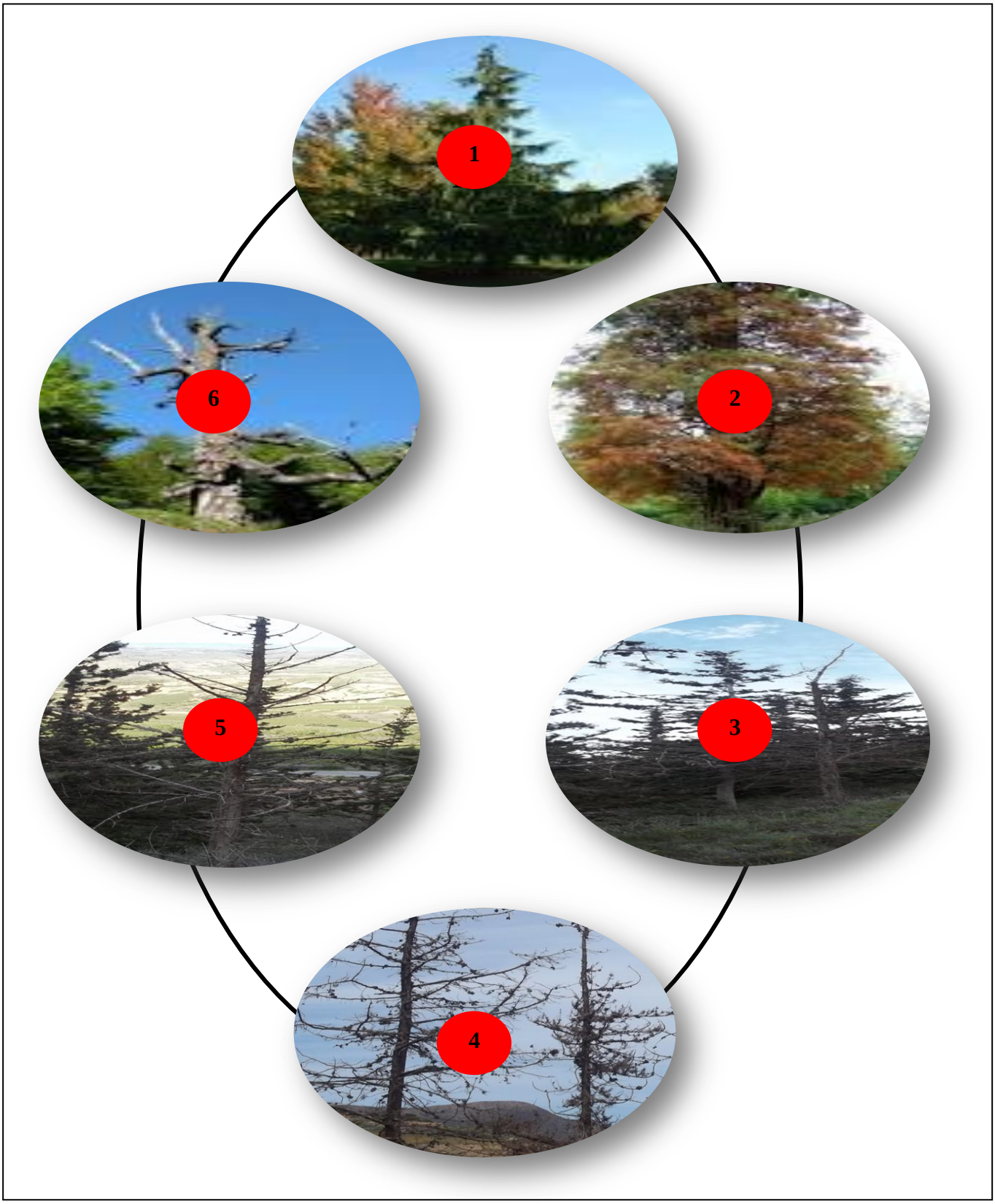


Figure 44: Symptomatologie architecturale du dépérissement du Cyprès vert (Originale)

1. 3.2. Description symptomatologique du dépérissement du Cyprès vert

Les symptômes de dépérissement observés le long des houppiers est similaires pour l'ensemble des arbres échantillonnés. L'extrémité de la cime est donc le point de départ du dépérissement qui dégrade le houppier progressivement jusqu'à sa partie basale.

L'évolution du dépérissement le long des tiges du Cyprès vert peut être située à différents stades qui se succèdent dans le temps :

Stade 0 : Arbre sain ou arbre de référence

Arbre qui présent moins de 20% de décoloration des aiguilles et de déficit foliaire **(CAILLERET, 2011)**. Le houppier prend de l'ampleur et duplique l'architecture des branches. Ces derniers sont de plus en plus ramifiés du sommet vers la base. La transparence du houppier est inferieure à 5% **(Fig. 45)**.

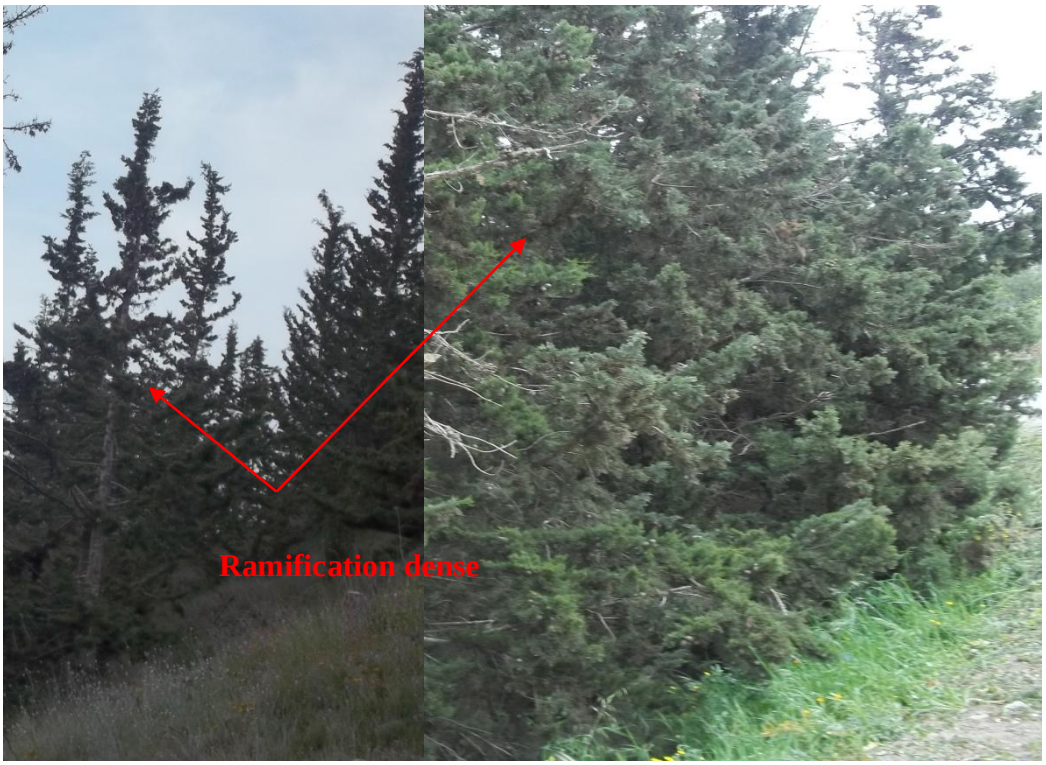


Fig. 45 : Cyprès vert sain (Stade 0) (Originale)

Stade 1 : Arbre affaibli

L'arbre subit une réduction de croissance apparente du fait de la diminution de la taille des pousses annuelles. Cela don est traduit par une diminution du nombre des rameaux **(Fig. 46)**. On observe alors un éclaircissement du houppier, suite à une réduction de la ramification **(NAGELEISEN, 2007)**. L'arbre affaibli peut être l'objet d'attaques d'insectes.

Figure 46: Cyprès vert affaibli (Stade 1) (Originale)

Stade 2 : Arbre en début de dépérissement

Le dépérissement attaque en premier lieu l'extrémité du houppier, alors que les parties les plus basses sont encore considérées saines **(Fig. 47)**.

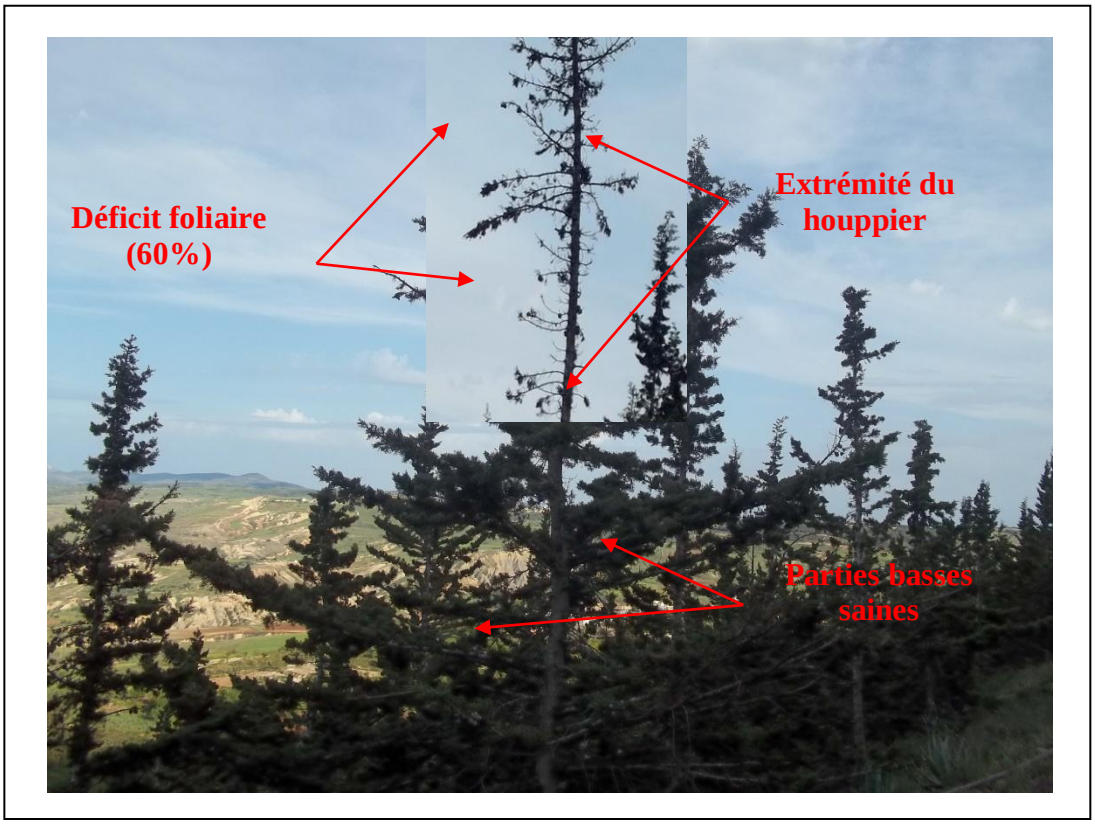


Figure 47: Cyprès vert en début de dépérissement (Stade 2) (Originale)

Stade 3: Arbre faiblement dépéris

Le dépérissement commence depuis l'extrémité du houppier jusqu'à son 1/3 supérieur qui se caractérise par un déficit foliaire sur les différentes branches. On constate un déficit foliaire près de 100% sur l'extrémité du houppier qui se développe le long des rameaux. 1/3 supérieur du houppier est caractérisé par un déficit foliaire de 60%. Il évolue depuis l'extrémité des branches jusqu'à leur base. Il est suivi par une perte de rameaux courts qui portent les aiguilles disparues. En fin les ramilles chutent. Au niveau du 1/3 moyen du houppier, ce dernier reste vert et présent un déficit foliaire de 25%. Le 1/3 inférieur du houppier reste vert et le déficit foliaire ne dépasse pas les 20% **(Fig. 48)**.

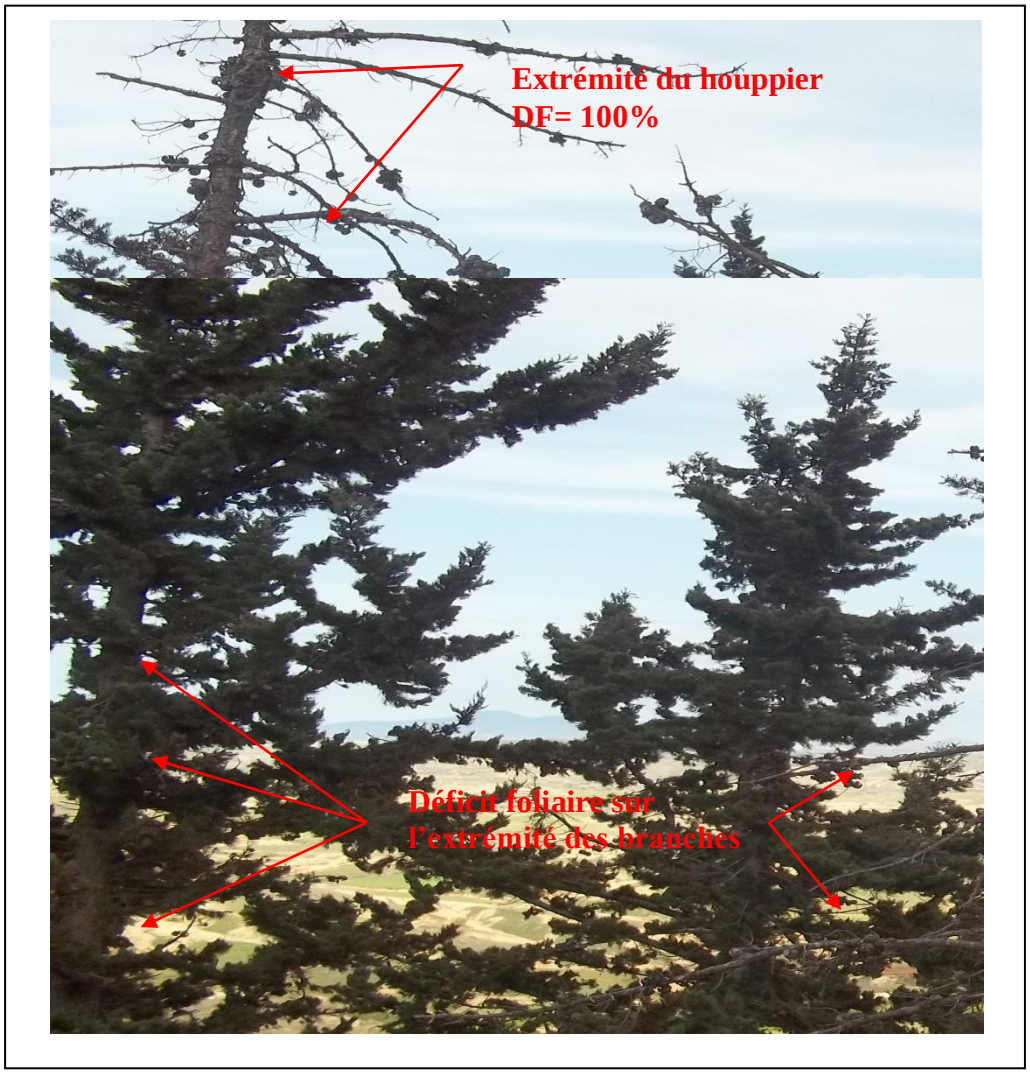


Figure 48 : Cyprès vert faiblement dépéris (Stade 3) (Originale)

Stade 4 : Arbre moyennement dépéris

Le dépérissement évolue vers le 1/3 moyen du houppier. Le déficit foliaire varie de 40 à 60%, donc, il touche plus de la moitié du houppier. L'extrémité du houppier est nettement individualisée. Les parties les plus basses du houppier sont encore saines. La transparence du houppier augmente de plus de 50% dans les parties médianes du houppier **(Fig. 49)**.

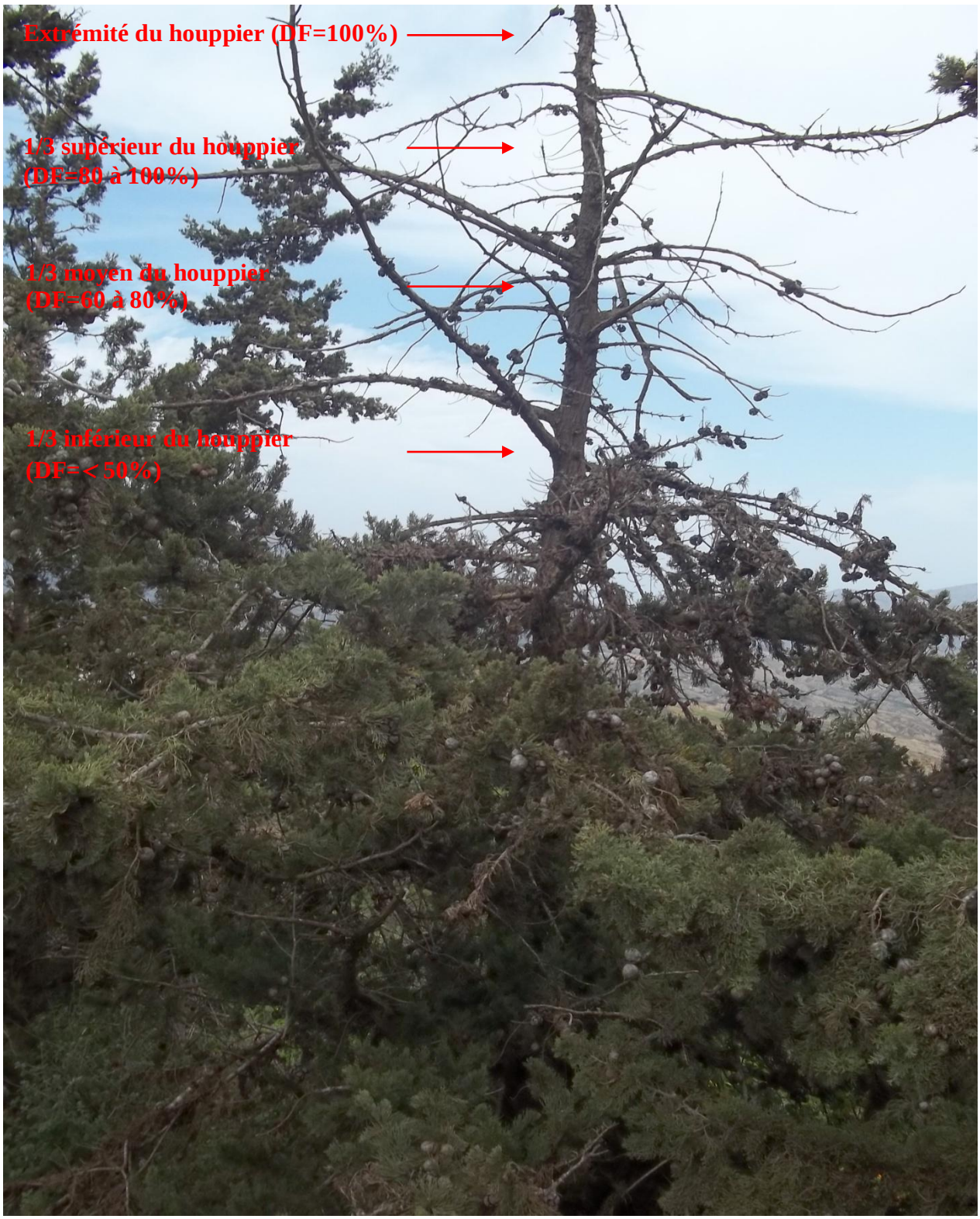


Figure 49: Cyprès vert moyennement dépéris (Stade 4) (Originale)

Stade 5 : Arbre gravement dépéris

Le dépérissement atteint le 1/3 inférieur du houppier. Le déficit foliaire dépasse les 75%. Le dépérissement devient irréversible à ce stade **(Fig. 50)**.

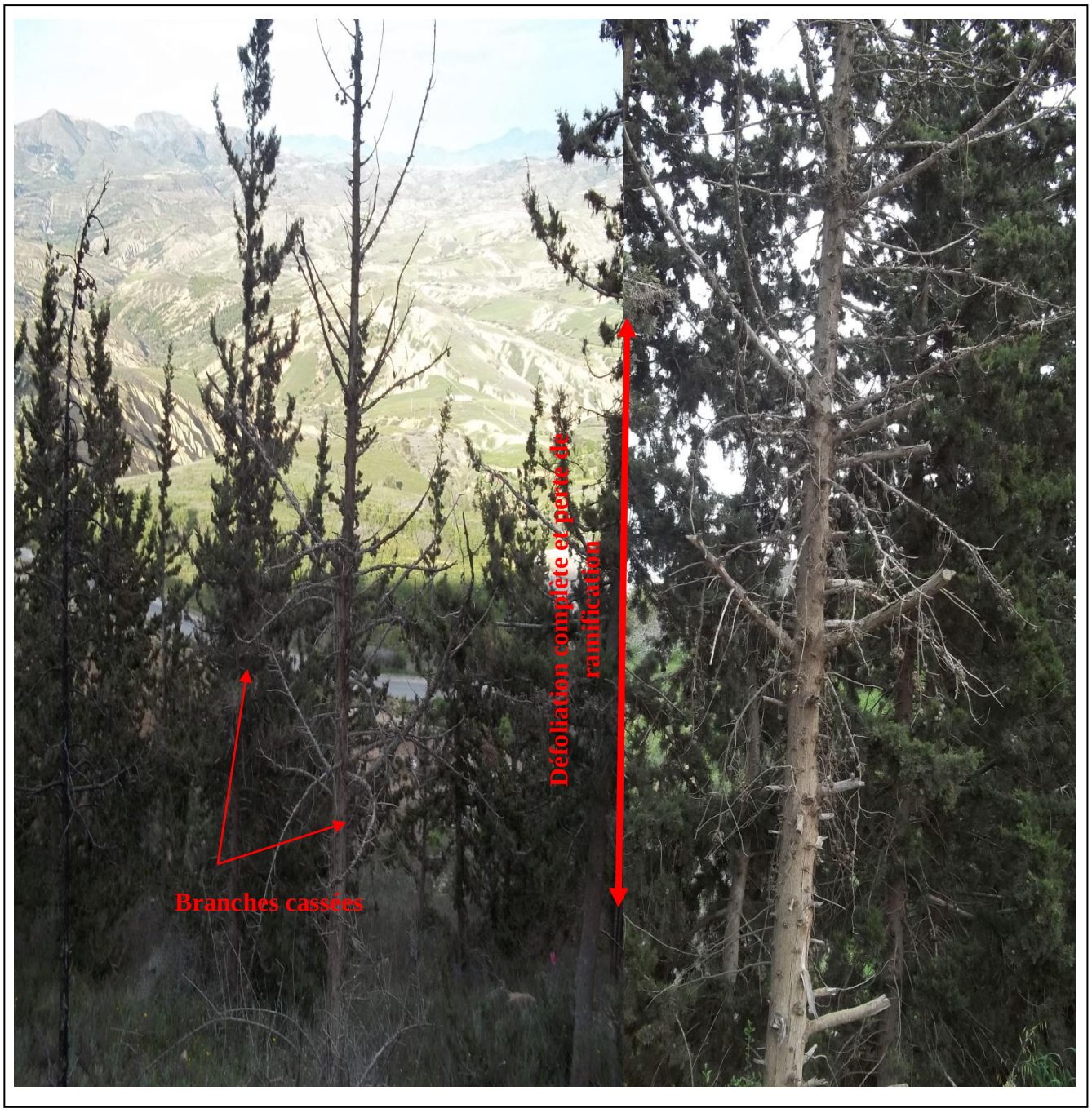


Figure 50 : Cyprès vert gravement dépéris (Stade 5) (Originale)

Stade 6 : Arbre dépéris ou mort sur pied

Au niveau de ce stade, on constate une absence totale du houppier. La dégradation commence de l'extrémité du houppier jusqu'au 1/3 inférieur **(Fig. 51)**.

Figure 51: Cyprès vert mort sur pied (Stade 6) (Originale)

Stade 7 : Arbre anciennement dépéris

L'arbre est fortement altéré. La perte de la vitalité l'expose à des parasites de faiblesse tels que les insectes sous corticaux ou des champignons lignivores. Les agents biotiques peuvent être considérés soit comme des facteurs déclenchants à court terme, soit comme des

facteurs aggravants à long terme, cela dépend de l'agressivité des espèces impliquées et du moment de l'attaque par rapport à d'autres facteurs **(BAKRY et *al*., 2001 ; NAGELEISEN, 2007 ; WERMELINGER et *al*., 2008)**.

Le détachement de l'écorce résulte de l'activité des insectes sous corticaux **(Fig. 52)**. Les xylophages sont des perceurs qui causent la mortalité des arbres en creusant des galeries dans le phloème, altérant ainsi la distribution des photosynthétats et causant des dommages structurels au niveau de l'aubier **(HAAVIK et *al*., 2008)**.

Pour les champignons, il existe trois types de pathogènes fongiques. Il y'a les pathogènes foliaires qui réduisent la surface photosynthétique du feuillage, les pathogènes des tiges et des pousses qui entraînent une diminution de la croissance en interférant avec les mouvements de l'eau et des nutriments. Puis, les pathogènes racinaires qui perturbent la disponibilité en eau et en nutriments pour les arbres **(CHERUBINI et *al*., 2002)**. A la fin de cette étape de dépérissement, la sève ne circule plus et s'opère une dégradation importante **(BOUGET et *al*., 2005)**.

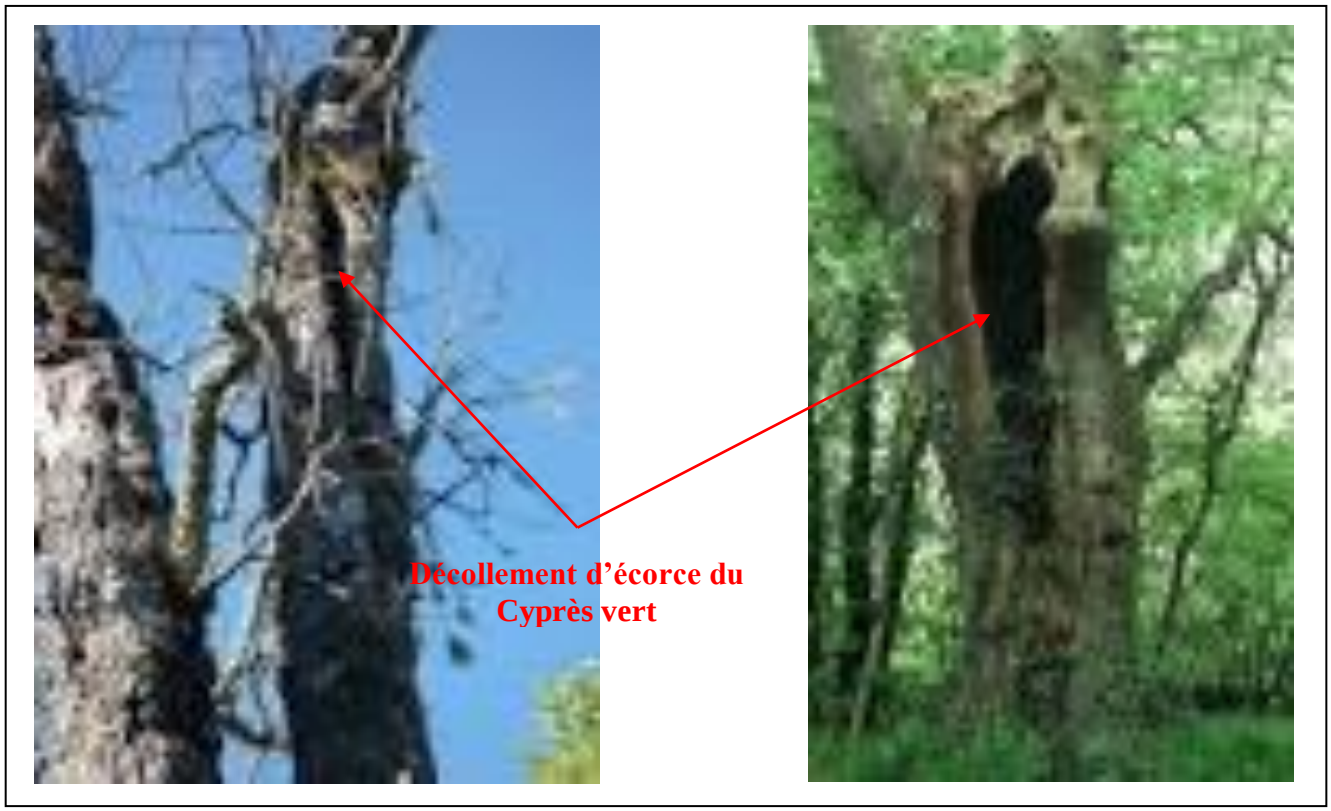


Figure 52: Cyprès vert anciennement dépéris (Stade 7) (Originale)

1. 3.3. Vitesse du dépérissement

Pour l'étude de la vitesse du dépérissement, il est recommandé de travailler sur des placettes permanentes. Pour notre cas d'étude, on travaille sur la base des placettes

temporaires. Pour cela, il est difficile d'estimer cette vitesse. Néanmoins, l'utilisation de la méthode ARCHI qui est basée sur l'observation des pertes d'unités architecturales depuis l'extrémité des tiges jusqu'à la base, nous a permis de classer les tiges échantillonnées en deux catégories :

- La première, compte les tiges dont le dépérissement est lent ou chronique, caractérisé par une mortalité progressive d'organes pérennes **(Fig. 53)**.
- La deuxième, renferme les Cyprès dont le dépérissement est dit aigu ou rapide. La mortalité des organes pérennes survient rapidement et conduit à court terme à un dépérissement complet **(Fig. 54)**.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

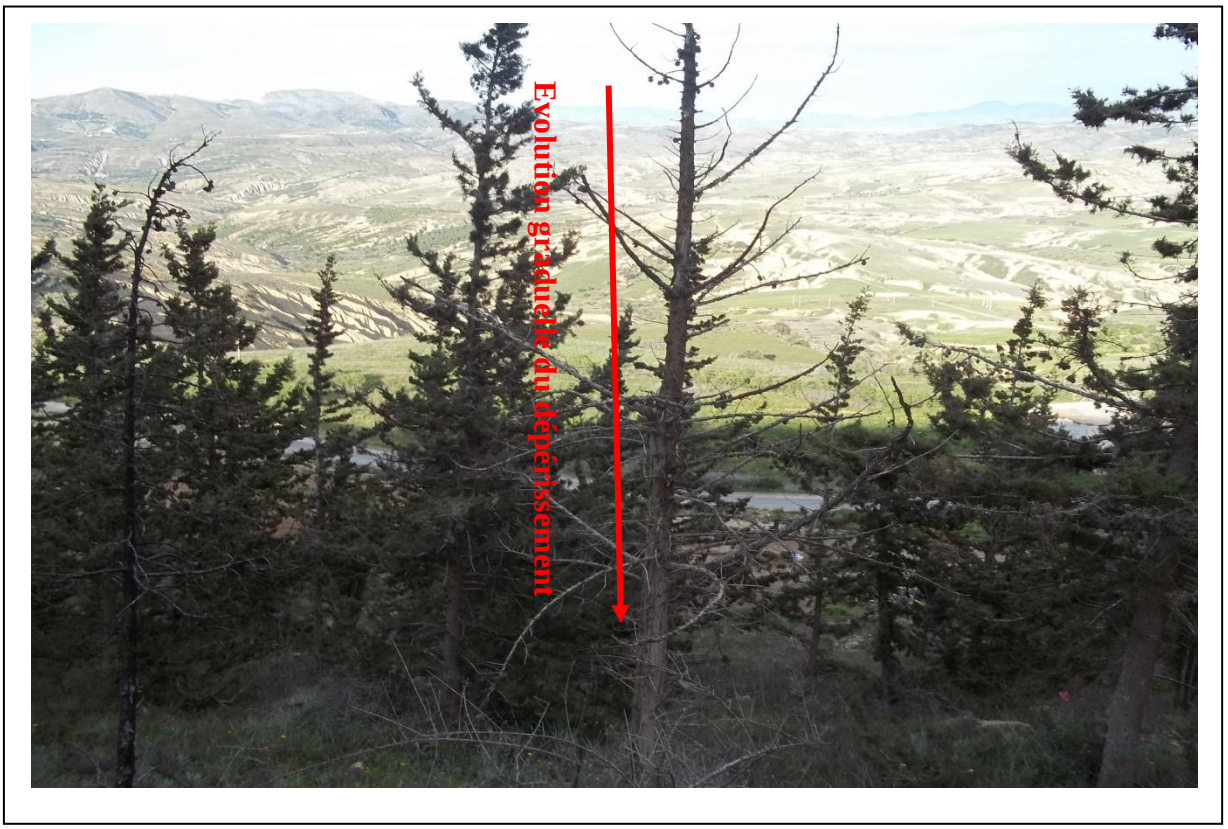


Figure 53: Dépérissement chronique (Originale)

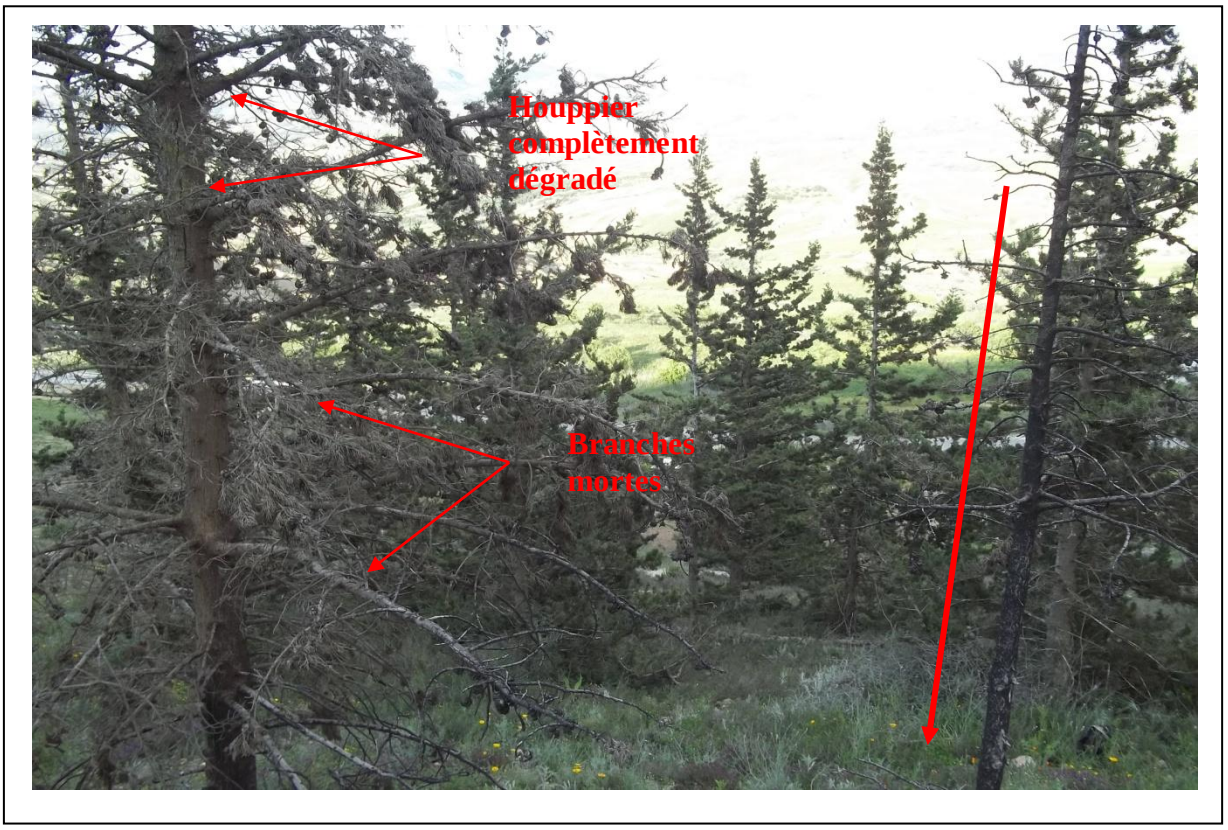


Figure 54: Dépérissement aigu (Originale)

1. 3.4. Importance du dépérissement

La répartition du dépérissement dans la Cyprière des monts des Traras Occidentaux est irrégulière. Il est localisé aussi bien à l'intérieur des peuplements qu'aux bordures. Il peut se présenter isolé ou massif **(Fig. 55)**.

Un dépérissement massif n'intervient que lorsque plusieurs facteurs de stress sont réunis **(D. S. F, 2002)**.

Arbre dépéris isolé (Placette 21) Dépérissement massif (Placette12)

Figure 55: Dépérissement isolé et massif (originale)

2. Description des peuplements

Le comportement des peuplements dépend non seulement du milieu, mais également de relations compétitives entre individus. Cette compétition résulte de la recherche d'espace vital optimal (concurrence pour la lumière, l'eau ….) et elle dépend du degré de concentration des tiges en un lieu donné **(RAMADE, 1984 ; GAUDIN, 1997)**.

2. 1. Caractérisation stationnelle

2. 1. 1. Topographie

La topographie décrit la disposition des éléments du relief. Les différentes positions topographiques observées sur terrain sont converties en indices topographiques. Ces indices sont retenus sur la base d'apport et de perte d'eau suivant les différentes situations topographiques **(Fig. 56)**.

- TOPO 1 : Présentant 54% de l'ensemble des observations.
- TOPO 2 : Présentant 18% de l'ensemble des observations.
- TOPO 3 : Présentant 16% de l'ensemble des observations.
- TOPO 4 : Présentant 12% de l'ensemble des observations.

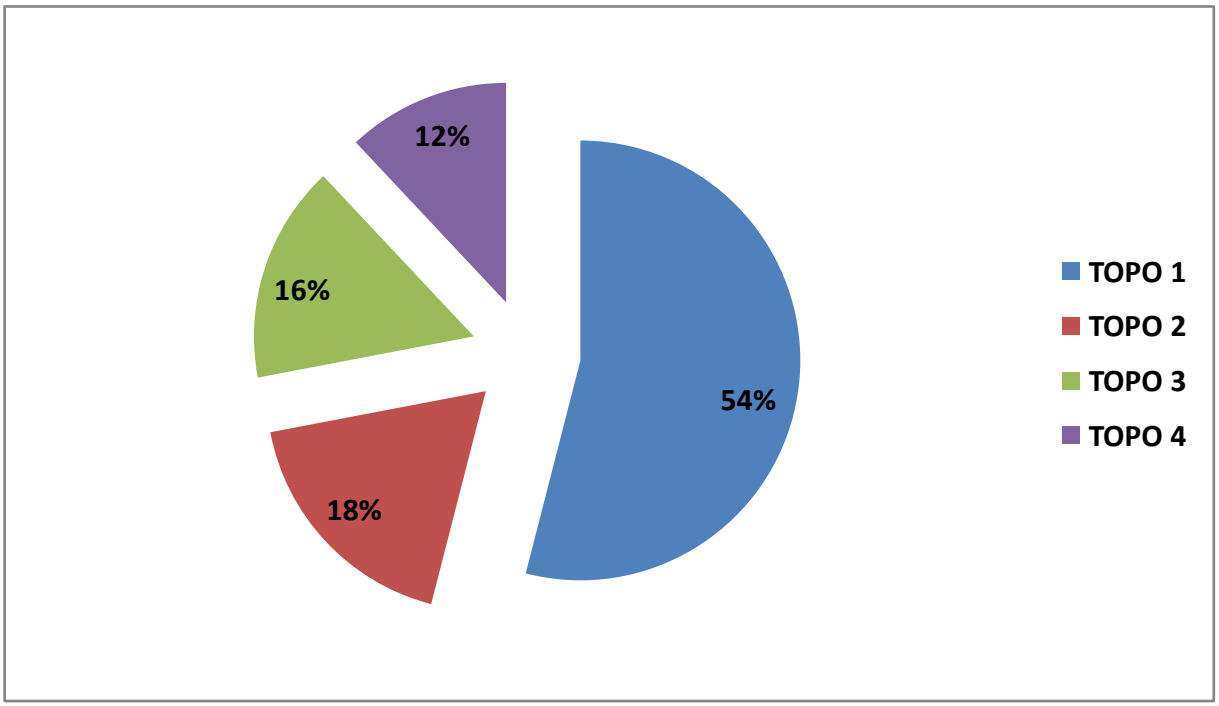


Figure 56 : Fréquences relatives d'indices topographiques

2. 1. 2. Altitude

L'altitude constitue un facteur limitant complexe qui participe à la création de microclimats **(GAUDIN, 1997)**.

Sur la base d'un étagement de 150 m d'altitude, trois classes altitudinales sont retenues comme suit **(Fig. 57)** :

- Moins de 300 m : Constituant 75% de l'ensemble de prélèvements.
- Entre 300 et 450 m : Constituant 15% de l'ensemble de prélèvements.
- Entre 450 et 600 m : constituant 10% de l'ensemble de prélèvements.

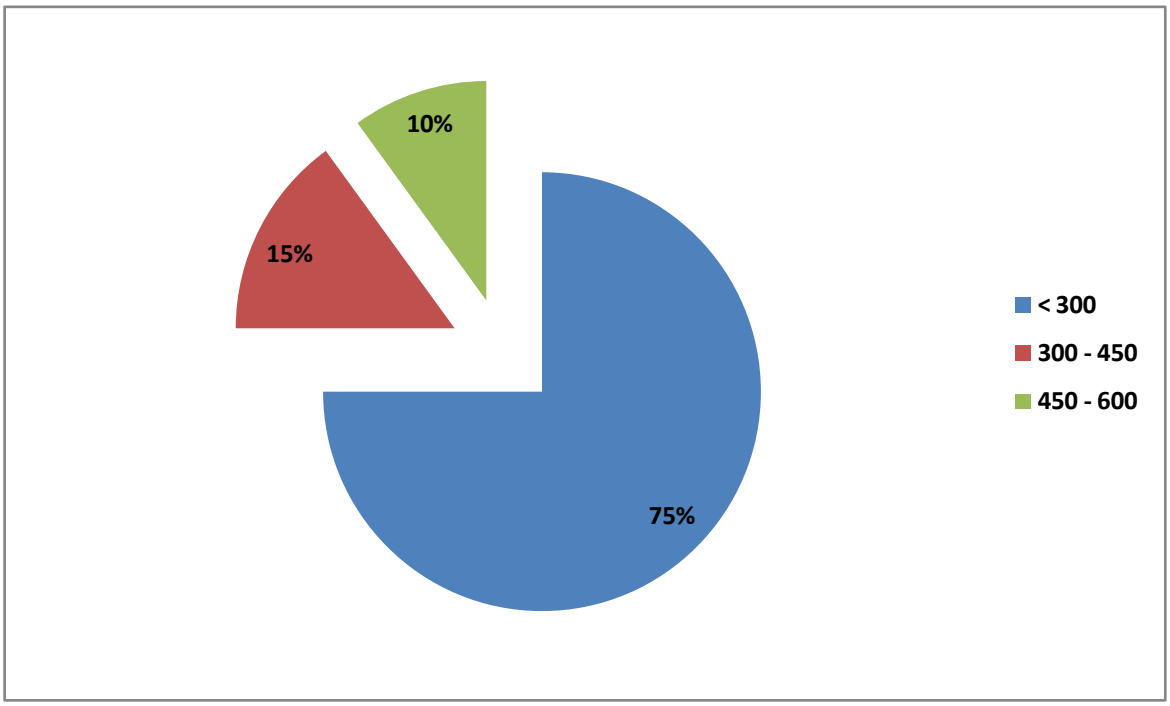


Figure 57: Fréquences relatives des classes altitudinales

2. 1. 3. Exposition

L'exposition permet à l'identification des limites naturelles de la végétation. Elle détermine des conditions stationnelles à plus ou moins grande échelle.

En montagne, l'effet de l'exposition se traduit par les fluctuations des conditions climatiques (températures, précipitations, ensoleillement). Sur la base de ces fluctuations, on enregistre des versants plus chauds à orientation Sud et Sud Ouest, et des versants froids à orientation Nord et Nord Est **(MASSON, 2005)**.

Les différentes expositions enregistrées à travers les placettes d'étude sont divisées en quatre strates : S, SW, N, NE **(Fig. 58)**

- Sud : constituant 31% de l'ensemble des prélèvements.
- Sud Ouest : constituant 27% de l'ensemble des prélèvements.
- Nord : constituant 25% de l'ensemble des prélèvements.
- Nord Est : constituant 17% de l'ensemble des prélèvements.

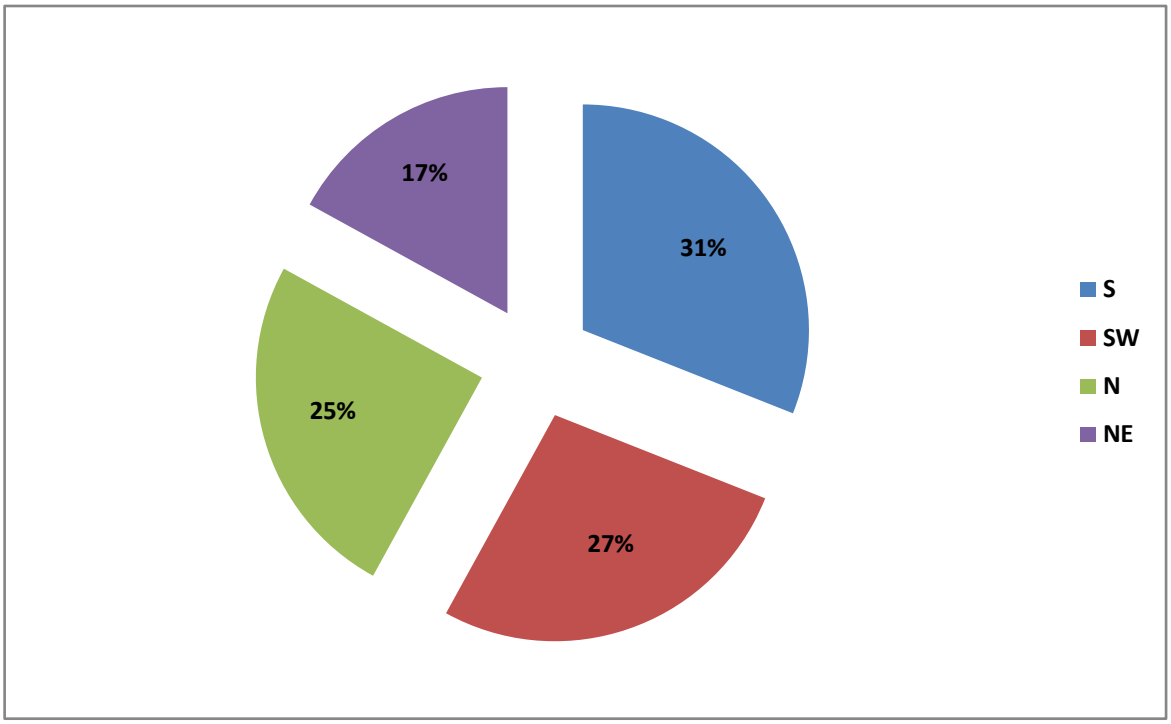


Figure 58: Fréquences relatives des strates d'expositions

2. 1. 4. Pente

La qualité stationnelles diffère selon le degré d'inclinaison du terrain **(MASSON, 2005)**. La végétation qui s'installe sur un sol superficiel, trouve des difficultés de croissance. Par contre, la situation est plus favorable en bas de pente, où le substrat édaphique est profond et riche **(MASSON, 2005)**.

Les monts des Traras Occidentaux sont caractérisés par un relief accidenté, les pentes varient de 0 à 30°. Elles sont groupées en trois classes **(Fig. 59)**.

- De 0 à 10° : Présentant 17% de l'ensemble des mesures.
- De 10 à 20° : Présentant 41% de l'ensemble des mesures.
- De 20 à 30° : Présentant 42% de l'ensemble des mesures.

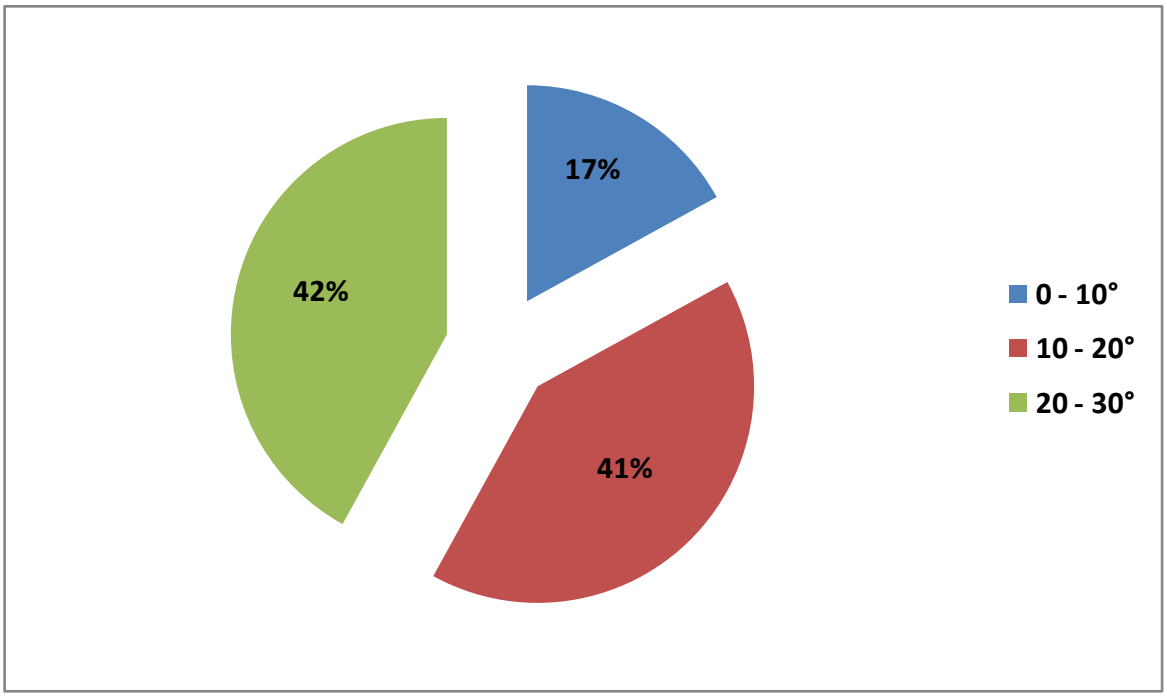


Figure 59 : Fréquences relatives des classes de pentes

2. 1. 5. Profondeur du sol

La profondeur du sol joue un rôle important sur le développement racinaire de l'arbre **(DANJON et FOURCAUD, 2009)**.

Les différentes profondeurs enregistrées à travers les placettes d'étude sont divisées en trois strates **(Fig. 60)**.

- De 20 à 40 cm : Présentant 27% de l'ensemble des mesures.
- De 40 à 60 cm : Présentant 35% de l'ensemble des mesures.
- De 60 à 80 cm : Présentant 38% de l'ensemble des mesures.

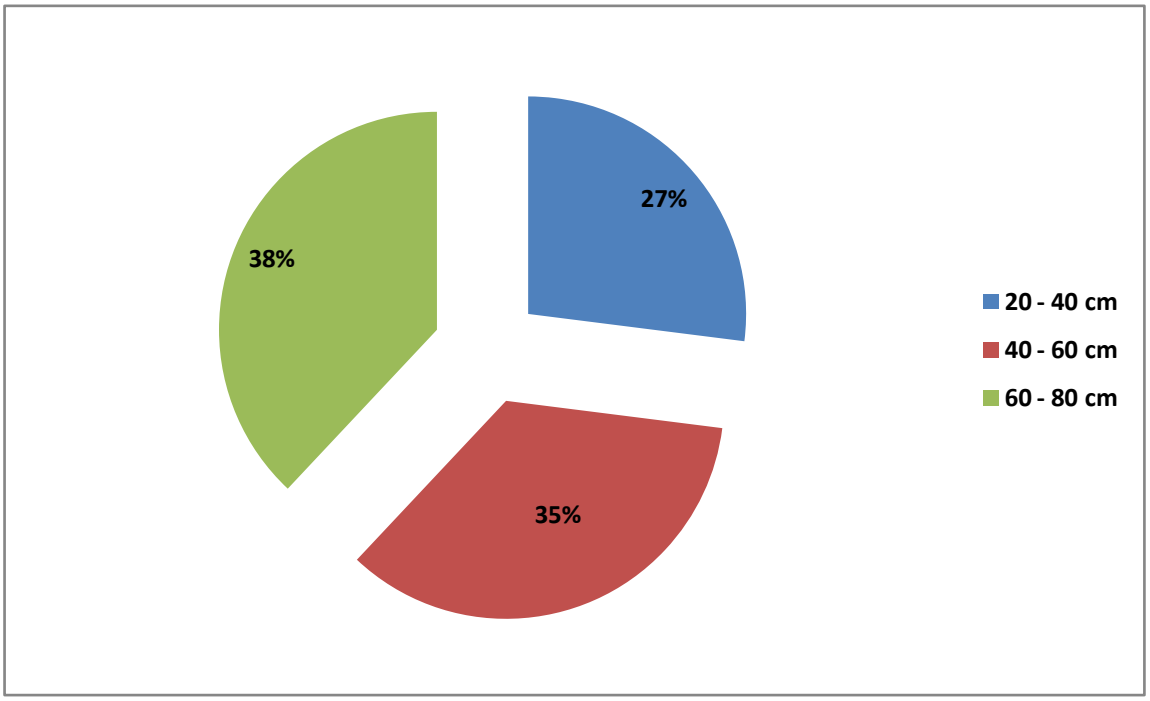


Figure 60: Fréquences relatives des strates de profondeurs du sol

2. 1. 6. pH superficiel du sol

Le pH du sol va influencer sur l'assimilation des nutriments par l'arbre. Le pH a une influence sur trois composantes importantes de la fertilité d'un sol : la biodisponibilité des nutriments et éléments toxiques, l'activité biologique et la stabilité structurale **(BAIZE et GIRARD, 2008)**.

Sur la base des mesures effectuées, trois catégories de pH sont retenues comme suit **(Fig. 61)** :

- De 4,5 à 6 : Constituant 11% de l'ensemble de prélèvements.
- De 6,0 à 7,5 : Constituant 22% de l'ensemble de prélèvements.
- De 7,5 à 9,0 : Constituant 67% de l'ensemble de prélèvements.

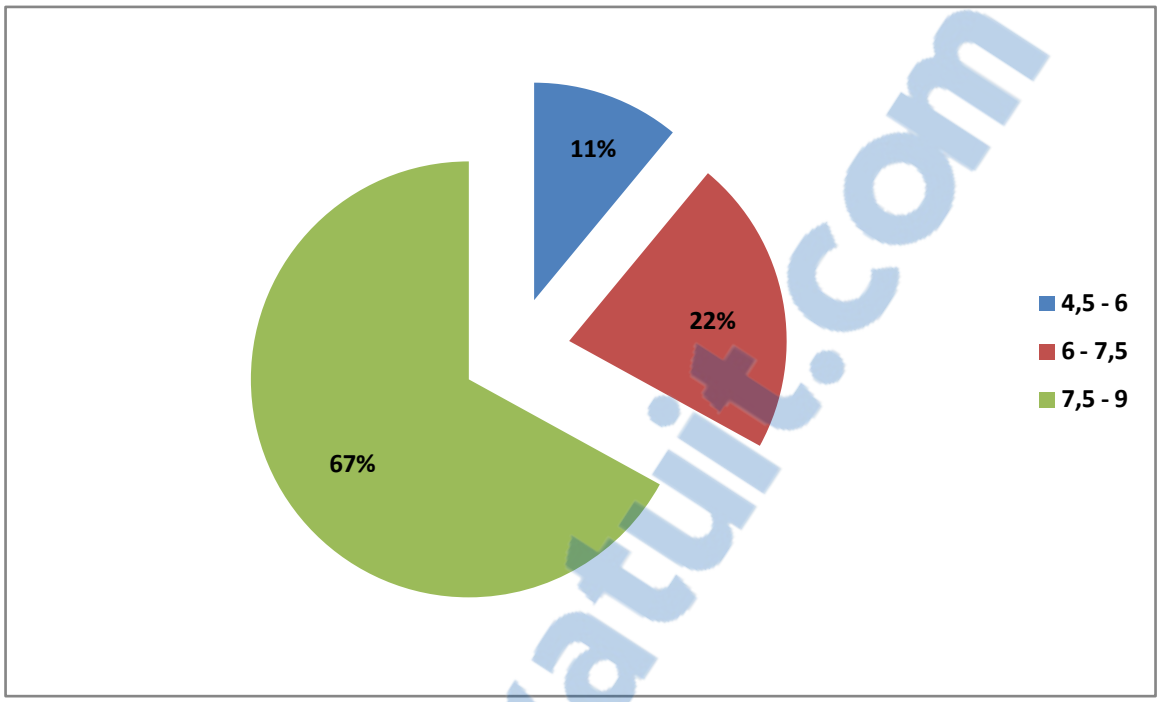


Figure 61: Fréquences relatives des catégories de pH du sol

2. 2. Structure forestière des peuplements

L'analyse des peuplements inventoriés des 25 placettes inventoriées est présentée comme suit **(Fig. 62)** :

- Cyprès vert représente 52% de l'ensemble des peuplements.
- Pin d'Alep représente 35% de l'ensemble des peuplements.
- Thuya de Barbarie représente 8% de l'ensemble des peuplements.
- Eucalyptus représente 5% de l'ensemble des peuplements.

Rapport-Gratuit.com

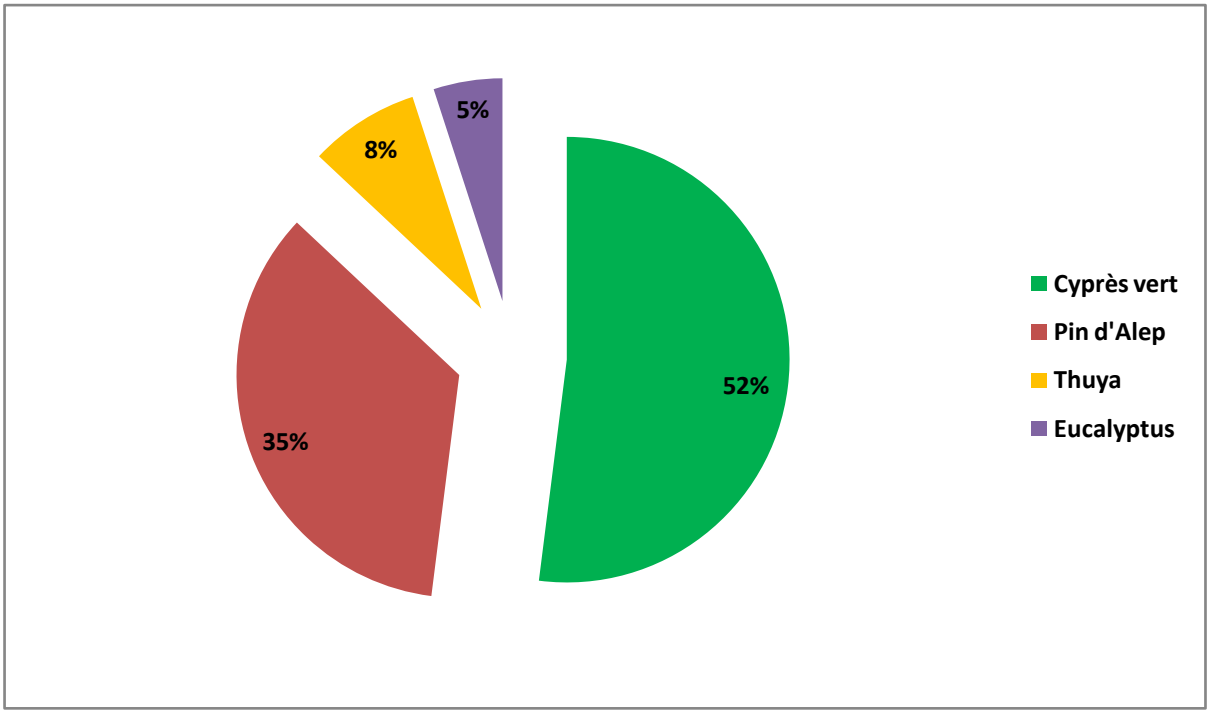


Figure 62 : Structure forestière du peuplement

La répartition en classes de densités totales présente une allure presque asymétrique **(Fig. 63)**. La fréquence relative la plus élevée, soit 38% est celle de la classe de 200 – 300 pieds / ha.

La densité totale présente les caractéristiques statistiques suivantes :

- Moyenne arithmétique : 257 pieds / ha.
- Valeur minimale : 75 pieds / ha.
- Valeur maximale : 610 pieds / ha.
- Coefficient de variation : 41,3%.

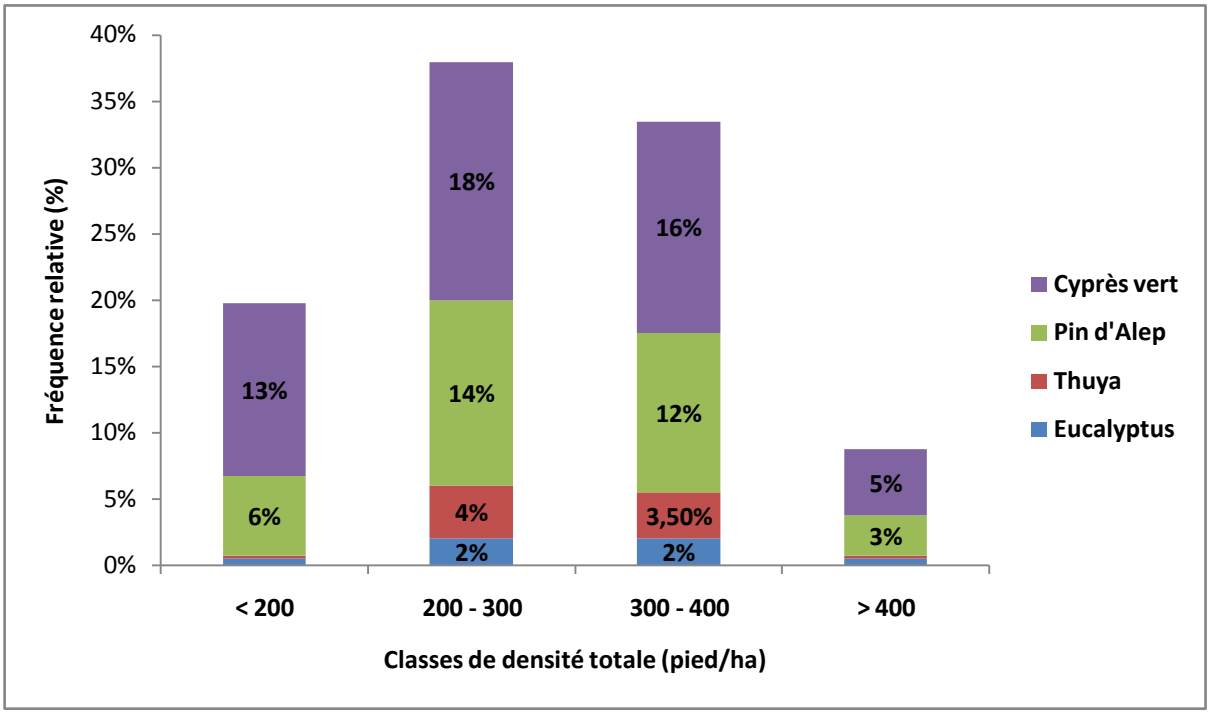


Figure 63: Fréquences relatives des classes de densités totales des peuplements

2. 3. Caractérisation dendrométrique du peuplement de Cyprès

2. 3. 1. Densité totale des peuplements de Cyprès vert

C'est le nombre de pieds par unité de surface. La densité est étroitement liée à divers concepts tels que la concurrence entre individus et du degré de couvert d'un peuplement **(RONDEUX, 1999)**.

La densité totale des peuplements de Cyprès vert inventoriés présente les caractéristiques statistiques usuelles suivantes :

- Moyenne arithmétique : 178 pieds / ha.
- Valeur minimale : 61 pieds / ha.
- Valeur maximale : 530 pieds / ha.
- Coefficient de variation : 59, 02%.

La densité du peuplement présente une grande variabilité. Le coefficient de variation atteint 59%. Par ailleurs, sa distribution par classes de densité présente une allure décroissante **(Fig. 64)**. La classe la plus représentée est celle des densités moyennes (100 à 150 pieds / ha) avec une fréquence de 48%. Les peuplements les plus denses (plus de 300 pieds / ha) ne représente que 4% de l'ensemble des prélèvements.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

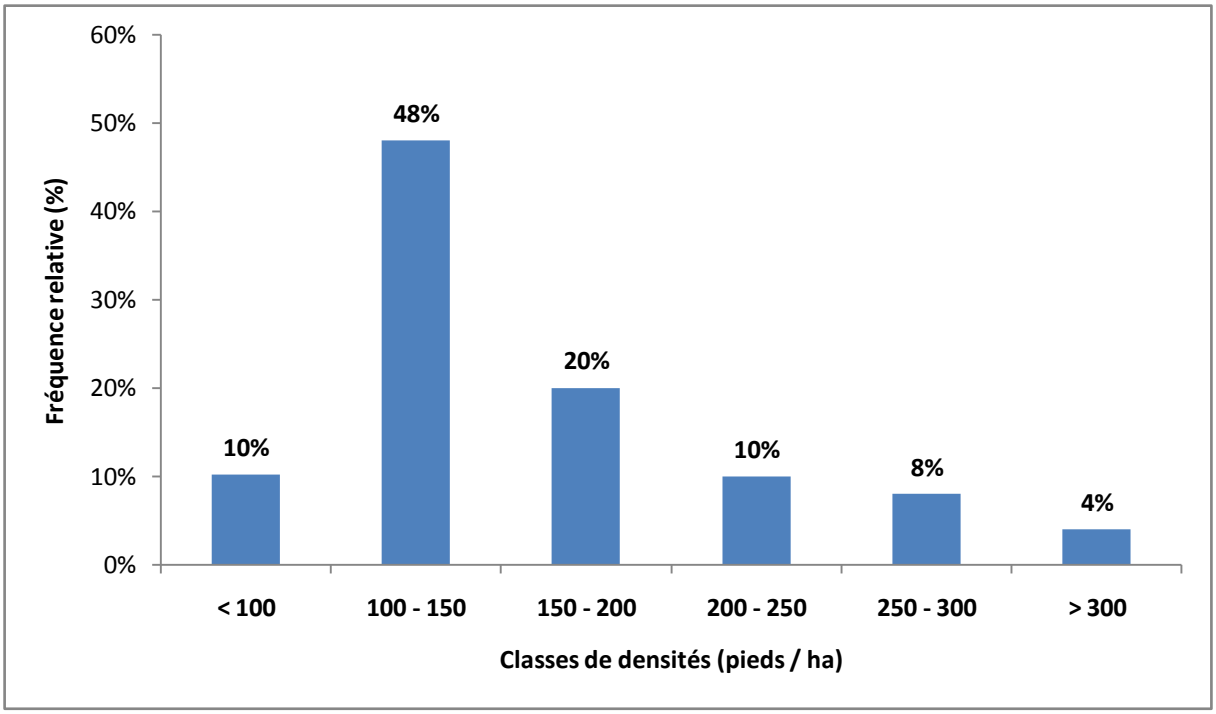


Figure 64: Fréquences relatives des classes de densités totales de Cyprès vert

2. 3. 2. Circonférence moyenne

La circonférence moyenne d'un peuplement intervient dans la définition de la structure d'un peuplement. De plus, elle permet d'apprécier la sylviculture adéquate et est le reflet de plusieurs valeurs dendrométriques moyennes des peuplements **(RONDEUX, 1999)**.

Le peuplement de Cyprès vert présente les caractéristiques statistiques suivantes :

- Moyenne arithmétique : 1,07 m.
- Valeur minimale : 0,5 m.
- Valeur maximale : 2, 5 m.
- Coefficient de variation : 21,08%.

Les valeurs de la circonférence moyenne présentent une faible variabilité (21,08%). 44 % des valeurs sont fortement concentrées près de la moyenne. Ainsi la distribution en classes des circonférences moyennes montre une allure asymétrique **(Fig. 65)**. Les catégories de faibles grosseurs (< 1 m) ne représentent que 30% de l'ensemble des valeurs.

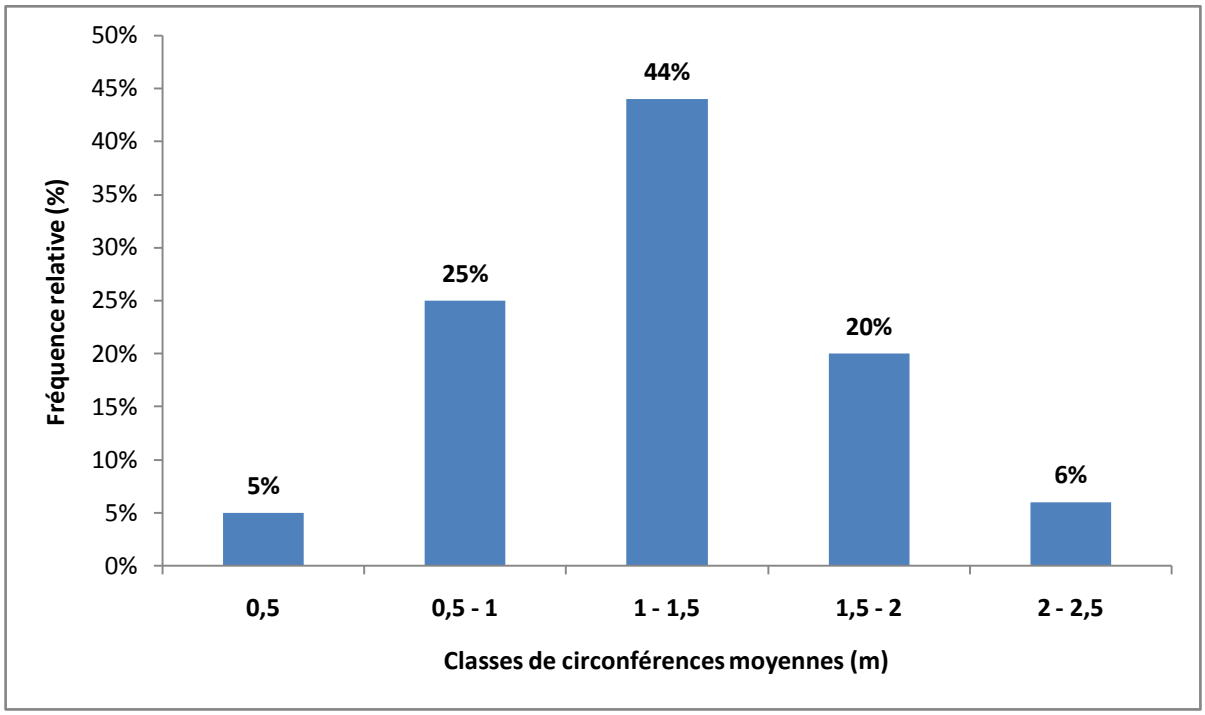


Figure 65: Fréquences relatives des classes de circonférences moyennes de Cyprès vert

2. 3. 3. Circonférence dominante

Les tiges dominantes, soit celles les plus grosses au niveau d'une unité d'échantillonnage, sont considérées comme étant des éléments indicateurs de la fertilité stationnelle d'un milieu donné.

Sa variabilité au niveau des peuplements peut être caractérisée comme suit :

- Moyenne arithmétique : 1,72 m.
- Valeur minimale : 1,00 m.
- Valeur maximale : 2,20 m.
- Coefficient de variation : 14,76%.

Les valeurs de la circonférence dominante s'intercalant de 1,00 à 2,20 m présentent une faible variabilité (14,76%). La distribution en classes de circonférences dominantes présente une allure décroissante. La catégorie de faibles valeurs présente une fréquence relative de 41%, la catégorie de valeurs moyennes présente une fréquence relative de 43% et la catégorie de grosseurs maximales présente une fréquence relative de 16% **(Fig. 66)**. Nous constatons que les différentes catégories de circonférences dominantes sont plus ou moins équitables.

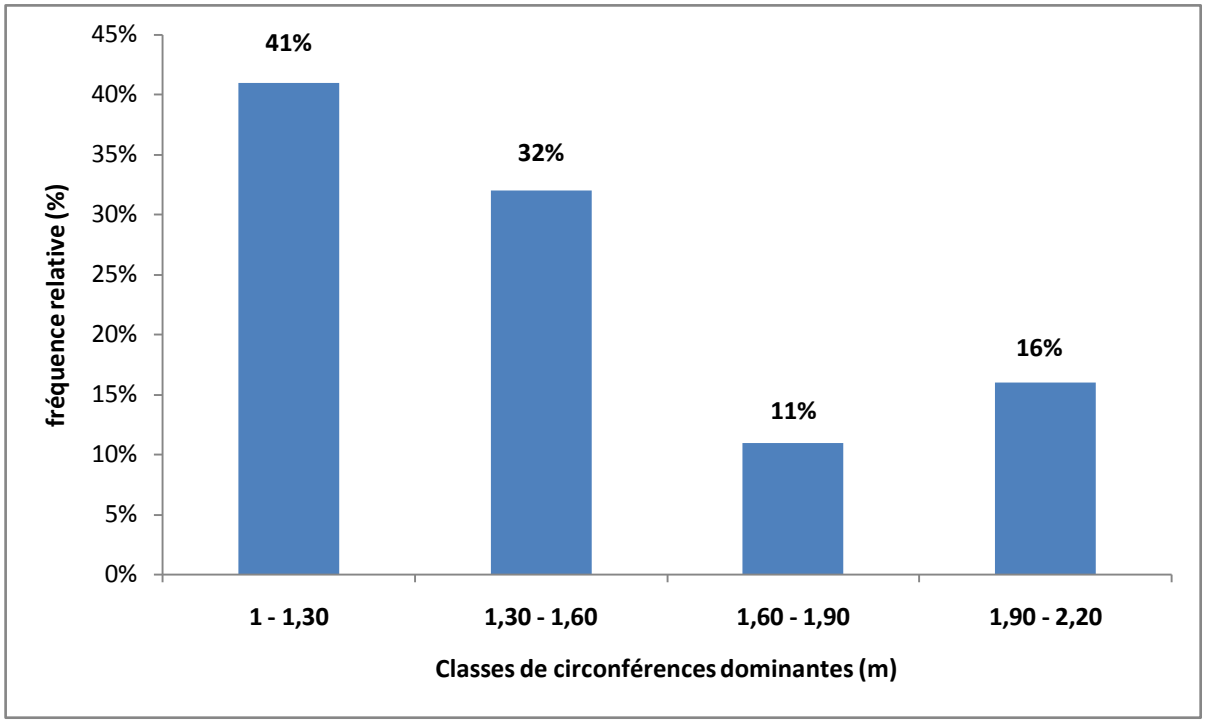


Figure 66: Fréquences relatives des classes de circonférences dominantes de Cyprès vert

2. 3. 4. Catégories de diamètres

La seule détermination du diamètre moyen n'est pas suffisante notamment en peuplements irréguliers **(GAUDIN, 1996)**.

On attribue aux diamètres moyens des peuplements les caractéristiques statistiques usuelles suivantes :

- Moyenne arithmétique : 0,4 m.
- Valeur minimale : 0,10 m.
- Valeur maximale : 0,70 m.
- Coefficient de variation : 23,45%.

Il ressort que 55% des peuplements inventoriés ont un gros diamètre (GB). Le petit bois et le bois moyen présentent 37% et le très gros bois ne présente que 8% **(Fig. 67)**.

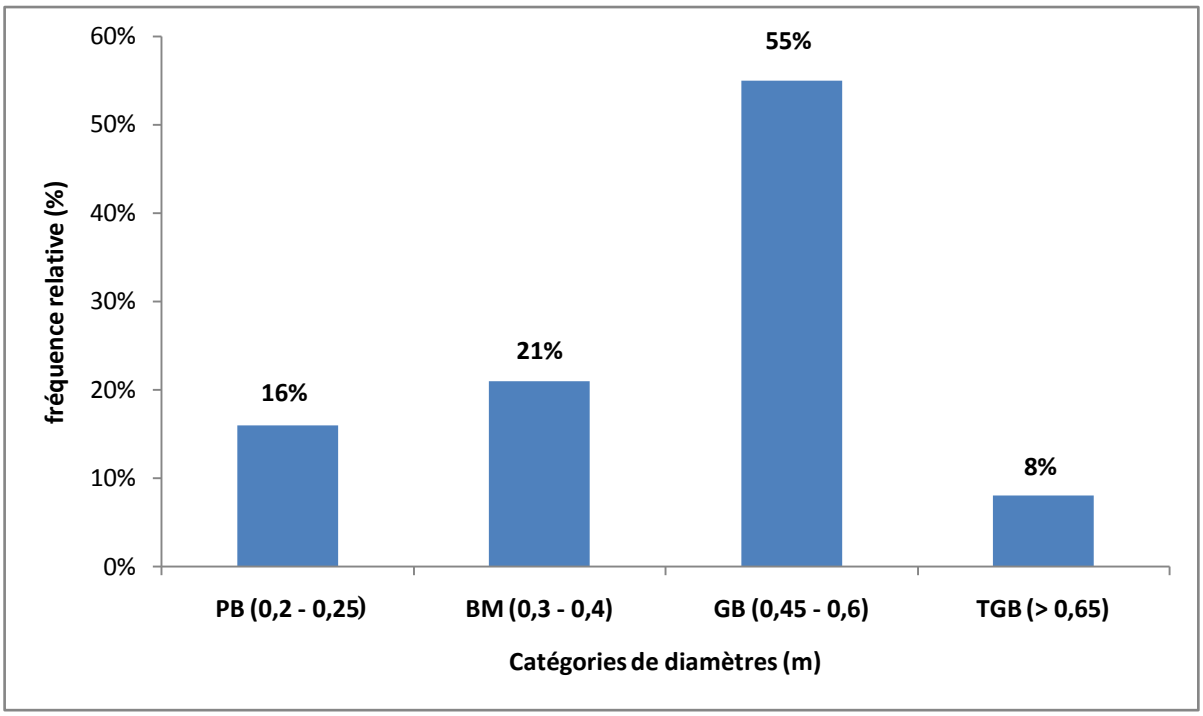


Figure 67 : Fréquences relatives des catégories de diamètre

2. 3. 5. Hauteur totale moyenne

La hauteur moyenne d'un peuplement est une caractéristique dendrométrique importante. Elle constitue un critère d'appréciation très utile de la productivité forestière. Elle dépend de la station, l'essence et l'âge du peuplement **(PADRÉ et BOUCHON, 1988 ; LETREUCH- BELAROUCI, 1992 ; BENTOUATI, 2006)**.

La hauteur totale moyenne présente les caractéristiques statistiques usuelles suivantes :

- Moyenne arithmétique : 12,5 m.
- Valeur minimale : 4,5 m.
- Valeur maximale : 21 m.
- Coefficient de variation : 20,76%

Les classes de hauteurs totales moyennes du Cyprès vert présentent une allure asymétrique droite. Les classes de hauteurs de 8 et 12 m, soient celles des moyennes hauteurs, sont celles les plus représentées avec une fréquence relative de 53%. Par ailleurs, la classe de moindre fréquence relative (6%) est celle de plus de 20 m, soit celle des hauteurs totales moyennes extrêmes enregistrées **(Fig. 68)**.

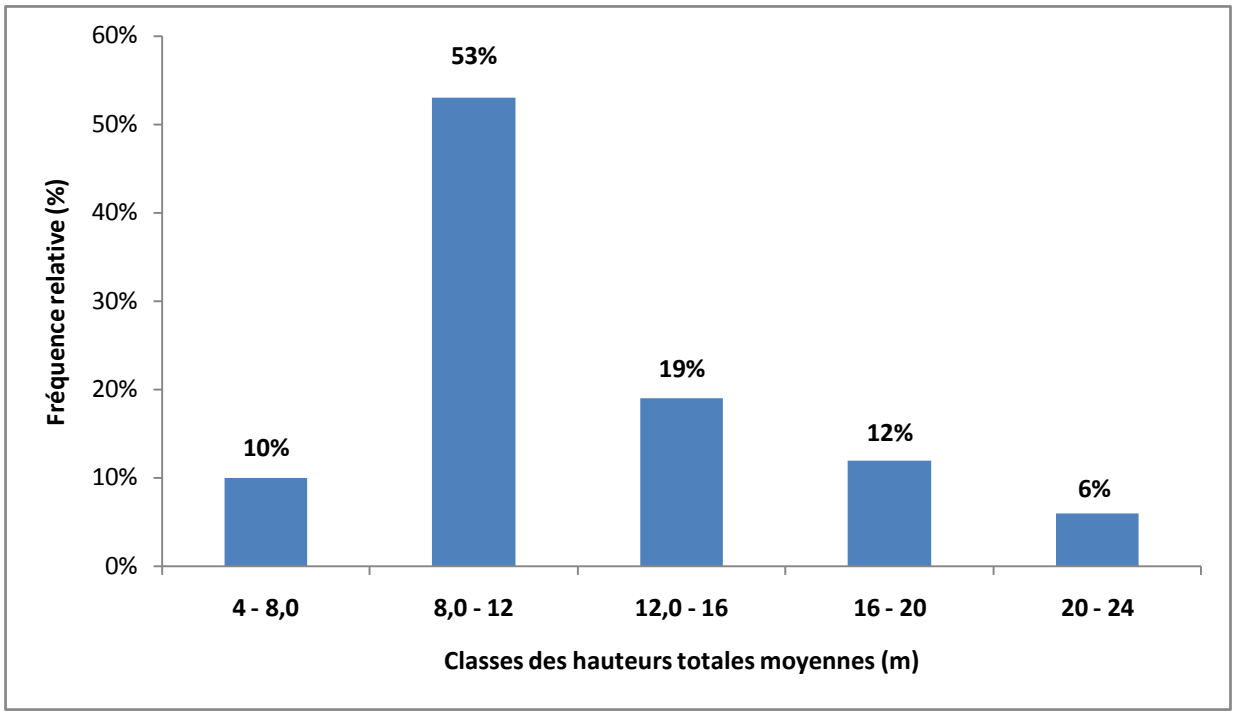


Figure 68: Fréquences relatives des classes de hauteurs totales moyennes du Cyprès vert

2. 3. 6. Hauteur dominante

C'est un bon indice de fertilité des stations. Elle est définie comme étant la hauteur moyenne de n plus gros arbres à l'hectare **(HAMILTON, 1975 ; PARADE et BOUCHON, 1988)**.

A travers les placettes d'étude, les valeurs statistiques de la hauteur dominante peuvent être caractérisées comme suit :

- Moyenne arithmétique : 15,5 m.
- Valeur minimale : 7,5 m.
- Valeur maximale : 22,5 m.
- Coefficient de variation : 19,15%.

Les hauteurs dominantes présentent une faible variabilité (19,15%). L'analyse des fréquences relatives des différentes classes de hauteur montre que la classe de 11jusqu'à 15 m, soit celle de hauteurs moyennes, présente la fréquence relative la plus élevée (41%). L'allure devient descendante de part et d'autre de cette classe. Les classes de plus de 19 m ne présentent que 5% de l'ensemble des valeurs **(Fig. 69)**.

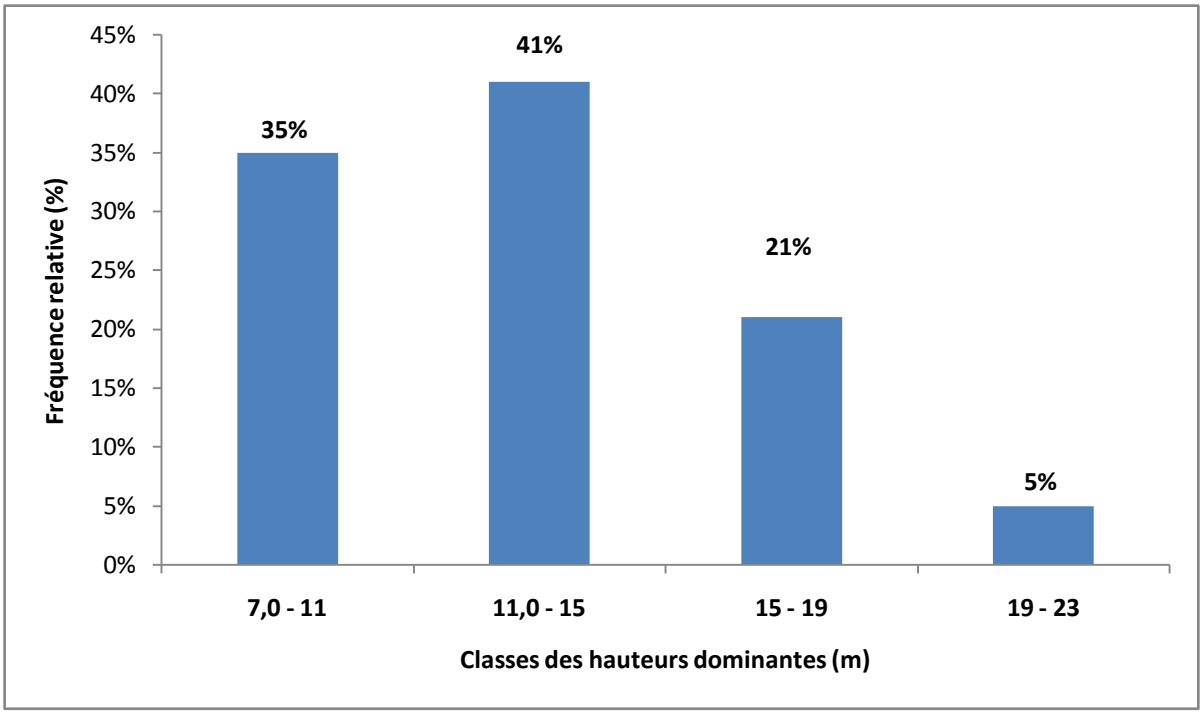


Figure 69: Fréquences relatives des classes de hauteurs dominantes du Cyprès vert

2. 3. 7. Facteurs d'élancement ou de stabilité

Les peuplements de Cyprès vert inventoriés à travers les 25 placettes présentent des facteurs de stabilité dont les principales caractéristiques sont :

- Moyenne arithmétique : 17.
- Valeur minimale : 19,45.
- Valeur maximale : 31,05.
- Coefficient de variation : 12,55.

Avec un minimum de 19 et un maximum de 31, il apparait que le peuplement est suffisamment stable.

2. 3. 8. Surface terrière totale

C'est un excellent critère de densité du peuplement et donc à la fois du volume sur pied **(M'HIRIT, 1982 ; NEDJAHI, 1988)**.

Elle présente à travers les 25 placettes étudiées les caractéristiques statistiques suivantes :

- Moyenne arithmétique : 30,76 m^2/ha.
- Valeur minimale : 9 m^2/ha.
- Valeur maximale : 57 m^2/ha.
- Coefficient de variation : 43,43%.

Les valeurs de la surface terrière totale du peuplement présentent une grande variabilité (43,43%). La distribution des fréquences relatives des classes de surfaces terrières montre une allure décroissante **(Fig. 70)**. La classe de moins de 19 m^2/ha, soit celle de surfaces terrières faibles, présente la fréquence relative la plus élevée (51%).Par contre, les classes extrêmes, soit celles des surfaces terrières importantes (plus de 39%) ne présentent que 12%.

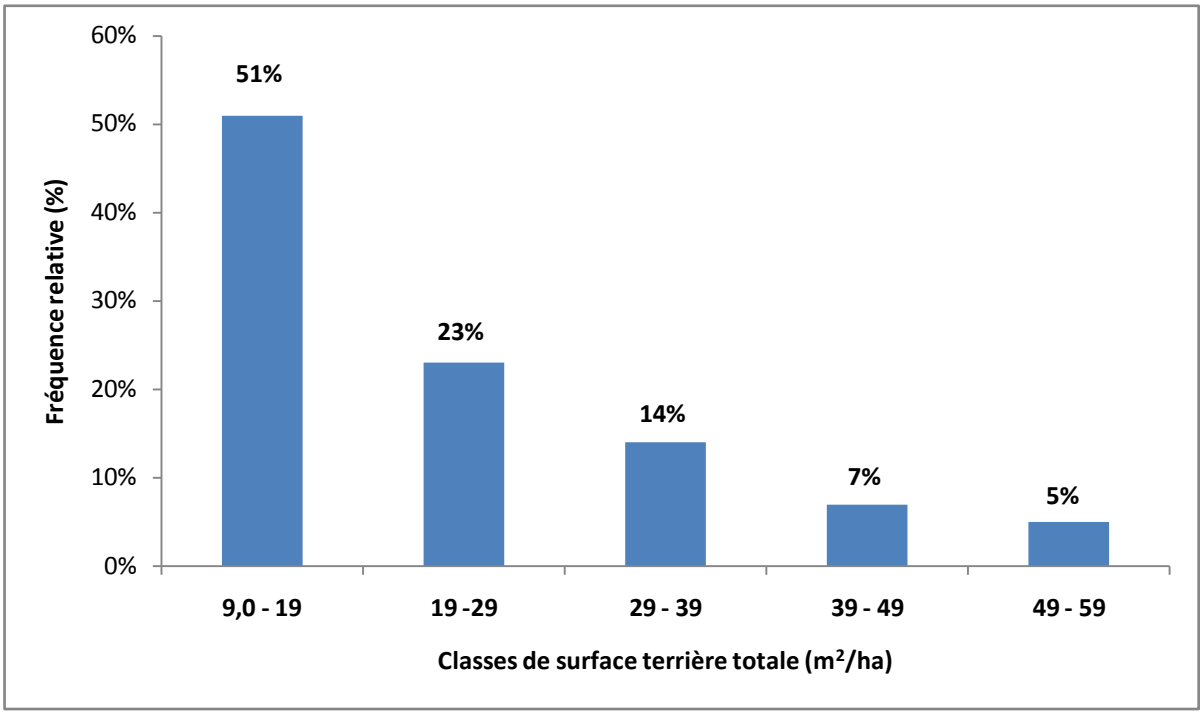


Figure 70: Fréquences relatives des classes des surfaces terrières totales du Cyprès vert

2. 3. 9. Surface moyenne des houppiers

Le houppier par définition représente l'ensemble des branches vivantes et des rameaux entourant la partie supérieure du tronc.

Les surfaces de houppiers de Cyprès vert présentent les caractéristiques statistiques suivantes :

- Moyenne arithmétique : 37,86 m^2/ha.
- Valeur minimale : 15 m^2/ha.
- Valeur maximale : 60 m^2/ha.
- Coefficient de variation : 29,87%.

Nous constatons que les valeurs enregistrées présentent une faible variabilité (29,87%). La distribution des surfaces par classes présente une allure asymétrique **(Fig. 71)**. La classe la plus représentative (38%) est celle des surfaces moyennes (15 à 30 m^2/ha).

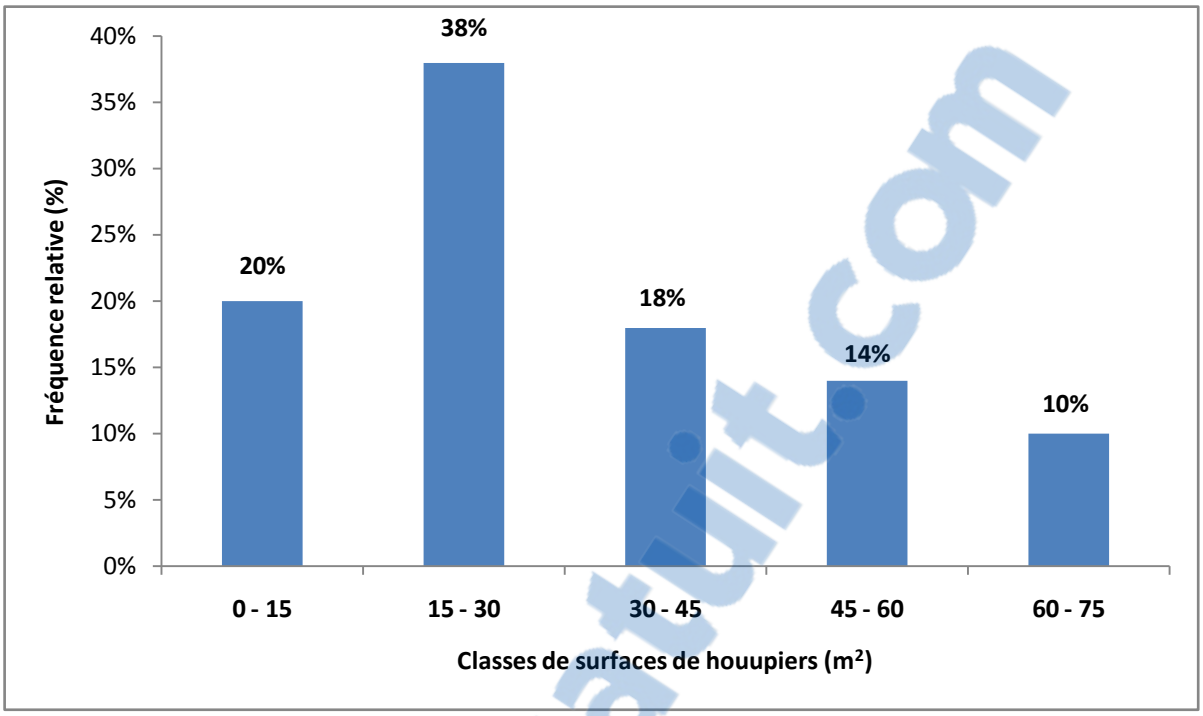


Figure 71: Fréquences relatives des classes des surfaces terrières totales du Cyprès vert

2. 3. 10. Volume moyen des houppiers

Les caractéristiques statistiques usuelles des valeurs de volume moyen des houppiers enregistrées au niveau des placettes d'étude sont :

- Moyen arithmétique : 24 m^3/ha.
- Valeur minimale : 1,01 m^3/ha.
- Valeur maximale : 45,23 m^3/ha.
- Coefficient de variation : 45,39%.

La distribution en classes de volumes montre une allure décroissante **(Fig. 72)**. La classe de 1,0 à 10 m^3/ha, soit celle des faibles volumes présente la fréquence relative la plus élevée, soit 44%. Les classe plus de 28 m^3/ha, soit celles des extrêmes volumes ne présentent que 11%.

Rapport-Gratuit.com

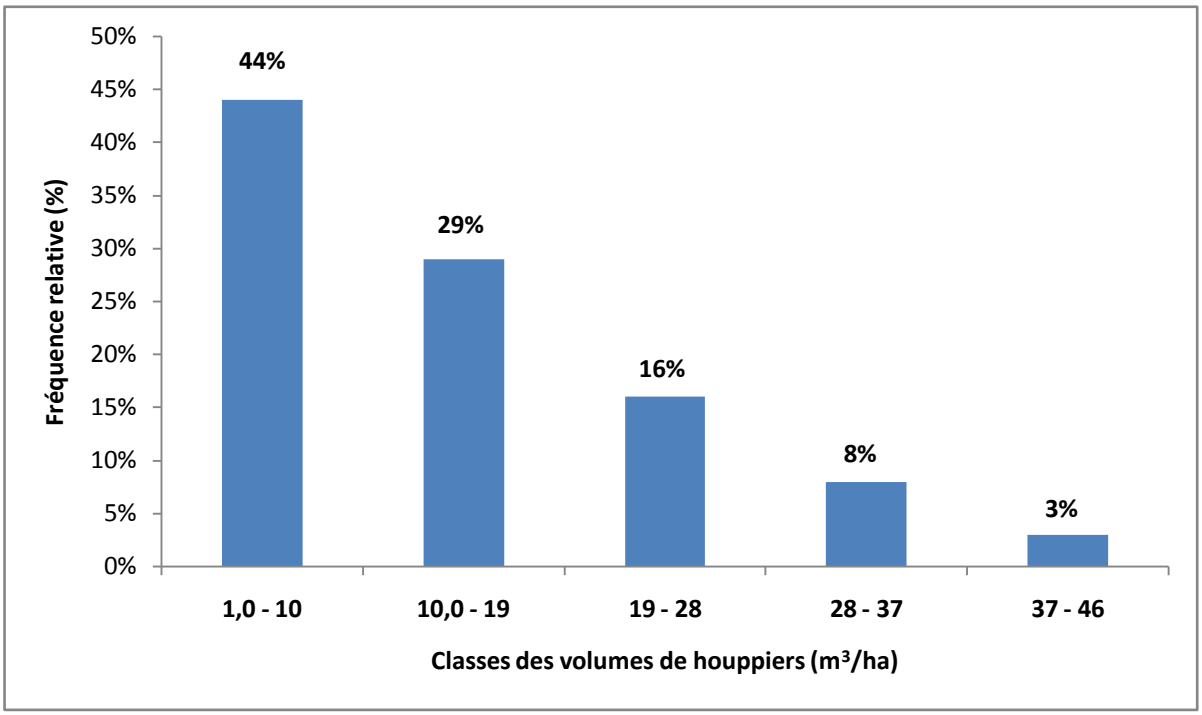


Figure 72: Fréquences relatives des classes des volumes de houppiers du Cyprès vert

2. 4. Variabilité de la structure des peuplements en relation avec les facteurs stationnels

L'analyse de la variance pour qu'elle soit rationnelle, une stratification appropriée des facteurs stationnels a fait l'objet de l'étude **(Tableau 32)**.

Tableau 32 : Stratification des facteurs stationnels.

Facteur stationnel	Strate	Fréquence relative (%)
Topographie	TOPO 1	54
	TOPO 2	18
	TOPO 3	16
	TOPO 4	12
Altitude	Moins de 300 m	15
	300 à 450 m	10
	450 à 600 m	75
Exposition	S	31
	SW	27
	N	25
	NE	17
Pente	0 – 10°	17
	10 – 20°	41

	20 – 30°	42
Profondeur su sol	20 – 40 cm	38
	40 – 60 cm	35
	60 – 80 cm	27
pH superficiel du sol	4,5 – 6	11
	6 – 7,5	22
	7,5 – 9	67

2. 4. 1. Densité totale du Cyprès

Excepté la topographie et la pente, le nombre de pieds à l'hectare ne présente aucune variabilité à travers les facteurs du milieu **(Tableau 33)**. On constate que la densité est très faible dans les situations où les pertes d'eau sont minimes. Ces stations offrent de bonnes conditions de croissance et épargnent aux peuplements une concurrence vis-à-vis de l'espace.

Tableau 33 : Analyse de la variance de la densité totale des peuplements du Cyprès en rapport avec les facteurs du milieu au seuil de signification de 95%.

Facteurs stationnels	F	F critique	Signification
Topographie	3. 61245093	3. 52178002	Signification
Altitude	0. 21390941	2. 34610955	Non signification
Exposition	1. 32167609	4. 01236734	Non signification
Pente	2. 21510087	2. 12430071	Signification
Profondeur du sol	1. 23147890	2. 12009574	Non signification
pH superficiel du sol	2. 01100533	3. 12976500	Non signification

2. 4. 2. Circonférence moyenne du Cyprès

Nous enregistrons que la circonférence moyenne varie selon le degré d'inclinaison du terrain, la profondeur du sol et le pH superficiel du sol. La croissance en grosseur du Cyprès est beaucoup plus meilleure sur des terrains où le degré d'inclinaison varie entre 10 et 20°. Les valeurs de circonférence moyenne les plus faibles sont enregistrées sur des pentes moins de 10°. Même constatation pour la profondeur et le pH superficiel du sol, nous signalons que les meilleures valeurs de circonférence moyenne du Cyprès sont enregistrées sur une profondeur de 40 à 60 cm avec un pH inférieur à 7.5. Les autres facteurs du milieu ne présentent aucun effet sur la croissance radiale du Cyprès **(Tableau 34)**.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Tableau 34 : Analyse de la variance de la circonférence moyenne des peuplements du Cyprès en rapport avec les facteurs du milieu au seuil de signification de 95%.

Facteurs stationnels	F	F critique	Signification
Topographie	3. 43210157	3. 65120093	Non signification
Altitude	1. 76543208	3. 09132456	Non signification
Exposition	1. 00987123	4. 21087367	Non signification
Pente	4. 02345719	3. 03279821	Signification
Profondeur du sol	2. 00812307	1. 65980231	Signification
pH superficiel du sol	4. 43287950	3. 83491045	Signification

2. 4. 3. Circonférence dominante du Cyprès

Nous constatons que les différents facteurs du milieu ne présentent aucun effet significatif sur la circonférence dominante du Cyprès. Le **Tableau 35** permet de visualiser ce constat.

Tableau 35 : Analyse de la variance de la circonférence dominante des peuplements du Cyprès en rapport avec les facteurs du milieu au seuil de signification de 95%.

Facteurs stationnels	F	F critique	Signification
Topographie	2. 21356090	3. 11873943	Non Signification
Altitude	1. 00319876	2. 40982176	Non signification
Exposition	1. 23769031	4. 34217865	Non signification
Pente	1. 23176015	3. 76231987	Non signification
Profondeur du sol	1. 01294370	2. 23897549	Non signification
pH superficiel du sol	0. 21348906	1. 34189763	Non signification

2. 4. 4. Hauteur totale moyenne du Cyprès

L'analyse de la variance fait ressortir un effet significatif de l'indice topographique, de la profondeur du sol et du pH superficiel du sol sur la croissance en hauteur du Cyprès. Ce dernier est bon dans des stations où les apports en eau sont supérieurs aux pertes (TOPO 3 et TOPO 4). La croissance en hauteur est bonne sur des stations ayant une profondeur du sol allant de 40 et 60 cm et un pH variant de 4.5 à 7.5. Les autres facteurs stationnels ne présentent aucun effet significatif sur la croissance en hauteur du Cyprès **(Tableau 36)**.

Tableau 36: Analyse de la variance de la hauteur totale moyenne des peuplements du Cyprès en rapport avec les facteurs du milieu au seuil de signification de 95%.

Facteurs stationnels	F	F critique	Signification
Topographie	9. 34211765	4. 22076181	Signification
Altitude	0. 05418056	3. 32167549	Non signification
Exposition	0. 89743217	2. 56431870	Non signification
Pente	1. 80564376	3. 09321786	Non signification
Profondeur du sol	4. 65289750	2. 54097328	Signification
pH superficiel du sol	1. 98745320	1. 00564789	Signification

2. 4. 5. Hauteur dominante du Cyprès

Même constatation faite sur la hauteur totale moyenne, elle est appliquée sur la hauteur dominante. Cette dernière présente un effet significatif en rapport avec les facteurs du milieu suivants : topographie, profondeur du sol et pH superficiel du sol. Il ressort que la croissance du Cyprès en hauteur est beaucoup plus importante sur des stations favorisant l'accumulation d'eau, avec une profondeur intermédiaire de 40 à 60 cm et un pH variant de 4.5 à 7.5.

Par ailleurs, l'analyse de la variance n'indique aucun effet significatif de l'altitude, l'exposition et la pente **(Tableau 37)**.

Tableau 37: Analyse de la variance de la hauteur dominante des peuplements du Cyprès en rapport avec les facteurs du milieu au seuil de signification de 95%.

Facteurs stationnels	F	F critique	Signification
Topographie	5. 13487645	1. 39836570	Signification
Altitude	0. 04321876	2. 65789041	Non signification
Exposition	1. 34278981	2. 54897421	Non signification
Pente	1. 31564900	3. 00342671	Non signification
Profondeur du sol	3. 11034570	2. 10456898	Signification
pH superficiel du sol	2. 18075400	1. 00054893	Signification

2. 4. 6. Surface terrière totale du Cyprès

Les différents valeurs de surfaces terrières totales enregistrées à travers les unités de mesure ne présentent aucune signification en rapport avec les facteurs stationnels.

Néanmoins, nous constatons que la surface terrière totale du Cyprès est sensiblement importante dans des stations topographiques où l'approvisionnement en eau est bon.

Le **Tableau 38** illustre cette constatation.

Tableau 38: Analyse de la variance de la surface terrière totale des peuplements du Cyprès en rapport avec les facteurs du milieu au seuil de signification de 95%.

Facteurs stationnels	F	F critique	Signification
Topographie	2. 32096341	2. 56908322	Non signification
Altitude	1. 33425049	4. 08714321	Non signification
Exposition	2. 14326754	2. 78641008	Non signification
Pente	0. 37865290	1. 12874320	Non signification
Profondeur du sol	1. 64897231	2. 19706503	Non signification
pH superficiel du sol	2. 35870915	3. 45690842	Non signification

2. 4. 7. Surface moyenne du houppier du Cyprès

Les différentes valeurs de surfaces moyennes du houppier du Cyprès enregistrées à travers les 25 placettes d'étude ne présentent aucune différence significative vis-à-vis les facteurs du milieu. Le **Tableau 39** justifie ce constat.

Tableau 39: Analyse de la variance de la surface moyenne du houppier du Cyprès en rapport avec les facteurs du milieu au seuil de signification de 95%.

Facteurs stationnels	F	F critique	Signification
Topographie	1. 01675238	1. 99342001	Non signification
Altitude	0. 76946501	3. 08714321	Non signification
Exposition	2. 20117594	4. 45890012	Non signification
Pente	1. 54897619	2. 38974510	Non signification
Profondeur du sol	2. 56477890	3. 24438769	Non signification
pH superficiel du sol	1. 23221897	1. 98327653	Non signification

2. 4. 8. Volume moyen du houppier du Cyprès

Par le biais de l'analyse de la variance à un facteur, nous constatons que les facteurs du milieu ne présentent aucun effet significatif sur la croissance des houppiers, sauf la superficie de la placette d'étude. Néanmoins, nous enregistrons un volume important des houppiers dans la classe intermédiaire des pentes, celle de 10 à 20° **(Tableau 40)**.

Tableau 40: Analyse de la variance du volume moyen du houppier du Cyprès en rapport avec les facteurs du milieu au seuil de signification de 95%.

Facteurs stationnels	F	F critique	Signification
Topographie	3. 83458672	4. 02176459	Non signification
Altitude	1. 32567061	2. 23765321	Non signification
Exposition	1. 24578689	2. 36577032	Non signification
Pente	0. 98221567	1. 39770453	Non signification
Profondeur du sol	1. 77654980	2. 45327765	Non signification
pH superficiel du sol	1. 01567899	2. 36189001	Non signification

2. 5. Sociabilité des tiges à l'intérieur des peuplements

2. 5. 1. Position sociale (hiérarchie)

L'évolution des peuplements est conditionnée par plusieurs facteurs ; le potentiel héréditaire des individus, les facteurs du milieu et des interventions sylvicoles. La compétition est la résultante de tous ces facteurs **(BOUDRU, 1989 ; MICHELOT et *al.*, 2010)**.

Dans les peuplements irréguliers, la vie sociales est conditionnée par la lumière **(MANDALLAZ et *al.*, 1986)**. Selon leur tempérament, les arbres sont en lutte continue pour profiter de la lumière au maximum quant' aux codominants et intermédiaires, ils présentent de cimes réduites et essaient de maintenir à la hauteur de l'étage supérieure pou bénéficier quelque peu du soleil.

Cette lutte pour la lumière, pousse les arbres vers le niveau supérieur et imprime aux peuplements un certain nivellement de la structure, même si les âges sont différents **(BOUDRU, 1989)**.

La placette 17 est un bon exemple de différentes positions de tiges du Cyprès **(Fig. 73)**. L'arbre numéro 10 apparait nettement prédominant avec un houppier symétrique et une hauteur totale supérieure à celle moyenne du peuplement. Par ailleurs, l'arbre numéro 2 atteint le couvert supérieur et présente un houppier symétrique, doc il est considéré comme dominant. L'arbre numéro 1 est codominant. Une autre tige numéro 9 est intermédiaire du fait qu'elle n'atteint plus la partie supérieure du couvert mais qui reste en contact avec les dominants et codominants. L'arbre numéro 3 est nettement dominé dont la cime ne présente aucun contact avec la strate principale du peuplement.

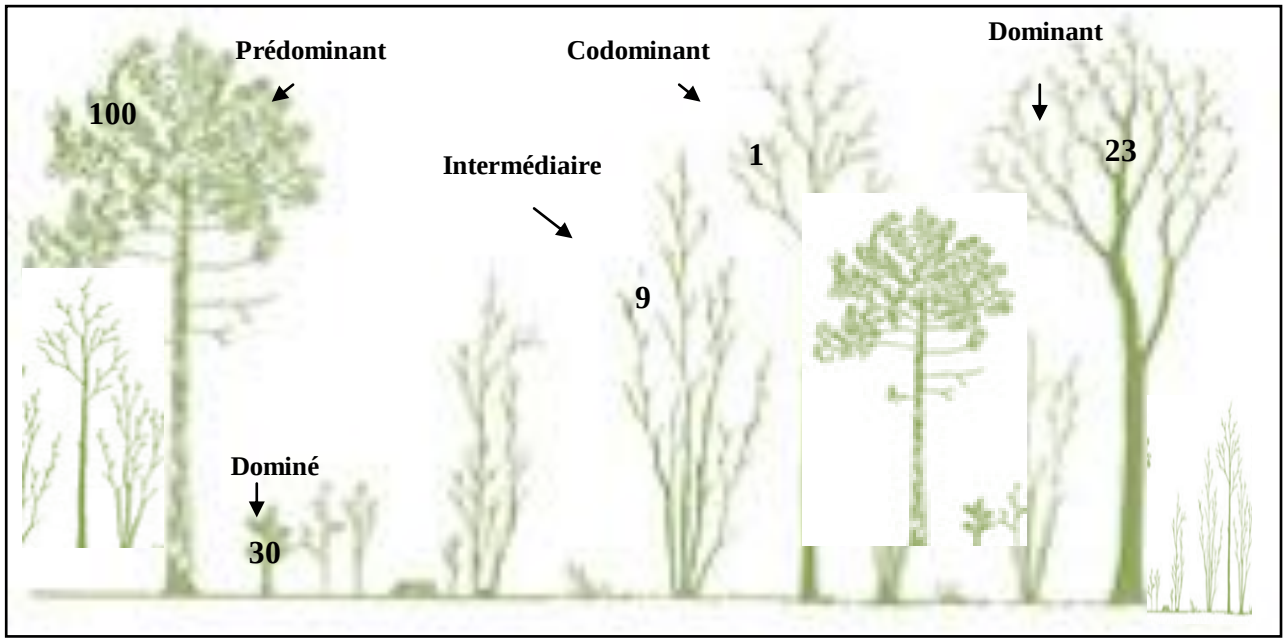


Figure 73: Différentes positions sociales des tiges à l'intérieur des peuplements (Originale)

La présence des différentes positions sociales n'est pas toujours évidente. Sur les 25 placettes d'étude, seule la placette 17 présente des tiges représentatives de l'ensemble des classes sociales. La totalité des tiges inventoriées et selon leur statut sociale se présente comme suit :

- Prédominants : présentant une fréquence relative de 4%.
- Dominants : présentant une fréquence relative de 21%.
- Codominants : présentant une fréquence relative de 27%.
- Intermédiaires : présentant une fréquence relative de 31%.
- Dominé : présentant une fréquence relative de 17%.

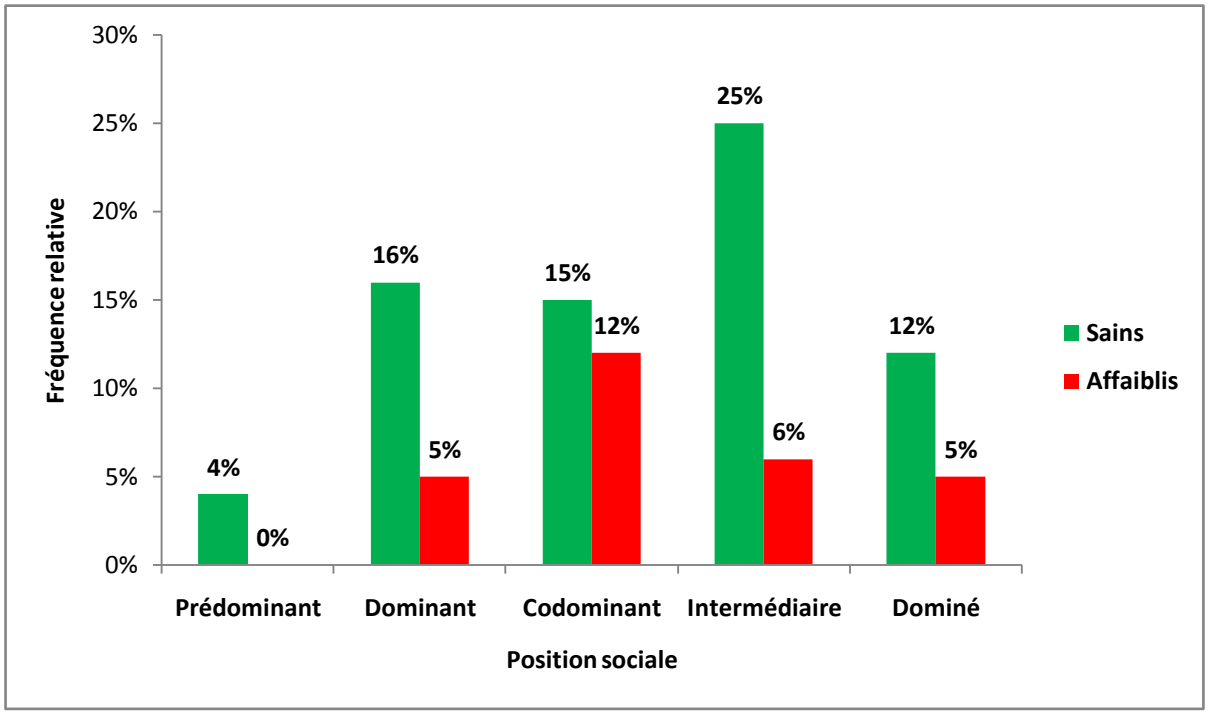


Figure 74: Hiérarchie des Cyprès selon leur statut social

Selon la **Figure 74**, nous constatons que les tiges prédominantes sont les plus vigoureuses du fait de l'absence total du dépérissement et de signe de faiblesse à ce niveau. D'une manière générale, la croissance des tiges dominantes et prédominantes semble être indépendantes de l'état massif, elle est fonction de la fertilité de la station **(BOUDRU, 1989 ; MANDALLAZ et *al*., 1986)**.

Les tiges présentant un statut social codominant sont les plus touchées par le dépérissement, dans la mesure où la moitié des tiges sont affaiblies ou dépéris. De même, les tiges ayant un statut social intermédiaire sont touchées par le phénomène de dépérissement où le 1/5 des tiges est affaiblie. Celles qui présentent un statut social dominé, le 1/3 de ces dernières est touché par le dépérissement.

2. 5. 2. Répartition spatiale des tiges à l'intérieur des peuplements

La distribution spatiale des arbres n'est pas absolument régulière **(MANDALLAZ et *al*., 1986 ; PARDE et BOUCHON, 1988)**.

Les contraintes d'espace vital et le pouvoir compétitif semblent doc être liés au dépérissement du Cyprès vert. La compétition subie par les arbres est basée sur la localisation de chaque arbre à l'intérieur du peuplement. Cela permet de comprendre les mécanismes de croissance et l'effet local de la densité sur la dynamique individuel **(SCHUTZ, 1990)**.

Par exemple, une tige en croissance libre présente un fut et une extension maximale de son houppier **(Fig. 75)**. La production totale des sujets isolés est portée à son maximum puisque l'espace vital n'est pas limité et que le développement se poursuit sans concurrence et sans entraves **(NAGGAR, 2011)**. La part du bois d'œuvre du fut est relativement peu importante. Celles des ramifications abondantes de la cime représente une quotité de volume plus élevée **(BOUDRU, 1989 ; DROUINEAU, 2003)**.

En cas de compétition intense pour l'espace vital, l'arbre devient plus long avec un houppier très court **(Fig. 76)**. Selon **BOUDRU (1989)**, une concurrence accrue pousse les individus vers le niveau supérieur. La forme est meilleure ; cime moins basse et moins large, branches moins grosses et moins longues. Ainsi, une densité trop forte a tendance à fermer l'angle d'insertion des rameaux et à favoriser les fourches **(BOUDRU, 1989)**.

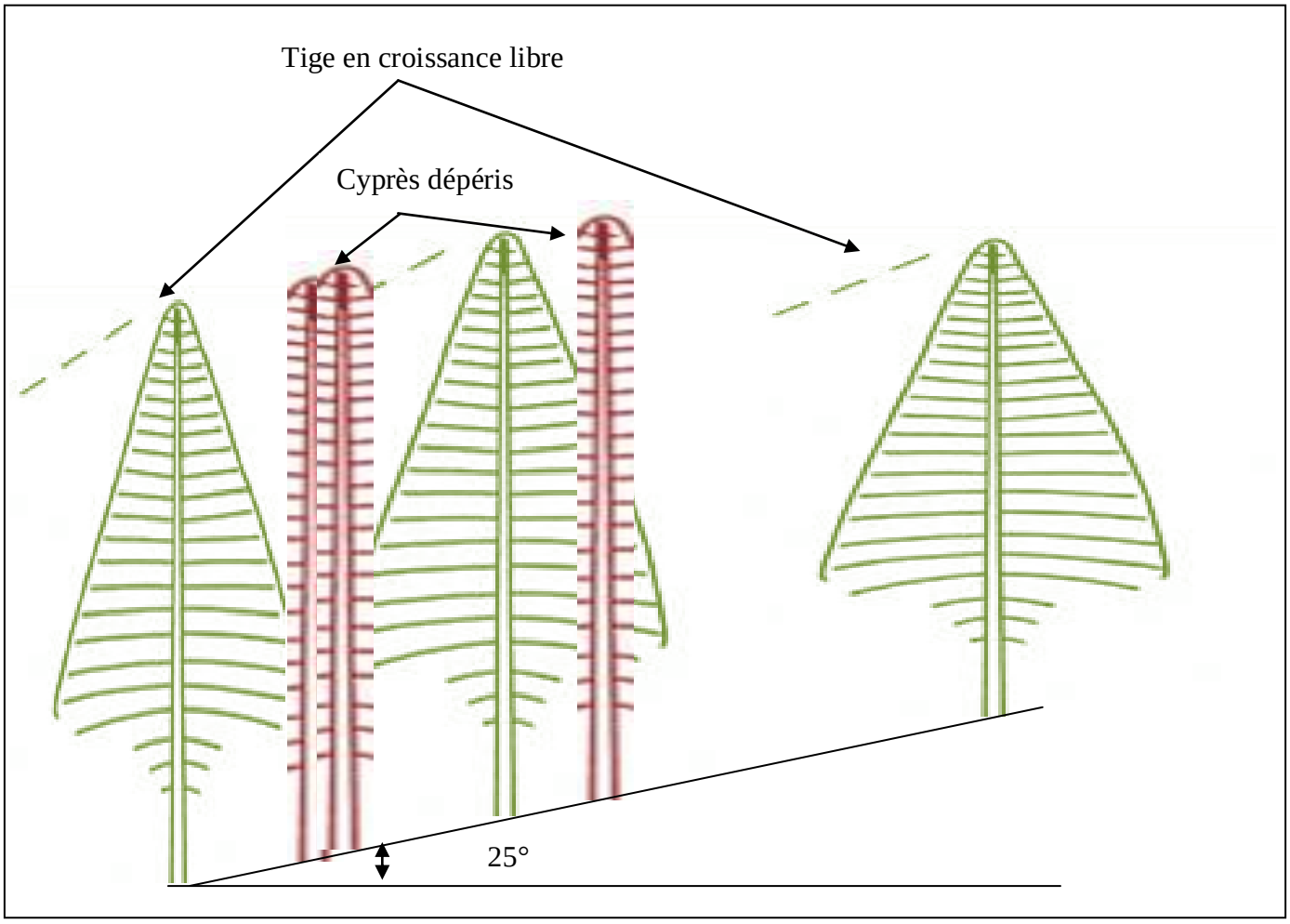


Figure 75: Projection verticale de la placette 12

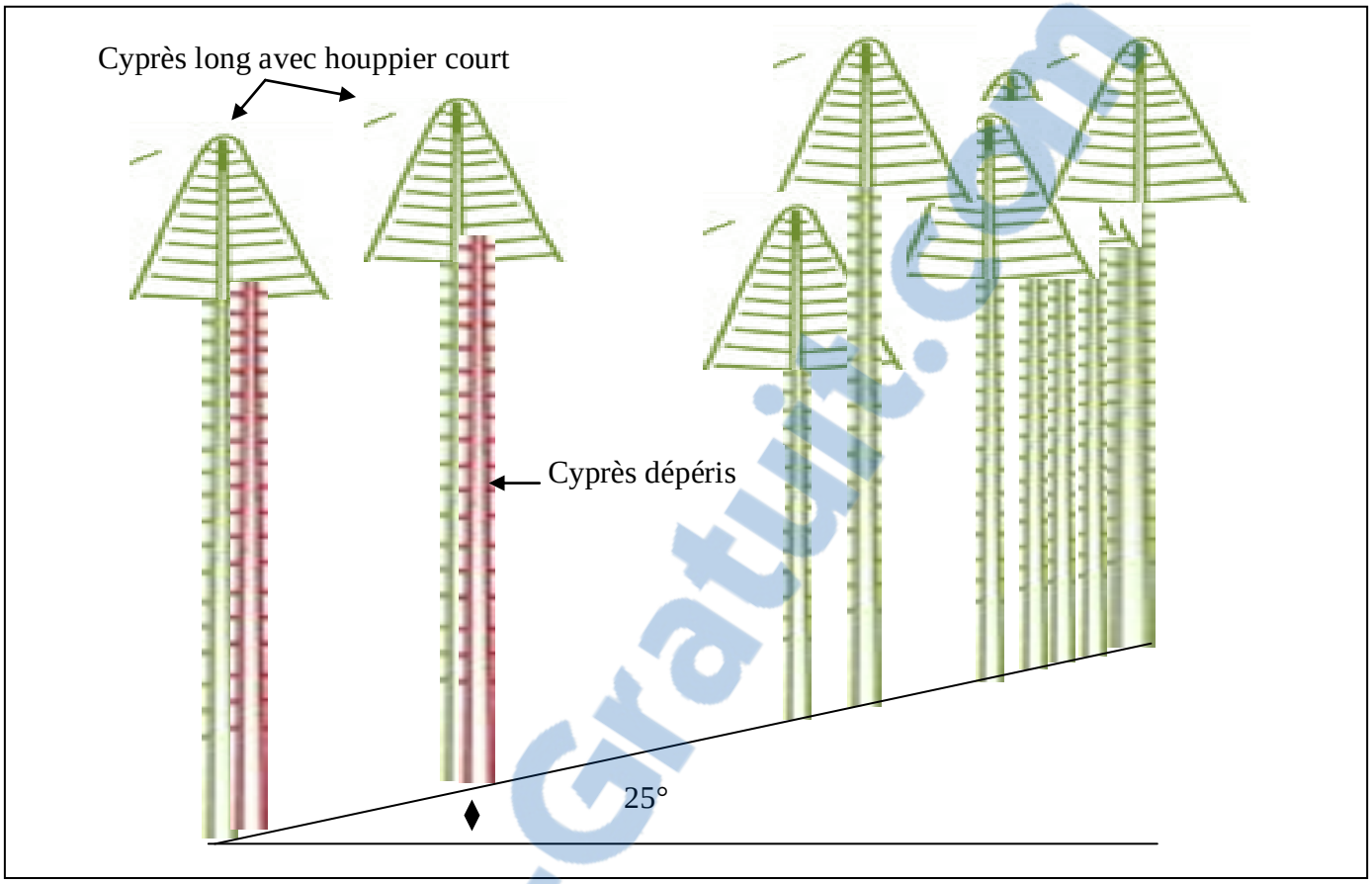


Figure 76: Projection verticale de la placette 22

Le nombre total des tiges, leur positionnement et le recouvrement nous a permis de classer Cyprès échantillonnés en trois classe :

- Peuplements serrés : où les branches sont des différentes tiges s'entrecroisent et que le recouvrement soit suffisant **(NAGGAR, 2011)**. En peuplements d'âges multiples, l'état massif est établi quand les divers niveaux de cimes ne laissent pas d'ouvertures **(BOUDRU, 1989 ; ANDREA et BORERTO, 1994)**. Les houppiers sont fortement enchevêtrés **(Fig. 77)**.

Rapport-Gratuit.com

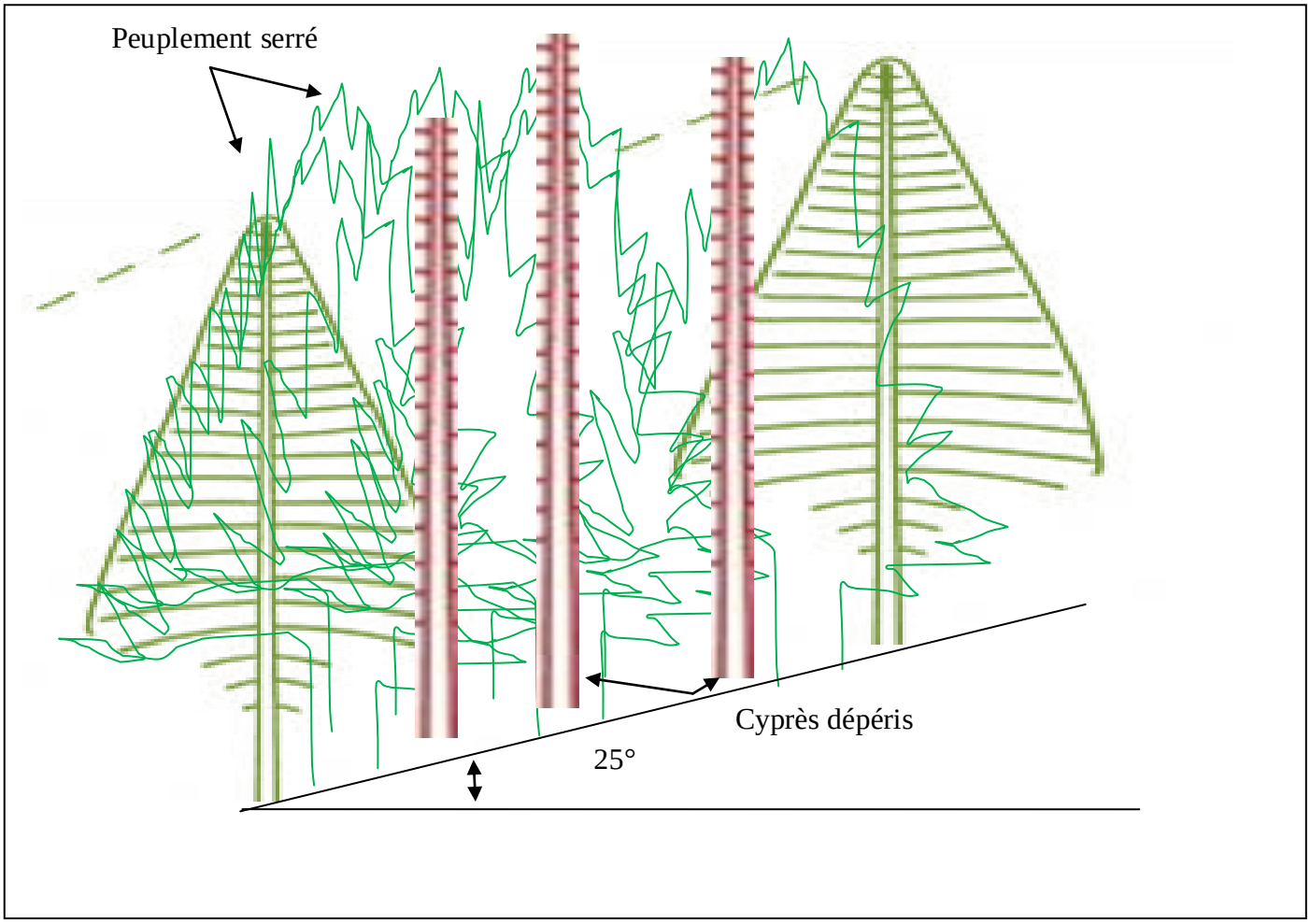


Figure 77: Projection verticale de la placette 18

- Peuplements normales : le massif est normal quand les branches, en absence du vent se touchent simplement **(BOUDRU, 1989)**. La placette 15 est un exemple de cette situation **(Fig. 78)**. Les tiges sont moins élancées et le diamètre de leur houppier est moyen.

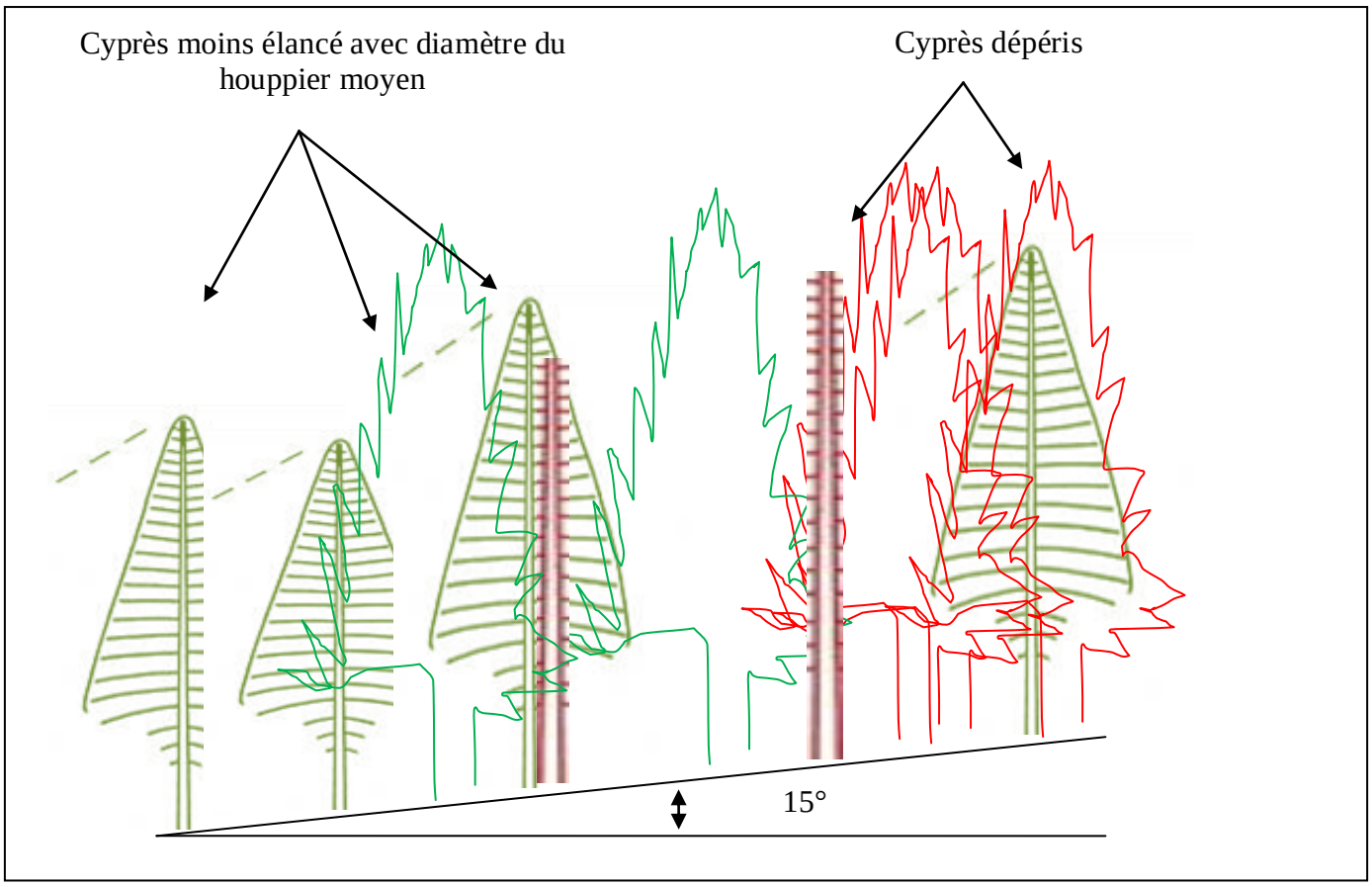


Figure 78: Projection verticale de la placette 15

- Peuplements clairs : laissant apparaître des trouées non comblées par des ramifications **(BOUDRU, 1989) (Fig. 79)**.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

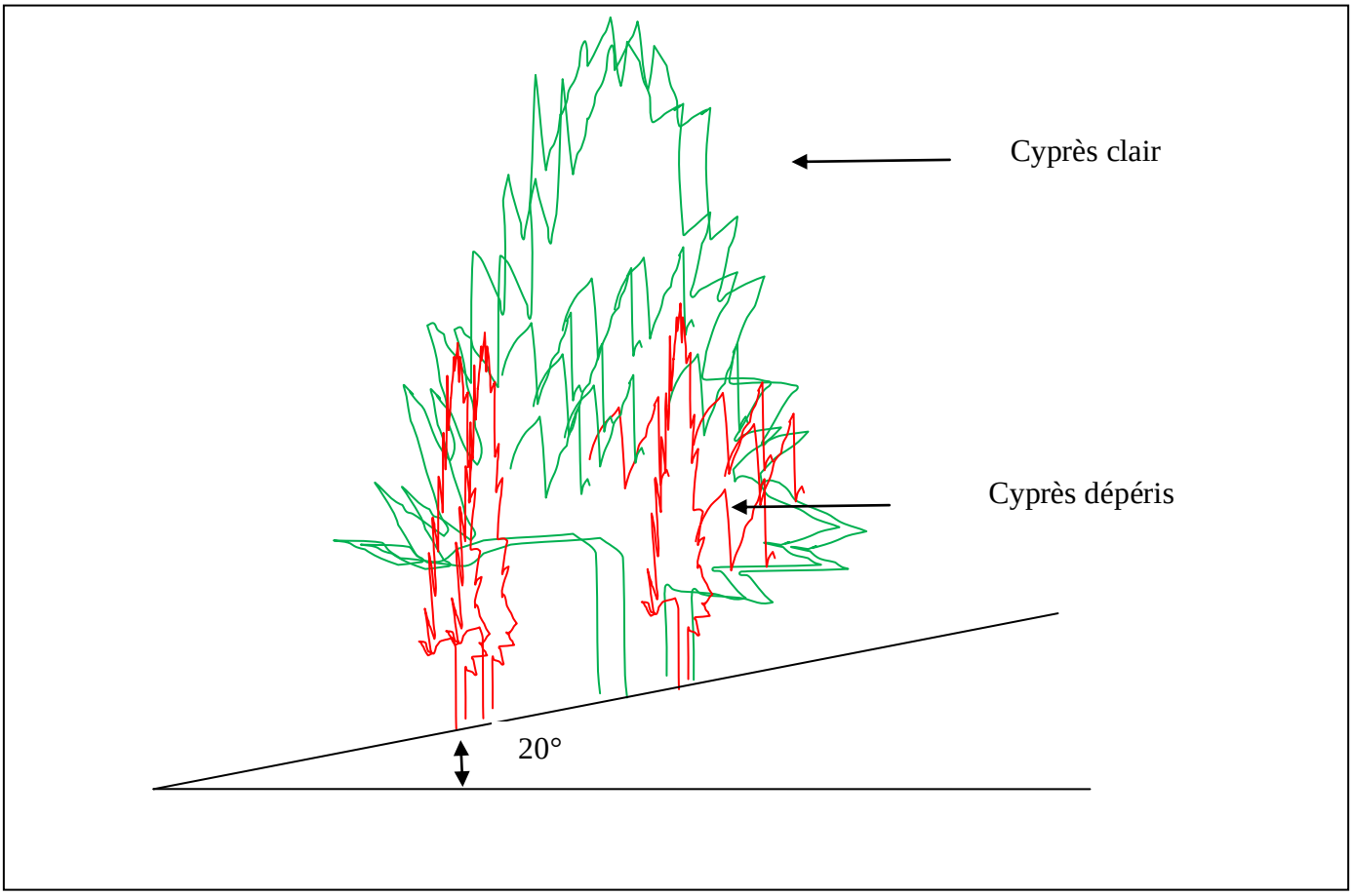


Figure 79: Projection verticale de la placette 7

2. 5. 3. Densité locale

La caractéristique commune entre les 25 placettes d'étude est celle de la présence du dépérissement. Ce dernier se manifeste quelque soit le nombre de pied à l'hectare et le type de peuplement (serré, normal, clair).

A l'intérieur des peuplements, la croissance d'un arbre est conditionnée par la proximité et la dimension de ses voisins **(RONDEUX, 1999)**.

L'expression de la compétition repose sur le concept de zone d'influence d'un arbre. Celle-ci est en général circulaire, centrée sur l'arbre et censée représenter la surface maximale d'étendue horizontale qu'il pourrait utiliser pour sa croissance **(OTTORINI, 1978 ; GOURLET FLEURY, 1997)**.

Une surdensité, à un niveau local peut causer un affaiblissement physiologique, ralentissement de croissance, diminution de longévité et fécondité et des modifications de comportement (statut sociale défavorable) **(GAUDIN, 1997 ; MICHELOT et *al.*, 2010)**.

L'analyse des Cyprès et du dépérissement à l'intérieur des peuplements au niveau des 25 placettes d'étude a montré un effet négatif de la densité locale sur l'état sanitaire et la vitalité des tiges **(Fig. 80)**. L'arbre 11 est soumis à un dépérissement et est fortement gêné par ses voisins. Les branches présentent une extension asymétrique et témoignent d'une position sociale codominante ne permettant pas un bon usage des potentialités du milieu.

La projection horizontale montre une compétition intense imposée par les compétiteurs **(Fig. 81)**.

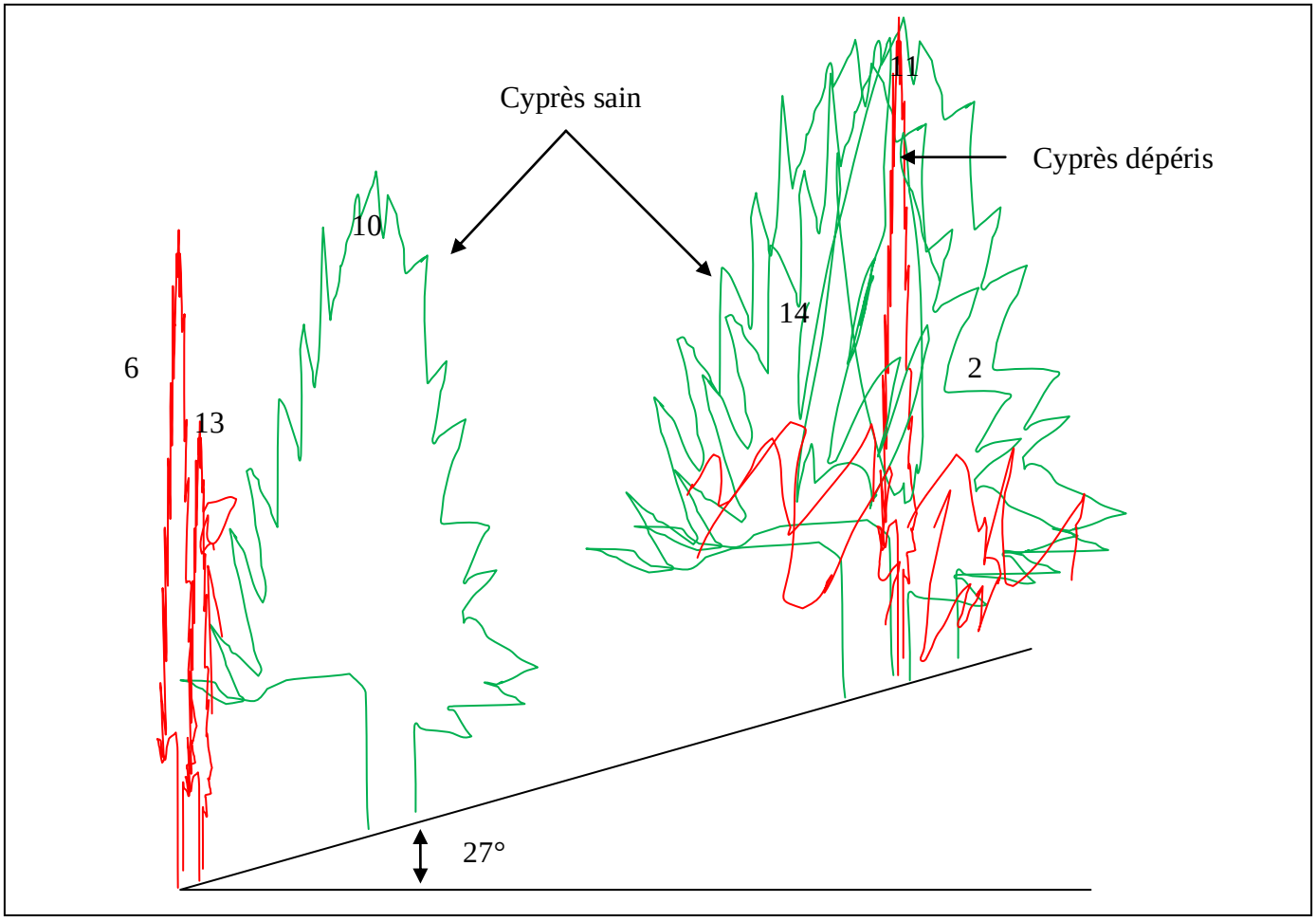


Figure 80: Projection verticale de la placette 9

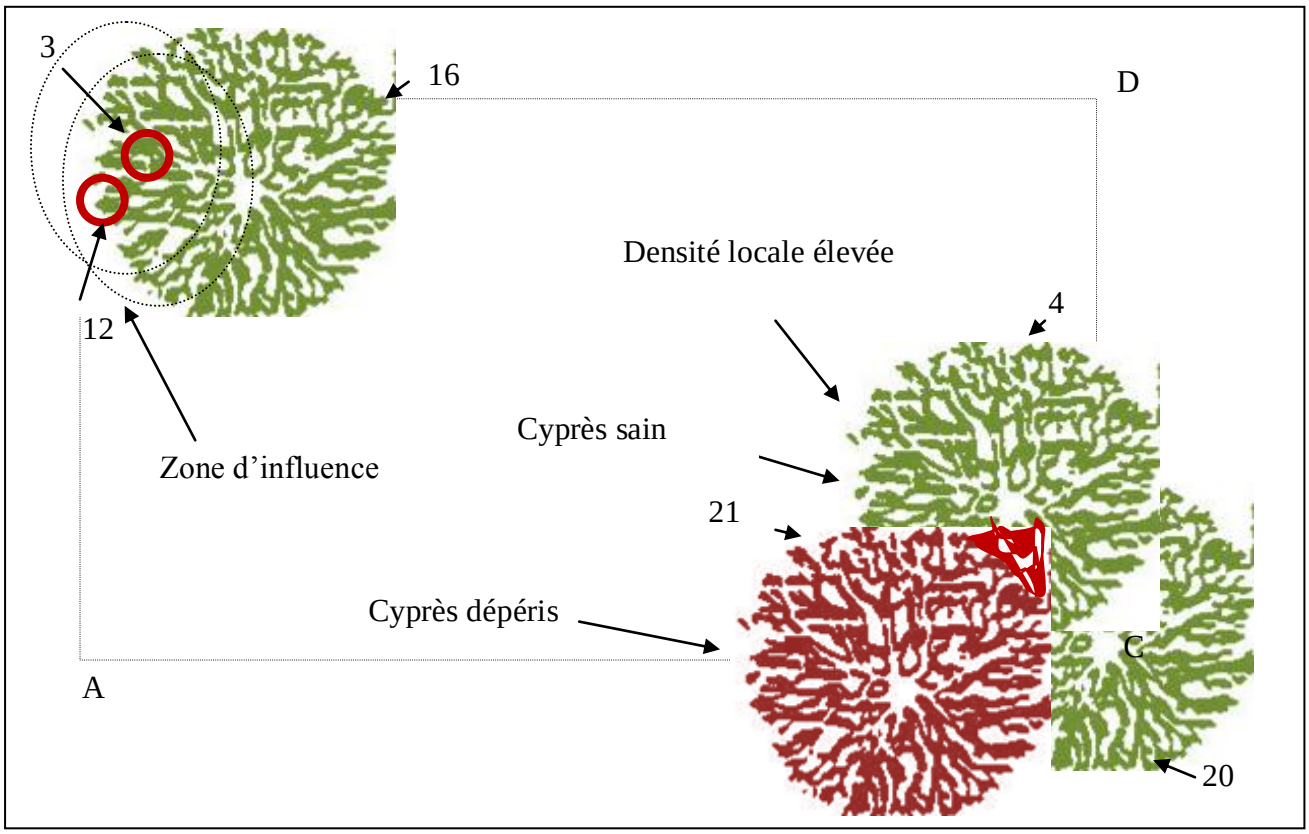


Figure 81: Projection horizontale de la placette 24

Nous constatons que le dépérissement n'exclue pas les arbres en croissance libre mais il est fréquent chez ceux soumis à une compétition subie par les voisins, la projection horizontale des houppiers illustre ce constat **(Fig. 82 et 83)**.

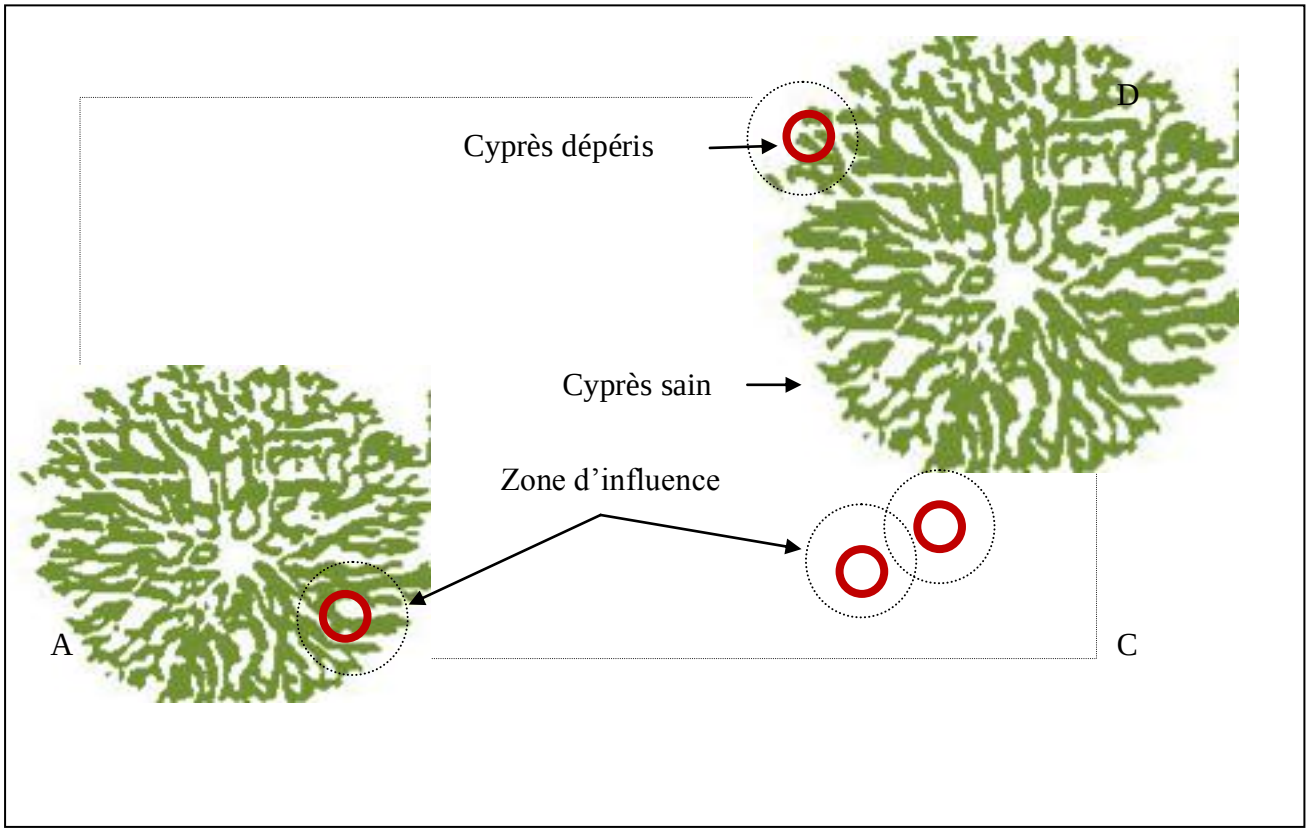


Figure 82: Projection horizontale de la placette 19

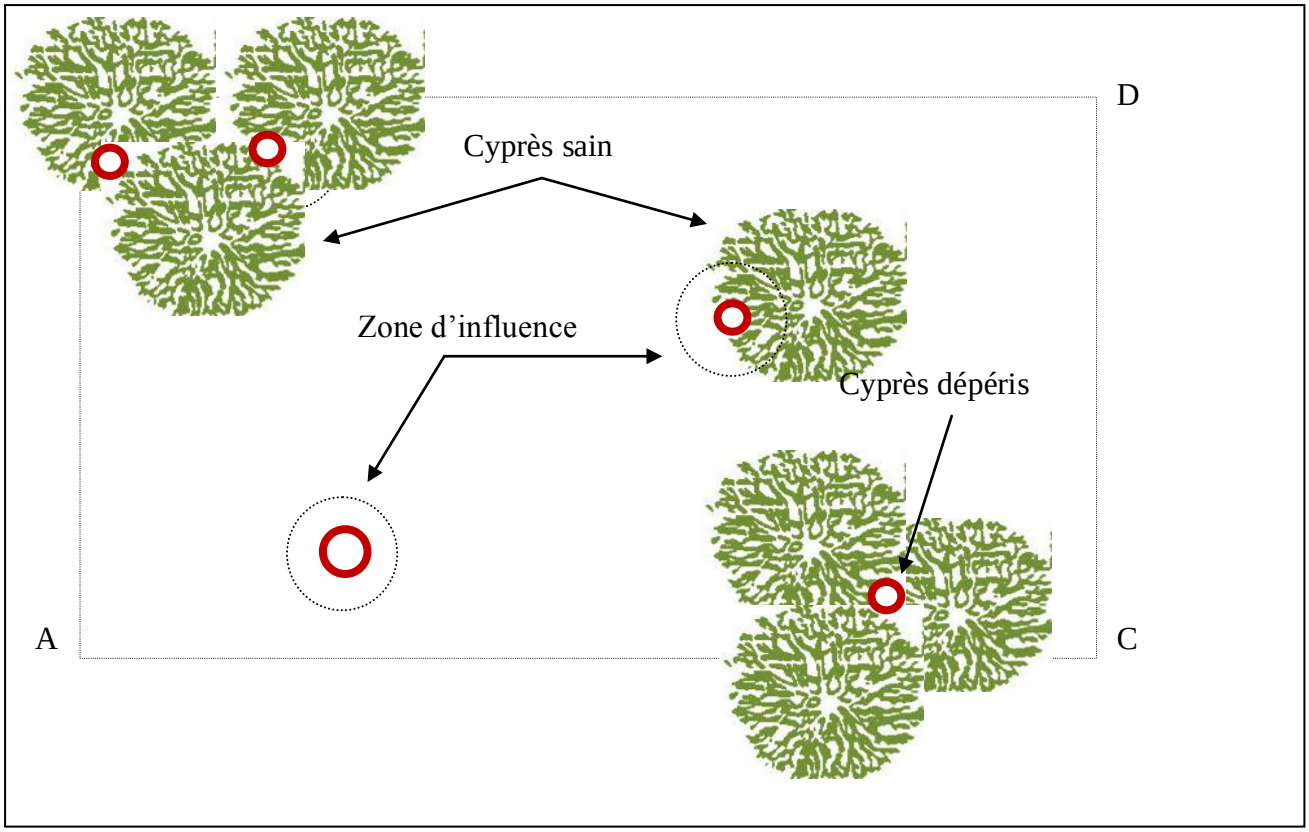


Figure 83: Projection horizontale de la placette 3

2. 6. Caractérisation sanitaire des peuplements

La description sanitaire des arbres repose essentiellement sur le taux de déficit foliaire et la décoloration anormale des aiguilles.

2. 6. 1. Répartition globale des tiges échantillonnées par classes de déficit foliaire

Selon la démarche européenne **(D. S. F, 1991)**, les différentes estimations des tiges de Cyprès sont regroupées en cinq grandes classes.

- C 0 : correspond aux peuplements ayant un houppier opaque, présentant un déficit foliaire inférieur à 10%.
- C 1 : la défoliation est d'ordre de 15 à 25%, correspond aux peuplements présentant des signes apparents de dépérissement.
- C 2 : correspond à des défoliations de 30 à 60%, les peuplements sont considérés modérément ou moyennement dépéris.
- C 3 : correspond à des défoliations oscillant entre 65 à 95%, les peuplements sont considérés comme fortement dépérissants.
- C 4 : correspond à des défoliations supérieures à 95% (100%), les peuplements à ce stade sont complètement dépéris et leur état est irréversible (mort).

Les estimations du déficit foliaire du Cyprès vert sont présentées comme suit :

- C 0 : 23% des peuplements présentent des défoliations inférieures à 10%.
- C 1 : 27% des peuplements présentent des défoliations de 15 à 25%.
- C 2 : 14% des peuplements présentent des défoliations de 30 à 60%.
- C 3 : 17% des peuplements présentent des défoliations de 65 à 95%.
- C 4 : 19% des peuplements présentent des défoliations plus de 95%.

La lecture de ces résultats montre que le 1 / 4 du peuplement présent des arbres sains appartenant à la classe C0. Le reste, soit 77% des arbres est atteint (ayant perdu plus de 15% des aiguilles appartenant aux classes C1 à C4). Ainsi, les arbres modérément défoliés C2 ou moyennement dépéris présentent une fréquence relative de 14%. Par ailleurs, les arbres dépérissants, dont l'état sanitaire est irréversible C3 présentent une fréquence relative d'ordre de 17%, quant' aux arbres complètement dépéris ou morts C4, ils présentent une fréquence relative de 19% **(Fig. 84)**.

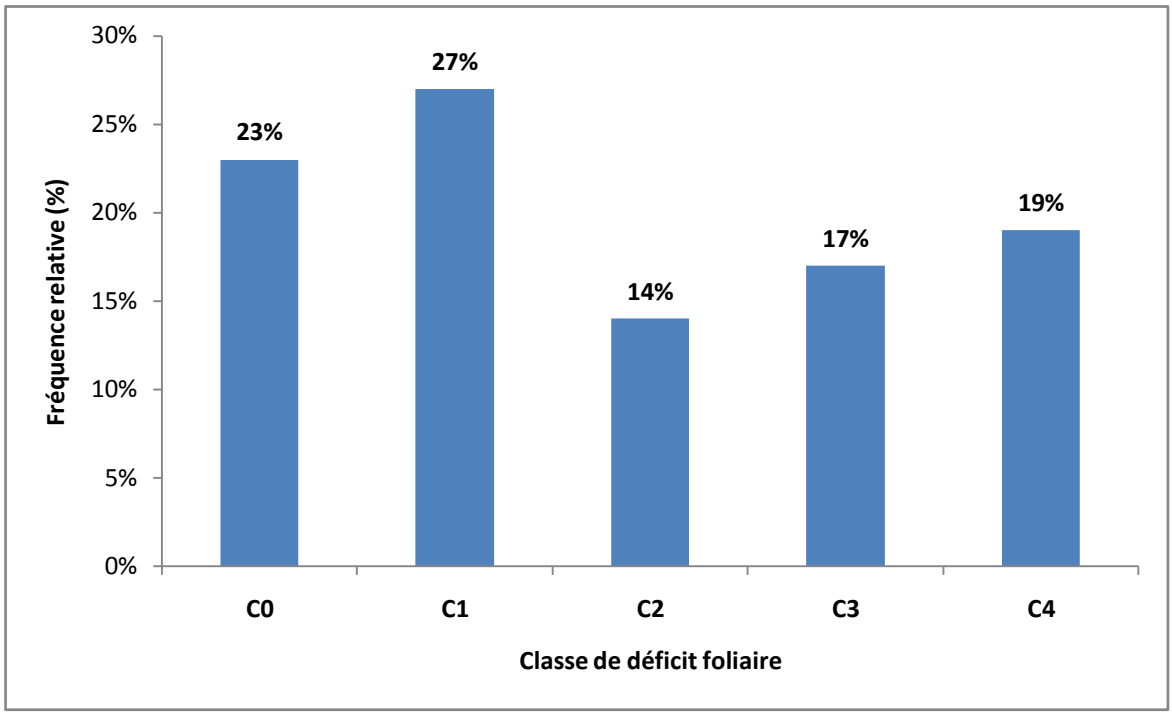


Figure 84: Distribution globale des arbres de Cyprès vert par classes de déficit foliaire

2. 6. 2. Répartition des placettes par classes de déficit foliaire

Les classes de défoliation présentent une grande variabilité à travers les 25 placettes d'étude. En effet, la distribution des placettes par classes de défoliation permet de tirer les constations suivantes **(Fig. 85)** :

- Les placettes 1, 5, 7, 8, 10 sont celles où plus de 70% des peuplements présentent des défoliations inferieures à 25% (classes C0 et C1).
- La placette 25 présente 30 à 40% de peuplements en stade de dépérissement (classe C4).
- Les placettes 15, 18 présentent les proportions les plus élevées du Cyprès fortement dépérissants (classe C3), dont un dépérissement important
- Les placettes 11, 2, 21 et 24 sont composées essentiellement de peuplements sains (classes C0 et C1) et peuplements complètement dépéris.
- La placette 12 est composées de peuplements sains, moyennement et fortement dépéris (classes C0, C1, C2 et C4). La classe intermédiaire C3 est absente.

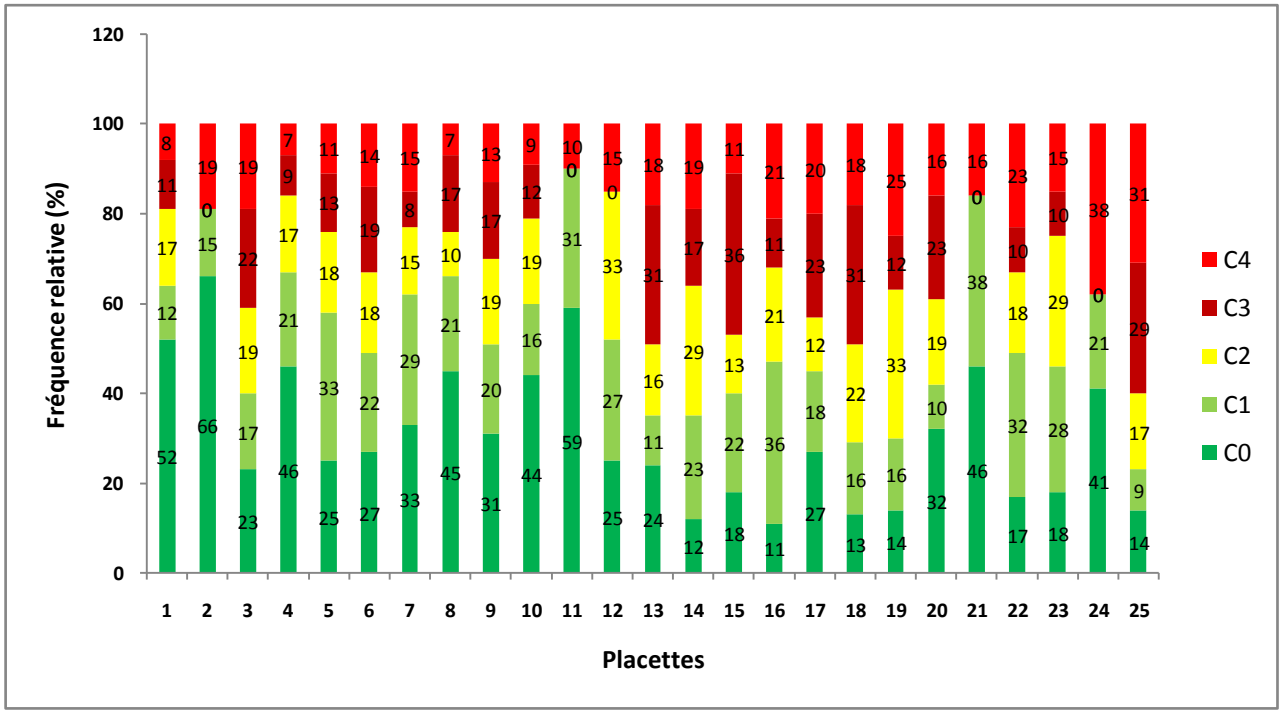


Figure 85: Répartition par placette des classes de déficit foliaire

2. 6. 3. Répartition des placettes selon l'indice sanitaire

L'indice sanitaire calculé pour chacune des placettes d'étude détermine l'état sanitaire global des peuplements et reflète l'ampleur de la dégradation physiologique de l'arbre.

La **Figure 86** illustre les résultats de calcul des indices sanitaires des 25 placettes d'étude. On remarque une certaine variabilité de l'indice sanitaire au niveau des placettes d'étude. Il ressort que le Cyprès vert *Cupressus sempervirens* est globalement affaibli ou en début de dépérissement dans la mesure où l'indice sanitaire global est d'ordre de 2.6564.

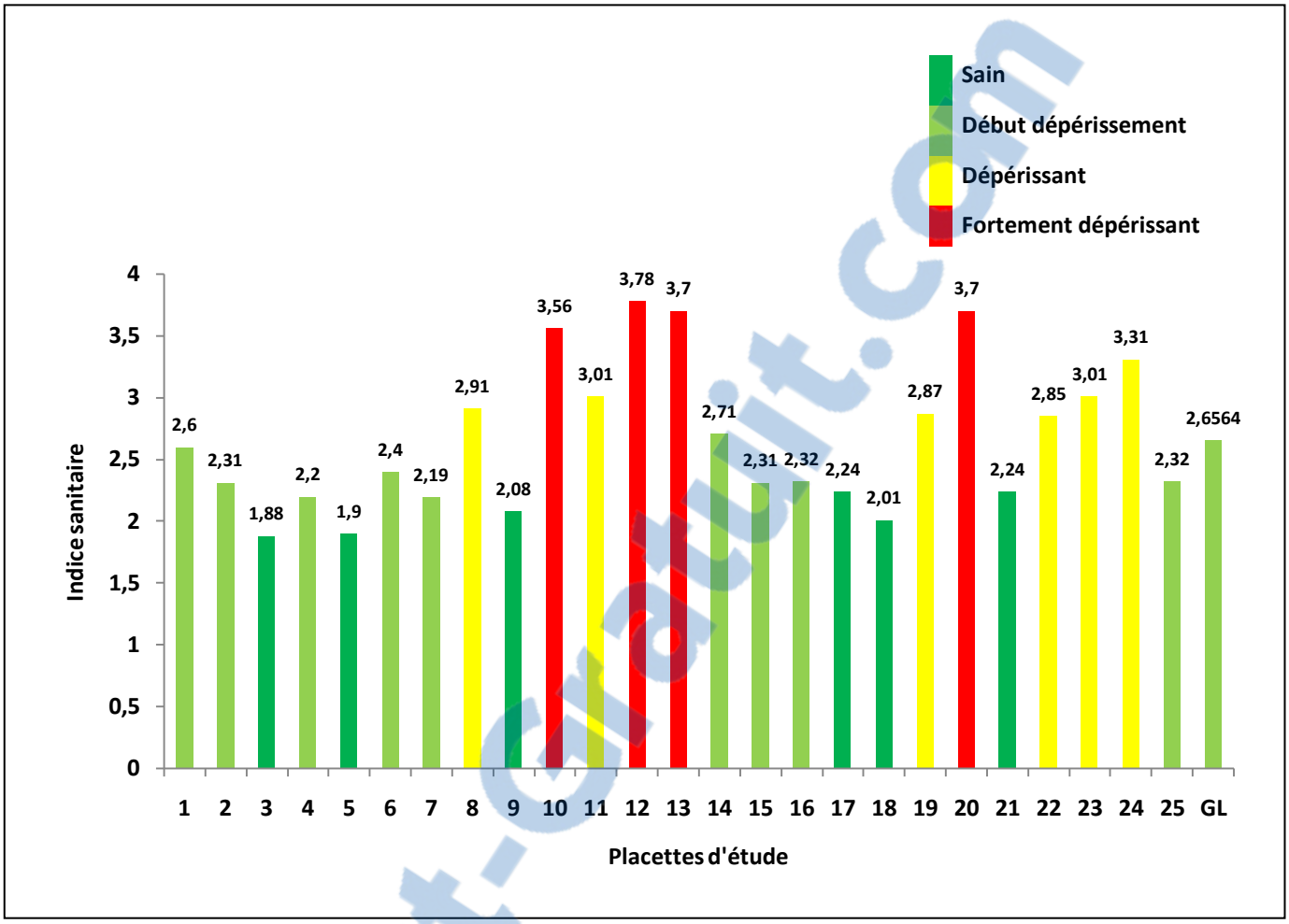


Figure 86 : Fluctuation de l'indice sanitaire au niveau des 25 placettes d'étude

A la lumière de ces résultats, on peut conclure que les peuplements de Cyprès inventoriés sont considérés comme suit **(Fig. 87)** :

- 24% des peuplements sont sains.
- 36% des peuplements sont en début de dépérissement.
- 24% des peuplements sont dépérissants.
- 16% des peuplements sont fortement dépérissants.

Quoique les peuplements fortement dépérissants ne dépassent pas 16% de l'ensemble des Cyprès inventoriés, l'état sanitaire reste dans une situation alarmante et critique dans la mesure où les peuplements en début de dépérissement présentent une fréquence relative élevée de l'ordre de 36%.

Rapport-Gratuit.com

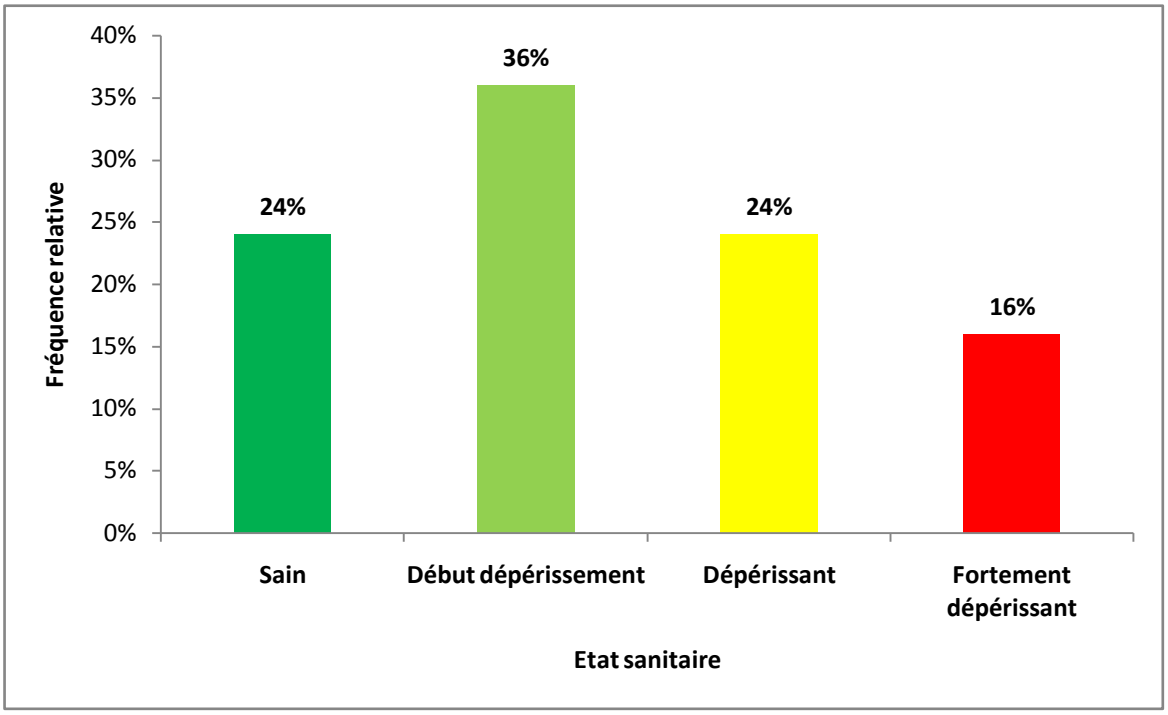


Figure 87 : Etat sanitaire du Cyprès vert *Cupressus sempervirens*

3. Relation entre le dépérissement et les différentes variables qualitatives et dendrométriques

Afin de ressortir les différentes corrélations qui peuvent exister entre le dépérissement et les paramètres stationnels et dendrométriques, nous avons jugé indispensable d'interpréter les données sur la base de l'analyse de la variance à un facteur au seuil de signification de 95%.

Ce choix d'étude repose sur le fait qu'on peut envisager l'éventualité d'une corrélation significative que sur la base d'une étude statistique. L'analyse de la variance permet d'acquérir cette éventualité d'autant plus qu'elle fait l'objet de nombreux travaux de recherches **(DAGNELI, 1977)**.

Sur la base du test F, les résultats font l'objet d'analyse des corrélations éventuellement significative ou non au seuil de 95%.

3. 1. Variabilité du dépérissement en relation avec les paramètres stationnels

3. 1. 1. Variabilité du dépérissement en relation avec la superficie

Le taux de dépérissement à travers les différentes superficies de placettes ne présente aucune différence significative **(Tableau 41)**. Néanmoins, nous constatons que d'autant plus que l'espace vital est largement acquis que le dépérissement est du moins réduit.

La problématique chez le Cyprès réside non pas dans la disponibilité de superficies, mais dans l'occupation de lieu et d'espace vital offerts aux tiges. Donc, l'effet da surdensité est

beaucoup plus évident à l'échelle des individus qu'à l'échelle des peuplements. Ce résultat est affirmé par **DERAK et *al*., (2008)** sur le Cèdre au Maroc.

Cela nécessite une sylviculture fine qui éduque les arbres et donne à chacun son espace vital, améliore leur croissance et favorise l'installation d'une régénération suffisante **(BERNARD et PHILIPPE, 1994 ; EL YOUSFI, 1994 ; DERAK et *al*., 2008)**.

Tableau 41 : Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec les superficies concentriques au seuil de signification de 95%.

	F	F critique	Signification
Taux de dépérissement	1. 98980127	2. 01154687	Non signification
Indice sanitaire	3. 67889763	4. 43289701	Non signification

3. 1. 2. Variabilité du dépérissement en relation avec la topographie

Dans les peuplements forestiers, le stress hydrique est la cause de 90% de la variation annuelle de la largeur des cernes des conifères en régions semi arides **(FRITTS, 1966)**.

L'approvisionnement en eau est influencé par les conditions topographiques. Par le biais de l'analyse de la variance à un facteur au seuil de signification de 95%, on cherche une relation entre le dépérissement et les différentes situations topographiques favorisant ou pas la rétention en eau. Nous constatons que le taux de dépérissement et l'indice topographique manifestent une variabilité significative vis-à-vis les différentes situations topographiques étudiés **(Tableau 42)**.

Tableau 42: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec la topographie au seuil de signification de 95%.

	F	F critique	Signification
Taux de dépérissement	5. 10072530	3. 19063542	Signification
Indice sanitaire	3. 44805619	2. 20087621	Signification

On enregistre que le taux de dépérissement est élevé (27%) dans les situations où les pertes en eau sont supérieures aux apports (TOPO1). Les arbres se caractérisent dans ces stations par un enracinement superficiel et par conséquent, ils sont fortement serrés (enchevêtrement des houppiers). Le manque d'espace vital suite à une surdensité engendre une compétition importante. Cela compromis la vitalité des arbres.

Le Cyprès, comme autres résineux compense le manque d'eau par un enracinement profond et est apte de garder une photosynthèse active, même lorsque la croissance en

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

hauteur soit arrêtée. Cependant la régulation stomatique tardive peut causer des desséchements de cime à basses altitudes **(COULBOIS et TOUZET, 1992 ; DUCREY, 1994)**.

En situations topographiques moins favorables (sols peu épais), la perte d'éléments nutritifs par ruissèlement accentue chez le Cyprès le déficit hydrique intense et compromis sa vitalité.

Le type, la période et l'importance des changements induits par le déficit hydrique chez les arbres déterminent non seulement la nature et le degré d'altération des tissus mais aussi la période où ceux-ci deviennent sensibles aux attaques parasitaires **(ZINE EL ABIDINE, 2003)**.

En Amérique et en Europe, les attaques d'*Armillaria sp* sur les chênes ont été souvent associées aux effets de la sécheresse **(HOUSTON, 1992)**.

Au Maroc, les attaques de *Lymantria dispar* sur le chêne liège, de *Thametopoea sp* sur les pins et le Cèdre de l'Atlas et de *Phoracantha* sur les eucalyptus ont été dévastatrices pendant les années de sécheresse **(EL HASSANI et MESSAOUDI, 1987)**.

3. 1. 3. Variabilité du dépérissement en relation avec l'altitude

Une éventuelle relation dépérissement / altitude est mise en évidence par le biais de l'analyse de la variance à un facteur au seuil de signification de 95% **(Tableau 43)**. Il ressort que l'indice sanitaire et le taux de dépérissement présentent une variabilité significative en rapport avec l'altitude dans la mesure où la « valeur de F » est supérieure à la « valeur critique de F ». L'état sanitaire du Cyprès s'améliore au fur et à mesure que l'altitude s'élève. Les travaux de **SARMOUM (2008)** et **NAGGAR (2011)** affirment ce résultat sur le Cèdre à Theniet El Had où le dépérissement affecte beaucoup plus les cédraies de basses altitudes.

La végétation d'altitude tire profit du rayonnement intense qui favorise leur activité chlorophyllienne **(MASSON, 2005)**.

Tableau 43: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec l'altitude au seuil de signification de 95%.

	F	F critique	Signification
Taux de dépérissement	2. 19456200	0. 98325002	Signification
Indice sanitaire	5. 002136578	2. 92187651	Signification

3. 1. 4. Variabilité du dépérissement en relation avec l'exposition

L'installation des 25 placettes d'étude selon leurs expositions principalement au nord et au sud, nous a conduit à déduire que le taux dépérissement, ainsi l'indice de dépérissement présentent une grande variabilité à travers les cantons. Cela est évident si l'on se réfère à l'analyse de la variance à un facteur au seuil de signification de 95% **(Tableau 44)**.

Le taux de dépérissement est plus élevé dans le canton Acherrab situé au versant sud, soit 33%. C'est le canton le mois arrosé. Il ressort que les précipitations influent non pas par leur quantité mais leur répartition en rapport avec la phénologie de l'arbre.

Par contre, le dépérissement est faible dans les cantons El mahsar (15%) et Sebabna (19%) situés au versant nord.

Quant à l'effet de l'exposition des placettes, **HOUAMEL (2012)** a signalé un dépérissement grave sur le Cèdre situés en versant sud dans la région de Batna. Par contre **NAGGAR (2011)**, sur la même espèce a enregistré un taux de dépérissement très élevé dans les cantons situés au versant nord dans la région de Tissemsilt. Par ailleurs, dans la même région, **ZEMIRLI (2006)** a remarqué un dépérissement important du Cèdre situé en exposition est nord est. Dans l'Atlas moyen (Maroc), **GHAIOULE et LIEUTIER (2006)** a constaté que la mortalité des cimes du Cèdre est plus manifeste sur des placettes situées en sud qu'au nord.

Tableau 44: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec l'exposition au seuil de signification de 95%.

	F	F critique	Signification
Taux de dépérissement	3. 57483910	2. 01589723	Signification
Indice sanitaire	5. 21897603	1. 87993421	Signification

3. 1. 5. Variabilité du dépérissement en relation avec la pente

Le degré d'inclinaison du terrain détermine la stabilité du sol et la rétention de l'eau **(KHANFOUCI, 2005)**.

Le dépérissement montre une allure croissante en rapport avec la pente du terrain. En fait, le taux de dépérissement est élevé en terrain accidenté ayant une pente supérieure à 20°. De même, on enregistre une perte de vigueur du Cyprès dans la mesure où l'indice sanitaire atteint une valeur de 2.71 relatif aux Cyprès affaiblis ou en début de dépérissement. Par le biais d'une analyse de la variance à un facteur au seuil de 95%, il ressort que l'indice sanitaire présente une variabilité significative en rapport avec l'inclinaison du terrain **(Tableau 45)**.

Tableau 45: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec la pente au seuil de signification de 95%.

	F	F critique	Signification
Taux de dépérissement	1. 34987041	2. 00231567	Non signification
Indice sanitaire	3. 34598072	1. 99854600	Signification

3. 1. 6. Variabilité du dépérissement en relation avec la profondeur du sol

La profondeur du sol joue un rôle important sur le développement racinaire de l'arbre. Une éventuelle relation dépérissement / profondeur du sol est mise en évidence par le biais d'une analyse de la variance à un facteur au seuil de 95% **(Tableau 46)**. Il ressort que l'indice sanitaire présente une variabilité significative en rapport avec la profondeur du sol dans la mesure où la « valeur du F » est nettement supérieure à la « valeur critique du F ». en fait, nous constatons que plus le sol est profond, plus la probabilité d'un état malade du Cyprès est grande. Les travaux de **SCHOEPFER et HRADETZKY (1985)** et **MANDALLAZ et *al*., (1986)** affirment ce résultat dans la mesure où le dépérissement du Sapin affecte beaucoup plus les sujets sur des sols plus profonds en Suisse.

Tableau 46: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec la profondeur du sol au seuil de signification de 95%.

	F	F critique	Signification
Taux de dépérissement	0. 54786099	1. 10896324	Non signification
Indice sanitaire	2. 23187962	1. 00875367	Signification

3. 1. 7. Variabilité du dépérissement en relation avec le pH superficiel du sol

Par le biais d'une analyse de la variance à un facteur au seuil de signification 95%, on enregistre que le taux de dépérissement et l'indice sanitaire présentent une variabilité significative en rapport avec le pH superficiel du sol **(Tableau 47)**. Cette analyse montre que la probabilité d'un état malade du Cyprès augmente, quand le pH superficiel du sol augmente (devient alcalin). Ceci confirme l'expérience générale qu'un sol faiblement acide est propice au Cyprès.

Les travaux de **MANDALLAZ et *al*., (1986)** sur le Sapin et l'Epicéa en Suisse et **AIMIE et *al*., (2011)** sur le pin maritime, Hêtre et Chêne pédonculé en France affirment ce résultat.

Tableau 47: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec le pH superficiel du sol au seuil de signification de 95%.

	F	F critique	Signification
Taux de dépérissement	1. 34768954	0. 18756091	Signification
Indice sanitaire	3. 34768951	2. 67589110	Signification

3. 2. Variabilité du dépérissement en relation avec les paramètres dendrométriques

3. 2. 1. Variabilité du dépérissement en relation avec la densité totale des peuplements

L'analyse de la variance à un facteur au seuil de signification de 95% fait ressortir une différence significative entre le taux de dépérissement et la densité totale des peuplements. Par ailleurs l'indice sanitaire présente une variabilité non significative **(Tableau 48)**.

Tableau 48: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec la densité totale es peuplements au seuil de signification de 95%.

	F	F critique	Signification
Taux de dépérissement	5. 98742175	3. 01236788	Signification
Indice sanitaire	1. 05643278	2. 99876079	Non signification

L'allure décroissante de la répartition du taux de dépérissement en rapport avec les classes de densités confirme cette déduction statistique. En fait, la classe de moins de 200 pieds / ha est celle où nous avons enregistré un dépérissement très fort (39%). La densité n'influe pas par le nombre de pieds mais par la position relative des tiges les unes par rapport aux autres (surdensité locale).

En plus, une analyse de la variance à un facteur au seuil de signification de 95% élucide une éventuelle variabilité entre le dépérissement et les proportions de mélanges. Cette dernière ne montre aucun effet significatif **(Tableau 49)**.

Tableau 49: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec la proportion de mélange des peuplements au seuil de signification de 95%.

	F	F critique	Signification
Taux de dépérissement	1. 00564130	2. 45680160	Non signification
Indice sanitaire	0. 10486911	1. 91887053	Non signification

Par ailleurs, l'allure de la répartition du dépérissement en fonction des proportions de mélanges montre une allure croissante. Nous avons enregistré un taux de 31% soit le plus

élevé dans les peuplements où le Cyprès constitue plus de 75% des proportions de mélanges. Le dépérissement semble régresser dans les peuplements mixtes. **MULLER – DOMBOID (1992)** affirme cette constatation dans la mesure où il a signalé que la structure forestière simplifiée prédispose les peuplements aux dépérissements. Au Maroc, **BENABID (1994) et MORENO et *al.*, (2007)** ont signalé que les mélanges Cèdre – Chêne vert sont moins exposés aux risques de dépérissement. De plus, l'élimination des feuillus en mélange avec le cèdre dans le cadre d'un aménagement a favorisé l'installation d'un dépérissement massif. En fait, la présence du Chêne vert favorise la régénération du Cèdre et offre un microclimat plus humide. De plus, il a un impact positif sur la concentration de la matière organique, d'azote, de calcium et de potassium, **(DERAK et *al.*, 2008)**.

3. 2. 2. Variabilité du dépérissement en relation avec la densité totale des Cyprès

Par le biais de l'analyse de la variance à un facteur au seuil de signification de 95%, nous avons enregistré une variabilité non significative entre la densité totale des Cyprès et le dépérissement **(Tableau 50)**.

Tableau 50: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec la densité totale des Cyprès au seuil de signification de 95%.

	F	F critique	Signification
Taux de dépérissement	1. 98756701	1. 56789342	Non signification
Indice sanitaire	0. 56904321	2. 10874390	Non signification

3. 2. 3. Variabilité du dépérissement en relation avec la circonférence moyenne

Par le biais d'une analyse de la variance à un facteur au seuil de signification 95%, nous enregistrons que le taux de dépérissement et l'indice sanitaire présentent une variabilité significative en rapport avec la circonférence moyenne dans la mesure où la valeur de « F » est supérieure à « F » critique **(Tableau 51)**.

Tableau 51: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec la circonférence moyenne au seuil de signification de 95%.

	F	F critique	Signification
Taux de dépérissement	4. 02654980	2. 19846750	Signification
Indice sanitaire	6. 58900137	4. 01798532	Signification

Nous observons aussi, que le taux de dépérissement est faible chez les tiges à faibles grosseurs (moins de 0,85 m) où il ne dépasse pas 10%. En revanche leur état sanitaire est fortement détérioré

(IS = 3.31). En fait, l'état sanitaire des peuplements s'améliore chez les tiges à grosseurs maximales (plus de 1.5 m), donc dotés d'une croissance beaucoup plus meilleure. Par ailleurs l'indice sanitaire de 2. 19 relatif aux peuplements en début de dépérissement confirme ce constat.

3. 2. 4. Variabilité du dépérissement en relation avec la circonférence dominante

L'analyse de la variance à un facteur au seuil de signification de 95% montre une différence non significative entre le dépérissement et les circonférences dominantes **(Tableau 52)**.

Tableau 52: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec la circonférence dominante au seuil de signification de 95%.

	F	F critique	Signification
Taux de dépérissement	1. 76821320	3. 06610838	Non signification
Indice sanitaire	0. 77219083	1. 22109241	Non signification

3. 2. 5. Variabilité du dépérissement en relation avec la hauteur totale moyenne

Par le biais d'une analyse de la variance au seuil de signification de 95%, une variabilité non significative est signalée entre la hauteur totale des Cyprès et le dépérissement **(Tableau 53)**.

La classe de hauteurs totales moyennes de 16 à 20 m est celle où le taux de dépérissement est le plus élevé (37.07 %).

Tableau 53: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec la hauteur totale moyenne au seuil de signification de 95%.

	F	F critique	Signification
Taux de dépérissement	0. 06795432	2. 5989503	Non signification
Indice sanitaire	0. 84532901	3. 01765239	Non signification

3. 2. 6. Variabilité du dépérissement en relation avec la hauteur dominante

Le **Tableau 54** présente les résultats de l'analyse de la variance à un facteur au seuil de signification de 95% du dépérissement en rapport avec la hauteur dominante. Il indique une variabilité non significative pour le taux de dépérissement (valeur de F est inférieure à F critique). Le taux de dépérissement est faible (17%) dans la catégorie de 11 à 15 m, soit celle des hauteurs dominantes moyennes.

De même, nous enregistrons une variabilité significative entre l'indice sanitaire entre le dépérissement et les classes de hauteurs dominantes. En fait, les peuplements les moins

vigoureux sont ceux à hauteurs dominantes faibles, soit celles de moins de 11 m. En revanche, l'état sanitaire est meilleure chez les peuplements de 11 à 19 m, soit celles de hauteurs dominantes moyennes.

Tableau 54: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec la hauteur dominante au seuil de signification de 95%.

	F	F critique	Signification
Taux de dépérissement	2. 3400198	3. 90127864	Non signification
Indice sanitaire	3. 10367530	3. 03261209	Signification

3. 2. 7. Variabilité du dépérissement en relation avec la surface terrière totale

Le taux de dépérissement et l'indice sanitaire présentent une variabilité non significative en rapport avec la surface terrière totale des peuplements de Cyprès. Les résultats de l'analyse de la variance à un facteur au seuil de signification de 95% confirment ce constat **(Tableau 55)**.

Tableau 55: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec la surface terrière totale au seuil de signification de 95%.

	F	F critique	Signification
Taux de dépérissement	0. 80620457	3. 00165320	Non signification
Indice sanitaire	1. 02168322	3. 05001127	Non signification

La répartition du taux de dépérissement à travers les classes de surfaces terrières totales montre que la classe de 39 à 49 m^2/ha est la plus touchée par le dépérissement avec un taux de 31%.

3. 2. 8. Variabilité du dépérissement en relation avec la surface de houppiers

Par le biais d'une analyse de la variance à un facteur au seuil de signification de 95%, nous enregistrons une variabilité non significative entre le taux de dépérissement et la surface des houppiers des Cyprès. Par contre, l'indice sanitaire varie significativement **(Tableau 56)**.

Nous constatons que l'état sanitaire s'améliore chez les tiges présentant des houppiers à surfaces maximales. Les tiges bénéficiant d'un espace suffisant présentent une extension maximale de leurs houppiers.

Tableau 56: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec la surface de houppiers au seuil de signification de 95%.

	F	F critique	Signification
Taux de dépérissement	2. 45899021	4. 01897564	Non signification
Indice sanitaire	4. 00213485	3. 50012679	Signification

3. 2. 9. Variabilité du dépérissement en relation avec le volume de houppiers

L'analyse de la variance à un facteur au seuil de signification de 95%, montre un effet non significatif des classes de volumes de houppiers sur le taux de dépérissement et l'indice sanitaire **(Tableau 57)**.

Tableau 57: Analyse de la variance du dépérissement du Cyprès en rapport avec le volume de houppiers au seuil de signification de 95%.

	F	F critique	Signification
Taux de dépérissement	1. 11002310	2. 02317710	Non signification
Indice sanitaire	0. 42780802	1. 66845122	Non signification

4. Rôle des insectes dans le dépérissement du Cyprès vert

4. 1. Composition du peuplement entomologique

4. 1. 1. Liste globale

Les différents procédés de piégeage que nous avons mis en place dans les trois stations nous ont permis de récolter 3632 spécimens regroupés en 61 espèces appartenant à 8 ordres systématiques et 29 familles **(Tableau 58)**.

Tableau 58 : Liste des insectes inventorié obtenus par les quatre méthodes de piégeage dans les trois stations d'étude. M. C: méthode de capture; St 1: stattion EL Mahsar; ST 2: station Had Sebabna; St 3: station Acherrab; R. A: régime alimentaire ; P. R : prélèvement des rameaux feuillés ; P. C : prélèvement des cônes ; P. V : piège-vitre ; A. P : arbres- piège ; Xyl : xylophage ; Pré : prédateur ; Déf : défoliateur ; Con : conophage ; Opo : opophage ; Par : parasite ; Gal : gallicole.

Espèce	Effectif					
	M. C	St 1	St 2	St 3	Total	R. A
Coleoptera						
Scolytidae						
Scolytus sp (Guerin, 1847)	A. P	132	88	76	296	Xyl

Rapport-Gratuit.com

Cryphalus sp (Eichhoff, 1878)	A. P	67	39	45	151	Xyl
Xyloborus dryographus (Ratzeburg, 1837)	A. P	23	19	0	42	Xyl
Crypturgus sp (Eichhoff, 1878)	A. P	19	0	23	42	Xyl
Phloesinus aubei (Perris, 1855)	P. V	10	9	3	22	Xyl
0rthotomicus erosus (Wollaston, 1857)	A. P	2	3	0	5	Xyl
Pissodes sp (Germar, 1817)	P. V	55	47	19	121	Xyl
Pityokteines curvidens (Germar, 1817)	P. V	66	21	9	96	Xyl
Pityokteines spinidens (Reitter, 1894)	P. V	30	41	0	71	Xyl
Xyloterus sp (Oliver, 1795)	A. P	12	10	25	47	Xyl
Anobiidae						
Ernobius cupressi (Chobaut, 1899)	P. C	73	27	46	146	Con
Ernobium sp (Thomson, 1859)	P. R	23	12	0	35	Déf
Buprestidae						
Anthaxia sp (Fabricius, 1787)	A. P	45	22	8	75	Xyl
Nanodiscus trnaversus (Aubé, 1850)	P. C	65	0	21	86	Con
Melanophila marmottani (Fairmaire, 1868)	A. P	12	9	18	39	Xyl
Scintllatrix rutilans (Fabricius, 1777)	A. P	25	36	13	74	Xyl
Habroloma sp (Thomson, 1864)	P. R	12	32	10	54	Déf
Acmaeodera degener (Scopoli, 1763)	A. P	14	0	19	33	Xyl
Curculiondae						
Magdalis sp (Gyllenhal, 1827)	A. P	21	17	10	48	Xyl
Sitona discoideus (Gyllenhaal, 1834)	P. V	31	23	45	99	Xyl
Larinus sturnus (Schaller, 1783)	A. P	19	10	25	54	Xyl
Cerambycidae						
Icosium sp (Lucas, 1854)	A. P	17	27	33	77	Xyl
Alocerus moesiacus (Frivaldsky, 1838)	P. V	25	76	9	110	Xyl
Tetropium sp (Fabricius, 1787)	A. P	41	49	86	176	Xyl
Arhopalus sp (Audinet-Serville, 1834)	P. V	22	18	10	50	Xyl
Hylotrupes sp (Linnaeus, 1758)	P. V	23	0	22	45	Xyl
Coccinellidae						
Coccinella septempunctata (Linné, 1758)	P. V	31	17	19	67	Pré
Oenopia lyncea (Olivier, 1808)	P. V	10	22	15	47	Pré
Carabidae						

Carabus violaceus (Linnaeus, 1758)	P. V	24	15	11	50	Pré
Carabus morbullosus (Fabricius, 1792)	P. V	56	32	10	98	Pré
Calodromius bifasciatus (Dejean, 1825)	P. V	15	27	16	58	Pré
Chrysomelidae						
Clytus sp (Linnaeus, 1758)	P. V	21	19	8	48	Xyl
Aphodiidae						
Esp 1	P. R	17	10	4	31	Déf
Dermestidae						
Attagenus trifasciatus (Fabricius, 1787)	P. V	13	17	6	36	Pré
Dastydae						
Esp 2	P. R	11	7	0	18	Déf
Scarabaeidae						
Scarabaeus sp (Linnaeus, 1558)	A. P	12	13	7	32	Xyl
Tenebrionidae						
Tenebrio obscurus (Fabricius, 1792)	A. P	21	16	11	48	Xyl
Pimelia servillei (Linnaeus, 1758)	P. V	18	9	10	37	Pré
Corticeus sp (Wollaston, 1867)	P. V	17	22	19	58	Pré
Hemiptera						
Lygaeidae						
Spilostethus pandurus (Scopoli, 1763)	P. V	14	12	10	36	Pré
Nysius cynoides (Bergroth, 1891)	P. V	21	17	7	45	Opo
Orsillus maculatus (Fieber, 1861)	P. C	22	12	8	42	Con
Lepidoptera						
Tortricidae						
Acleris undulana (Walsigham, 1999)	P. R	32	19	21	72	Déf
Epinotia algeriensis (Chambon, 1990)	P. V	35	0	10	45	Déf
Pseudococcyx tessulatana (Staudinger, 1871)	P. C	37	5	9	51	Con
Gelechiidea						
Brachyacma oxycedrella (Millière, 1871)	P. C	9	8	5	22	Con
Thaumetopoidae						
Thaumetpoea pityocampa (Sciff, 1775)	P. V	13	9	11	33	Déf
Ponomeutidae						
Argyresthia sp	P. V	16	4	6	26	Déf

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Homoptera						
Aphididae						
Cedrobium laportei (Remaudière, 1954)	P. R	10	6	9	25	Opo
Cinara cupressi (Mimeur, 1935)	P. R	14	0	8	22	Opo
Diaspididae						
Carulaspis minima (Borchsenius, 1949)	P. C	16	0	10	26	Con
Hymenoptera						
Torymidae						
Megastigmus wachtli (Seitner, 1916)	P. C	13	5	2	20	Con
Formicidae						
Formica rufa (Linnaeus, 1758)	P. R	45	51	33	129	Pré
Siricidae						
Urocerus sp (Linnaeus, 1758)	P. R	14	16	9	39	Gal
Xeris sp (Linnaeus, 1758)	P. R	10	13	2	25	Gal
Braconidae						
Esp 3	P. V	5	2	1	8	Par
Orussidae						
Esp 4	P. V	3	6	0	9	Par
Dermaptera						
Forficulidae						
Forficula auricularia (Linnaeus, 1758)	A. P	41	38	29	108	Pré
Orthoptera						
Blattidae						
Laboptera sp (Brunnervon-W, 1758)	P. V	33	0	24	57	Déf
Gryllidae						
Grylus compestris (Linnaeus, 1758)	A.P	11	7	9	27	Pré
Mantoptera						
Mantidae						
Mantis religiosa (Linnaeus, 1758)	P. V	22	10	11	43	Pré
Total		**1586**	**1101**	**945**	**3632**	

La faune entomologique du Cyprès constitue un domaine pratiquement inexploré dans le Nord de l'Afrique et en Algérie en particulier, seuls quelques travaux fragmentaires ou des signalements d'espèces : **EL HASSANI (1984)**, **BOUAZIZ (1993)**, **BOUAZIZ et**

CHKALI (1998), **BENJAMAA et ROQUES (1999)**, **EL ALAOUI EL FELS (1999), BENJAMAA (2002, 2004, 2005)**. Bien que ces travaux offrent des données de base utiles, mais demeurent incomplètes.

Cet inventaire, purement indicatif, ne donne qu'une première liste bien incomplète de l'entomofaune associée au Cyprès vert de la région des Traras Occidentaux, qui est certainement d'une grande richesse, et ce en raison de la courte durée d'étude. En effet, la faune entomologique inféodée au Cyprès vert de la région, n'a jamais fait l'objet dans sa globalité d'une exploration très poussée, pour des raisons diverses.

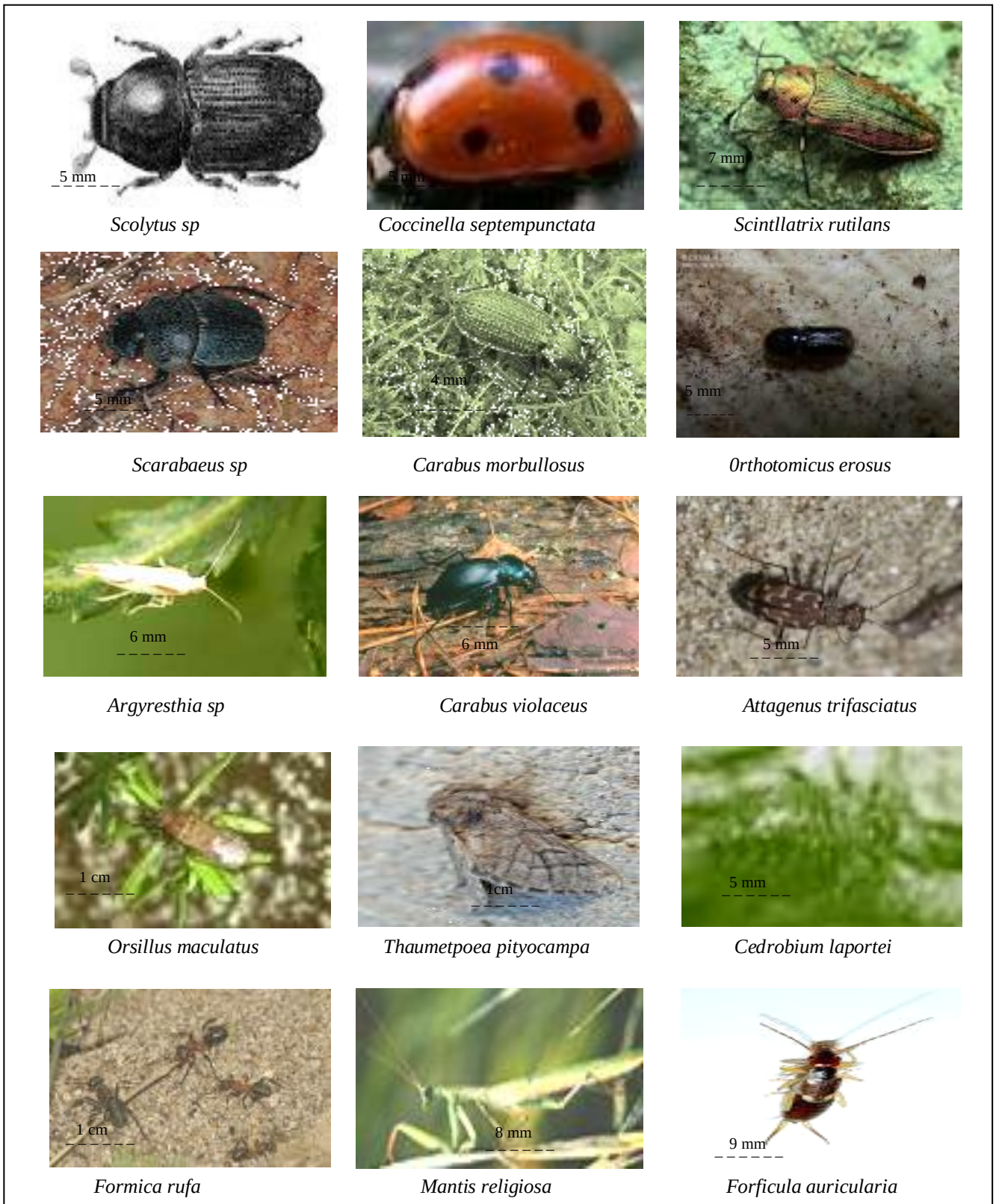


Figure 88 : Photographies de quelques espèces recensées dans la zone d'étude (Originale)

4. 1. 2. Répartition des spécimens par ordre systématique

La lecture du **Tableau 58** démontre que les Coléoptères occupent le premier rang avec 39 espèces, soit un taux de 63% des insectes inventoriés. Les Lépidoptères et les Hyménoptères viennent en deuxième rang avec 6 espèces pour chacun soit un taux de 10%. En troisième position, nous trouvons les Hémiptères et les Homoptères qui sont représentés par 3 espèces pour chaque ordre, soit 5% du total des insectes inventoriés. Les Orthoptères sont présents avec 2 espèces et un taux de 3%. Les Dermaptères et les Mantoptères viennent en dernier rang et sont représentés par 1 espèce pour chacun, soit 2% du total des insectes piégés **(Fig. 89)**.

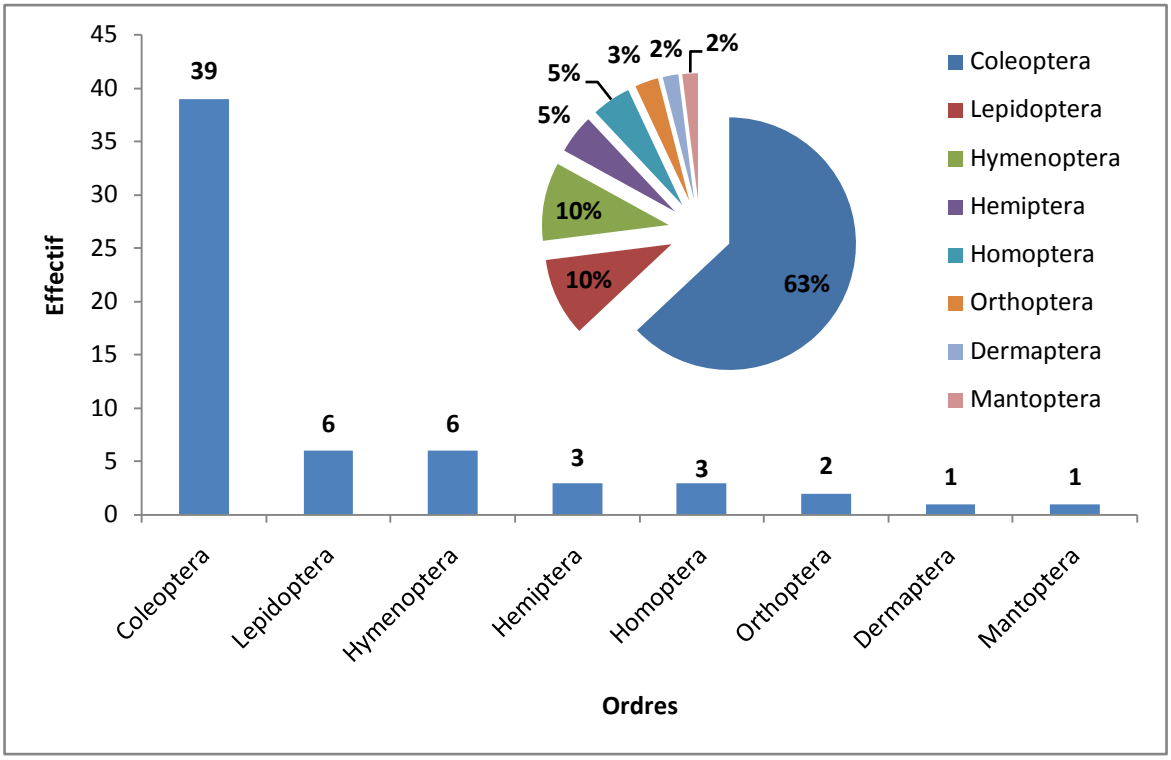


Figure 89 : Répartition des insectes capturés par ordre systématique

4. 1. 2. 1. Ordre des Coléoptères

L'ordre des Coléoptères est le plus représenté dans notre inventaire avec 39 espèces. Celles-ci répartissent entre 13 familles représentées dans la **Figure 90**.

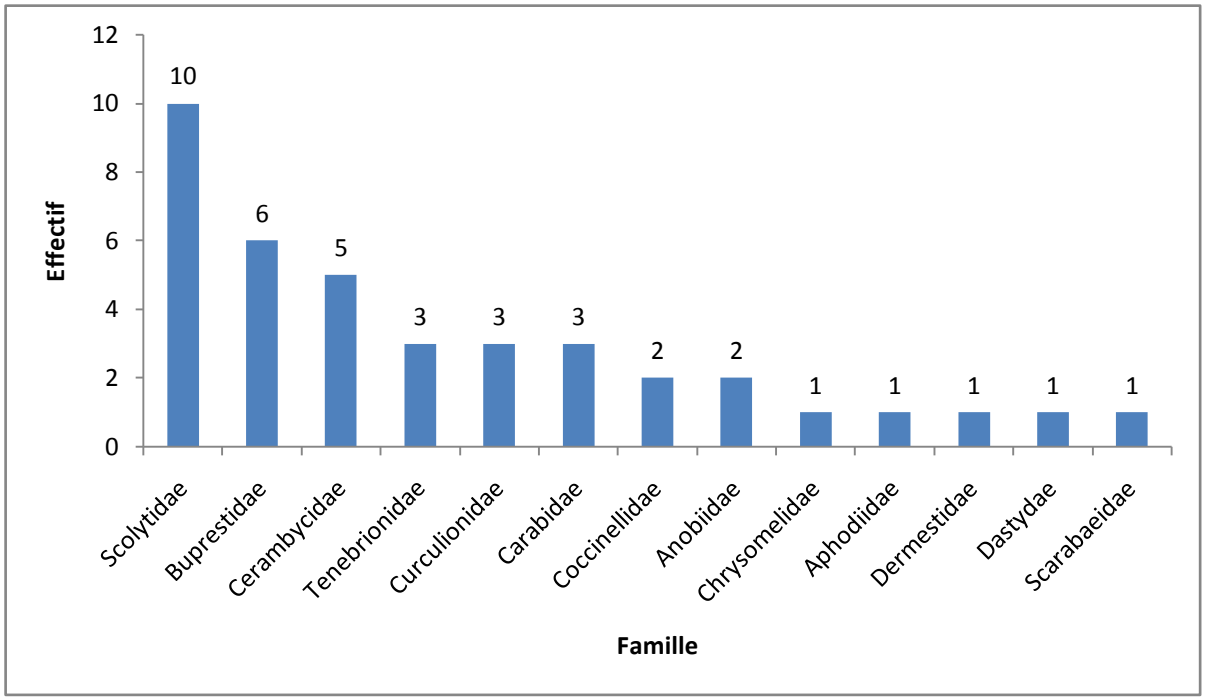


Figure 90 : Répartition des Coléoptères par famille

A travers cette figure, nous remarquons que la famille des *Scolytidae* est la plus riche avec 10 espèces soit un taux de 26%. Ces espèces sont regroupées en 9 genres, dont le genre *Pityokteines* comporte 2 espèces *Pityokteines curvidens* (Germar, 1817) et *Piyokteines spinidens* (Reitter, 1894). Les autres genres sont représentés par *Scolytus*, *Cryphalus*, *Xyloborus*, *Crypturgus*, *Phloesinus*, *0rthotomicus*, *Pissodes*, *Xyloterus*.

Le second rang, nous trouvons la famille des *Buprestidae* avec 6 espèces, soit 15% du total. Cette famille est représentée par 4 genres xylophages *Anthaxia*, *Melanophila*, *Scintllatrix*, *Acmaeodera*. Les deux autres genres sont représentés par un conophage *Nanodiscus* et un défoliateur *Habroloma*.

La troisième position avec 5 espèces (13%) est occupée par la famille des *Cerambycidae*. Elle compte 5 genres xylophages *Icosium*, *Alocerus*, *Tetropium*, *Arhopalus*, *Hylotrupes*.

La famille des *Tenebrionidae*, *Curculionidae* et *Carabidae* viennent en quatrième rang avec 3 espèces, soit un taux de 7% pou chacune.

Les 7 autres familles restantes, comptent 1 à 2 espèces.

4. 1. 2. 2. Ordre des Lépidoptères et Hyménoptères

L'ordre des Lépidoptères et Hyménoptères se classent en deuxième rang contenant 6 espèces pour chacun. Le premier compte 4 familles **(Fig. 91)** et le deuxième 5 familles **(Fig. 92)**.

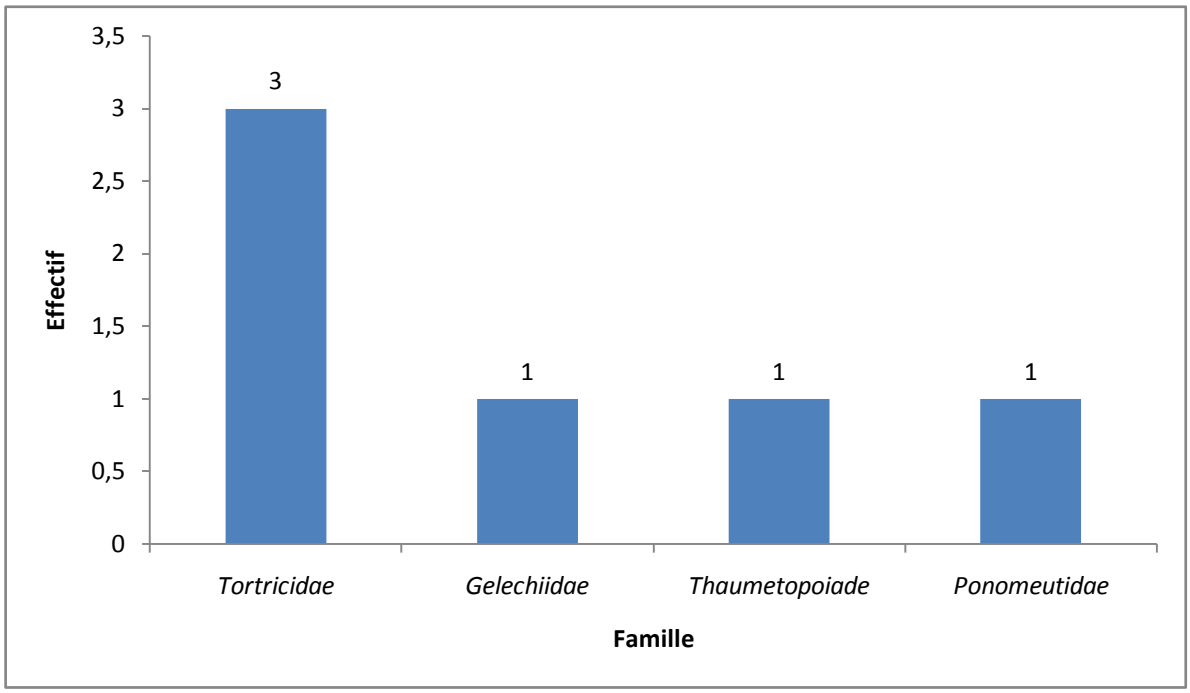


Figure 91 : Répartition des Lépidoptères par famille

La lecture de cette figure montre que la famille des *Tortricidae* est plus représentative avec 3 espèces (50%). Ces espèces appartiennent à 3 genres *Acleris*, *Epinotia* et *Pseudococcyx*. Avec une seule espèce (16%), les familles *Gelechiidea*, *Thaumetopoidae* et *Ponomeutidae* occupent la seconde position, représentées par les genres respectivement *Brachyacma*, *Thaumetpoea* et *Argyresthia*.

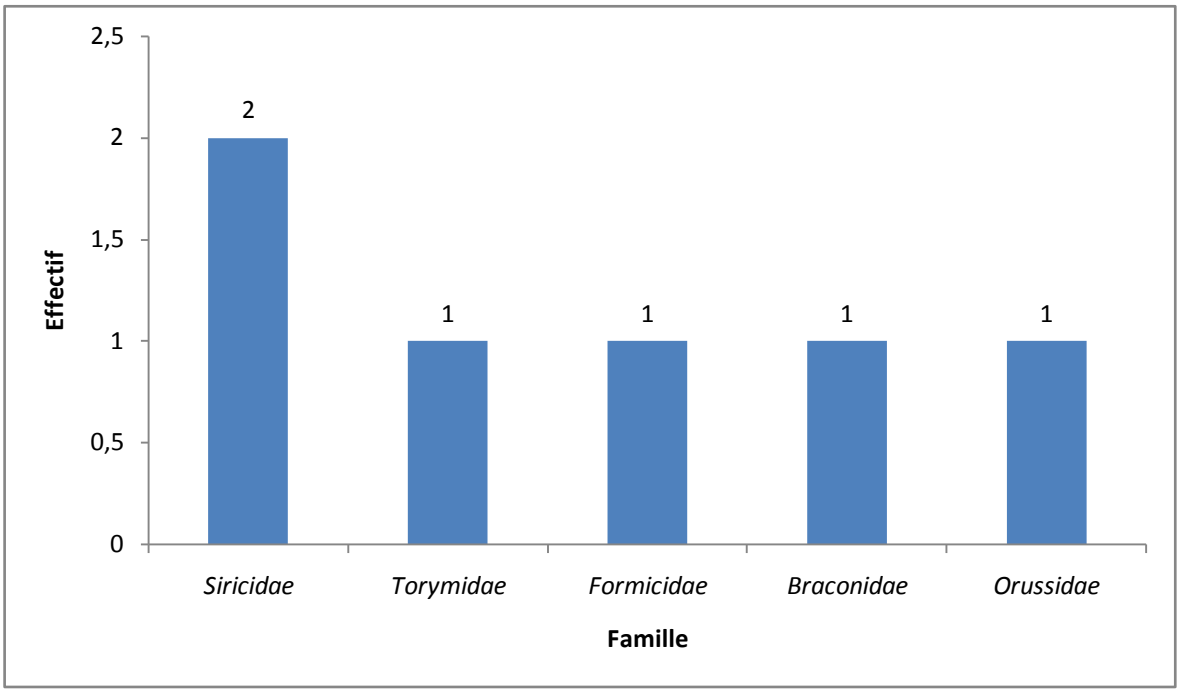


Figure 92 : Répartition des Hyménoptères par famille

D'après la **Figure 92**, les espèces appartenant à l'ordre des Hyménoptères sont réparties en 5 familles. La famille des *Siricidae* est la plus représentée avec 2 espèces, soit 33% du total des Hyménoptères. Parmi elles, nous citons le genre *Urocerus* et *Xeris*. Avec une seule espèce représentative (16%), les familles *Torymidae*, *Formicidae*, *Braconidae* et *Orussidae* viennent en dernier dont *Megastigmus wachtli*, *Formica rufa*, et 2 espèces non déterminées (Esp 3 et Esp 4).

4. 1. 2. 3. Ordre des Homoptères et Orthoptères

L'ordre des Homoptères et Orthoptères regroupent pour l'instant 2 familles pour chacun. Le premier compte une famille plus représentative (70%) *Aphididae* avec 2 espèces opophages *Cedrobium laportei* et *Cinara cupressi*. Les *Diaspididae* sont représentés par une seule espèce (30%) conophage *Carulaspis minima*. Le second ordre compte 2 familles, *Blattidae* et *Gryllidae* représentées respectivement par *Laboptera sp* et *Grylus compestris*. **(Fig. 93** et **94)**.

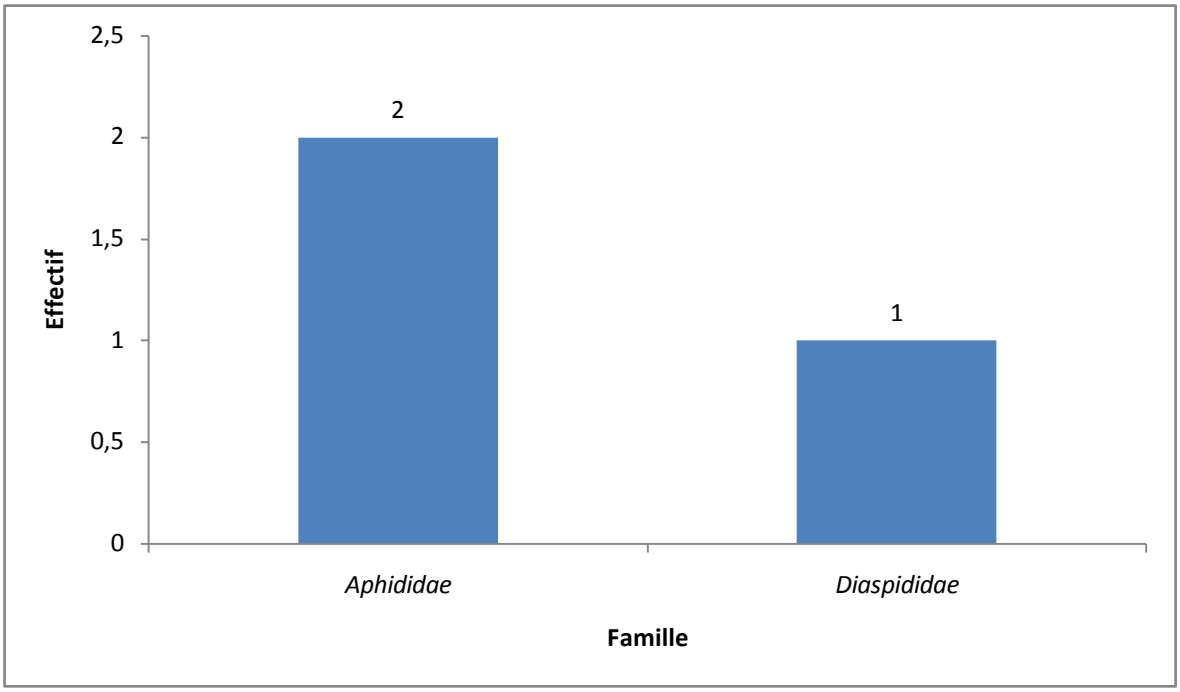


Figure 93 : Répartition des Homoptères par famille

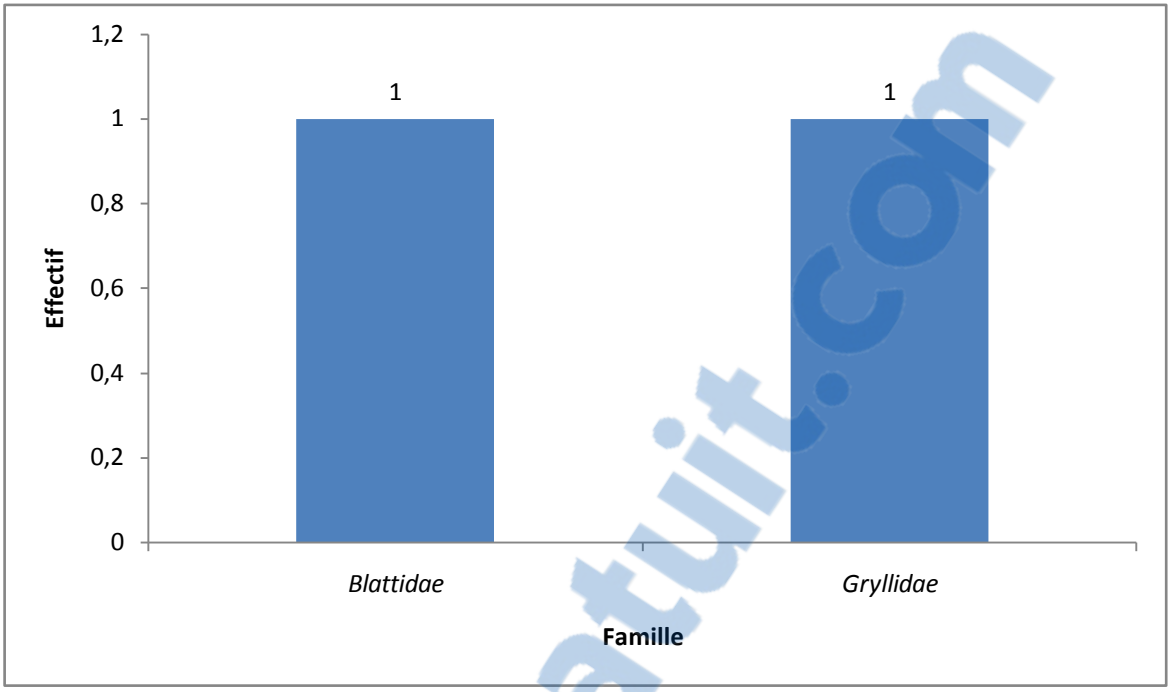


Figure 94 : Répartition des Orthoptères par famille

4. 1. 2. 4. Ordre des Hémiptères, Dermaptères et Mantoptères

Ces ordres sont représentés par une seule famille. Les Hémiptères sont présents avec la famille des *Lygaeidae* qui regroupe 3 espèces *Spilostethus pandurus*, *Nysius cynoides* et *Orsillus maculatus*, les Dermaptères par celle des *Forficulidae* dont l'espèce *Forficula auricularia* et les Mantoptères dont les *Mantidae* avec l'espèce *Mantis religiosa*.

4. 1. 3. Distribution des spécimens par aptitude trophique

Les espèces recensées sont réparties selon leur aptitude trophique en 7 catégories **(Fig. 95)**.

Rapport-Gratuit.com

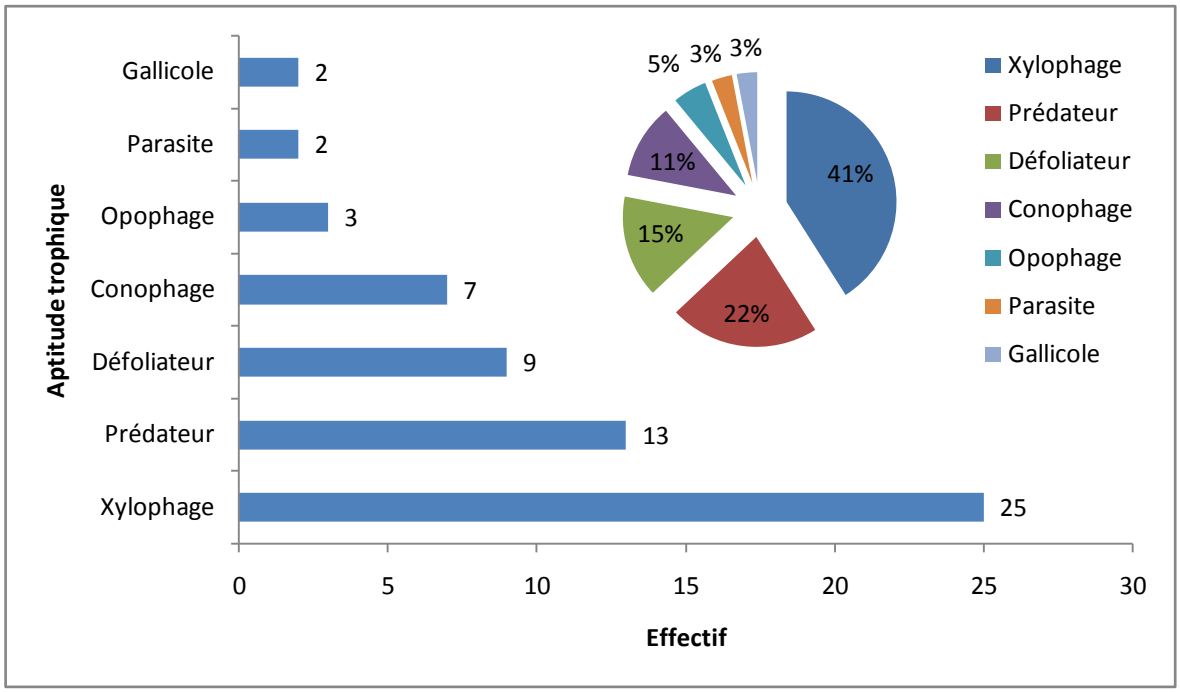


Figure 95 : Distribution des spécimens par aptitude trophique

A travers cette figure, nous remarquons que les insectes xylophages qui consomment le bois sont les plus dominants et totalisent 25 espèces, ce qui représente un taux de 41%. Cette catégorie regroupe toutes les espèces qui se développent dans le bois en voie de décomposition dont les *Scarabaeidae* (*Scarabaeus sp*) et les insectes xylophages qui se nourrissent du bois sain ou vivant tels que *Orthotomicus erosus*, *Piyokteines sp*, *Scolytus sp*, *Phloesinus aubei*, *Scintillatrix rutilans*, *Anthaxia sp*, *Pissodes sp* et *Icosium sp*. *Orthotomicus erosus* provoque un dépérissement important du pin d'Alep dans la région de Djelfa **(BOURAGBA, 2002)**. **BELAHBIB (2004)** a signalé en Tunisie le rôle qu'a joué *Phloesinus aubei* dans le dépérissement du Cyprès vert. Certaines espèces récoltés contribuent aussi au dépérissement du Cèdre, c'est le cas de *Scolytus sp* et *Anthaxia sp* dans la région de Batna **(BEGHAMI, 2010)**. *Piyokteines sp* et *Pissodes sp*, deux espèces sous corticaux ont été détectées sur Sapin en France **(D. S. F, 2004)**.

Les auxiliaires viennent en second rang avec 15 espèces dont 13 prédateurs (22%) et 2 parasites (3%). Ces espèces sont représentées par les *Coccinellidae* (*Coccinella septempunctata*, *Oenopia lyncea*), les *Carabidae* (*Carabus violaceus*, *Carabus morbullosus*, *Calodromius bifasciatus*), les *Dermestidae* (*Attagenus trifasciatus*), les *Tenebrionidae* (*Pimelia servillei*, *Corticeus sp*), les *Lygaeidae* (*Spilostethus pandurus*), les *Formicidae* (*Formica rufa*), les *Braconidae* (Esp 3 non déterminée), les *Orussidae* (Esp 4 non déterminée), les *Forficulidae* (*Forficula auricularia*), les *Gryllidae* (*Grylus compestris*) et les *Mantidae* (*Mantis religiosa*).

Les insectes défoliateurs qui s'alimentent du feuillage (aiguilles), occupent le troisième rang avec 9 espèces, soit un taux de 15%, dont *Ernobium sp*, *Habroloma sp*, *Acleris undulana*, *Epinotia algeriensis*, *Thaumetpoea pityocampa*, *Argyresthia sp*, *Laboptera sp* et 2 espèces non déterminées.

Les conophages, attaquent les cônes, nous comptons 7 espèces réparties en 7 familles dont les *Anobiidae* (*Ernobius cupressi)***,** les *Buprestidae* (*Nanodiscus trnaversus*), les *Lygaeidae* (*Orsillus maculatus*), les *Tortricidae*, (*Pseudococcyx tessulatana*), les *Gelechiidea* (*Brachyacma oxycedrella*), les *Diaspididae* (*Carulaspis minima*), les *Torymidae* (*Megastigmus wachtli*). La plus part des ces espèces ont été signalées aussi au Maroc **(EL ALAOUI EL FELS, 1999)**, en Tunisie **(BENJAMAA et ROQUES, 1999)** et en France **(ROQUES, 1998)**.

Les opophages sont important car en suçant la sève, ils brûlent les aiguilles provoquent un flétrissement de l'arbre. Ils sont présents avec 3 espèces soit un taux de 5%. Ils sont représentés par les *Lygaeidae* (*Nysius cynoides*) et les *Aphididae* (*Cedrobium laportei* et *Cinara cupressi*). **DOUMANDJI et *al.*, (2003)** ont détecté *Nysius cynoides* sur les jeunes plants de l'olivier dans la région de Batna.

Les insectes gallicoles qui causent la formation des galles au niveau feuilles ou des rameaux sont présents avec 2 espèces *Urocerus sp* et *Xeris sp*.

4. 1. 4. Distribution des spécimens par type de piégeage

Selon le **Tableau 58**, Durant notre étude 3632 individus ont été récoltés par quatre méthodes de piégeage et ceci pendant sept mois d'échantillonnage. Parmi ceux-ci 1415 individus (26 espèces) capturés par les pièges-vitres, 1374 individus (18 espèces) par des arbres-piège, 450 individus (10 espèces) par la méthode de prélèvement des rameaux et en fin, 393 individus (7 espèces) par la méthode de prélèvement des cônes **(Fig. 96)**. Nous constatons que les pièges-vitres semblent les plus performants et plus sélectifs envers la capture des insectes dans notre étude.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

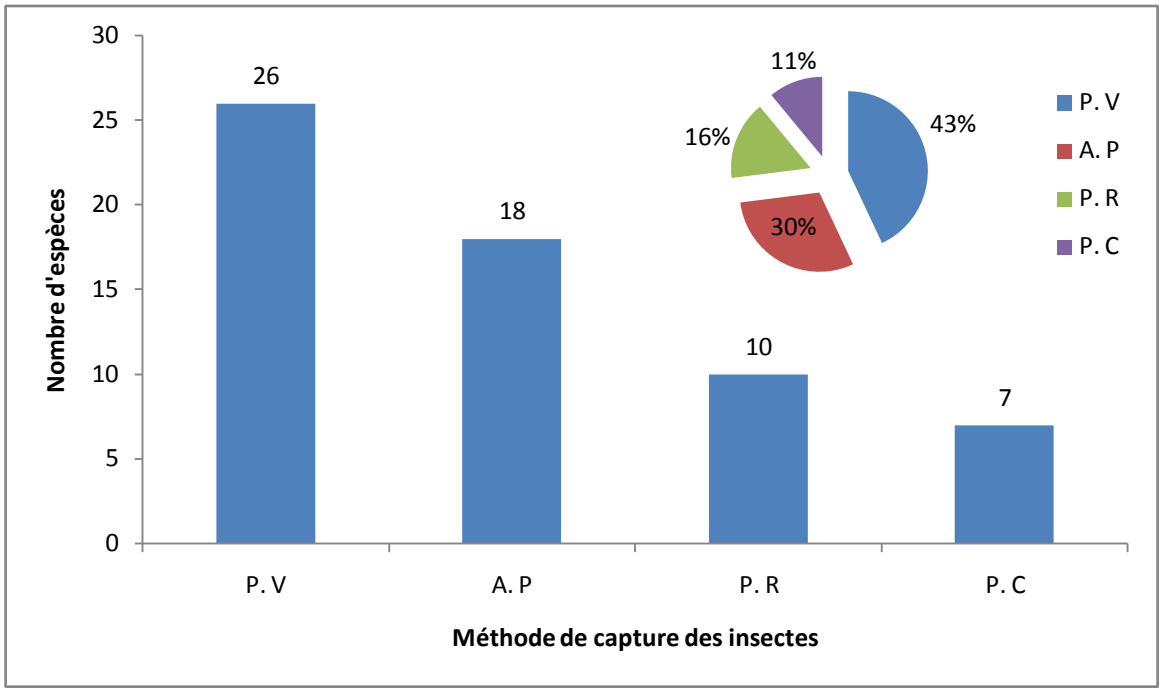


Figure 96 : Distribution des spécimens par type de piégeage

4. 1. 5. Distribution des spécimens par station

Du point de vue stationnel, nous notons une abondance relative des spécimens très importante à El Mahsar qu'à Had Sebabna et Acherrab, avec 44% à El Mahsar contre 30% à Had Sebabna et 26% à Acherrab **(Fig. 97)**.

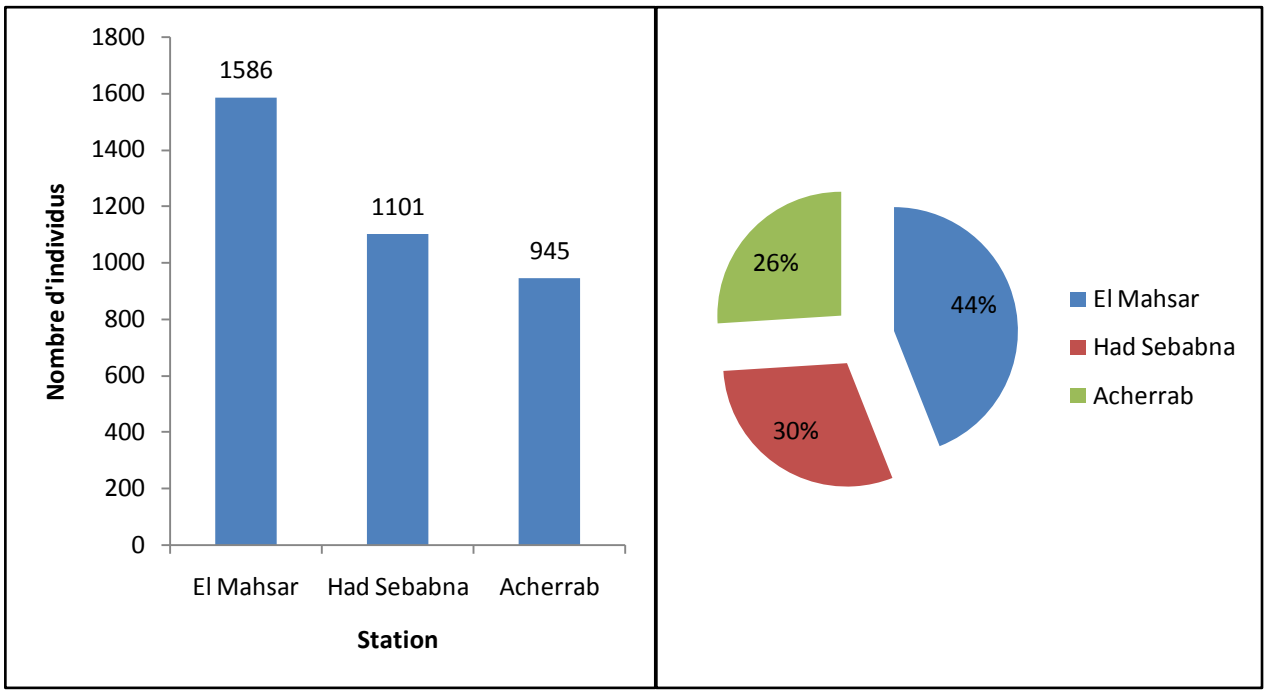


Figure 97 : Distribution des spécimens par station

4. 2. Exploitation du peuplement entomologique par des indices écologiques et analyse factorielle des correspondances (A.F.C)

Les différents insectes récoltés sont exploités par des indices écologiques de composition, de structure et en fin par la méthode statistique A. F. C.

4. 2. 1. Exploitation du peuplement entomologique par des indices écologiques

4. 2. 1. 1. Fréquence d'occurrence

La fréquence d'occurrence calculée pour les espèces capturées dans les trois stations d'étude est consignée dans le **Tableau 59**.

Tableau 59 : Fréquence d'occurrence et la constance des espèces

ni : nombre d'individus ; A : espèce accidentelle ; R : espèce rare ; ni : nombre d'individus ; C% : fréquence d'occurrence ; Cat : catégorie d'espèces

Espèce	Effectif / Station											
	El Mahsar				Had Sebabna				Acherrab			
	ni	ni/N	C%	Cat	ni	ni/N	C%	Cat	Ni	ni/N	C%	Cat
Scolytus sp	132	0,08	8,3	A	88	0,08	8,0	A	76	0,08	8,0	A
Cryphalus sp	67	0,04	4,2	R	39	0,04	3,5	R	45	0,05	4,8	R
Xyloborus dryographus	23	0,01	1,5	R	19	0,02	1,7	R	0	0,00	0,0	R
Crypturgus sp	19	0,01	1,2	R	0	0	0,0	R	23	0,02	2,4	R
Phloesinus aubei	10	0,01	0,6	R	9	0,01	0,8	R	3	0,00	0,3	R
0rthotomicus erosus	2	0	0,1	R	3	0	0,3	R	0	0,00	0,0	R
Pissodes sp	55	0,03	3,5	R	47	0,04	4,3	R	19	0,02	2,0	R
Pityokteines curvidens	66	0,04	4,2	R	21	0,02	1,9	R	9	0,01	1,0	R
Piyokteines spinidens	30	0,02	1,9	R	41	0,04	3,7	R	0	0,00	0,0	R
Xyloterus sp	12	0,01	0,8	R	10	0,01	0,9	R	25	0,03	2,6	R
Ernobius cupressi	73	0,05	4,6	R	27	0,02	2,5	R	46	0,05	4,9	R
Ernobium sp	23	0,01	1,5	R	12	0,01	1,1	R	0	0,00	0,0	R
Anthaxia sp	45	0,03	2,8	R	22	0,02	2,0	R	8	0,01	0,8	R
Nanodiscus trnaversus	65	0,04	4,1	R	0	0	0,0	R	21	0,02	2,2	R
Melanophila marmottani	12	0,01	0,8	R	9	0,01	0,8	R	18	0,02	1,9	R
Scintllatrix rutilans	25	0,02	1,6	R	36	0,03	3,3	R	13	0,01	1,4	R
Habroloma sp	12	0,01	0,8	R	32	0,03	2,9	R	10	0,01	1,1	R
Acmaeodera degener	14	0,01	0,9	R	0	0	0,0	R	19	0,02	2,0	R
Magdalis sp	21	0,01	1,3	R	17	0,02	1,5	R	10	0,01	1,1	R
Sitona discoideus	31	0,02	2,0	R	23	0,02	2,1	R	45	0,05	4,8	R
Larinus sturnus	19	0,01	1,2	R	10	0,01	0,9	R	25	0,03	2,6	R
Icosium sp	17	0,01	1,1	R	27	0,02	2,5	R	33	0,03	3,5	R
Alocerus moesiacus	25	0,02	1,6	R	76	0,07	6,9	A	9	0,01	1,0	R
Tetropium sp	41	0,03	2,6	R	49	0,04	4,5	R	86	0,09	9,1	A

Arhopalus sp	22	0,01	1,4	R	18	0,02	1,6	R	10	0,01	1,1	R
Hylotrupes sp	23	0,01	1,5	R	0	0	0,0	R	22	0,02	2,3	R
C. septempunctata	31	0,02	2,0	R	17	0,02	1,5	R	19	0,02	2,0	R
Oenopia lyncea	10	0,01	0,6	R	22	0,02	2,0	R	15	0,02	1,6	R
Carabus violaceus	24	0,02	1,5	R	15	0,01	1,4	R	11	0,01	1,2	R
Carabus morbullosus	56	0,04	3,5	R	32	0,03	2,9	R	10	0,01	1,1	R
Calodromius bifasciatus	15	0,01	0,9	R	27	0,02	2,5	R	16	0,02	1,7	R
Clytus sp	21	0,01	1,3	R	19	0,02	1,7	R	8	0,01	0,8	R
Esp 1	17	0,01	1,1	R	10	0,01	0,9	R	4	0,00	0,4	R
Attagenus trifasciatus	13	0,01	0,8	R	17	0,02	1,5	R	6	0,01	0,6	R
Esp 2	11	0,01	0,7	R	7	0,01	0,6	R	0	0,00	0,0	R
Scarabeus sp	12	0,01	0,8	R	13	0,01	1,2	R	7	0,01	0,7	R
Tenebrio obscurus	21	0,01	1,3	R	16	0,01	1,5	R	11	0,01	1,2	R
Pimelia servillei	18	0,01	1,1	R	9	0,01	0,8	R	10	0,01	1,1	R
Corticeus sp	17	0,01	1,1	R	22	0,02	2,0	R	19	0,02	2,0	R
Spilostethus pandurus	14	0,01	0,9	R	12	0,01	1,1	R	10	0,01	1,1	R
Nysius cynoides	21	0,01	1,3	R	17	0,02	1,5	R	7	0,01	0,7	R
Orsillus maculatus	22	0,01	1,4	R	12	0,01	1,1	R	8	0,01	0,8	R
Acleris undulana	32	0,02	2,0	R	19	0,02	1,7	R	21	0,02	2,2	R
Epinotia algeriensis	35	0,02	2,2	R	0	0	0,0	R	10	0,01	1,1	R
Pseudococcyx tessulatana	37	0,02	2,3	R	5	0	0,5	R	9	0,01	1,0	R
Brachyacma oxycedrella	9	0,01	0,6	R	8	0,01	0,7	R	5	0,01	0,5	R
Thaumetpoea pityocampa	13	0,01	0,8	R	9	0,01	0,8	R	11	0,01	1,2	R
Argyresthia sp	16	0,01	1,0	R	4	0	0,4	R	6	0,01	0,6	R
Cedrobium laportei	10	0,01	0,6	R	6	0,01	0,5	R	9	0,01	1,0	R
Cinara cupressi	14	0,01	0,9	R	0	0	0,0	R	8	0,01	0,8	R
Carulaspis minima	16	0,01	1,0	R	0	0	0,0	R	10	0,01	1,1	R
Megastigmus wachtli	13	0,01	0,8	R	5	0	0,5	R	2	0,00	0,2	R
Formica rufa	45	0,03	2,8	R	51	0,05	4,6	R	33	0,03	3,5	R
Urocerus sp	14	0,01	0,9	R	16	0,01	1,5	R	9	0,01	1,0	R
Xeris sp	10	0,01	0,6	R	13	0,01	1,2	R	2	0,00	0,2	R
Esp 3	5	0	0,3	R	2	0	0,2	R	1	0,00	0,1	R
Esp 4	3	0	0,2	R	6	0,01	0,5	R	0	0,00	0,0	R
Forficula auricularia	41	0,03	2,6	R	38	0,03	3,5	R	29	0,03	3,1	R
Laboptera sp	33	0,02	2,1	R	0	0	0,0	R	24	0,03	2,5	R
Grylus compestris	11	0,01	0,7	R	7	0,01	0,6	R	9	0,01	1,0	R
Mantis religiosa	22	0,01	1,4	R	10	0,01	0,9	R	11	0,01	1,2	R

D'après le **Tableau 59** ci-dessus, nous relevons que *Scolytus sp*, *Tetropium sp* et *Alocerus moesiacus* sont des espèces accidentelles. Concernant les autres espèces sont classées comme rare.

4. 2. 1. 2. Abondance relative et densité

Tableau 60 : Abondance relative et densité des insectes inventoriés dans les trois stations.

Ni : nombre d'individus ; Ar (%) : abondance relative : D : densité

Espèce	Effectif / Station								
	El Mahsar			Had Sebabna			Acherrab		
	ni	Ar %	D	ni	Ar %	D	ni	Ar %	D
Scolytus sp	132	8,32	1,32	88	7,99	0,88	76	8,04	0,76
Cryphalus sp	67	4,22	0,67	39	3,54	0,39	45	4,76	0,45
Xyloborus dryographus	23	1,45	0,23	19	1,73	0,19	0	0,00	0,00
Crypturgus sp	19	1,20	0,19	0	0,00	0,00	23	2,43	0,23
Phloesinus aubei	10	0,63	0,10	9	0,82	0,09	3	0,32	0,03
0rthotomicus erosus	2	0,13	0,02	3	0,27	0,03	0	0,00	0,00
Pissodes sp	55	3,47	0,55	47	4,27	0,47	19	2,01	0,19
Pityokteines curvidens	66	4,16	0,66	21	1,91	0,21	9	0,95	0,09
Piyokteines spinidens	30	1,89	0,30	41	3,72	0,41	0	0,00	0,00
Xyloterus sp	12	0,76	0,12	10	0,91	0,10	25	2,65	0,25
Ernobius cupressi	73	4,60	0,73	27	2,45	0,27	46	4,87	0,46
Ernobium sp	23	1,45	0,23	12	1,09	0,12	0	0,00	0,00
Anthaxia sp	45	2,84	0,45	22	2,00	0,22	8	0,85	0,08
Nanodiscus trnaversus	65	4,10	0,65	0	0,00	0,00	21	2,22	0,21
Melanophila marmottani	12	0,76	0,12	9	0,82	0,09	18	1,90	0,18
Scintllatrix rutilans	25	1,58	0,25	36	3,27	0,36	13	1,38	0,13
Habroloma sp	12	0,76	0,12	32	2,91	0,32	10	1,06	0,10
Acmaeodera degener	14	0,88	0,14	0	0,00	0,00	19	2,01	0,19
Magdalis sp	21	1,32	0,21	17	1,54	0,17	10	1,06	0,10
Sitona discoideus	31	1,95	0,31	23	2,09	0,23	45	4,76	0,45
Larinus sturnus	19	1,20	0,19	10	0,91	0,10	25	2,65	0,25
Icosium sp	17	1,07	0,17	27	2,45	0,27	33	3,49	0,33
Alocerus moesiacus	25	1,58	0,25	76	6,90	0,76	9	0,95	0,09
Tetropium sp	41	2,59	0,41	49	4,45	0,49	86	9,10	0,86
Arhopalus sp	22	1,39	0,22	18	1,63	0,18	10	1,06	0,10
Hylotrupes sp	23	1,45	0,23	0	0,00	0,00	22	2,33	0,22
Coccinella septempunctata	31	1,95	0,31	17	1,54	0,17	19	2,01	0,19
Oenopia lyncea	10	0,63	0,10	22	2,00	0,22	15	1,59	0,15
Carabus violaceus	24	1,51	0,24	15	1,36	0,15	11	1,16	0,11

Carabus morbullosus	56	3,53	0,56	32	2,91	0,32	10	1,06	0,10
Calodromius bifasciatus	15	0,95	0,15	27	2,45	0,27	16	1,69	0,16
Clytus sp	21	1,32	0,21	19	1,73	0,19	8	0,85	0,08
Esp 1	17	1,07	0,17	10	0,91	0,10	4	0,42	0,04
Attagenus trifasciatus	13	0,82	0,13	17	1,54	0,17	6	0,63	0,06
Esp 2	11	0,69	0,11	7	0,64	0,07	0	0,00	0,00
Scarabeus sp	12	0,76	0,12	13	1,18	0,13	7	0,74	0,07
Tenebrio obscurus	21	1,32	0,21	16	1,45	0,16	11	1,16	0,11
Pimelia servillei	18	1,13	0,18	9	0,82	0,09	10	1,06	0,10
Corticeus sp	17	1,07	0,17	22	2,00	0,22	19	2,01	0,19
Spilostethus pandurus	14	0,88	0,14	12	1,09	0,12	10	1,06	0,10
Nysius cynoides	21	1,32	0,21	17	1,54	0,17	7	0,74	0,07
Orsillus maculatus	22	1,39	0,22	12	1,09	0,12	8	0,85	0,08
Acleris undulana	32	2,02	0,32	19	1,73	0,19	21	2,22	0,21
Epinotia algeriensis	35	2,21	0,35	0	0,00	0,00	10	1,06	0,10
Pseudococcyx tessulatana	37	2,33	0,37	5	0,45	0,05	9	0,95	0,09
Brachyacma oxycedrella	9	0,57	0,09	8	0,73	0,08	5	0,53	0,05
Thaumetpoea pityocampa	13	0,82	0,13	9	0,82	0,09	11	1,16	0,11
Argyresthia sp	16	1,01	0,16	4	0,36	0,04	6	0,63	0,06
Cedrobium laportei	10	0,63	0,10	6	0,54	0,06	9	0,95	0,09
Cinara cupressi	14	0,88	0,14	0	0,00	0,00	8	0,85	0,08
Carulaspis minima	16	1,01	0,16	0	0,00	0,00	10	1,06	0,10
Megastigmus wachtli	13	0,82	0,13	5	0,45	0,05	2	0,21	0,02
Formica rufa	45	2,84	0,45	51	4,63	0,51	33	3,49	0,33
Urocerus sp	14	0,88	0,14	16	1,45	0,16	9	0,95	0,09
Xeris sp	10	0,63	0,10	13	1,18	0,13	2	0,21	0,02
Esp 3	5	0,32	0,05	2	0,18	0,02	1	0,11	0,01
Esp 4	3	0,19	0,03	6	0,54	0,06	0	0,00	0,00
Forficula auricularia	41	2,59	0,41	38	3,45	0,38	29	3,07	0,29
Laboptera sp	33	2,08	0,33	0	0,00	0,00	24	2,54	0,24
Grylus compestris	11	0,69	0,11	7	0,64	0,07	9	0,95	0,09
Mantis religiosa	22	1,39	0,22	10	0,91	0,10	11	1,16	0,11

Nous avons jugé utile de discuter ces deux indices ensemble. Dans le cas présent, ces deux critères éclairent sur la biologie et l'écologie de l'entomofaune récoltée. D'après les résultats obtenus dans le **Tableau 60**, nous remarquons que l'espèce *Tetropium* sp est très abondante dans la station 3 (Acherrab) avec une valeur de 9.10% et une densité de 0.86. *Scolytus sp* vient en deuxième position dans les trois stations avec 8% et une densité de 0.76 à 1.32, suivi par *Ernobius cupressi*, *Pityokteines curvidens*, *Cryphalus sp*, *Pissodes sp*,

Nanodiscus transversus, *Formica rufa* et *Forficula auricularia* en troisième position avec une valeur de 3 à 4% et une densité de 0 à 0.7. Les autres espèces sont faiblement représentées.

4. 2. 1. 3. Indice de diversité de Shannon Weaver et équitabilité

Les valeurs des indices de diversité de Shannon Weaver H' et de l'équitabilité E des espèces capturées sont consignées dans le **Tableau 61**.

Tableau 61 : Diversité de Shannon Weaver et équitabilité des espèces capturées dans les trois stations

Paramètres	Valeurs / Stations		
	Station El Mahsar	**Satation Had Sebabna**	**Station Acherrab**
N	1586	1101	945
S	61	53	55
H' (bits)	5. 582	5. 349	5. 258
H' max (bits)	5. 957	5. 754	5. 807
E	0. 937	0. 929	0. 905

L'indice de Shannon Weaver calculé est d'ordre de 5 bits au niveau des trois stations. La valeur est assez forte, ce qui indique les insectes capturés sont très diversifiés. D'après ces résultats, nous pouvons conclure que la distribution des insectes est en équilibre et stable dans toute la zone d'étude. **DAJOZ (1971)** souligne le fait que cet indice est est grand lorsque les conditions du milieu sont favorables.

L'équitabilité des espèces recensées est de 0. 9 dans les trois stations. Celle-ci tend vers 1, ce qui implique que les effectifs des espèces en présence ont tendance à être en équilibre entre eux.

4. 2. 2. Analyse factorielle des correspondances (A.F.C)

Après avoir réuni les espèces capturées dans un tableau de données et après projection en individus sous forme de dispersion dans les différents plans considérés **(Fig. 98)**, la représentation graphique des groupements entomologiques permet de définir et comparer les niches des espèces capturées. Nous avons noté une contribution à l'inertie totale où le pourcentage est expliqué par les deux axes principaux :

Axe 1 = 74. 08%

Axe 2 = 25. 92%

Les valeurs propres de ces deux axes (F1, F2) sont élevées en particulier celle du premier axe. Ceci implique une bonne diagonalisation des données sur chaque axe et indique un assez bon recouvrement entre la station et l'espèce.

Les deux axes 1 et 2 sont suffisants pour cette analyse, le peuplement entomologique contribue relativement à une inertie expliquée pour chacune des axes. La signification écologique des axes est faite pour chacun.

L'axe 1 met en évidence les stations 1, 2 et 3 sur le côté positif de l'axe. L'axe 2 met en évidence trois ensembles, l'un formé par les stations 1 et 2 située sur le côté positif de l'axe, l'autre est formé par la station 3 situé sur le côté négatif de l'axe.

Analyse factorielle des correspondances (A.F.C) met en évidence les espèces orthoptérologiques bien organisées sur les deux axes vis-à-vis des caractères édaphoclimatiques et botaniques des trois stations prospectées. Une grande partie des espèces se concentre sur l'axe central et forme un noyau.

L'axe 1 représente un pourcentage très élevé 74. 08%, c'est-à-dire le plus grand nombre d'individus est recensés sont retrouvés dans la station 1 et 2 (El Mahsar et Had Sebabna). L'espèce 1, 2, 8, 11, 14, 30 et 53 respectivement *Scolytus sp*, *Cryphalus sp*, *Pityokteines curvidens*, *Ernobius cupressi*, *Nanodiscus trnsversus*, *Carabus morbullosus* et *Formica rufa* ont une contribution relative dans cet axe très importante. En plus, les espèces 7, 23 et 58 ont une contribution relative dans cet axe importante, il s'agit de *Pissodes sp*, *Alocerus moesiacus*, *Forficula auricularia*. Ce sont des espèces caractéristiques à la station 1 et 2.

L'axe 2 représente un taux mois important 25. 92%, c'est-à-dire un nombre d'individus peu important et recensé dans la station 3. Au pôle positif, la station 1 et 2 s'individualisées par les espèces 13 *Anthaxia sp*, 44, *Epinotia algeriensis*, 45, *Pseudococcyx tessulatana*, 9, *Pityokteines spinidens*, 16, *Scintillatrix rutilans* et 17, *Habroloma sp*. Au pôle négatif, la station 3 s'individualisée par l'espèce 20, *Sitona discoideus* et 24, *Tetropium sp* avec un pourcentage moyen.

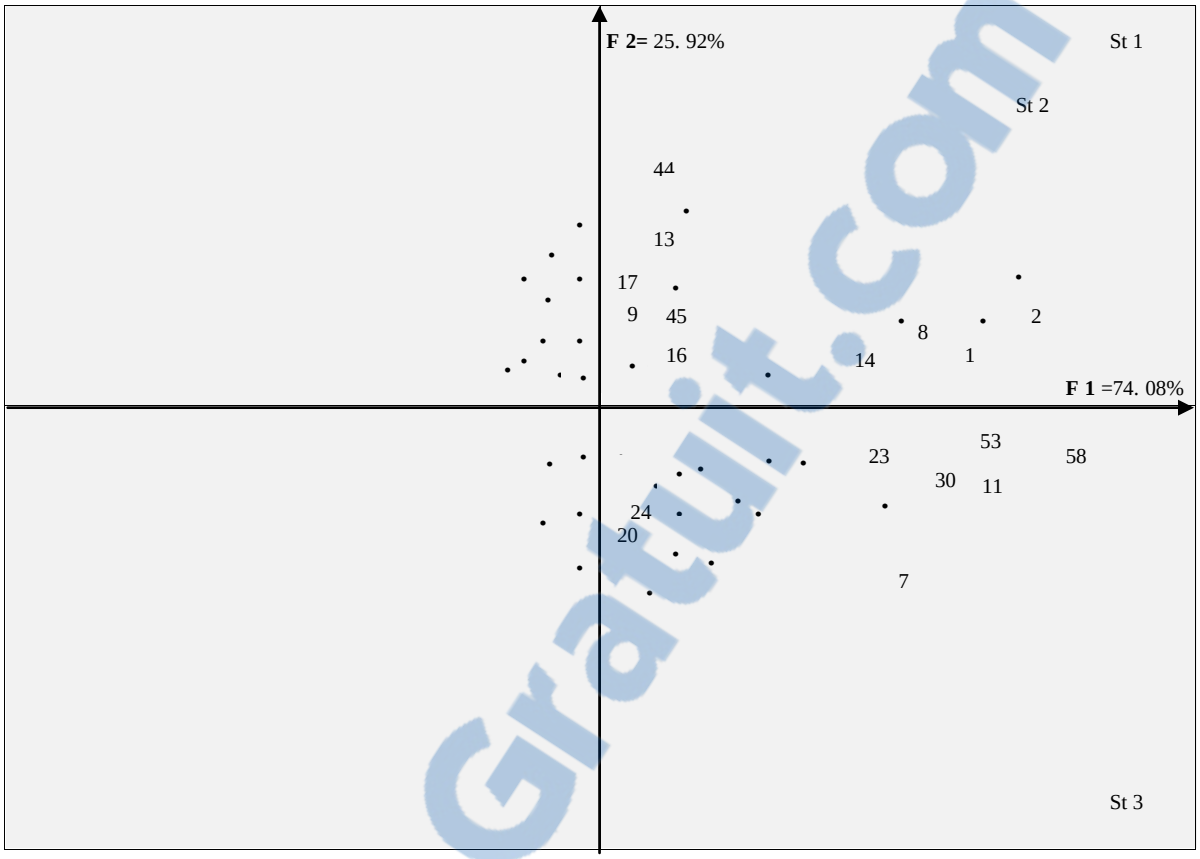


Figure 98 : Représentation graphique des groupements « espèces-stations » dans le plan réduit F1-F2

4. 3. Structure et distribution spatiale du peuplement des principaux xylophages

4. 3. 1. Abondance relative des insectes xylophages

Durant notre étude, nous avons récolté 1901 individus xylophages (25 espèces), dont l'effectif le plus élevé est représenté par les *Scolytidae* avec 40%. Les *Cerambycidae* viennent en deuxième rang avec 20%, suivi par les *Buprestidae* en troisième position avec 16%. Les *Curculionidae* sont moins présentés avec 12%. Les *Chrysomelidae*, les *Scarabaeidae* et les *Tenebrionidae* ne présentent que 4% **(Fig. 99)**.

Rapport-Gratuit.com

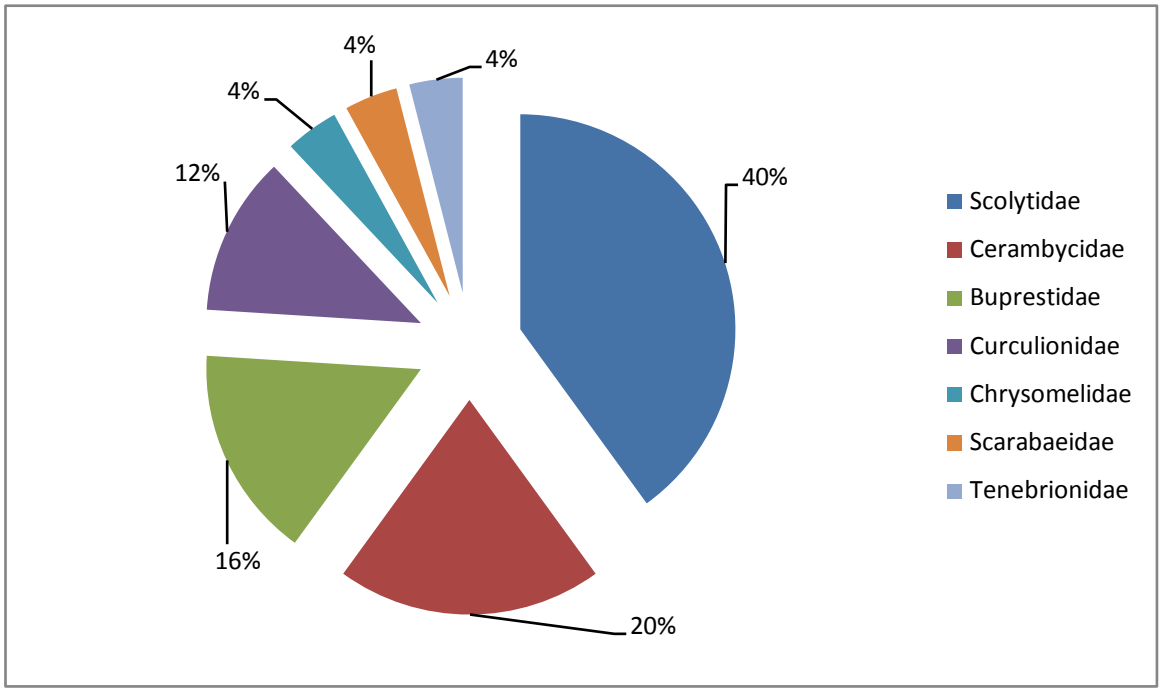


Figure 99: Abondance relative des xylophages par famille des trois stations

4. 3. 2. Origine et biogéographie des insectes xylophages recensés

A fin de dégager le spectre biogéographique des xylophages recensés, nous avons adopté la classification proposé par **WINKLER (1924, 1932)** et celle établie par **MOUNA et *al.*, (1985)**. Cette classification consiste à séparer les espèces selon leur origine comme suit :

- Espèces paléarctiques ou euro-sibériennes (R 1), réparties en Europe, Asie septentrionale et Afrique du Nord y compris les espèces endémiques de l'Algérie.
- Espèces Atlanto-méditerranéennes ou lusitaniennes (R 2), réparties surtout dans les territoires de la Méditerranée occidentale mais pouvant s'étendre vers l'Europe et l'Asie mineure.
- Espèces méditerranéo-asiatiques (R 3), d'Asie mineure mais dont les espèces les plus plastiques s'étendent jusqu'à la région méditerranéenne occidentale.
- Espèces indigènes (I), englobe les espèces qui ont citées comme endémiques et propre à l'Algérie.
- Espèces cosmopolites (C), dont la littérature les a citées comme ayant une répartition mondiale.

Les résultats de cette distribution biogéographique sont consignés dans le **Tableau 62**.

Tableau 62 : Répartition biogéographique des insectes xylophages récoltés.

Espèce	Région
Scolytus sp(Guerin, 1847)	R 1
Cryphalus sp (Eichhoff, 1878)	I
Xyloborus dryographus (Ratzeburg, 1837)	R 3
Crypturgus sp (Eichhoff, 1878)	I
Phloesinus aubei (Perris, 1855)	R 2
0rthotomicus erosus (Wollaston, 1857)	R 1
Pissodes sp (Germar, 1817)	R 1
Pityokteines curvidens (Germar, 1817)	R 3
Pityokteines spinidens (Reitter, 1894)	R 3
Xyloterus sp (Oliver, 1795)	C
Anthaxia sp (Fabricius, 1787)	R 1
Melanophila marmottani (Fairmaire, 1868)	R 2
Scintllatrix rutilans (Fabricius, 1777)	R 1
Acmaeodera degener (Scopoli, 1763)	C
Magdalis sp (Gyllenhal, 1827)	R 1
Sitona discoideus (Gyllenhaal, 1834)	C
Larinus sturnus (Schaller, 1783)	R 1
Icosium sp (Lucas, 1854)	R 1
Alocerus moesiacus (Frivaldsky, 1838)	R 1
Tetropium sp (Fabricius, 1787)	C
Arhopalus sp (Audinet-Serville, 1834)	R 2
Hylotrupes sp (Linnaeus, 1758)	R 3
Clytus sp (Linnaeus, 1758)	C
Scarabaeus sp (Linnaeus, 1558)	C
Tenebrio obscurus (Fabricius, 1792)	C

Les résultats démontrent que les espèces d'origine paléarctique sont majoritaires avec 9 espèces représentant un taux de 36%. Les espèces cosmopolites viennent en deuxième position avec 7 espèces et un taux de 28%. Les espèces méditerranéo-asiatiques avec 4 espèces, soit un taux de 16% et occupent la troisième position. En quatrième position, viennent les espèces lusitaniennes avec 3 espèces et un taux de 12%. Les espèces indigènes sont représentées en dernière position avec 2 espèces, soit 8% **(Fig. 100)**.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

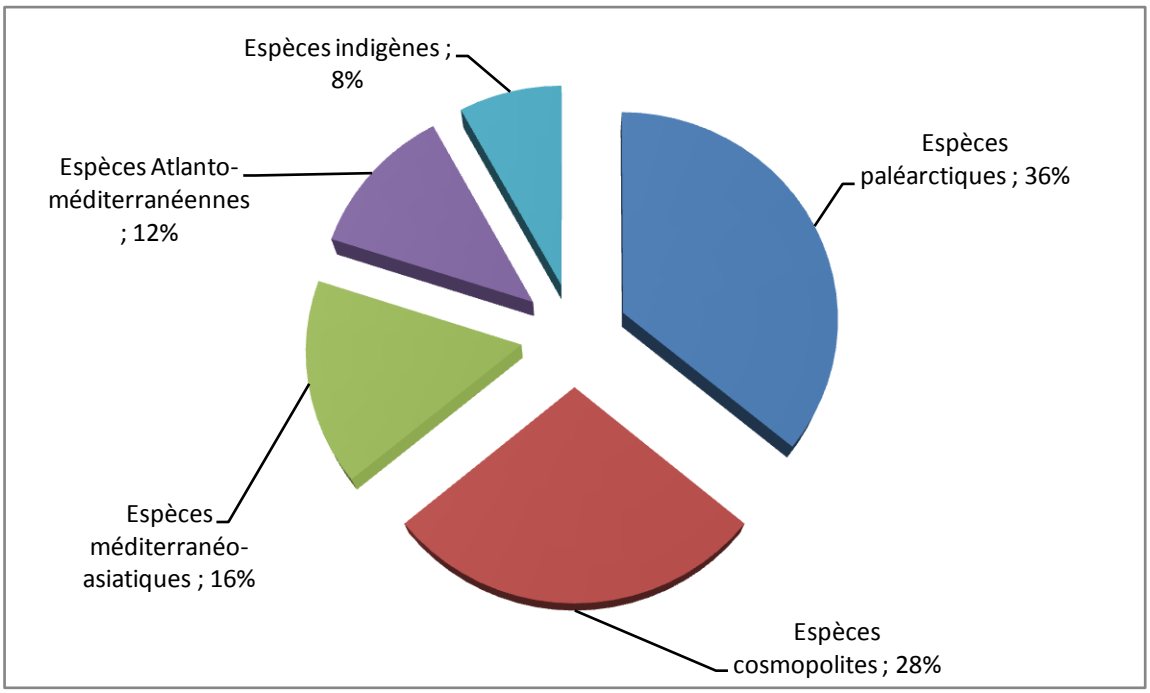


Figure 100 : Spectre biogéographique des xylophages récoltés dans les trois stations

Nous constatons que parmi les espèces xylophages du Cyprès un certain endémisme, caractérisant une aire géographique restreinte, dont deux espèces caractéristiques du Cyprès de la zone d'étude *Cryphalus sp* et *Crypturgus sp*. Ces deux espèces sont considérées comme des espèces endémiques du Nord de l'Afrique. Elles ont été signalées particulièrement en Algérie et au Maroc sur le Cèdre **(DE PEYERIMHOFF, 1919 ; MOUNA, 1994 ; BENHALIMA, 2004 ; TALBI, 2010)**.

4. 3. 3. Richesse spécifique des insectes xylophages

Les trois stations hébergent en commun 19 espèces. En effet, tous les insectes xylophages recensés sont présent dans la station El Mahsar. Nous notons l'absence de trois espèces dans la station de Had Sebabna à savoir *Crypturgus sp*, *Acmaeodera degener*, *Hylotrupes sp*. De même pour *Xyloborus dryographus*, *0rthotomicus erosus*, *Pityokteines spinidens* qui sont absents dans la station de Acherrab **(Fig. 101)**.

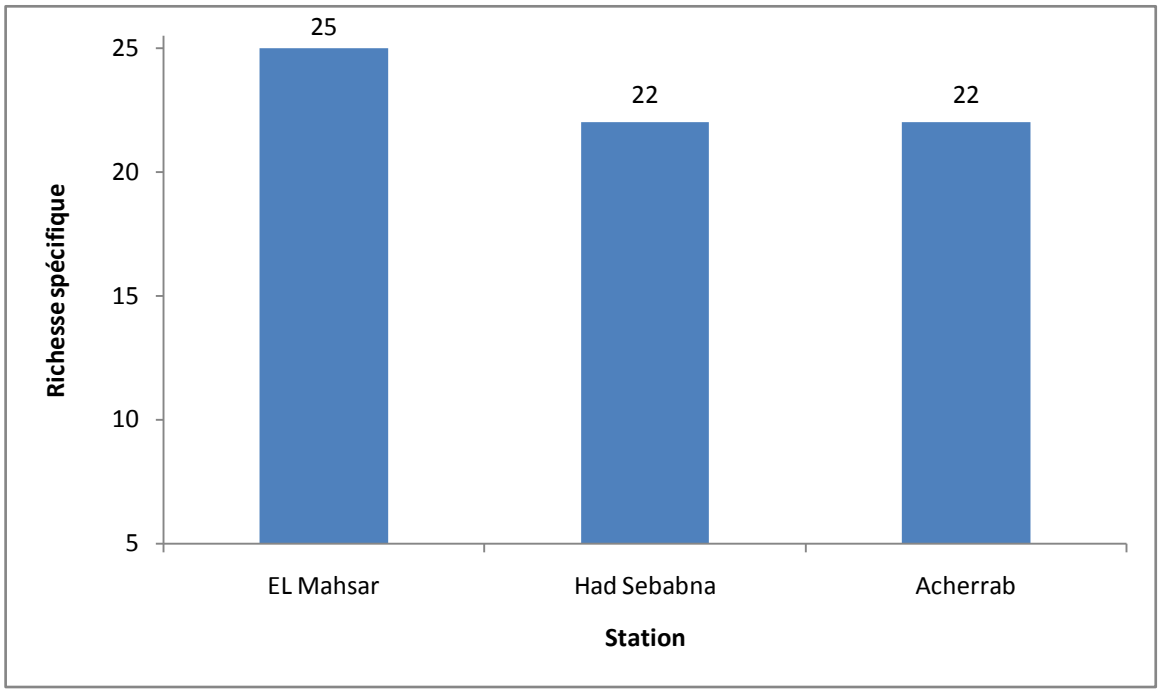


Figure 101: Richesse spécifique des xylophages des trois stations

4. 3. 4. Variation de la richesse spécifique en fonction des classes de santé des arbres

A partir les résultats représentés dans le **Tableau 63**, il est noté que la richesse spécifique est variable selon les classes sanitaires des arbres et n'augmente pas obligatoirement ou diminue suivant leur état de dégradation dans la nature.

Cette richesse est beaucoup plus élevée dans le bois de la classe C4, ou plus proprement dans le bois mort hébergeant 60% des espèces. Elles sont majoritairement représentées par : *Scolytus sp*, *Cryphalus sp*, *Melanophila marmottani*, *Pityokteines curvidens* et *Anthaxia sp*. Par contre, cette richesse devient plus faible dans la classe C3 recevant que deux espèces *Scolytus sp* et *Xyloborus dryographus*. Effectivement ces deux espèces sont présentes dans toutes les classes de dépérissement (C0, C1, C2, C3, C4).

Sur le bois de la classe C0, nous avons constaté la présence de *Xyloborus dryographus*, *Scolytus sp*, *Anthaxia sp*, *Alocerus moesiacus* et *Sitona discoideus*.

Le bois de la classe C1est caractérisé par la présence de *Xyloborus dryographus*, *Scolytus sp*.

Orthotomicus erosus est signalé seulement dans la classe C2, caractérisé par un bois en début de dégradation accompagné de *Xyloborus dryographus*, *Scolytus sp* et *Melanophila marmottani*.

Acmaeodera degener est observé seulement sur le bois de la classe C3, accompagné de *Xyloborus dryographus*, *Scolytus sp*.

La richesse spécifique est très élevée dans le bois de la classe C4, caractérisé par la présence de *Cryphalus sp*, *Xyloborus dryographus*, *Scolytus sp*, *Melanophila marmottani*, *Pityokteines curvidens*, *Crypturgus sp*, *Pissodes sp*, *Scintllatrix rutilans*, *Pityokteines spinidens* et *Tetropium sp*.

Tableau 63 : Variation de la richesse spécifique des xylophages selon les classes de dépérissement (+ : présence de l'espèce)

Espèce	Classe de dépérissement				
	Rondins examinés				
	C0	C1	C2	C3	C4
	3	3	5	5	20
Orthotomicus erosus			+		
Cryphalus sp					+
Xyloborus dryographus	+	+	+	+	+
Scolytus sp	+	+	+	+	+
Anthaxia sp	+				
Melanophila marmottani			+		+
Pityokteines curvidens					+
Alocerus moesiacus	+				
Crypturgus sp					+
Sitona discoideus	+				
Pissodes sp					+
Scintllatrix rutilans					+
Acmaeodera degener				+	
Pityokteines spinidens					+
Tetropium sp					+

4. 3. 5. Variation de la richesse spécifique en fonction des différents niveaux de l'arbre

Nous constatons que les insectes xylophages s'installent sur l'arbre entre les différents niveaux allant de la base jusqu'à la cime **(Fig. 102)**. Cette répartition verticale est variable aussi selon les différentes classes de dépérissement. En effet dans les trois stations d'étude , les cinq espèces *Scolytus sp*, *Xyloborus dryographus*, *Anthaxia sp*, *Alocerus moesiacus* et *Sitona discoideus* semblent coloniser les arbres sains non défoliés (classe C0)en s'installant sur tous les niveaux et de diamètres différents allant de 20 cm (tronc) à 4 cm (premières branches) **(Tableau 64 et 65)**.

Tableau 64 : Mensuration des différents diamètres des rondins (cm) selon les niveaux de l'arbre et les classes de l'état sanitaire.

Niveau de l'arbre	Classe de dépérissement				
	C0	**C1**	**C2**	**C3**	**C4**
B	17. 0	16	21	23. 8	25
M	11. 0	21	19. 0	18.4	22
C	6. 7	10. 5	12	12	11. 9
R	3. 0	6	7	4. 0	5. 9

Scolytus sp et *Xyloborus dryographus* attaquent aussi bien les arbres sains (C0 et C1) que ceux en début de dépérissement (C2) ou en dépérissement avancé (C3 et C4) en s'installant de la base des troncs jusqu'aux rameaux. Leur présence est particulièrement remarquée au niveau du premier tiers inferieur des troncs et au niveau de la partie médiane (17 et 25 cm). Au niveau des rameaux, l'insecte émerge du bois ayant un diamètre de 3. 0 à 6 cm.

Tableau 65 : Distribution des principaux xylophages du Cyprès vert en fonction des différents niveaux de l'arbre (B : base ; M : partie médiane ; C : cime ; R : rameaux ; + : présence de l'espèce)

Espèce	Différents niveaux			
	B	**M**	**C**	**R**
Orthotomicus erosus			+	
Cryphalus sp		+		
Xyloborus dryographus	+	+	+	
Scolytus sp	+	+	+	+
Anthaxia sp		+		
Melanophila marmottani	+	+		
Pityokteines curvidens	+	+		
Alocerus moesiacus		+	+	
Crypturgus sp	+	+	+	
Sitona discoideus		+		+
Pissodes sp		+		+
Scintllatrix rutilans	+	+		

Acmaeodera degener	+		
Pityokteines spinidens		+	
Tetropium sp			+

Cryphalus sp, *Anthaxia sp* et *Pityokteines spinidens* et *Pissodes sp* évoluent plus particulièrement au niveau de la partie médiane des arbres. Ils attaquent de préférence les rondins de 11 à 22 cm de diamètre. *Xyloborus dryographus*, *Scolytus sp*, *Melanophila marmottani*, *Pityokteines curvidens*, *Crypturgus sp*, *Scintllatrix rutilans*, *Acmaeodera degener* colonisent principalement les parties basales des arbres dépéris (C4). Nous signalons aussi qu'au niveau de la cime, les 5 espèces *Xyloborus dryographus*, *Scolytus sp*, *Orthotomicus erosus*, *Alocerus moesiacus*, *Crypturgus sp* infestent les parties de petits calibres (inferieur à 12 cm) de l'arbre. Au niveau des rameaux, la richesse spécifique de ces insectes diminue, nous trouvons *Scolytus sp*, *Sitona discoideus* et *Tetropium sp*.

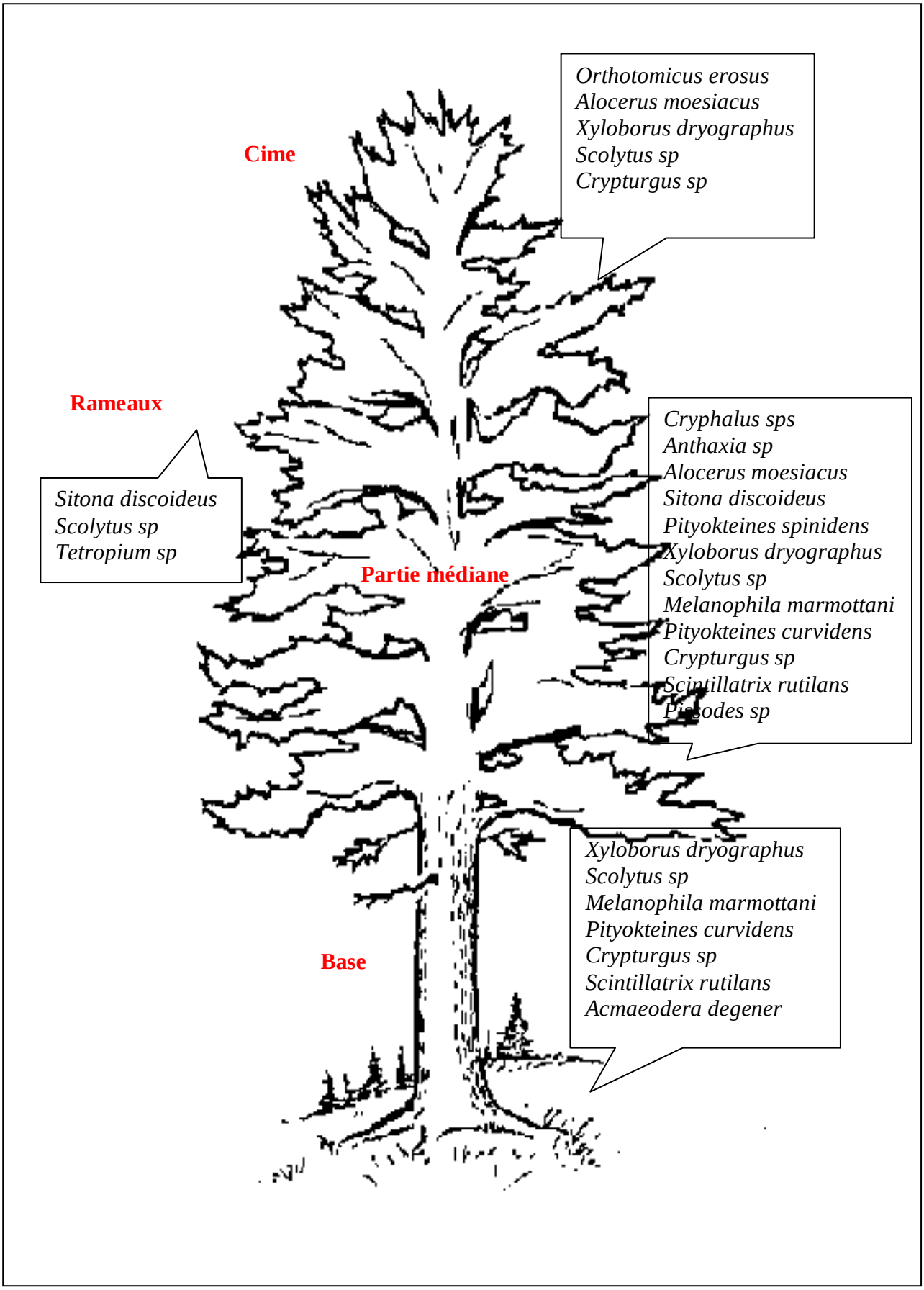


Figure 102: Distribution des insectes xylophages selon les niveaux de l'arbre (Originale)

4. 4. Evaluation et importance des attaques des principaux xylophages du Cyprès vert

Parmi les 36 rondins mis en éclosion, nous avons pu décortiquer et examiner que 20 rondins provenant des trois stations et de toutes les classes de dépérissement. La majorité des rondins appartiennent à la classe C4 **(Tableau 66)**.

Tableau 66 : Etat des rondins décortiqués par stations et par classes de dépérissement.

Nbre	Etat des rondins	Station	Classe de dépérissement				
			C0	C1	C2	C3	C4
20	Attaqués	El Mahsar	0	0	2	1	8
		Had Sebabna	1	0	0	0	5
		Acherrab	0	0	0	0	3
0	Sains	El Mahsar	0	0	0	0	0
		Had Sebabna	0	0	0	0	0
		Acherrab	0	0	0	0	0

La totalité des rondins décortiqués s'est trouvée perforée par une ou plusieurs espèces xylophages, avec des intensités d'attaque très variables. Pour estimer l'importance de ces dégâts, nous calculons plusieurs paramètres : la fréquence d'attaque, la densité globale d'attaque par rondin (D), la surface d'attaque de la même espèce par rondin (S) et en fin l'indice d'intensité d'infestation (Ii).

4. 4. 1. Fréquence et densité globale d'attaque

La description des galeries des sept espèces de xylophages nous a permis d'étudier les différentes caractéristiques liées à leur infestation. Nous constatons que quatre de ces espèces sont à l'origine de la majorité des dégâts observés sur Cyprès dans la région **(Tableau 67)**. Il s'agit de *Scolytus sp*, *Pityokteines curvidens*, *Pissodes sp* et *Anthaxia sp*.

La fréquence d'attaque entre ces quatre espèces est sensiblement différente.

Le plus grand nombre de rondins décortiqués sont attaqués par *Scolytus sp*, *Pityokteines curvidens*, *Pissodes sp* et *Anthaxia sp*, soit une fréquence respectivement de 75%, 60%, 50% et 45% et une densité globale moyenne respectivement de 12 ± 7, 10 ± 2, 17 ± 8 et 11± 5 galeries par rondin. En revanche, *Xyloborus dryographus*, *Scintillatrix rutilans* et *Cryphalus sp* ont attaqué moins de rondins, soit 3 à 5 rondins.

Tableau 67 : Evaluation de l'importance des dégâts causés par les principales espèces xylophages (N. R. A : nombre de rondins attaqués ; D : densité d'attaque globale ; F : fréquence globale d'attaque)

Espèce	N. R. A	D	F
Scolytus sp	15	12 ± 7	75%
Pityokteines curvidens	12	10 ± 2	60%
Anthaxia sp	9	11 ± 5	45%
Xyloborus dryographus	3	7 ± 4	15%
Scintillatrix rutilans	5	8 ± 2	25%
Cryphalus sp	3	7 ± 3	15%
Pissodes sp	10	17 ± 8	50%

4. 4. 2. Surface d'attaque des principaux xylophages

Les surfaces d'attaque par rondins de chacune des espèces concernées sont nettement variables. En effet, *Scolytus sp* peut creuser en forte attaque jusqu'à 225 cm^2 de surface, soit un taux de 30% de la surface totale du rondin **(Tableau 68)**. Ce taux peut diminuer jusqu'à 20%, soit 120 cm^2, en cas de fable attaque. *Xyloborus dryographus*, *Scintillatrix rutilans* et *Cryphalus sp* sont faiblement présents. Même, lors d'une forte attaque, la surface de leurs galeries n'occupe que 1% da la surface creusée, soit 10 à 16 cm^2. Alors que *Pityokteines curvidens*, *Pissodes sp* et *Anthaxia sp* creusent les plus longues et les plus larges galeries avec une surface d'attaque assez importante.

Tableau 68 : Surface d'attaque des principaux xylophages.

Espèce	S (cm^2)			
	S. max	%	S. min	%
Scolytus sp	225	29. 87	120	19. 65
Pityokteines curvidens	127	15. 45	83	3. 76
Anthaxia sp	84	11. 7	52	0. 19
Xyloborus dryographus	10	0. 89	5	0. 66
Scintillatrix rutilans	16	0. 91	8	0. 35
Cryphalus sp	10	0. 89	5	0. 21
Pissodes sp	98	12. 65	65	0. 15

Rapport-Gratuit.com

4. 4. 3. Indice d'intensité d'infestation

L'estimation de l'intensité d'infestation selon les différents niveaux de l'arbre et les différentes classes de dépérissement, nous a permis de connaitre les parties de l'arbre les plus attaqués et par conséquent les plus préférées pour chaque famille ou par chaque insectes de même famille **(Tableau 69)**.

Tableau 69: Intensité d'infestation (nombre de trous par m^2) selon les différents niveaux de l'arbre et les classes de dépérissement

Famille	Classe de dépérissement	C0	C1	C2	C3	C4
Buprestidae	B	5 ± 0	6 ± 0	3 ± 0	3 ± 0	25 ± 5
	M	3 ± 0	3 ± 0	2 ± 0	1 ± 0	21 ± 19
	C	2 ± 0	1 ± 0	1 ± 0	2 ± 0	11 ± 5
	R	2 ± 0	1 ± 0	-	-	4 ± 1
Scolytidae	B	12 ± 0	15 ± 0	4 ± 0	3 ± 0	8 ± 3
	M	112 ± 0	113 ± 0	24 ± 0	2 ± 0	28 ± 9
	C	95 ± 0	98 ± 0	2 ± 0	-	27 ± 10
	R	10 ± 0	13 ± 0	-	-	9 ± 2

D'après ce tableau, nous constatons que les *Buprestidae* présentent les valeurs maximales enregistrées au niveau de la base et la partie médiane des arbres dépérissants de la classe C4. Ces valeurs sont compris entre 25 ± 5 et 21 ± 19 trous / m^2 de bois. Pour ces mêmes niveaux d'arbres, cette intensité diminue pour les autres classes de dépérissement, en variant entre 3 et 5 trous / m^2. Nous observons également un nombre limité de trous de forme ovale caractérisant les *Buprestidae* oscillant entre 1 et 2 trous / m^2 au niveau des cimes de tous les niveaux des arbres.

En revanche, les *Scolytidae* sont intensément présents au niveau des parties médianes et cimes des arbres. Les valeurs maximales qui indiquent leur forte présence sont observés chez les arbres sains de la classe C0 avec 112 trous / m^2 pour les parties médianes et 95 trous / m^2 pour les cimes.

Concernant les branches, nous constatons une faible intensité d'infestation, mais elle reste sensiblement supérieure pour les *Scolytidae* par rapport aux *Buprestidae*.

A la lumière de ces résultats, il ressort que parmi les toutes les espèces de xylophages responsables de la majorité des dégâts causées au Cyprès, nous retenons quatre redoutables insectes à savoir *Scolytus sp*, *Pityokteines curvidens*, *Pissodes sp* et *Anthaxia sp*. Les

dommages engendrés par ces ravageurs sont considérables par le fait de leur fréquence et densité d'attaque les plus élevées.

Scolytus sp

La femelle de *Scolytus sp* creuse une galerie sous corticale de type longitudinale simple parallèle à l'axe de l'arbre ou légèrement oblique **(Fig. 103)**, d'où partent les différentes galeries larvaires. La galerie maternelle est de longueurs variables d'un individu à l'autre. Elle mesure environ 3,5 à 4,5 cm de long et 1,2 mm de large impressionnant nettement l'aubier avec environ 0,5 mm de profondeur sur toute la longueur de la galerie. Les galeries larvaires sont perpendiculaires à la galerie maternelle, mais deviennent sinueuses à leur terminaison et s'infléchissent vers le haut ou le bas. Leur longueur est de 8,9 ± 3,1 cm de long sur 0,5 mm de large, dépassant en générale celle de la galerie maternelle. Elles sont nombreuses de 29 à 90 galeries par système, s'entrecroisant très fréquemment lorsque les systèmes de galerie sont rapprochés. Les nymphes se reposent dans des chambres situant dans l'épaisseur de l'écorce.

Brunissement des aiguilles Système de galeries

Figure 103 : Dégâts et système de galeries de *Scolytus sp* (Originale)

Pityokteines curvidens

La chambre d'accouplement du Scolyte est un prolongement du couloir de pénétration **(Fig. 104)**. Dans les troncs à couches corticales épaisses, elle est caché à l'intérieur de l'écorce, ce qui la rend difficilement visibles, dans les troncs à écorces minces, elle repose

Rapport-gratuit.com LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

légèrement sur l'aubier. C'est dans cette zone que la femelle fore une galerie maternelle de 3 à 4 cm dont les bras partent à gauche et à droite transversalement à l'axe du tronc. Les galeries larvaires mesurent généralement 4 à 5 cm.

Trous de pénétration | Ecoulement de résine | Système de galeries

Figure 104 : Dégâts et système de galeries de *Pityokteines curvidens* (Originale)

Pissodes sp

Ravageur de faiblesse en conditions normales de végétation, le pissode peut pulluler en cas d'une sécheresse. Il provoque des mortalités disséminées dans les peuplements. Lors du développement sous-cortical des larves, les tissus conducteurs de sève sont progressivement détruits (vaisseaux du phloème) ou rendus non fonctionnels (vaisseaux de l'aubier). La détérioration irrémédiable du transit de la sève élaborée puis de la sève brute sur la totalité de la circonférence de la tige colonisée provoque sa mort inéluctable plus ou moins rapidement (**Fig. 105)**.

Décollement de l'écorce Système de galeries

Figure 105 : Dégâts et système de galeries de *Pissodes sp* (Originale)

Anthaxia sp

Les galeries de cette espèce sont moins longues, en moyenne 11 ± 2,1 cm, et ses larves impressionnent plus fortement le bois. Elles creusent également leur loge nymphale dans le tissu ligneux **(Fig. 106)**.

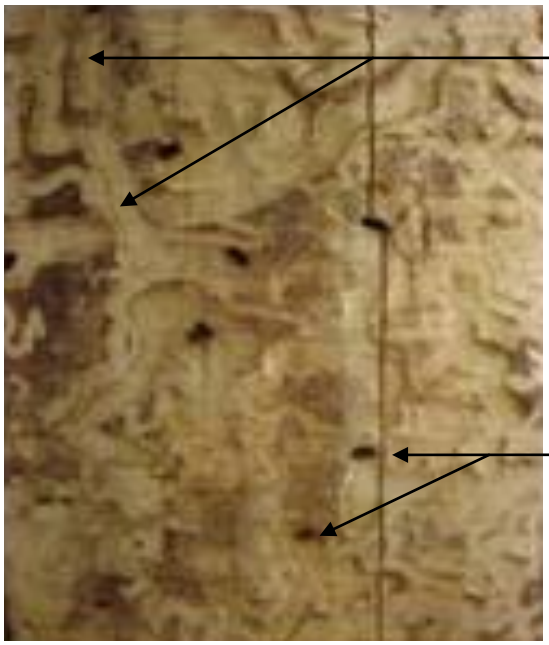


Figure 106 : Système de galeries de *Anthaxia sp* (Originale)

4. 5. Conclusion

La totalité des rondins décortiqués et examinés était la cible des attaques de tout un cortège de xylophages, principalement représentés par *Scolytus sp*, *Pityokteines curvidens*, *Pissodes sp* et *Anthaxia sp*. Ces espèces présentent des caractéristiques d'infestation variables. Leurs fréquences et densités sont souvent élevées.

En revanche, *Xyloborus dryographus*, *Scintillatrix sp* et *Cryphalus sp* se manifestent faiblement avec des fréquences et des densités d'attaque moins importantes. Mais ceci n'empêche pas de dire que ce sont des espèces agressives et des ravageurs très redoutables étant capable d'attaquer des arbres sains et peuvent causer des dégâts importants en cas de forte pullulation.

A la lumière de ces résultats, nous pouvons dire que la majorité des espèces étudiées se comportent comme des ravageurs secondaires en colonisant des arbres dépérissants traversant des conditions physiologiques difficiles.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le Cyprès vert *Cupressus sempervirens* L., malgré sa superficie restreinte dans les Monts des Traras Occidentaux, subit une dégradation très intense à cause du phénomène de dépérissement qui prend de plus en plus d'ampleur avec les années et les hypothèses, quant à l'origine de ce fléau qui reste non encore identifié de manière précise et suffisante.

Le diagnostic établi par les chercheurs montre que les causes de ce dépérissement sont variées, mais les raisons les plus flagrantes sont l'absence d'une gestion sylvicole adéquate de ces cyprières, aggravée par les changements climatiques défavorables, la pression anthropique, les ravageurs et les maladies. Tous ces facteurs mis en commun ont fragilisé le peuplement et favorisent le phénomène de dépérissement.

La démarche expérimentale prévaut l'installation d'unités d'échantillonnage à travers l'ensemble des tâches des Cyprès dépéris, relevant de la région de Bab El Assa et de Marsa Ben M'hidi. Ces unités au nombre de 25 ont des surfaces concentriques respectivement de quatre, six , huit et dix ares. Au total 450 tiges (arbres) de Cyprès ont été inventoriées.

A travers l'ensemble des tiges échantillonnées, 65 % d'entre elles présentent une forme normale dont 38% des tiges sont sains, 18% sont dépéris et 9% atteints par le phénomène de dépérissement. 35% des tiges présentent des formes anormales (tige fourchue, inclinée, tordue et cassée), soit le 1/3 dont 19% sains, 11% dépéris et 5% atteints. L'extension asymétrique de leurs houppiers est un indicateur d'une mauvaise occupation spatiale des tiges.

La fructification déficiente chez 51% des tiges soulève les contraintes de régénération au sein de la cyprière. Les tiges ayant une bonne production de cônes ne représentent que 3%. Le dépérissement est signalé au niveau de l'ensemble des catégories dimensionnelles des tiges de Cyprès à des fréquences relatives variables.

L'analyse symptomatologique du dépérissement montre que le phénomène évolue depuis la cime jusqu'aux parties basses du houppier. Le déficit foliaire reste l'indicateur primordial pour caractériser ce phénomène. Le déficit est suivi par une dégradation évolutive des unités architecturales pérennes d'où, il commence par les axes les plus fins (petits rameaux et ramilles) jusqu'aux gros axes (branches et tronc). Celles présentant de faibles diamètres disparaissent en premier lieu. La coloration anormale des aiguilles, ainsi que le dessèchement complet du houppier est suivi par une détérioration et un détachement progressif de l'écorce. L'arbre devient donc un foyer d'un cortège entomologique très diversifié.

Les peuplements de Cyprès inventoriés relèvent de la strate altitudinale 100 à 600 m et présentent des densités variables de 100 à 500 pieds / ha. Ils sont situés aussi bien en stations à faible inclinaison que sur terrains accidentés. Ces peuplements présentent des grandeurs moyennes, signe d'une futaie jardinée non aménagée. Néanmoins, la régénération naturelle est loin d'être fréquente et semble dans l'ensemble compromise.

Nous constatons que la croissance en grosseur et en hauteur de ces peuplements est bien meilleure sur des terrains à inclinaison moyenne, dans des situations topographiques favorisant l'accumulation de l'eau. De même, cette croissance est aussi meilleure pour les peuplements situés au versant nord, caractérisé par une altitude plus ou mois élevée.

La position sociale des tiges à l'intérieur des peuplements est quasiment défavorable, dans la mesure où 58% des tiges sont codominantes et intermédiaires et 45% d'entre elles font l'objet de dépérissement. En revanche celles prédominantes et dominantes (25%) restent vigoureuses. La projection horizontale des houppiers montre une interférence des zones d'influence des tiges, il s'agit donc d'une surdensité, ce qui entrave la croissance des tiges (réduction de l'espace vital).

L'indice sanitaire global évalué à 2,6564 montre que les peuplements échantillonnés sont au début du dépérissement. Quoique ceux-ci soient fortement dépérissants, ils ne représentent que 16% de l'ensemble des tiges échantillonnées. Nonobstant cette situation, nous concevons que l'état sanitaire demeure alarmant dans la mesure où les peuplements en début de dépérissement présentent la fréquence relative la plus élevée, soit 36%.

Par le biais de l'analyse de la variance à un facteur, au seuil de signification de 95%, nous avons cherché d'apprécier l'allure du dépérissement et en conséquence l'état sanitaire des peuplements en rapport avec les diverses variables qualitatives et quantitatives. Il ressort que :

- L'état sanitaire des peuplements présente une variabilité significative en rapport avec les différentes situations topographiques étudiées, et ceci dans la mesure où nous relevons que cet état est meilleur dans des situations favorisant l'accumulation de l'eau et sur des terrains moyennement inclinés.
- L'état sanitaire des peuplements présentent une variabilité significative en rapport avec l'altitude dans la mesure où la « valeur de F » est supérieure à la « valeur critique de F ». L'état sanitaire du Cyprès s'améliore au fur et à mesure que l'altitude s'élève.
- Le taux et l'indice de dépérissement présentent une grande variabilité en relation avec l'exposition. Il en est de même pour le degré d'inclinaison du terrain, où nous enregistrons un taux élevé en terrain accidenté, ayant une pente supérieure à 20°. De

même, nous enregistrons une perte de vigueur du Cyprès dans la mesure où l'indice sanitaire atteint une valeur de 2.71 relatif aux Cyprès affaiblis ou en début de dépérissement.

- L'indice sanitaire présente une variabilité significative en rapport avec la profondeur du sol où nous constatons que plus le sol est profond (plus de 60 cm), plus la probabilité d'un état malade du Cyprès est grande.
- Le taux de dépérissement et l'indice sanitaire présentent une variabilité significative en rapport avec le pH superficiel du sol dans la mesure où nous constatons que la probabilité d'un état malade du Cyprès est proportionnel au pH superficiel du sol (plus de 7.5).
- Le taux de dépérissement montre une différence significative en rapport avec la densité totale des peuplements (Cyprès, pin d'Alep, Thuya et Eucalyptus). En fait, la classe de moins de 200 pieds / ha est celle où nous avons enregistré un dépérissement très fort (39%). La densité n'influe pas par le nombre de pieds, mais par la répartition spatiale des tiges les unes par rapport aux autres (surdensité locale).
- L'état sanitaire des peuplements varie significativement en rapport avec la grosseur moyenne. Nous observons que le taux de dépérissement est faible chez les tiges à faible grosseur (moins de 0,85 m) ne dépassant pas les 10%. L'état sanitaire des peuplements s'améliore chez les tiges à grosseur maximale (plus de 1.5 m), dotées d'une croissance bien meilleure.
- L'indice sanitaire présente une variabilité significative en rapport avec les classes de hauteurs dominantes. En fait, les peuplements les moins vigoureux sont ceux à hauteurs dominantes faibles, de moins de 11 m. L'état sanitaire reste meilleure chez les peuplements de 11 à 19 m, soit celles de hauteurs dominantes moyennes.
- L'indice sanitaire présente une variabilité significative en rapport avec les surfaces de houppiers des tiges. Nous constatons que l'état sanitaire s'améliore chez les tiges présentant des houppiers à surfaces maximales. Les tiges bénéficiant d'un espace suffisant présentent une extension maximale de leurs houppiers.

Le problème de dépérissement du Cyprès n'est pas causé uniquement par les facteurs stationnels et dendrométriques. Il existe d'autres facteurs aggravants représentés par insectes.

La Cyprière de la région des Traras Occidentaux héberge une faune entomologique assez diversifiée tant sur le plan systématique que sur le plan importance économique. Les quatre techniques de piégeage employées nous ont permis d'obtenir 61 espèces. Du point de vue systématique, ces espèces appartiennent aux 8 ordres et 29 familles. L'ordre le plus

important est celui des Coléoptères avec 39 espèces, soit un taux de 63%, dont les *Scolytidae* (*Pityokteines*, *Scolytus*, *Cryphalus*, *Xyloborus*, *Crypturgus*, *Phloesinus*, *0rthotomicus*, *Pissodes*, *Xyloterus*) représentent un taux de 26%, les *Buprestidae* avec 15% (*Anthaxia*, *Melanophila*, *Scintllatrix*, *Acmaeodera*, *Nanodiscus*, *Habroloma*) et les *Cerambycidae* avec *Icosium*, *Alocerus*, *Tetropium*, *Arhopalus*, *Hylotrupes*, soit un taux de 13%.

Les Lépidoptères et les Hyménoptères occupent le deuxième rang avec 6 espèces chacun, soit 10% du total des insectes inventoriés. Ces ordres sont représentés principalement et respectivement par les *Tortricidae* (50%) avec *Acleris*, *Epinotia* et *Pseudococcyx*, et les *Siricidae* (33%), avec *Urocerus* et *Xeris*.

Les Homoptères et les Orthoptères regroupent pour l'instant 2 familles chacun. Le premier renferme les *Aphididae* (70%) dont *Cedrobium laportei* et *Cinara cupressi*. Le second les *Blattidae* et *Gryllidae*, représentées respectivement par *Laboptera sp* et *Grylus compestris*.

Nous citons d'autres ordres de moindre importance tels que les Hémiptères, les Dermaptères et les Mantoptères.

Selon l'aptitude trophique, les espèces recensées sont réparties en sept catégories : les xylophages (41%), les prédateurs (22%), les défoliateurs (15%), les conophages (11%), les opophages (5%), les parasites (3%) et les gallicoles (3%).

La fréquence d'occurrence calculée pour les espèces capturées dans les trois stations (El Mahsar, Had Sebabna, Acherrab) nous a permis de relever que *Scolytus sp*, *Tetropium sp* et *Alocerus moesiacus* sont des espèces accidentelles. Concernant les autres espèces, elles sont classées comme rares.

Les calculs de l'abondance et de la densité font ressortir que les espèces *Tetropium* sp, *Scolytus sp*, *Ernobius cupressi*, *Pityokteines curvidens*, *Cryphalus sp*, *Pissodes sp*, *Nanodiscus transversus*, *Formica rufa* et *Forficula auricularia* restent les plus abondantes.

L'indice de diversité de Shannon Weaver calculé varie de 5. 25 à 5. 58, avec une valeur assez forte, ce qui indique que les insectes capturés sont très diversifiés et leur distribution est équilibrée et stable.

L'équitabilité de l'ordre de 0.90 signifie que les effectifs des espèces ont tendance à être en équilibre entre elles.

L'analyse des composantes principales met en évidence des espèces capturées bien organisées vis-à-vis les caractères édaphocilmatiques et botaniques dans les trois stations prospectées.

Rapport-Gratuit.com

Parmi les insectes recensés, il semble que les xylophages, en particulier les *Scolytidae*, les *Cerambycidae* et les *Buprestidae* jouent un rôle important dans le processus du dépérissement du Cyprès de la zone d'étude. Ces xylophages sont composés majoritairement par des espèces à dominance paléarctique.

La richesse spécifique des xylophages du Cyprès est variable entre les différentes classes de dépérissement et n'augmente pas obligatoirement ou diminue suivant l'état de dégradation de l'arbre. Toutefois, nous constatons que cette richesse spécifique est très élevée dans le bois de la classe C4, caractérisé par la présence de *Cryphalus sp*, *Xyloborus dryographus*, *Scolytus sp*, *Melanophila marmottani*, *Pityokteines curvidens*, *Crypturgus sp*, *Pissodes sp*, *Scintllatrix rutilans*, *Pityokteines spinidens* et *Tetropium sp*.

La répartition spatiale des espèces xylophages par strate végétative montre que l'attraction des espèces selon un niveau donné s'avère dépendante des exigences de chaque espèce vis-à-vis du calibre du matériel ligneux et de l'épaisseur de son écorce. La richesse spécifique diminue considérablement du collet aux rameaux où nous notons la concentration des *Xyloborus dryographus*, *Scolytus sp*, *Melanophila marmottani*, *Pityokteines curvidens*, *Crypturgus sp*, *Scintllatrix rutilans*, *Acmaeodera degener* au niveau de la base. Pour les autres xylophages, ils sont fréquemment concentrés au sommet de l'arbre.

La totalité des rondins décortiqués s'est manifestée par une ou plusieurs espèces de xylophages, avec des intensités d'attaques variables. Il est démontré que quatre espèces sont à l'origine de la majorité des dégâts infligées au Cyprès : *Scolytus sp*, *Pityokteines curvidens*, *Pissodes sp* et *Anthaxia sp*.

En effet, *Xyloborus dryographus*, *Scintillatrix sp* et *Cryphalus sp* sont faiblement présents avec des fréquences et des densités d'attaques moins importantes. Ces dernières restent quand même agressives pouvant attaquer des arbres sains en causant des dégâts importants en cas de forte pullulation.

La décortication des rondins nous a permis aussi de caractériser les formes de galeries des principales espèces xylophages, ce qui facilite l'identification sur terrain de l'espèce en cause, uniquement par une observation attentive des différents types de galeries.

A la lumière de ces résultats, il est évident que les contraintes d'espace vital et de répartition spatiale inappropriée, l'existence d'arbres affaiblis sous l'effet d'un stress hydrique dû aux séquences de sécheresse successives, d'une gestion sylvicole inadaptée et de l'attaque d'insectes xylophages contribuent au dépérissement du Cyprès de la région des Traras occidentaux.

Quelques pistes d'une bonne gestion peuvent être proposées :

- La coupe des arbres infestés par des ravageurs afin d'en limiter leur propagation.
- Le maintien d'une densité raisonnable représente une solution pour limiter la compétition hydrique du peuplement et assurer sa vigueur.
- Une gestion adaptée aux conditions locales devra s'imposer pour la conservation des Cyprès.
- Une détermination de l'impact des stress abiotiques sur le fonctionnement éco physiologique des Cyprès dans les programmes de reboisement.
- Une analyse des mécanismes de résistance à la sécheresse, pour une meilleure adéquation site/génotype.
- Une détermination des types d'aménagements édaphiques adéquats, permettant d'améliorer le bilan hydrique des sols dans différentes situations et leur efficacité dans le temps.
- Une étude d'impact des différents traitements sylvicoles pouvant favoriser le bilan hydrique des sols.

Dans l'ensemble, une surveillance et des précautions sont nécessaires pour le maintient de la santé du Cyprès.

Pour mettre en œuvre une stratégie de protection de ces écosystèmes fragiles, et afin de contrecarrer ce fléau, il serait intéressant que ce thème soit complété par d'autres études approfondies qui soient menées sur d'autres facteurs et dans d'autres régions en faisant intervenir la biologie, la pédologie, la sylviculture, l'aménagement et l'écologie.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Références bibliographiques

- **ABETZ P., 1988 –** Untersuchungen zum Wachstum von Buchen auf der Schwabischen Alb. Allgemeine Forest-und Jagdzeitung, n° 159, pp 215 – 223.
- **ADJAMI Y., 2008 -** Etat sanitaire des subéraies du Nord-Est Algérien. Etude des facteurs de dépérissement du chêne-liège (*Quercus suber* L.). Essais insecticides contre les insectes du gland. Thèse.Mag. Biol. Univ. Annaba, 115 p.
- **AIME S., 1991 –** Etude écologique de la transition entre les bioclimats subhumides, semi arideset arides dans l'étage thermo méditerranéen du Tell Oranais (Algérie Nord Occidentale). Thèse d'état. Univ. Aix-Marseille 3, 190 p.
- **AIMIE B. - BENJAMIN I. - GONZALO O. - MARIE S. et MANON S., 2011 –** Caractérisation de l'état de santé de la forêt de Paimpont et analyse du dépérissement. Univ. Paris Sud 11. France, 25 p.
- **ALIFRIQUE M., 1995 –** La Cupressacéeendémique de *Cupressus atlantica* Gaussen, un espace près steppique de montagne menacé dans le Haut Atlas Occidental marocain. France, pp. 163 – 172.
- **ALKARAZ C., 1982 –** La végétation de l'Ouest algérien .Thèse d'état. Univ. Perpignan, 415 p.
- **ALLEN C.D. - MACALADY A. - CHENCHOUNI H. - BACHELET D. - MCDOWELL N. - VENNETIER M. - GONZALES P. - HOGG T. - RIGLING A. - BRESHEARS D.D. - FENSHAM R. - ZHANG Z. - KITZBERGER T. - LIM J.H. - CASTRO J. - RUNNING S.W. - ALLARD G. - SEMERCI A. et COBB N., 2009 –** Le dépérissement des forêts dû au climat : un phénomène planétaire croissant ? Unasylva 231/232, Vol. 60, pp. 43-49.
- **ANDREA C. et ROBERTO M., 1994 -** Growth performances of a thinned atlas cedar (*Cedrus atlantica* Man.) Stand. Ann. Rech. For. Maroc, 27, pp. 281-293.
- **ANONYME, 1914 -** Quel rôle joue la forêt dans l'environnement? 15 p.
- **ANONYME, 1976 –** Encyclopédie. Le Monde de la nature. L'Univers en couleurs, pp. 100 – 109.
- **ANONYME, 2000 -** Présentation du district forestier de Bab El Assa, 13p.
- **ARFAOUI N., 2002 –** Etude de comportement des Cyprès dans les arboretums. Mémoire de fin d'étude du cycle de technicien supérieur. ISPT. Tabarka, 54 p.
- **ASMRFC, 1998 -** Actes du Séminaire Méditerranéen sur la Régénération des Forêts de Chêne Liège. Annales de l'INRGREF, n° spécial, 259 p.

- **ASSE D., 2012 –** Dépérissements forestiers et changements climatiques : que nous enseignent les observations récentes de la forêt française ? Mém. Master 1. Univ. Paris Sud – AgroParisTech, 47 p.
- **AUBERT G. et MANJAUZE A., 1946 –** Observations sur quelques sols de l'Oranie Nord-Occidentale-Influence du reboisement, de l'érosion, sur leur évolution. Compte-rendu sommaire des Séances de la Société de Biogéographie.23, n°199, pp. 44-51.

- **AUCLAIR A.N.D. - EGLINTON P.D. et MINNEMEYER S.L., 1997 -** Principal forest dieback episodes in Northern Hardwoods: Development of numeric indices of areal extent and severity. Water, Air and Soil Pollution. 93, pp. 175-198.
- **BAGNOULS F. et GAUSSEN H., 1953 –** Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, pp. 193-239.
- **BAIZE D. et GIRARD M. C., 2008 –** Référentiel pédologique 2008. AFES. Ed. Quae. Collection Savoir Faire. Paris, 406 p.
- **BAKRY M. - EL ANTRYS. - SATRANI B. et OUBROU W., 2001 -** Les facteurs de dépérissement des subéraies marocaines. IOBC/wprs. Bull. 22, pp. 37-39.
- **BAKRY M. et ABOUROUH M., 1996 -** Nouvelles données sur le dépérissement du chêne liège (*Quercus suber* L.) au Maroc. Ann. Rech. For. Maroc. T(29), pp. 24-39.
- **BALACHOWSKY A. S., 1949 -** Coléoptères Scolytides. Faune de France, n°50. P. Lechevalier, Paris, 320 p.
- **BALACHOWSKY A. S., 1962 –** Entomologie appliquée à l'agriculture. T. 1, Coléoptères. Masson et Cie, pp. 146 – 229.
- **BARBAULT R., 1993 -** Abrégé d'écologie générale, structure et fonctionnement de la biosphère. Maison d'édition Masson, Paris, 272 p.
- **BARBERO M. et LOISEL R., 1984 –** Rôle des facteurs anthropiques dans le maintien des forêts et de leurs stades de dégradation en régions méditerranéennes. C.R.Soc. Biog, 475 p.
- **BARITEAU M., 2003 -** Les ressources génétiques forestières dans le basin méditerranéen. Forêt méditerranéenne, T. XXIV, n°2. pp. 1 – 17.
- **BARTHELEMY D. et CARAGLIO Y., 2007 –** Plant architecture: A dynamic, multilevel and comprehensive approach to plant form, structure and ontogeny. Annals of Botany, 99, pp. 375 – 407.
- **BECKER M., 1987 -** Bilan de santé actuel et rétrospectif du sapin (*Abies alba* Mill.) dans les Vosges. Etude écologique et dendrochronologique. Vol. 44, n° 4, pp. 379 - 401.

- **BECKER M. et LEVY G., 1988 –** A propos du dépérissement des forêts : climat, sylviculture et vitalité de la Sapinière vosgienne. Revue Forestière française, Vo. XL, n° 5, pp. 345 – 358.
- **BECKER M. - LE TACON F. et LEVY G., 1994 –** Conjonction des facteurs naturels et des pratiques sylvicoles dans le dysfonctionnement des écosystèmes forestiers. Revue Forestière Française, Vo. XLVI, pp. 572 – 578.
- **BECKER M. - PICARD J. F. et TIBAI J., 1982 –** Larousse des arbres et arbustes de l'Europe Occidentale. Ed. Larousse, Paris, 330 p.

- **BEGHAMI R., 2010 –** Etude des insectes associés au dépérissement du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica)* dans la région des Aurès: cas de la Cédraie de Chelia et Ouled Yagoub. Mém. Mag. Univ. Batna, 118 p.
- **BEKHADRA K., 1991 –** Etude de la régénération du chêne liège : cas de la forêt de M'Sila (Oran).Thèse. Ing. Inst. Tech. Agric. Mostaganem, pp. 40 - 41.
- **BELAHBIB R., 2004 –** Contribution à l'étude de la bio écologie du scolyte *Phloeosinus sp* (Cole, Scol). DEA –FST, Tunisie, 55 p.
- **BENABADJI N. et BOUAZZA M., 2000 –** Quelques modifications climatiques Intervenues dans le sud-ouest de l'Oranie (Algérie Occidentale). Rev. En. Ren. 3. Alger, pp. 117 – 125.
- **BENABID A., 1994 –** Biogeographie phytosociologie et phytodynamique des cedraies de l'Atlas*Cedrus atlantica* (manetti). Ann. Rech. For. Maroc, 27, pp. 61-76.
- **BENEST M. DEBARD E. et BAGHLI A., 1991 –** Les paléosols à plantes du pléistocène inférieur du Nord Ouest Algérien : Environnement et importance des alternances climatiques .Geobios, n°24, fasc 06, 674 p.
- **BENEST M., 1985 -** Evolutions de la plate forme de l'Ouest Algérien et du Nord-Est Marocain au cours du jurassique supérieur et au début du crétacé. Stratigraphie, milieux de dépôt et dynamique sédimentaire. Thèse. Doct. Es. Sc. Lyon, 585 p.
- **BENHALIMA S., 2004 -** Les insectes xylophages et leur rôle dans le dépérissement du Cèdre del'Atlas *Cedrus atlantica* (Endl.) Carrière dans le Haut et le Moyen Atlas (Maroc). Thèse. Doc. Univ. Moh. V- Agdal, Rabat, 107 p.
- **BENHALIMA S., 2006 -** 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). Travaux de l'institut scientifiqueb série zoologie, n° 46, Rabat, 63 p.
- **BENJAMAA M. L. et KHALDI A., 1998** – Dépérissement des Cyprès de brise vent de la stationdu GIAG. Sebikha et des Eucalyptus de la digue de la protection de la ville de Kairouan. Rapport de tournée, INRGREF, 3 p.
- **BENJAMAA M. L. et ROQUES A., 1999 –** Survey of insect impact on seeds and cones of two species of *Cupressacea*, *Cupressus sempervirens* L and *Tetraclinis articulata* Mast in Tunisia. Arab J.P1.Port.Vol17, n° 2, pp. 107-112.
- **BENJAMAA M. L., 2004 –** Dépérissement d'arbres forestiers (Cyprès, Eucalyptus, Pins) dans le Golf de Carthage. Rapport de tournée, Tunisie, 3p.
- **BENJAMAA M. L., 2002 –** Dépérissement de plants de Cyprès dans les pépinières forestières d'Ouchtata et Ain Jemmala (Béjà). Rapport de tournée. INRGREF, 2 p.

- **BENJAMAA M. L., 2005 –** Dépérissement de plants de Cyprès dans la pépinière forestière de Sidi Thabet (Ariana). Rapport de tournée, 2 p.
- **BENNAI Z., 1993 -** Contribution à l'étude de la région du Chott El-Gharbi. Approche floristique et bioclimatique. Mém. Ing.Ecol. Univ.Tlemcen, 93 p.
- **BENOIT T., 2005 -** Problématique du dépérissement du bouleau blanc en Estrie : revue de la littérature et avenues possibles pour son aménagement futur. Association forestière des Cantons de l'Est, pp. 1-42.
- **BENTOUATI A., 2006 –** Croissance, productivité et aménagement des forêts de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) du massif d'Ouled yagoub (Khenechela – Aurès). Thèse. Doc. Agro. Univ. Batna, 116 p.
- **BENTOUATI A., 2007 -** La situation du cèdre de l'atlas en Algérie, Forêt méditerranéenne ; journées d'études changements climatiques et foret méditerranéenne «9 novembre 2007», pp. 1- 25.
- **BERNARD O. et PHILIPPE D., 1994 –** Effet du dépressage dans une régénération naturelle mixte de Cèdre et Pin noir. Ann. Rech. For. Maroc, 27, pp. 269 – 279.
- **BERRAYAH M., 2004 -** Analyse de la dynamique des systèmes et approche d'aménagement intégré en zones de montagnes. Cas des Monts des Traras (W.Tlemcen). Mem. Mag. For. Univ. Tlemcen, 179 p.
- **BLONDEL J ., 1979 –** Biogéographie et Ecologie. Ed. Masson, Paris, 354 p.
- **BONNEAU M. - LANDMANN G. - GARBAYE J. - RANGER J. et NYS C., 1994 –** Gestion et restauration de la fertilité minérale des sols. Revue Forestière Française, XLVI, n° spécial « les dépérissements forestiers : causes connues et inconnues », pp. 579 – 585.
- **BONNEAU M. et LANDMANN G., 1988 -** Le dépérissement des forêts en Europe. La Recherche, 205 (19), pp. 1542-1556.
- **BONNEAU M., 1988 –** Le diagnostic foliaire. R. F. F, XL, n° SP, pp. 19 – 28.
- **BOUAZIZ K., 1993 - –** Contribution à l'étude des insectes des cônes dans l'arboretum de Meurdja et dans la cédraie de Chréa. I.N.A. El Harrach, Alger, pp. 20-65.
- **BOUAZIZ K. et CHKALI G., 1998 –** Diversity and impact of cone and seed insects in Algeria, Italy, pp. 193-208.
- **BOUDON F. et MOGUEDEC G., 2007-** Déformation asymétrique du houppier pour la génération de représentions paysagères. Revue d'informatique graphique (REFIG), Vo.1, n°1, pp. 9 – 19.
- **BOUDRU M., 1989 –** Forêt et sylviculture : traitement des forêts. Les presses agronomiques de Gembloux. Belgique, 356 p.
- **BOUDY P., 1950 –** Economie forestière Nord Africaine. Monographie et traitement des essences. Ed.

Larousse, Paris, pp. 29 - 249.

- **BOUDY P., 1955 -** Economie forestière nord-africaine : Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Ed. Larose., 4, Paris, 483 p.
- **BOUGET C. - BRUSTEL H. et NAGELEISEN L. M., 2005 –** Nomenclature des groupes écologiques d'insectes liés au bois : synthèse et mise au point sémantique. C. R. Biologie, n° 328, pp. 936 – 948.
- **BOUGET C. et NOBLECOURT T., 2005 -** Short-term development of ambrosia and bark beetle assemblages following a windstorm in French broadleaved temperate forests. *Blackwell Verlag*, 129, 6, pp. 300 – 310.
- **BOUGET C., 2001 –**Echantillonnage des communautés des Coléoptères Carabiques en milieu forestier. Relations espèces-milieu et variations d'efficacité du piège à fosse. *Symbioses*, 4, pp. 55- 64.
- **BOUHRAOUA R.T., 2003** - Situation sanitaire de quelques forêts de chêne-liège de l'Ouest algérien : étude particulière des problèmes posés par les insectes. Thèse d'état. For. Univ. Tlemcen, 290 p.
- **BOURAGBA N., 2002 –** Biologie d'*Orthotomicus erosus* W et *Tomicus piniperda* L (*Coleoptera*, *Scolytidae*) et les champignons qui leur sont associés dans la forêt de Sénalba Chergui (Djelfa). Thèse. Ing. Inst. Agr. Past Univ. Djelfa, pp. 1 - 23.
- **BOUTTE B., 2007 -** Les dépérissements observés sont-ils tous dus aux changements climatiques? Journées d'études « Changements climatiques et forêt méditerranéenne ». Forêt Méditerranéenne. T. XXXII, 2, pp. 119 -126
- **BOVEY P., 1971** - L'impact de l'insecte déprédateur sur la forêt : la lutte biologique en forêt. Ann. Zool. Ecol. Anim. HS (vol.3), 212 p.
- **CAILLERET M., 2011 -** Causes fonctionnelles du dépérissement et de la mortalité du Sapin pectine en Provence. Thèse. Doctorat. Univ. Paul Cézanne. Aix Marseiile III, 160 p.
- **CAMUS A., 1914 –** Les Cyprès (genre *Cupressus*) : Monographie, systématique, biologie, culture et principaux usages. Ed. Paul Le chevalier. Paris, 106 p.
- **CARLE P. - GRANET A. M. et PERROT J.P., 1979 -** Dispersion et agressivité de *Dendroctonus micans* kug. (Coléoptère Scolytidae) en France. Rev.For.Fr. XXXI, 4, pp. 298 - 311.
- **CELLES J.C., 1975 -** Contribution à l'étude de la végétation des confins Saharo- Constantinoises (Algérie). Thèse. Doct. Etat. Univ. Nice, 364 p.
- **CHARARAS C., 1969 –** Biologie et écologie de *Phoracantha semipunctata* (Coléoptère, Cerambycidae, xylophage), ravageur des Eucalyptus en Tunisie. Ann. Inst. Nat. Rech. Forest, 2, pp. 1-37.
- **CHARARAS C., 1974 -** Recherches écophysiologiques sur certains *Scolytidae* spécifiques de *Cedrus*

atlantica du Moyen Atlas. C.N.R.S, Trav. R.C.P. 249, pp. 231-255.

- **CHARARAS C., 1980 -** Etude écophysiologique des scolytidae parasites des conifères. I : les *Scolytidae* spécifiques de *Cedrus atlantica*. Ann. Rech. Forest. Maroc, 20, pp. 207-266.
- **CHARARAS C., 1982 -** Les insectes parasites des forêts. *La Recherche*, 132, 1-5.
- **CHARLES et CHEVASSUT G., 1957 –** Sur la présence des peuplements de végétaux steppiques, *Lygeum spartum* L et *Artemisia herba-alba* Asso dans la région de Hammam Rhigha (Tell algérois). Bull. Soc. Hist. Nat. Afri. Nord, pp. 525-536.
- **CHERUBINI P. - FONTANA G. - RIGLING D. - DOBERTIN M. - BRANG P. et INNES J. L., 2002 –** Tree-life history prior to death: two fungel pathogens affect tree-ring growth differently. Journal of Ecology, 90, pp. 839 – 850.
- **CHINERY M., 1983 –** Les insects d'Europe. Ed. Bordas. Paris, 380 p.
- **ClAISSENS H. - THIBAUT A. et RONDEUX G., 2002 –** Facteurs écologiques de production du Frêne (*Fraxinus exelsior* L.) en Condroz et productivité des stations potentielles. Les cahiers forestiers de Gembloux n° 11, 21 p.
- **CIBOIS P., 1983 -** L'analyse factorielle. Press. Univ. France, pp 1-3.
- **CORDIER B., 1965 -** L'analyse factorielle des correspondances. Thèse doct. Univ. Rennes, 66 p.
- **COULBOIS P. et TOUZET G., 1992 –** Guide technique du forestier méditerranéen français. CEMAGREF. Paris, pp. 1- 25.
- **CRAMER H. et CRAMER – MIDDENDROF M., 1884 –** Untersuchugen uber Zusammenhange zwischen Schdensperioden und Klimfaktoren in mitteleuropaischen Forsten seit 1851. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer, vol 37, n° 2, pp. 208 – 334.
- **D. S. F, 1991 -** Réseaux de surveillance de l'état sanitaire des forêts (réseau CEE et réseau Bleu) : Protocole pour les observations. D. E. R. F, Min. Agri. For, 27 p.
- **D. S. F, 2002 –** Les cahiers du DSF. La santé des forêts. Min. Agr. Alim. Pêche. Aff. Rur(DERF), Paris, 132 p.
- **D. S. F, 2004 –** Santé des forêts. Lutte contre les insectes sous-corticaux du Sapin. Min. Agr. Alim. Pêche. Aff. Rur (DERF), Paris, 103 p.
- **D. S. F, 2007 -** Dépérissement et mortalité: un éclairage de la situation en France. L'IF. n°16, 3° trimestre, pp. 1 – 10.
- **D'EON S. P. - MAGASI L. P. et DESROCHERS O., 1995 –** Réseau national de surveillance de l'état de santé des forêts au Canada. Institut Forestier National de Petawa (Ontario), pp. 26 – 66.
- **DAGET P., 1977 –** Le bioclimat méditerranéen, caractères généraux, méthodes de caractérisation de la végétation .34 (1), pp. 1-20.

- **DAGNELIE P., 1975 –** Analyses statistiques à plusieurs variables. Les presses agronomiques de Gembloux, Belgique, 182p.
- **DAGNELIE P., 1977 –** Théories et méthodes statistiques, application agronomique. Les presses agronomiques de Gembloux, vol 2, 148 p.
- **DAHMANI M., 1984 -** Contribution à l'étude des groupements à chêne vert (*Quercus rotundifolia* Lamk.) des monts de Tlemcen (Ouest Algérien). Approche phytosociologique et phytoécologique. Thèse. Doct. 3ème cycle .USTHB. Alger, 226 p.
- **DAJOZ R., 1971** – Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 434 p.
- **DAJOZ R., 1974** – Dynamique des populations. Ed. Masson et Cie, Paris, 301 p.
- **DAJOZ R., 1980 –** Ecologie des insectes forestiers. Ed. Gauthier Villars, Paris, 489 p.
- **DAJOZ R., 1985 –** Précis d'écologie. Ed. Bordas, Paris, 5ème édition, 505 p.
- **DANJON F. et FOURCAUD T., 2009** - L'arbre et son enracinement. Actes du colloque CIAG " Sylviculture, Forêts et Tempêtes», France - Revues Innovations Agronomiques, INRA, Paris 6, pp. 17-37.
- **DE BEAULIEU L., 2007 -** Paléo environnements, climats et sociétés au cours du Tardiglaciaire et de l'Holocène en milieu montagnard : l'enregistrement multi-proxy à haute résolution de la séquence du Lauza (1.140 m, Champsaur, Alpes françaises du Sud). XXème Symposium de l'APLF, 40ème anniversaire de l'APLF « Les réchauffements climatiques : réponses des écosystèmes et des sociétés », France, pp. 1 – 15.
- **DE LEMPS F., 1955 –** Dépérissement du Hêtre et pluviosité sur le plateau de Langres. Bulletin de la Société Forestière de Franche-Comté et des Provinces de l'Est, vol. XXVIII, n° 5, pp. 522 – 537.
- **DE PEYERIMHOFF P., 1919 -** Notes sur la biologie de quelques coléoptères phytophages du Nord africain, 3ème série, Ann. Soc. Entomol. Fr, 88 pp. 169-258.
- **DEBRACH J., 1953 –** Notes sur les climats du Maroc Occidental, Maroc Méridional, 32,342, pp. 1122-1134.
- **DELATOUR C., 1983 -** Les dépérissements de chênes en Europe. Rev.For.Fr, 35,4, pp. 255-281.
- **DELEUSE C., 1996 –** Pour une dendrométrie fonctionnelle : essai sur l'intégration de connaissance ecophysiologique dans les models de production ligneuse. Thèse. Doc. Univ. Claude Bernard. Lyon, 305 p.
- **DERAK M. - M'HIRIT O. - BOUJEMAA M. et TOBI M., 2008 –** Influence de la densité et du type de peuplement sur le dépérissement du Cèdre à Sidi M'Guild (Moyen Atlas marocain). Forêt méditerranéenne, To XXIX, n° 1, pp. 23 – 33.
- **DJEBAILI S., 1984 -** Steppes algériennes, phytosociologie et écologie. OPU. Alger, 171 p.

Rapport-Gratuit.com

- **DNARPA, 1995 –** Réseau national de surveillance de l'état de santé de forêts au Canada. Guide d'établissement et de surveillance des parcelles (version revue). Institut Forestier National de Petawawa, Onatrio (Canada), 99 p.
- **DOBERTIN M. et BRANG P., 2001 –** Crown defoliation improves tree mortality models. Forest Ecology and Management, 141, pp. 271 – 284.
- **DODELIN B., 2006 -** Ecologie et biocénoses des Coléoptères saproxyliques dans quatre forêts du nord des Alpes françaises. Thèse Doc., Univ. Savoie, France, 159 p.
- **DOUMANDJI S. - MAKHLOUFI A. et AZIRI H., 2003 –** Notes sur l'attaque de jeunes plantations d'Oliviers par une punaise (*Nysius cynoides*) en zone de montagne (Batna). Revue Forêt Algérienne, INRF, n° 5, pp. 50 – 51.
- **DRENOU C. - BOUVIER M. et LEMAIRE J., 2011 –** La méthode de diagnostic ARCHI. Application aux chênes pédonculés dépérissants. Forêt entreprise, 200, pp. 4 – 15.
- **DREUX P., 1980 –** Précis d'écologie. Ed. Presses Universitaires de France. Paris, 231p.
- **DREYER E. - FICHTER J. et BONNEAU M., 1994 –** Nutrient content and photosynthesis of young yellowing Norway spruce trees (Picea abies L. Karst.) following calcium and magnesium fertilization, Plant Soil, 160, pp. 67 – 78.
- **DROUINEAU S., 2003 –** L'arbre dans le vent. Dossier de l'environnement de l'INRA, GIP ECOFOR, n° 20, Paris, pp. 163 – 173.
- **DUBE F., 2007 -** Étude sur la dynamique de succession et de régénération du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) et du chêne vert (*Quercus rotundifolia*) dans le parc national d'Ifrane au Maroc. Rapport de stage II. Univ. Sherbrooke, Québec (Canada), 81 p.
- **DUCREY M., 1994 -** Adaptation du Cèdre de l'Atlas *(Cedrus atlantica* Manetti) au climat méditerranéen: aspects écophysiologiques de sa réaction a la sécheresse. Ann. Rch. For. Maroc, 27, pp. 139-153
- **DUPLAT P. et PERROTTE G., 1981 –** Inventaire et estimation des peuplements forestiers. Office National Forêts, Paris, 432 p.
- **EL ALAOUI EL FELS A., 1999 –** Les arthropodes liés à des conifères autochtones des Atlas marocains : biologie, distribution des principaux ravageurs des cônes et des graines et impact sur la régénération naturelle. Thèse. Doctorat d'état. Es-sciences- entomologie. Univ. Cadi Ayyad, Fac.Sci.Semlalia-Marrakech, 127 p.
- **El HASSANI A., 1984 -** Contribution à la connaissance de la faune des cônes des principales essences de résineux dans certaines forêts au Maroc. Mémoire de troisième cycle, I. A. V. Hassan II, Rabat, pp. 1-72.

- **EL HASSANI A. et MESSAOUDI J., 1987 –** Les ravageurs des cônes et des graines des conifères et leur distribution au Maroc. INRA. France, pp. 5 -14.
- **EL YOUSFI M., 1994 –** La santé du Cèdre de l'Atlas au Maroc. Ann. Rech. Fore, 27, pp. 259 – 268.
- **EMBERGER L., 1942 –** Un projet de classification des climats du point de vue phytogéographie. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 77, pp. 1-124.
- **EMBERGER L., 1955 –** Une classification biogéographique des climats .Rev. Trav. Labo. Bot. Géol. Zool. Fac. Sc. Montpellier, 7, pp. 1-43.
- **FAO, 2010 –** Evaluation des ressources forestières mondiales. Rapport principal, pp. 1 – 35.
- **FERRANDES P., 1979 -** Les cyprès africains. In Il cipresso: malattie e difesa (Grasso, Raddi eds.): pp. 45-49.
- **FIOT J.L. - CAROULLE F. et LUCAS S., 2007 -** Dépérissement et mortalité de quelques essences. L'IF. N° 16, 3° trimestre, pp. 1 - 10.
- **FRANCESCHINI A. - MARRAS F. et SECHI C., 1993 -** Funghi segnalati sulla quercia da sughero (*Quercus suber* L.). Collana Biologica n°3, Sassari, Italy, pp. 1 – 15.
- **FRITTS H. C., 1966 –** Tree-ring and climate. Academic Press, London, pp. 1 – 5.
- **GARREC J. P. - LAITAT E. - RICHARDIN I. et ROSE C., 1991 –** Dépérissement forestier et perturbations minérales aux niveaux histologiques et cellulaires dans les aiguilles de *Picea abies* L. Etude par microanalyse X. Ann. Rech. For, n° 48, pp. 321 – 332.
- **GARTNER E., 1988 -** Maladie des forêts : un premier bilan. Sylviculture, pp. 30-38.
- **GAUDIN S.,** 1996 – Dendrométrie des peuplements. BTSA gestion forestière, Besançon, 64 p.
- **GAUDIN S., 1997 –** Quelques éléments d'écologie utiles au forestier. BTSA gestion forestière, Module D41, 88 p.
- **GAZONNEAU A., 2007 -** Pour la forêt méditerranéenne, le changement climatique est déjà à l'œuvre. http://actscience.blogspot.com/2007/11/pour-la-fort-mditerranenne.
- **GHAIOULE D. et LIEUTIER F., 2006 –** Entomological research in Mediterranean forest ecosystems. INRA. France, 276 p.
- **GIRAUD F., 2012 –** Suivi du dépérissement du Sapin pectiné (*Abies alba Mill*) dans les Pyrénées : croisement de deux méthodes, l'architecture et la télédétection, à deux échelles spatiales différentes. Mémoire de fin d'études. ENSSA. Univ. Bordeaux1, 34 p.
- **GOURLET-FLEURY S., 1997 –** Indices de compétition en forêt dense tropicale humide : étude de cas sur le dispositif sylvicole expérimental de Paracou (Guyane française). Annals of Forest Science, 55, pp. 623 – 654.
- **GUINOCHET M., 1952 -** Contribution à l'étude phytosociologique du Sud Tunisien. Bull. Soc. Hist.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Nat. Afr. Nord, pp. 131-153.

- **GRAVIER H., 2012 –**Etude du dépérissement des sapinières du Livradois Forez. Méméoire de fin d'études. ENSSA. Univ. Bourdeax Aquitaine, 34 p.
- **GUYON J. P., 1991 -** Dépérissement du pin maritime (*Pinus pinastre* Ait) en Vendée. Les causes écologiques. Ann. Sci. For.48 pp. 333-346.
- **HAAVIK L. - STEPHEN F. - FIERKE M. K. - SALISBURY V. B. - LEAVITT S. W. et BILLINGS S. A., 2008 –** Dendrochronological parameters of northern red oak (Quercus rubra L (Fagaceae) infested with red oak borer (Enaphalodes rufulus (Haldeman) (Coleoptera: Cerambycidae). Forest Ecology and Management 255, pp. 1501 – 1509.
- **HAMILTON D., 1975 –** Deutch elem disease. Pacific Horticulture, 37, pp. 17 – 18.
- **HARTMAN G. - NIENHAUS F. - BUTIN H. et WINTER K., 1991 -** Les symptômes de dépérissement des arbres forestiers. Ed Atlas de reconnaissance en couleurs des maladies, insectes et divers). Institut pour le développement forestier de France, (IDF), 256 p.
- **HOUAMEL A. C., 2012 –** Contribution à l'étude du dépérissement de la cédraie dans la région de Batna (cas du parc national du Belezma). Mem. Mag. For. Univ. Tlemcen, 93 p.
- **HOUSTON D. R., 1967–**Dieback and decline of northeastern hardwoods. Trees, Vol 26, pp.12– 14.
- **HOUSTON D. R., 1973 –** Dieback and declines: diseases initiated by stress, including defoliation. International Shad Tree Conference Proceeding, 49, pp. 73 – 76.
- **HOUSTON D. R., 1981 –** Stress triggered tree diseases: the diebacks and declines. USDA Forest Service, NE-INF, 41, 36 p.
- **HOUSTON D. R., 1984 –** Stress related to diseases. Journal of Arboriculture,Vol 8, pp. 12 – 14.
- **HOUSTON D. R., 1992 –** A host-stress-saprogen model for forest dieback-decline diseases. In: Forest decline concepts. American Phytopathological Society, pp. 3 – 25.
- **JOUBERT A. et BURROLLET P. A., 1934 –** Biologie et rôle forestier des Cyprès. Berger – Levrault. Rev. Eaux et forêts, pp. 3 -25.
- **JUM H. et PENUELA S., 2006 -** Rapid climate change-related growth decline at the southern range edge of *fagus sylvatica*. Global change Biology, 12, pp. 2163-2174.
- **KADIK B., 1987 –** Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) en Algérie : écologie, dendrométrie, morphologie. OPU. Alger, 580 p.
- **KAZI TANI L. M., 1996 -** Esquisse pédologique des zones à vocation forestière (monts des Traras et monts de Tlemcen). Thèse. Ing. Inst. Forest. Univ. Tlemcen, 68 p.
- **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 de Bélezma. Mém. Mag. Agr. Univ. Batna, 249 p.

- **KROUCHI F. - DERRIDJ A. et LEFERVR F., 2004 –** Year and tree on reproductive organization of *Cedrus atlantica* in a matural forest. Forest Ecology and Management (197), pp. 181 – 189
- **LAAROUK M., 1998 –** Atlas de l'Algérie et du monde, Alger, 131p.
- **LAFLAMME G, 1992-** Diagnostic des cas de dépérissement. Coll. Recherche sur le dépérissement. Un premier pas vers le monitoring de forêts. 1ére partie. Canada, pp. 189-193.
- **LAMHAMEDI M. et CHBOUKI N., 1994 -** Les principaux facteurs influençant la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M.). Ann. Rech. For. Maroc, 27, pp. 243-257.
- **LAMONTAGE J., 2000 -** Les conséquences du verglas sur les arbres. Conférences présentée dans le cadre du Congrès annuel de l'association forestière des Cantons de l'Est, 178 p.
- **LANDMANN G. et BONNEAU M., 1994 –** Le dépérissement du Sapin pectiné et de l'Epicéa commun dans les montagnes françaises au cours des années 1980. Revue Forestière Française, Vol XLVI, n° 5, pp. 522 – 537.
- **LANDMANN G., 1983 –** Role of climate, stand dynamics and past management in forest decline: a review of ten years of field ecology in France. In: Forest decline in the Atlantic and Pacific region. Springer Verlag. Berlin, pp. 18 – 39.
- **LANDMANN G., 1988 –** Comment apprécier la vitalité d'un arbre ou d'un peuplement forestier ? Revue Forestière Française, 40, pp. 265 – 284.
- **LANDMANN G., 1994** - Concepts, définitions et caractéristiques générales des dépérissements forestiers. Rev. For. Fr. XLVI, 5, pp. : 405-415.
- **LANIER L., 1976 -** Mycologie et pathologie forestières. Tome II. Pathologie forestière. Ed. Masson. Paris, pp. 16-26
- **LARBI H. et BELHGHERBI B., 2007 –** Les Cyprès en Algérie : historiques, caractéristiques et valeurs. Le Cyprès dans les pays Meda. Palermo. Italie, pp. 11 – 15.
- **LAURENT C. et LECOMTE H., 2005 -** La santé des forêts. Res. For 3, pp. 1 – 10.
- **LE MEIGNEN P. et MICAS L., 2008 -** Bilan des dépérissements forestiers dans les Alpes-de Haute-Provence. Forêt méditerranéenne. To XXIX, (2), pp. 177-182.
- **LECOMPTE H. et RONDEUX J., 2002 –** Les inventaires forestiers nationaux en Europe. Tentative de synthèse. Les cahiers forestiers de Gembloux, n° 5, 29 p.
- **LETREUCH-BELLAROUCI N., 1991 –** Les reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir. O.P.U., Vol I et II, 641 p.
- **LIEUTIER F. - VOULAND G. et PETTINETTI M., 1997 -** Test de choix de pins méditerranéens par les Scolytides et autres insectes xylophages en conditions naturelles. Rev. For. Fr. XLIX, 3**,** pp. 215- 224.

- **LORIMEER C. G. - CHAPMAN J. W. et LAMBERT W. D., 1994 -** Tall understorey vegetation as a factor in the poor development of oak seedlings beneath mature stands. J.Ecol. 8, pp. 227-237.
- **LUYSSAERT S. - CIAIS P. - PIAO S. L. - SCHULZE E. D. - ZAEHLE S. - SCHELHAAS M. J. - REICHSTEIN M. - CHURKINA G. - PAPALE D. - ABRIL G. - BEER C. - GRACE J. - LOUSTAU D. - MATTEUCCI G. - MAGNANI F. - NABUURS G. J. - VERBBECK H. - SULKAVA M. - VANDERWERF G. R. et JANSSENS I. A., 2010 –** The European carbon balance. Part 3 : Forests. Global Chnage Biology, 16, pp. 1429 – 1450.
- **M'HIRIT O., 1982 -** Études écologiques et forestières des cédraies du Rif Marocaine : essai sur une approche multidimensionnelle de la phytoécologie et de la production du cèdre de l'Atlas. Ann. Rech. For. Maroc. Vol. 2. 499 p.
- **MADOUI A., 2000 –** Les incendies de forêts en Algérie. Historique, bilan et analyse. Forêt méditerranéenne, 23, n°1, 23 p.
- **MANDALLAZ D. - SCHLAEPFER R. et ARNOULD J., 1986 –** Dépérissements des forêts : essai d'analyse des dépendances. Annales des sciences forestières, HAL, 43, 4, pp. 441 – 458.
- **MANION P. D., 1981 –** Tree disease concepts. Prentice – Hall. Englewood Cliffs. NJ, 399 p.
- **MARCELLO I. – PAOLO R. et CLAUDINE A., 2004 –** Les espèces de Cyprès. CYPMED. INTERREG III B. MEDOCC. Corte, 100 p.
- **MASSENET J. Y., 2005 -** Cours de dendrométrie. Lycée forestier. Mesnières, 38 p.
- **MASSON G., 2005 –** Autoécologie des essences forestières. Comment installer chaque essence à sa place. Autoécologie I. Ed ; Tec et Doc. France, 306 p.
- **MATHYS G., 1988 –** Principaux ennemis des cultures du Sahel. Organisation météorologique mondiale. Niger, 113 p.
- **MEDJAHDI B. - MEDJAHDI A. - BOUAMAEUR Kh. et BENABEDIL Kh., 2008 –** Plaidoyer pour la création d'une aire protégée et conservation des formations végétales contre les perturbations : cas des monts des Traras. Annales de l'INGREF, n° 12, pp. 232 – 241.
- **MICHELOT A. - EGLIN T. - DUFRENE E. - LELARGE TROUVERIE C. et DAMESIN C., 2010 –** Comparison of seasonal variations in water-use efficiency calculated from the carbon isotope composition of tree rings and flux data in temperate forest. Plant, Cell and Environment, 34, pp. 230 – 244.
- **MILLERS I. - SHRINER D. S. et RIZZO D., 1988 –** History of hardwood decline in the eastern United States. United States Department of Agriculture. Forest Service. Northeastern Forest Experiment Station, pp. 1 – 75.
- **MORENO G. - OBRADOR J. J. - GARICA E. - CUBERA E. - MONTERO M. J. - PULIDO F. et**

DUPRAZ C., 2007 – Driving competitive and facilitative interactions in oak dehesas through management pratices. Agroforestry Systems 70, pp. 25 – 40.

- **MOUCHA J., 1972 –** Les papillons du jour. Ed. Gérard et Cie, pp. 1 – 189.
- **MOUNA M. - BIGOT L. et FABRE J.P., 1985 -** Comparaison des communautés frondicoles des Coléoptères du Cèdre (*Cedrus atlantica* Manetti) en France (Provence) et au Maroc (Moyen-Atlas). Vie et Milieu, 35, 2, pp. 99-106.
- **MOUNA M., 1994 -** Etat des connaissances sur l'entomofaune du cèdre de l'atlas *(cedrus atlantica* Manetti) au Maroc. Ann. Rech. For. Maroc, 27, pp. 513-526.
- **MUELLER-DOMBOIS D., 1983 –** Canopy dieback and successional processes in Pacific forests. Pacific Scientist, vol 37, pp. 317 – 325.
- **MUELLER-DOMBOIS D., 1986 –** Perspectives for an etiology of stand-level dieback. Annual Review of Ecological Systems, Vol 17, pp. 221 – 243.
- **MUELLER-DOMBOIS D., 1992 –** A natural dieback theory, cohort senescence as an alternative to the decline disease theory. In: Forest decline concepts. American Phytopathological Society, pp. 26 -37.
- **MUGNOSSA G. - SCARASCIA H. - PIUSSI P. et RADAGLOU K., 2000 -** Forests of the Mediterranean region: Gaps in Knowledge and research needs. For. Ecol. Manag, 132, pp. 97-109.
- **MUNOZ LÔPÈZ M.C. - COBOS SUAREZ P. - MARTINEZ SAAVEDRA G. - SOLDIVILLA PUGA C., et DIAZ LLIORENTE M., 1996 -** Micoflora y patologia del alcornoque(Quercus suber.L).M .A.P.A , Madrid, 328 p.
- **NAGELEISEN L. M., 2007 –** Bilan de la santé des forêts : dépérissement du Hêtre, retour sur les situations de crise de la Hêtraie au cours de la dernière décennie. D. S. F, France, 7 p.
- **NAGELEISEN L. M. - SAINTONGE. F. X. - PIOU D. et RIOUT NIVERT P., 2010 –** La santé des forêts. Maladies, insectes, accidents climatiques. Diagnostic et prévention. IDF, 608 p.
- **NAGGAR O., 2011 –** Etude symptomatique du dépérissement du Cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le parc national de Theniet El Had (W. Tissemsilt). Mém. Mag. Forest. Univ. Tlemcen, 155 p.
- **NATIVIDADE J.V., 1956 -** Subériculture. ENEF, Nancy, France, 303 p.
- **NAUMMAN A. et HENNING B., 2005 –** Dendrométrie an einzelindividuen und mogliche ruckshlusse auf kohlenstoff und energievorrate. Forschungsparktikums geobotanik/FE, uni, Trier, Allemand, 33 p.
- **NEDJAHI A, 1988 –** La cédraie de Chréa (Atlas Blideen). Phénologie, productivité, régénération. Thèse Doct. Univ. Nancy, 184 p.
- **NICOLINI E. - CARAGLIO Y. - PELISSIER R. - LEROY C. et ROGGY J. C., 2003** – Epicromic

branches : a growth indicator for the tropical forest tree, *Dicorynia guianensis* Amshoff (Caesalpiniceae). Annals of Botany, 92, pp. 97 – 105.

- **NICOLINI E. et CARAGLIO Y., 1994 -** L'influence de divers critères architecturaux sur l'apparition de la fourche chez *Fagus sylvatica*, en fonction de l'absence ou de la présence d'un couvert. Canadian Journal of Botany, 72, pp. 1723-1734.
- **OTTORINI J. M., 1978 –** Aspects de la notion de densité et croissance des arbres en peuplement. Annals of Forest Science, 35, pp. 299 – 320.
- **PALM R., 1977 –** Dendrométrie, INA, Alger, 112 p.
- **PARADE J. et BOUCHON Y., 1988 –** dendrométrie. ENGREF, Nancy, 328 p.
- **PAUL L., 1953 –** Encyclopédie biologique. Ed. Paris, 70 p.
- **PIERRE LEANDRI C., 2000** – Etude chimiotaxonomique du genre *Cupressus*. Tesi di dottorato in chimica. Univ. Nice Sophia-Antipolis, pp. 1- 5.
- **PINHEIRO F. - DINIZ I.R. - COELHO D. et BANDEIRA M. P. S., 2002 -** Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado**.** Austral Ecology, 27, pp. 132-136.
- **POUGET M., 1980 -** Les relations sol-végétation dans les steppes Sud Algériennes. Thèse. Doct. Etat. Univ. Aix- Marseille III, 555p.
- **QUEZEL P., 2000 –** Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Ed.Ibis Press. Paris, 117 p.
- **RAMADE F., 1984 –**Eléments d'écologie. Ecologie fondamenatle. Ed. Mc Graw Hill. Paris, 403 p.
- **RENAUD J.P. et NAGELEISEN L.M., 2004-** Suivi des écosystèmes forestiers et évaluation des contraintes environnementales. DSF, Min. Agri. Pêche (DERF), Paris, pp. 46-60.
- **REQUARDT A. - KÖHL M. - SCHUCK A. - POKER J. - JANSE G. - MASVAR R. et PÄIVINEN R., 2007 -** Feasibility study on means of combating forest dieback in the European Union. EC DG ENV Contract, Brussels, Belgium, 79 p. **RICHTER F., 2001 –** L'inventaire forestier de la wilaya de Guidimakha : méthodologie et instruction de l'inventaire. GTZ/ECO. IRAM, Mauritanie, 18 p.
- **RIVAS MARTINEZ S., 1981** – Les étages bioclimatiques de la péninsule ibérique. Ann. Bot. Madrid, 37, 2, pp. 251-268.
- **RIVAS MARTINEZ S., 1982 –** Etages bioclimatiques, secteurs chronologiques et série de végétation de l'Espagne méditerranéenne. Eco. Med. 8, pp. 275-288.
- **RONDEUX J., 1999 –** La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Les presses agronomiques de Gembloux, Belgique, 251 p.
- **RONDEUX J., 2002 –** Inventaire forestier et biodiversité. Les cahiers forestiers de Gembloux, n° 28,

Belgique, 17 p.

- **ROQUES A., 1998 –** Impact of insects damaging seed cones of Cypress, *Cupressus semperivrens* in natural stands and plantations of south eastern Europe. Zool. Forest. INRA, France, pp. 167 – 177.
- **ROUGEOT P. C. et VIETTE P., 1978**- Guide des papillons nocturnes d'Europe et d'Afrique du nord. Ed. Delachaux et Nestlé. Neuchâtel, Paris, 288 p.
- **SABATIER S. et BARTHELEMY D., 1995 –** Architecture du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti). INRA. Comptes rendus du Colloque n° 74 sur « Architecture des arbres fruitiers et forestiers », France, pp. 100 – 175.
- **SAFRANYIK L. SHORE T. L. et LINTON D. A., 2004 –** Attack by bark beetles (*Coleoptera*: *Scolytidae*) following spacing of mature lodgepole pine (*Pinacea*) stands. Can. Entomol, 131, pp. 671 – 685.
- **SARMOUM M., 2008 –** Impact du climat sur le dépérissement du cèdre de l'Atlas (*Cedus atlantica* Manetti). Diagnosticdendroécologique et climatique de la cédraie de Theniet el Had (Wilaya de Tissemsilt). Mém. Mag. Sci. Nat, Univ. Houari Boumediene, Alger, 114 p.
- **SCHAFFER A., 1955 –** Le dépérissement du Hêtre dans le département du Doubs. Bulletin de la Société forestière de Franche-Comité et des Provinces de l'Est, vol XXVIII, n° 6, pp. 290 – 291.
- **SCHERER-LORENZEN M. - KORNER C. et SCHULZE E.D. 2005** - The functional significance of forest diversity. The starting point. Forest Diversity and Function. Temperate and Boreal Systems. Ecological Studies. Analysis and Synthesis, 176, pp. 3 - 12.
- **SCHOEPFER W. et HRADETZKY J., 1985 –** Zuwachsruckgang im erkrankter Fichten und Tannenbestanden Auswer tungsmethoden und Ergebnisse. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 105, pp. 446 – 470.
- **SCHUTT P., 1977 –** Das Tannensterben. Der Stand unsers Wissens uber eine aktuelle und gefahrliche komplexkrankheit der Weisstanne (*Abies alba* Mill). Forstwissenschaaftliches Centralblatt, vol 96, pp. 177 – 186
- **SCHUTZ J. P., 1990 –** Sylviculture 1 : principe d'éducation des forêts. Presses phytotechniques et universitaires Romandes, Suisse, 243 p.
- **SELTZER P., 1946 –** Le climat d'Algérie. Inst. Météo. Phys. Géol. Univ. Alger, 219 p.
- **SIMILÄ M. - KOUKI J. - MONKKONEN M. et SIPPOLA A.L., 2002 -** Beetle species richness along the forest productivity gradient in northern Finland. Ecography, 25, pp. 42-52.
- **SINCLAIR W. A., 1964 –** Comparaisons of recent declines of white ash, oak and sugar maple in northeastern woodlands. Cornell Plant, vol 20, pp. 62 – 67.
- **SINCLAIR W. A., 1967 –** Decline of hardwoods: possible causes. International Shade Tree

Conference Procceding, 42, pp. 17 – 32.

- **SORK V. L. et BRAMBLE J. E., 1993 -** Prediction of acorn crops in three species of North American oaks: *Quecus alba, Q. rubra and Q.velutina.* Ann. For. Sc, 50, pp. 128-136.
- **SOUSA E.M.R. et ATAY KADIRI Z., 2005**- Le déclenchement des perturbations physiologique des peuplements de chêne-liège: une synthèse des relations agent/hôte. IOBC/wprs Bull. 28, 8, pp. 1 – 25.
- **SPIECKER H., 1991 –** Zur Dynamik des Wachstums von Tannen und Fichten auf Plenterwald-Versuchsflachen im Schwarzwald. Allgemeine Forstzeitschrift, 21, pp. 1076 – 1080.
- **STANEK V.J., 1973**- Encyclopédie illustrée des Insectes. Trad. Française by Gründ, Paris, 548 p.
- **STEWART P. H., 1969 –** Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Bull. Soc. Afrique du Nord, 59 p.
- **TALBI Y, 2010 -** Contribution à l'étude des insectes associés au dépérissement du Cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica* M.) dans la région de Batna : Cas de la Cedraie de Belezma. Mém. Mag. Agr. Univ. Annaba, 115 p.
- **TAUGOURDEAU O. - DAUZAT J. - GRIFFON S. - SABATIER S. - CARAGLIO Y. et BARTHELEMY D., 2012** - Retrospective analysis of tree architecture in silver fir (*Abies alba* Mill.): ontogenetic trends and responses to environmental variability. Annals of Forest Science, 69, pp. 713-721.
- **THINTOIN R., 1960 –** Les Traras, étude d'une région musulmane d'Algérie. Bull.Soc.Geogr.Arch. Oran, 309 p.
- **VANNINI A., 1990 -** Susceptibility of Quercus cerris to Hypoxylon mediterraneum at different levels of water stress. In Proceedings. In International Symposium Oak Decline in Europe. Kórnik, Poland, pp. 165-172.
- **VILLIERS A., 1946 -** Coléoptères Cérambycides de l'Afrique du nord. Faune de l'Empire Français, Tome 5. Off. Sci. Col. Paris, 152 p.
- **WACHTER A., 1978 –** Deutschsprachige Literatur zum Weisstannensterben (1830 bis 1978). Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, vol 85, pp. 361 – 381.
- **WAINHOUSE D., 2005** - Ecological methods in forest pest management. Oxford (UK), Oxford University Press, pp. 1 - 70.
- **WALKER S. L. et AUCLAIR A. N. D., 1989 -** Forest declines in western Canada and the adjacent United States. Downsview (Ontario): Atmospheric Environment Service, 150 p.
- **WERMELINGER B. FLUCKIGER P.F. OBRIST M.K. et DUELLI P., 2007 -** Horizontal and vertical distribution of saproxylic beetles (Col., Buprestidae, Cerambycidae, Scolytinae) across sections of forest edges. J. Appl. Entomol. 131, **2,** pp. 104-114.

- **WERMELINGER B. RIGLING A. SCHNEIDER MATHIS D. et DOBBERTIN M., 2008 –** Assessing the role of bark and wood insects in the decline of Scots pine (*Pinus sylvestris*) in the Swiww Rhone valley. Ecological Entomology, 33, pp. 239 – 249.
- **WILLIAMS I.H. FREARSON D. BARARI H. et MCCARTNEY A., 2007** - Migration to and dispersal from oilseed rape by the pollen beetle, *Meligethes aeneus*, in relation to wind direction. Agricultural and Forest Entomology, 9, pp. 279-286.
- **WINKLER A., 1924** - Catalogus Coleopterorum regionis palaearcticae. Edit. A. Winkler, Wien, 1968 p.
- **WINKLER A., 1932 -** Catalogus Coleopterorum regionis palaearcticae. Edit. A. Winkler, Wien, 1968 p.
- **YVES M., 2005 -** La forêt face au changement de climat. Exposé lors de la réunion d'information sur « La sylviculture et les changement climatiques ». CRPF. Florac, pp. 1 – 10 p.
- **ZAHRADNIK E. P., 1984 –** Guide des insectes. Ed. Hatier, 314 p.
- **ZEMIRLI M., 2006 -** Contribution à l'étude écodendrométrique du *Cedrus atlantica* Manetti (cèdre de l'Atlas) dépéris dans le parc national de Theniet el Had (W. Tissemsilt) Algérie. Mém. Ing. Eco. Veg. Univ. Tiaret, 95 p.
- **ZINE EL ABIDINE A., 2003 –** Le dépérissement des forêts au Maroc : analyse des causes et stratégie de lutte. Sécheresse, 14, pp. 209-218.

Rapport-Gratuit.com

ISSN 1561-3410

Lebanese Science Journal

Journal Scientifique Libanais

المجلة العلمية اللبنانية

Volume 14, No. 2, 2013

CNRS
المجلس الوطني للبحوث العلمية
Conseil National de la Recherche Scientifique - Liban
National Council For Scientific Research - Lebanon

CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DE L'ENTOMOFAUNE DE QUELQUES ESPÈCES RÉSINEUSES DE LA RÉGION DES TRARAS OCCIDENTAUX (TLEMCEN – ALGÉRIE)

Mohamed Nichane, Zoheir Bouchikhi Tani et Mohamed Anouar Khelil
Département d'écologie et environnement, Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, Algérie
nichanedz@gmail.com

(Received 30 April 2012 - Accepted 5 June 2012)

RÉSUMÉ

Dans le cadre de l'étude biocénotique des insectes liés aux espèces résineuses dans la région des Traras Occidentaux (Tlemcen), une connaissance aussi complète que possible de l'entomofaune fréquentant en particulier le pin d'Alep (Pinus halepensis Mill.) , le Thuya de Barbarie (Tetraclinis articulata (Vahl) Masters) et le Cyprès vert (Cupressus sempervirens L.) s'avère indispensable. Les différentes méthodes de capture des insectes utilisées ont permis de récolter un nombre important des espèces, et un grand nombre reste encore inconnu. Ces espèces sont réparties entre 10 ordres systématiques dont les plus importants sont les Coléoptères, les Hyménoptères et les Lépidoptères. A travers cette liste d'insectes et suivant leur mode de nourriture, on a discerné 6 régimes alimentaires auxquels appartiennent ces espèces. Les plus représentatifs sont les défoliateurs, les auxiliaires et les xylophages. Cet inventaire a permis de dresser une liste des insectes nuisibles aux espèces résineuses étudiées dans la région. Ils totalisent 30 espèces dont 9 défoliateurs, 8 xylophages, 7 conobiantes, 5 opophages et une espèce gallicole. Les auxiliaires sont représentés par 26 espèces.

Mots-clés : espèces résineuses, pin d'Alep, Thuya de Barbarie, Cyprès vert, inventaire, entomofaune, Traras Occidentaux

ABSTRACT

Within the framework of the study of Biocenotic insects related to conifer species in Traras, the Western region of Tlemcen, a comprehensive knowledge of the insect fauna hosted by the Aleppo pine (Pinus halepensis Mill.), Thuya Barbary (Tetraclinis articulata (Vahl) Masters)) and Cypress green (Cupressus sempervirens L) is essential. The various methods used for capturing insects allowed the collection of a large number of species, but a large number still remains unknown. These species are distributed among 10 orders of which the most important are the Coleoptera, Hymenoptera and Lepidoptera. Through this list of insects and the nature of their food, six diets to which these species belong were identified. The most representative are herbivores, auxiliaries and borers. This inventory allows the compilation of a list of insects harmful to the conifer species studied in this region. They total

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

30 species including 9 phytophagous, 8 xylophagous, 7 seed-eating species, 5 opophages and one gall specie. The auxiliaries are present with 26 species.

Keywords: conifers, Aleppo pine, Thuya Barbary, Cypress green, inventory, entomofauna, Western Traras

INTRODUCTION

La forêt représente un élément intégral et principal de la vie de la planète, de l'environnement, réservoir génétique précieux et source de revenus appréciables. Dans ce contexte, elle doit être gérée et développée dans un but d'assurer la durabilité du bien être social et économique **(**Anonyme, 2009**)**.

L'équilibre écologique, la protection de l'environnement, la désertification et le développement durable sont devenus des questions vitales, car la forêt a été considérée par l'homme comme une source inéquitable de bois. Ce milieu a été inconsidérément défriché par l'homme ce qui a entraîné des conséquences néfastes sur la perte de la biodiversité et la destruction de l'équilibre des chaînes trophiques existantes.

A cette exploitation irrationnelle, s'ajoutent les nombreux problèmes posés à l'économie forestière du monde entier, par la très grande nocivité des insectes ravageurs. C'est pourquoi, la lutte contre les ravageurs des forêts passe par la connaissance de l'entomologie forestière, science à laquelle s'intéressent beaucoup de chercheurs actuellement **(**Abgrall & Soutrenon, 1991 ; Dumerle, 1991**)**.

Les forêts de conifères qui sont l'objet de cette étude, *Pinus halepensis* Mill., *Tetraclinis articulata*(Vahl) Masters et *Cupressus sempervirens* L. connaissent depuis plusieurs années d'importants problèmes phytosanitaires. Il est évident que le facteur causal est le manque d'une sylviculture appropriée et le non respect des méthodes de reboisement. Dans ce type de forêts, les insectes ravageurs constituent les principales sources de perturbation forestière **(**Khous & Gachi, 1996**)**.

Les inventaires ont toutefois évolué et les travaux de détection, de suivi et de contrôle sont maintenant axés sur les insectes dont l'impact économique ou social est reconnu.

Effectuer un bon inventaire est fondamental non seulement pour comprendre la diversité et l'état de santé d'une forêt, mais aussi pour pouvoir comprendre le fonctionnement et la complexité des interactions entre les organismes dans l'écosystème forestier.

Certaines espèces d'insectes pouvent présenter des pullulations abondantes et provoquer des dégâts importants. Il était essentiel de réaliser dans un laps de temps minimum, une étude aussi précise que possible, permettant de mettre en évidence les espèces potentiellement nuisibles dans cette région **(**Khous, 1992**)**.

Pour cela, ce présent travail réalisé pour la première fois dans cette région a un double but, d'une part dresser une première liste concernant l'entomofaune des conifères et, d'autre part, identifier les principaux ravageurs de ces précieuses espèces.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Choix des stations

Le choix des trois stations expérimentales (Fig.1) a été fait après une prospection plus large du massif forestier de la zone d'étude en prenant compte les points suivants : l'accessibilité des stations, l'intensité de l'attaque, l'exposition, l'altitude, la topographie. Toutes les possibilités de variations climatiques qui influent sur le développement de l'insecte seront considérées.

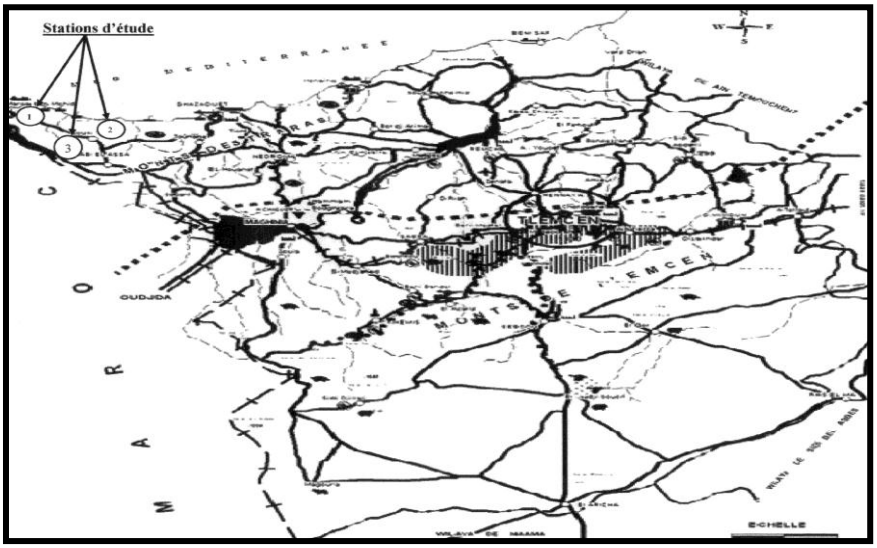


Figure 1. Situation des trois stations d'étude au niveau de la wilaya de Tlemcen (Anonyme, 2006).

Station 01

Le lieu dit Tamarchalet est un massif qui fait partie de la commune de Marsa Ben M'hidi. Il est situé au nord est du chef lieu de la commune. Le massif forestier a une superficie de l'ordre de 332 ha. La station repose sur un terrain accidenté avec une pente de 25 % exposée au versant nord avec une altitude de 100 m. La forêt est caractérisée par un climat de type méditerranéen, semi aride frais. Les précipitations annuelles ne dépassent pas 350 mm/an. Les températures extrêmes varient de 10°C à 32°C, les vents dominants sont généralement de direction nord est au nord ouest et de l'ouest au sud ouest, (Anonyme, 2006). La station est caractérisée par un sol constitué principalement des marnes et d'argiles permettant de favoriser le ruissellement et par conséquent de provoquer l'érosion hydrique (érosion en nappes) et éolienne sur les sommets (Anonyme, 2003). Elle est caractérisée par la monospécifité de la plantation qui est composée du pin d'Alep (100%), où l'intensité de l'attaque est d'ordre de 65%. On trouve aussi quelques espèces de la strate herbacée comme *Calycotome intermedia*, *Chamaerops humilis*, *Juniperus phoenicia*, *Erica multiflora*, *Lavandula dentata*, *Ampelodesma mauritanica*, *etc*….

Station 02

Le lieu dit « Tarasmouth », fait partie de la commune de Souk Tleta. La station est située au nord ouest du chef lieu de la commune. La superficie de la forêt est estimée à 503 ha, elle repose sur un terrain très accidenté avec une pente supérieure à 25 %. Le climat caractéristique du massif est de type méditerranéen, assez froid et pluvieux en hiver, sec et chaud en été. Elle est favorisée par l'influence maritime qui lui permet la pratique de certaines spéculations agricoles particulières, **(**Anonyme, 2006**)**. La température minimale moyenne est de 10°C en hiver. En été la température moyenne maximale varie entre 20°C et 30°C. Les précipitations moyennes annuelles enregistrées varient entre 300 et 400mm. Les gelées sont très rares. Les vents dominants sont généralement de direction nord ouest, **(**Anonyme, 2006**)**. Les sols sont représentés dans l'ensemble par les types Solonetz (argilo marneux), leur texture formée aux dépends des marnes salifères est très lourde. Elle gonfle en l'humidifiant et donne de larges fentes en séchant. Ces dernières permettent aux eaux de circuler profondément et de provoquer des risques d'érosion hydrique et de glissement de terrain, **(**Bouchenafa, 2004**)**. La végétation caractéristique de la station est mélangée de deux espèces forestières principales ; le pin d'Alep (50%) et le Thuya (50%) d'où l'intensité de l'attaque est d'ordre de 45 à 50%. On trouve aussi le *Chamaerops humilis, Lavendula dentata, Ampelodesma mauritanica, etc….*

Station 03

La station est située au niveau de la commune de M'sirda Fouaga. Le peuplement est engendré par un climat de type méditerranéen, semi aride caractérisé par un hiver doux et un été moyennement chaud. Les températures enregistrées au niveau de la station sont comprises entre 12°C pour les mois froids (décembre- janvier) et 30°C pour les mois chauds (juillet – août). Les précipitations sont de l'ordre de 300 à 350 mm/an. Les vents dominants sont des vents qui viennent du nord et provoquent la dégradation des plantations. La station repose sur un sol de type calcaire argileux, avec une pente de plus de 25 %, ce qui provoque un risque d'érosion remarquable, **(**Anonyme, 2006**)**. Elle est caractérisée par un mélange d'espèces : le pin d'Alep et le Cyprès. C'est un peuplement issu d'un reboisement qui permet de fixer le sol comme brise vent. La station est caractérisée aussi par d'autres genres de la strate herbacée comme les genres *Chamaerops, Juniperus* et autres, avec un taux d'attaque de 50 à 60%.

La deuxième étape concerne la réalisation d'un inventaire entomologique, mettant en œuvre diverses techniques de récolte des insectes (prélèvement des rameaux feuillés, prélèvement des cônes, chasse à vue, filet fauchoir, parapluie japonais, écorçage, piège aérien, piège Barber, bac jaune).

Les premières investigations ont été menées du 19 mars au 25 décembre 2010 d'une part dans les forêts de la région de Marsa Ben M'hidi où l'on rencontre des zones de pinèdes à pin d'Alep pure, des zones mixtes de pin d'Alep et de Cyprès vert et d'autre part dans un autre secteur, à Souk Tleta où se trouve le Thuya de Barbarie.

Tous les insectes recueillis au cours de ces opérations ont été ramenés au laboratoire de Zoologie forestière (Département Agro-Foresterie) pour identification. Certaines espèces ont été vérifiées par Monsieur le Professeur Bouhraoua Rachid Tarik, d'autres en utilisant

certaines documentations **(**Paul, 1953; Balachowsky, 1962; Moucha, 1972; Reichholf-Riehm, 1984; Chinery, 1983; Pihan, 1986; Mathys, 1988).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les nombreuses sorties effectuées pendant l'année 2010 en utilisant différentes méthodes de capture, nous ont permis de récolter 78 espèces d'insectes regroupées dans le tableau ci-dessous, **(**Tableau 1).

TABLEAU 1

Liste des Espèces Recensées au Niveau de la Zone d'Étude en 2010

Ordre	Famille	Espèce	Régime alimentaire	Plante hôte	Abondance
Orthoptera	Gryllidae	*Gryllus campestris*	Défoliateur	*P. halepensis*	++
Blattoidea	Blattidae	*Blattella sp*	Prédateur	*P. halepensis*	++
		Laboptera sp	Défoliateur	*C. sempervirens*	++
Mantodea	Mantidae	*Mantis religiosa*	Prédateur	*P. halepensis*	++
Dermaptera	Forficulidae	*Forficula auricularia*	Prédateur	*P. halepensis*	+++
		Forficula sp 2	Prédateur	*T. articulata*	+++
		Forficula sp 3	Prédateur	*C. sempervirens*	+++
Hemiptera	Lygaeidae	*Nysius cynoides*	Opophage	*C. sempervirens*	N ++
		Orsillus maculatus	Conobiante	*C. sempervirens*	N ++
	Anthacoridae	*Elatophilus* sp	Défoliateur	*P. halepensis*	N ++
	Aphididae	*Elatobium* sp	Opophage	*P. halepensis*	N ++
		Cinara cupressi	Opophage	*C. sempervirens*	N ++
		Cedrobium laportei	Opophage	*C. sempervirens*	N ++
	Diaspididae	*Carulaspis minima*	Conobiante	*C. sempervirens*	N ++
	Cicadae	*Cicada* sp	Opophage	*P. halepensis*	N ++
Neuroptera	Chrysopidae	*Chrysopa vulgaris*	Prédateur	*P. halepensis*	++
Coleoptera	Curculionidae	*Rhyncolus* sp	Xylophage	*P. halepensis*	+
		Tomicus piniperda	Xylophage	*P. halepensis*	N++ +
		Pityogenes sp	Xylophage	*P. halepensis*	N +
		Tomicus destruens	Xylophage	*P. halepensis*	N +++
		Pityogenes bidentatus	Xylophage	*P. halepensis*	N +
		Orthotomicus erosus	Xylophage	*P. halepensis*	N +++

		Hylurgus sp	Xylophage	*P. halepensis*	+
		Hylastes sp	Xylophage	*P. halepensis*	+
		Curculio sp	Conobiante	*P. halepensis*	N ++
		Hylobius sp	Xylophage	*P. halepensis*	+
	Nanophyidae	*Nanodiscus transversus*	Conobiante	*C. sempervirens*	N ++
	Buprestidae	*Scintillatrix rutilans*	Xylophage	*T. articulata*	N +++
		Anthaxia sp	Xylophage	*C. sempervirens*	N +++
		Habroloma sp	Défoliateur	*T. articulata*	++
		Chalcophora mariana	Xylophage	*P. halepensis*	N ++
	Anabidae	*Ernobium* sp	Défoliateur	*P. halepensis*	N ++
	Coccinellidae	*Harmonia lyncea*	Prédateur	*P. halepensis*	+
		Coccinella algerica	Prédateur	*P. halepensis*	++
		Scymnus sp	Prédateur	*T. articulata*	++
		Coccinella sp	Prédateur	*T. articulata*	+
	Carabidae	*Carabus violaceus*	Prédateur	*P. halepensis*	+
		Carabus sp	Prédateur	*P. halepensis*	+++
	Scarabaeidae	*Scarabaeus* sp	Xylophage	*T. articulata*	++
	Cerambycidae	*Icosium* sp	Xylophage	*T. articulata*	++
	Tenebrionidae	*Scaurus* sp	Xylophage	*T. articulata*	+
		Corticeus sp	Prédateur	*T. articulata*	++
		Tenebrio obscurus	Xylophage	*T. articulata*	+
		Tenebrio sp	Xylophage	*T. articulata*	++
		Akis sp	Prédateur	*P. halepensis*	+
		Pimelia servillei	Prédateur	*T. articulata*	++
Hymenoptera	Vespidae	*Vespa germanica*	Parasite	*P. halepensis*	++
	Ichneumonidae	*Scambus* sp	Parasite	*P. halepensis*	+
		Ichneumon sp	Parasite	*P. halepensis*	++
	Torymidae	*Megastigmus wachtli*	Conobiante	*C. sempervirens*	N ++
	Apidae	*Apis* sp	Défoliateur	*P. halepensis*	++
		Apis milifera	Défoliateur	*T. articulata*	++
	Diprionidae	*Diprion pini*	Défoliateur	*P. halepensis*	N ++
	Formicidae	*Formica* sp 2	Prédateur	*T. articulata*	+++
		Crematogaster scutellaris	Défoliateur	*P. halepensis*	+++
		Formica sp 3	Prédateur	*C. sempervirens*	+++
		Aphaenogater senilisant	Prédateur	*P. halepensis*	+

		Cataglyphis bicolor	Défoliateur	*P. halepensis*	++
		Formica sp 1	Prédateur	*P. halepensis*	+++
Lepidoptera	Thaumetopoidae	*Thaumetopoea pityocampa*	Défoliateur	*P. halepensis*	N +++
	Pyralidae	*Dioryctria mendacella*	Conobiante	*P. halepensis*	N +
		Dioryctria sp	Défoliateur	*C. sempervirens*	N ++
	Tortricidae	*Rhyacionia buoliana* *Pseudococcus tessulatana*	Défoliateur Conobiante	*P. halepensis* *C. sempervirens*	N +++ N ++
		Blasthostera sp	Défoliateur	*P. halepensis*	N +
	Papilionidae	*Iphiclides podalirius*	Défoliateur	*P. halepensis*	+
		Papilio manchaon	Défoliateur	*C. sempervirens*	+++
	Sphingidae	*Hyles livornica*	Défoliateur	*P. halepensis*	++
		Sphinx maurorum	Défoliateur	*P. halepensis*	N ++
	Noctuidae	*Eutclia adulatrix*	Défoliateur	*P. halepensis*	+
	Ponomeutidae	*Argyresthia* sp	Défoliateur	*T. articulata*	N +++
Diptera	Tachinidae	*Phryx* sp	Parasite	*P. halepensis*	++
		Compsilura sp	Parasite	*P. halepensis*	+
		Actia nudibasis	Parasite	*P. halepensis*	+
	Cecidomyidae	*Cecidomyia* sp	Gallicole	*P. halepensis*	N ++
	Agromyzidae	*Agromyza* sp	Défoliateur	*T. articulata*	+++
		Napomyza gymnostona	Défoliateur	*P. halepensis*	++
	Syrphidae	*Xanthandrus* sp	Prédateur	*P. halepensis*	+

+++ : Espèce très abondante ; ++ : Espèce abondante ; + : Espèce peu abondante. ; N : Espèce nuisible.

L'abondance mesurée, c'est l'abondance relative (Ar) des espèces qui est exprimée en pourcentage ; c'est le nombre des individus d'une espèce par rapport au nombre total des individus. Pour différencier cela, on a pris une échelle de calcul pour cette étude comme suit :
Une espèce est très abondante si Ar > 5%
Une espèce est abondante si 2 < Ar < 5%
Une espèce est peu abondante si Ar < 2%
La nuisibilité est estimée par le volume des dégâts sur la plante hôte (défoliation, trous de pénétration des insectes sur écorce …)

Le Tableau 1 montre que les insectes inventoriés sont au nombre de 78 espèces réparties en 10 ordres dont les plus représentatifs sont les Coléoptères, les Hyménoptères et les Lépidoptères (Fig. 2).

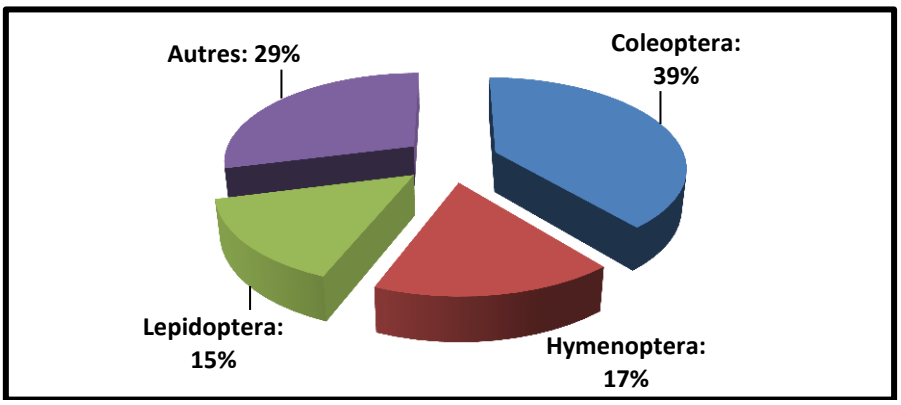


Figure 2. Répartition de l'entomofaune selon la position systématique.

Selon le régime alimentaire, les espèces sont réparties en 6 catégories (Fig. 3).

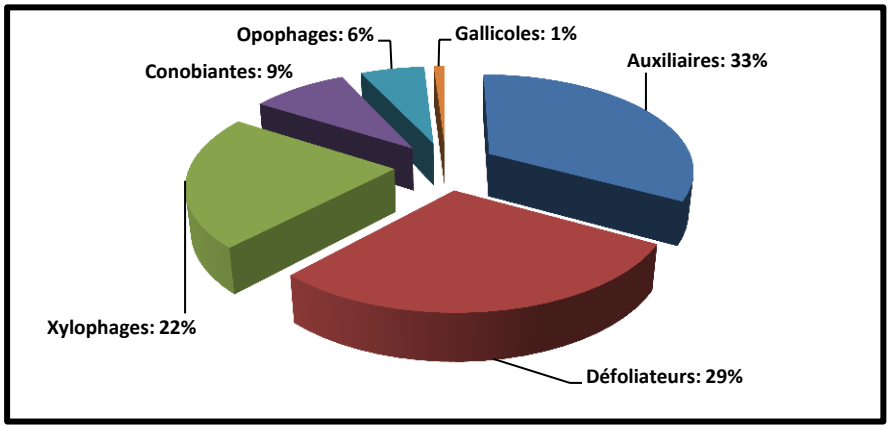


Figure 3. Répartition de l'entomofaune selon le régime alimentaire.

Les auxiliaires sont les plus dominants avec 26 espèces dont 20 prédateurs et 6 parasites, soit un taux de 33%.

Les insectes défoliateurs viennent en second rang avec 22 espèces, soit un taux de 29%.

Les consommateurs du bois occupent le troisième rang avec 17 espèces soit un taux de 22%.

Les conobiantes qui attaquent les cônes de la plante hôte sont représentés par 7 espèces soit un taux de 9%.

Les opophages, sont importants car en suçant la sève, ils brûlent les feuilles provoquant le flétrissement de l'arbre. Ils sont présents avec 5 espèces soit un taux de 6%.

Les insectes gallicoles qui causent la formation des galles au niveau des feuilles ou des rameaux sont présents avec une seule espèce de la famille des *Cecidomyidae* (*Cecidomyia* sp) inféodée au pin d'Alep.

Selon leur importance économique, les insectes recensés sont classés en trois catégories : les insectes nuisibles ou ravageurs (30 sp), les auxiliaires (26 sp) et indifférents (22 sp) (Fig. 4).

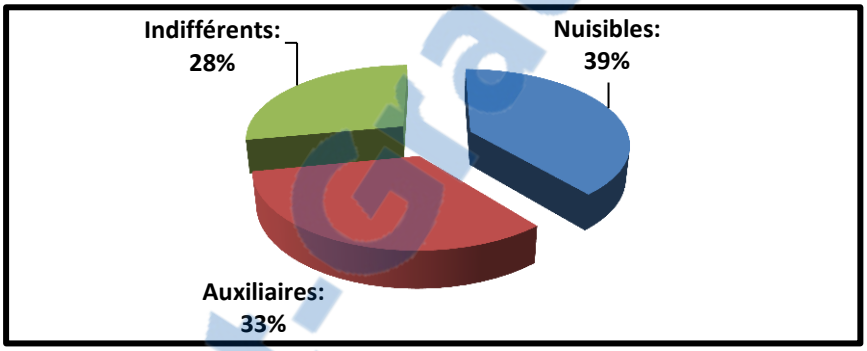


Figure 4. Répartition de l'entomofaune selon l'importance économique.

Concernant l'entomofaune nuisible des espèces résineuses de cette région (Fig. 5**)**.

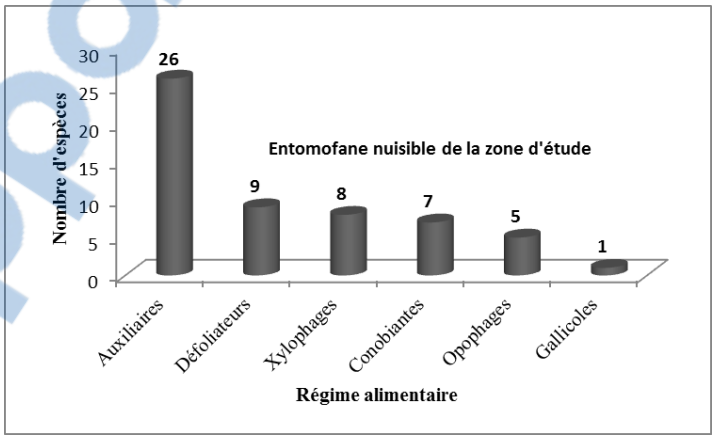


Figure 5. Répartition de l'entomofaune nuisible selon le régime alimentaire.

Rapport-Gratuit.com

On note la présence de 9 espèces défoliatrices dont les plus importantes sont *Thaumetopoea pityocampa* Denis et Schiff, *Rhyacionia buoliana* Schiff, *Diprion pini* L et une espèce non identifiée du genre *Argyresthia*. Les xylophages comptent 8 espèces, comme *Tomicus piniperda* L, *Scintillatrix rutilans* Fabricius et 3 espèces non identifiées des genres *Anthaxia*, *Icosium* et *Tenebrio*. Les cônes sont attaqués par 7 insectes appartenant aux ordres des Hémiptères, Lépidoptères, Hyménoptères et Coléoptères. Les insectes suceurs de sèves sont mis en évidence dans cet inventaire par 5 espèces représentées par les familles des *Lygaeidae*, *Aphididae* et *Cicadae*. Enfin les insectes qui provoquent la formation des galles avec une seule espèce (*Cecidomyia* sp). Les auxiliaires sont présents avec 26 espèces.

Prenant la liste globale des insectes inventoriés dans la région, on constate que l'ordre le plus important reste celui des Coléoptères. Les genres *Tomicus* et *Pityogenes* sont présents avec deux espèces dont *T. piniperda* L. et *T. destruens* Wolaston, *P. bidentatus* Herbst et *Pityogenes* sp. Ces espèces ont été mises en évidence déjà sur le pin d'Alep à Djelfa comme étant des véritables ravageurs.

En ce qui concerne les *Buprestidae*, on a capturé 2 espèces xylophages *Scintillatrix rutilans* Fabricius (sur thuya) et *Anthaxia* sp (sur cyprès). Selon les services des forêts de la région, ces deux espèces sont mises en évidence pour la première fois dans cette zone d'étude.

Les Hyménoptères occupent le deuxième rang dans l'inventaire. Les *Formicidae* en nombre de 6 espèces et les *Ichneumonidae* en nombre de 2 espèces sont les mieux représentés dans cet inventaire. Les *Apidae* avec 2 espèces regroupant généralement des défoliateurs nuisibles à la plante hôte.

Les Lépidoptères occupent le troisième rang. *Thaumetopoea pityocampa* Denis et Schiff (pin d'Alep), *Argyresthia* sp (sur thuya) et, *Orsillus maculatus* Fieber et *Nysius cynoides* Spinola (sur cyprès) restent des ravageurs de premier ordre au niveau de la région. Les autres ordres, sont faiblement représentés dans cet inventaire. Ceci est dû soit aux méthodes de captures non bien adaptées à ce groupe d'insectes, soit à la diversité spécifique faible dans l'écosystème.

Sur le pin d'Alep, on a recensé 48 espèces réparties entre 9 ordres dont 17 sont Coléoptères, 9 Hyménoptères et 8 Lépidoptères. En comparaison avec d'autres inventaires effectués en Algérie ou ailleurs et dans d'autres écosystèmes, Roques (1983**)** a établi une liste importante concernant les insectes ravageurs des cônes et des graines en France ; Kerris (1987) a estimé les dégâts provoqués par *Rhyacionia buoliana* Schiff en Algérie. Zemmouri (1991**)** a inventorié une entomofaune importante du pin d'Alep dans la forêt de Bainem (Alger) répartie entre les Coléoptères et les Lépidoptères ; Maatoug (1992**)** a estimé les dégâts de la processionnaire du pin au niveau de la forêt de Nador (Tiaret). Deux espèces du genre *Thaumetopoea* ont été traitées au Liban à savoir *Thaumetopoea libanotica* Kiriakiff et Talhouk et *Thaumetopoea wilkinsoni* S. Ce sont des ravageurs redoutables du Cèdre du Liban, *Cedrus libani*, **(**Tohmé, 1982 ; Tohmé et Hossari, 1993). Nichane (1996**)** a recensé dans une étude bibliographique 160 espèces réparties entre 47 Coléoptères, 45 Hyménoptères et 37 Lépidoptères. Bouragba (2002**)** a étudié deux espèces provoquant le dépérissement du pin d'Alep au niveau de la forêt de Senalba Chergui (Djelfa) à savoir *Orthotomicus erosus* Wollaston et *Tomicus piniperda* L. Chakali (2005**)** a mis en évidence un redoutable ravageur des pins en zone semi aride (Algérie) à savoir *Tomicus destruens* Wollaston.

Ces travaux sus-cités montrent bien que sur le pin d'Alep, les Coléoptères et les Lépidoptères restent les ordres les plus importants.

Sur le Thuya, 3 espèces provoquent des dégâts considérables en Tunisie **(**Belahbib, 2004 ; Benjamaa, 2004 ; Benjamaa, 2005) même au Maroc (Arahou, 1982 ; El Hassani & Messaoudi, 1987) dont une espèce absente dans cet inventaire (*Phloeosinus aubei* L), les 2 autres sont *Scintillatrix rutilans* Fabricius et *Icosium tomentosum* Lucas, d'où la Scintillante est considérée comme une nouvelle espèce au niveau de la zone d'étude.

Sur le Cyprès, Bouaziz (1993) et Bouaziz et Chakali (1998) ont mis en évidence 5 espèces sur les cônes du Cyprès en Algérie (*Nanodiscus transversus* Aubé, *Brachyacma oxycedrella* Millière, *Orsillus maculatus* Fieber, *Orsillus depressus* Dallas, *Carulaspis minima* Targioni et Tozzetti) ; une espèce a été établie par Roques (1998) au sud est de l'Europe et elle est absente dans cet inventaire (*Orsillus depressus* Dallas), 3 espèces considérées comme nouvelles au niveau de la zone d'étude (*Pseudococcus tessulatana* Staudinger , *Nysius cynoides* Spinola et *Megastigmus wachtli* Seitner), 3 espèces évoluent sur le Cyprès en Tunisie **(**Benjamaa & Roques, 1999) à savoir *N. transversus* Aubé, *O. maculatus* Fieber et *O. depressus* Dallas. El Hassani (1984) et El Alaoui (1999**)** ont recensé 6 espèces qui évoluent sur les cônes du Cyprès au Maroc dont 2 espèces sont absentes dans cet inventaire (*Megastigmus atlanticus* Roques et Skrzypzynska et *Orsillus depressus* Dallas).

Concernant la distribution spatiale de l'entomofaune, on utilise la méthode statistique la plus courante AFC.

L'AFC est réalisée sur une matrice de données brutes (espèces/stations) représentant les espèces par leur présence, leur absence et leur dominance. Ces variables ont été introduites sous forme de codes en utilisant le logiciel STATISTICA (Fig. 6).

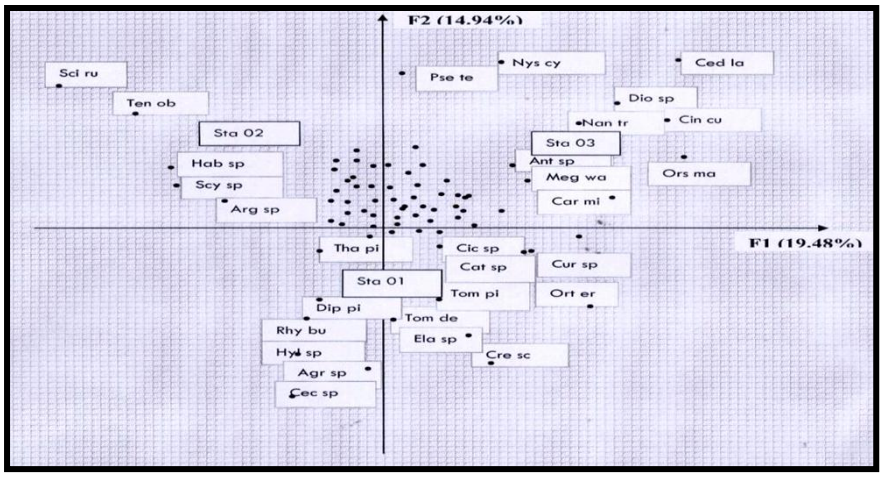


Figure 6. Distribution des groupements « espèces/stations » dans le plan F1-F2.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

TABLEAU 2

Valeurs Propres et Taux d'Inertie pour les 4 Premiers Axes Factoriels

Axe	Valeur propre	Taux d'inertie (%)	Inertie cumulée (%)
1	0,85	19,48	19,48
2	0,79	14,94	34,42
3	0,66	10,92	45,34
4	0,66	10,92	56,26

Les quatre axes factoriels totalisent un pourcentage d'inertie assez élevé (56,26%) exprimant plus de la moitié de l'information totale sur la distribution espèces – stations (Tableau 2, Fig.6). Seuls les deux premiers descripteurs (axes) sont conservés, totalisant 34,42% de l'information recueillie. Les valeurs propres de ces deux axes (F1, F2) sont élevées en particulier celles du premier axe. Ceci implique une bonne diagonalisation des données sur chaque axe et indique un assez bon recouvrement entre la station et l'espèce.

Une grande partie des espèces se concentre sur l'axe central et forme un noyau. Seules les espèces qui se situent de part et d'autre, c'est-à-dire aux extrémités des espaces factoriels sont prises en considération dans cette analyse.

À ce niveau, il est possible de distinguer 3 groupes :

- ✓ Le premier à gauche, se composant de *Scintillatrix rutilans* Fabricius, *Tenebrio obscurus* Fabricius, *Habroloma* sp, *Scymnus* sp, et *Argyresthia* sp qui sont toutes inféodées au Thuya. L'appartenance de ces espèces à ce groupe ne fait que confirmer les résultats d'Arahou (1982**)** sur les tétraclinaies marocaines.
- ✓ Le deuxième à droite se composant de *Carulaspis minima* Targioni et Tozzetti, *Megastigmus wachtli* Seitner, *Anthaxia* sp, *Orsillus maculatus* Fieber, *Nanodiscus transversus* Aubé, *Cinara cupressi* Buckton, *Dioryctria* sp, *Cedrobium laportei* Remaudière, *Nysius cynoides* Spinola et *Pseudococcus tessulatana* Staudinger qui sont dans leur majorité caractéristiques des cônes et des graines du Cyprès. Ces résultats sont conformes avec ceux d'El Alaoui (1999) (Maroc), Benjamaa & Roques (1999) (Tunisie) et Bouaziz & Chakali (1998**)** en Algérie.
- ✓ Le reste constitue le troisième groupe. C'est-à-dire les insectes qui attaquent le pin d'Alep. Ces résultats sont conformes avec ceux de Roques (1983) en France et Zemmouri (1991**)** en Algérie dans la forêt de Bainem.

L'application de l'analyse factorielle des correspondances en entomologie forestière se révèle pratique et fructueuse. Plusieurs gradients coénotiques et biocoénotiques sont dévoilés sur le plan stationnel (climat, altitude, exposition topographie …) ou sur le plan spécifique (gradient trophique ; espèces xylophage, défoliateur, suceur de sève, conobiante, auxiliaire …) **(**Delannoy & Lecompte, 1975 ; Lecompte, 1986).

CONCLUSION

Ces premières investigations, par l'emploi des différentes méthodes de captures des insectes, ont permis de recenser 78 espèces et il y a lieu de noter que certaines espèces sont en cours de détermination comme certains micro lépidoptères.

On précise qu'en dehors de ces espèces il existe en Algérie beaucoup d'autres espèces reconnues comme nuisibles aux forêts.

Parmi les 78 espèces, 30 se sont révélées être des ravageurs notoires ou potentiels des conifères d'où 9 défoliateurs, 8 xylophages, 7 conobiantes, 5 opophages et une gallicole.

La méthodologie adoptée sur le terrain a permis de capturer certains insectes mis en évidence pour la première fois au niveau de la région d'étude contrairement au Maroc et en Tunisie.

À la lumière de ces résultats et suite aux remarques enregistrées au cours de ces différentes prospections, on peut considérer que cette étude comme toute autre recherche ne peut être que participative et nécessite absolument d'être complétée par d'autres études. Un travail de prospection complémentaire est donc nécessaire pour identifier de nouvelles espèces.

Ces observations seront à la base de programmes d'études particulières sur telle ou telle espèce, visant à approfondir ces connaissances sur la biologie, le comportement, la nuisibilité et la dynamique des populations des espèces retenues, dans le cadre de l'élaboration d'une stratégie de surveillance et de protection du patrimoine forestier.

REMERCIEMENTS

Je remercie Mr le professeur Mohamed Anouar Khelil, Mr le docteur Zoheir Bouchikhi Tani pour les suggestions, les conseils et les corrections apportées au texte. Ma reconnaissance à Mr le professeur Rachid Tarik Bouhraoua pour son aide concernant l'identification des espèces. Je remercie chaleureusement les services des forêts de la région qui m'ont aidé sur le terrain.

RÉFÉRENCES

Abgrall, J. F. et Soutrenon, A. 1991. *La forêt et ses ennemis*. Ed. Cemagref, Grenoble Diosa, France, 400p.

Anonyme 2003. *Étude relative à la protection et la valorisation du littoral de la wilaya de Tlemcen*. ANAT, 90p.

Anonyme 2006. PDAU. Marsa Ben M'hidi. *URBOR*, Oran, 60p. + cartes.

Anonyme 2009. *Que faire pour sauver la forêt algérienne*. 2p.

Arahou, M. 1982. *Contribution à l'étude écologique des arthropodes frondicoles du Thuya (Tetraclinis articulata) dans le plateau central marocain*. Thèse Doc. Spéc. Univ. Aix-Marseille III, 109p.

Balachowsky, A. 1962. *Entomologie appliquée à l'agriculture*. Tome I, Coléoptères, Masson et Cie, pp. 146-229.

Belahbib, R. 2004. *Contribution à l'étude de la bio écologie du scolyte Phloeosinus sp (Cole, Scol).* DEA –FST, Tunisie, 55 p.

Benjamaa, M.L. et Roques, A. 1999. Survey of insect impact on seeds and cones of two species of *Cupressacea*, *Cupressus sempervirens* L. and *Tetraclinis articulata* Mast in Tunisia. *Arab J. P1. Port*., 17(2): 107-112.

Benjamaa, M.L. 2004. *Dépérissement d'arbres forestiers (Cyprès, Eucalyptus, Pins) dans le Golfe de Carthage.* Rapport de tournée, Tunisie, 3p.

Benjamaa, M.L. 2005. *Dépérissement de plants de Cyprès dans la pépinière forestière de Sidi Thabet (Ariana)*. Rapport de tournée, 2p.

Bouaziz, K. 1993. *Contribution à l'étude des insectes des cônes dans l'arboretum de Meurdja et dans la cédraie de Chréa*. INA, El Harrach, Alger, pp. 20-65.

Bouaziz, K. et Chakali, G. 1998. Diversity and impact of cone and seed insects in Algeria, Italy, pp 193-208.

Bouchenafa, L. 2004. *Problématique d'aménagement d'une zone littorale par une approche cartographique. Cas des communes de Ghazaouet, Souahlia et Souk Tleta*. Mém. Ing. Écologie, Univ. Tlemcen, 156p.

Bouragba, N. 2002. *Biologie d'Orthotomicus erosus W et Tomicus piniperda L. (Coleoptera, Curculionidae) et les champignons qui leur sont associés dans la forêt de Sénalba Chergui (Djelfa).* Thèse. Ing. Inst. Agr . Past., Univ. Djelfa, pp. 1-23.

Chakali, G. 2005. L'hylésine des pins, *Tomicus destruens* (*Coleoptera*, *Curculionidae*) en zone semi-aride (Algérie). *Silva lusitana*, Lisboa, Portugal, pp. 113-124.

Chinery, M. 1983. *Les insectes d'Europe*. Ed. Bordas, Paris, 380p.

Delannoy, H. et Lecompte, M. 1975. Méthodes d'étude des régimes thermiques en liaison avec les situations météorologiques dans le Moyen Atlas (Maroc). Exemple de la « ceinture thermique ». *Bull. Assoc.Geogr. Fr.*, (422-423): 83-94.

Dumerle, P. 1991. Étudier les insectes ravageurs des arbres forestiers : pourquoi ? comment ?....Quelques résultats. *Forêts*, 23-27.

El Alaoui El Fels, A. 1999. *Les arthropodes liés à des conifères autochtones des Atlas marocains : biologie, distribution des principaux ravageurs des cônes et des graines et impact sur la régénération naturelle*. Thèse Doctorat d'état es-sciences-entomologie, Univ. Cadi Ayyad, Fac. Sci. Semlalia-Marrakech, 127 p.

El Hassani, A. 1984. *Contribution à la connaissance de la faune des cônes des principales essences de résineux dans certaines forêts au Maroc*. Mémoire de troisième cycle, I. A. V. Hassan II, Rabat, 1-72.

El Hassani, A. et Messaoudi, J. 1987. *Les ravageurs des cônes et des graines des conifères et leur distribution au Maroc.* INRA Versailles, France, 5-14.

Kerris, T. 1987. *La tordeuse des pousses de pin (Rhyacionia buoliana Schiff., répartition, dégâts et lutte en Algérie, séminaire international sur les techniques de luttes contre la désertification*. Alesco, Bou-Sâada, 1-25.

Khous, M.G. 1992. Contribution à l'inventaire des lépidoptéristes des forêts (chênaies et cédraies) d'Algérie. *Ann. Rech. Fore*., INRF, Algérie, 44-84.

Khous, M.G. et Gachi, M. 1996. Les problèmes entomologiques de nos forêts. *Revue d'information « la forêt algérienne »*, n° 01, INRF, 11-13.

Lecompte, M. 1986. *Biogéographie de la montagne marocaine. Le Moyen Atlas central*. Thèse. Doc. Géo., C.N.R.S, 202p.

Maatoug, M. 1992. *Bio écologie de la processionnaire du pin : Thaumetopoea pityocampa (Lep-Thaum) et estimation des dégâts dans la forêt de Nador (Tiaret)*. Thèse Ing. For., Univ. Tlemcen, 122p.

Mathys, G. 1988. Principaux ennemis des cultures du Sahel. *Organisation météorologique mondiale*, Niger, 110-113.

Moucha, J. 1972. *Les papillons du jour*. Ed. Gérard et Cie, 15-186.

Nichane, M. 1996. *Contribution à l'étude de la bio écologie de l'entomofaune des pins. Application au pin d'Alep (Pinus halepensis Mill.).* Mem. Ing. For., Univ. Tlemcen, 105p.

Paul, L. 1953. *Encyclopédie biologique*. Ed. Paris, 70p.

Pihan, J. C. 1986. *Les insectes*. Collection verte, Masson, 154p.

Reichholf-Riehm, H. 1984. *Les insectes*. Ed. Solar, Paris, 288p.

Roques, A. 1983. *Les insectes ravageurs des cônes et graines de conifères en France*. INRA, Paris, 134p.

Roques, A. 1998. Impact of insects damaging seed cones of Cypress, *Cupressus sempervirens* in natural stands and plantations of South eastern Europe. *Zool. Forest. INRA*, France, 167-177.

Tohmé, H. 1982. Action de quelques espèces de fourmis sur la chenille processionnaire *Thaumetopoea wilkinski* au Liban et leur comportement en présence de cette chenille. *Bull. Soc. Ent. France*, T. 87 : 321-325.

Tohmé, H. et Hossari, A. 1993. Contribution à l'étude de *Thaumetopoea libanotica* Kiriakiff et Talhouk, ravageur du Cèdre du Liban. *Lebanese Science Bulletin*, 7(1): 1-10.

Zemmouri, F. 1991. *Contribution à l'étude de l'inventaire de l'entomofaune de Pinus halepensis Mill, Pinus pinaster L., Pinus radiata D. dans la forêt de Bainem (Alger)*. Mem. Ing. IN., Alger, 54p.

ملخص

الهدف من دراستنا هو التعرف على أهم أسباب و عوامل تدهور و اضمحلال السرو الأخضر بمنطقة ترارة الغربية. النهج التجريبي المتبع هو وضع وحدات دراسية في جميع نقاط اضمحلال السرو عبر كافة المنطقة من باب العسة إلى مرسى بن مهيدي. هذه الوحدات و عددها 25 ذات الشكل الدائري ، تقدر مساحتها على التوالي 4، 6، 8 و 10 أر. المؤشر الصحي و المقدر ب 2.6564 يبين أن جميع العينات المدروسة هي موجودة في حالة أولية من الاضمحلال. التحليل التبايني ذو معامل واحد عند 95 % بين أن الحالة الصحية للسرو هي افضل عندما تكون هناك مساحات شاسعة للتفرع بالنسبة لمنطقة الأوراق. الكثافة العالية و عدم التنظيم و الترتيب العشوائي قد يساهم في اضمحلال السرو بمنطقة ترارة الغربية.

مشكلة الاضمحلال لا تتوقف عند هذا الحد مع العوامل المرتبطة بالمكان الموجودة فيه الشجرة او العوامل المرتبطة بالشجر في حدذاتها ، بل هناك عوامل أخرى ، إنها الحشرات. الطرق الأربعة المستعملة لفخ الحشرات مكنتنا من الحصول على 61 نوع على مستوى ثلاثة محطات فحص. مؤشر التنوع Shannon Weaver و l'équitabilité يعادل على التوالي 5 و 0.90 في جميع المحطات ، مما يبين أن هذه الحشرات متنوعة و متزنة من حيث التوزيع.

التحليل الإحصائي باستعمال AFC يبين أن هناك تنظيم في توزيع الحشرات على المحورين F1 و F2 وهذا مرتبط بخصائص التربة ، المناخ و النبات للمحطة. من بين الحشرات يبدو ان 41 % هي حشرات اكلة الخشب و اهمها *Scolytidae* ، *Cerambycidae* و *Buprestidae* التي تلعب دورا هاما في اضمحلال السرو في المنطقة. الدراسة اثبتت ان اربعة حشرات تعتبر اصل من غالبية الاضرار الملحقة بالسرو و هي : *Scolytus sp*، *Pityokteins sp*، *Pissodes sp* و *Anthaxia sp* .

الكلمات المفتاحية: اضمحلال ، الكثافة ، الحالة الصحية ،حشرات ، اكلات الخشب ، السرو الاخضر ، ترارة الغربية (تلمسان).

Résumé

L'objectif de notre étude est de mettre l'accent sur les principales causes du dépérissement du Cyprès vert dans les monts des Traras Occidentaux. La démarche expérimentale prévaut l'installation des unités d'échantillonnage à travers l'ensemble des tâches des Cyprès dépéris relevant de la région de Bab El Assa et Marsa Ben M'hidi. Ces unités d'échantillonnage au nombre de 25, de surface concentriques respectivement de 4, 6, 8 et 10 ares. L'indice sanitaire global est évalué à 2,6564, montre que les peuplements échantillonnés sont au début de dépérissement. Une analyse de la variance à un facteur au seuil de signification de 95%, montre que l'état sanitaire est bien meilleur, que les tiges présentent une extension maximale de leurs houppiers. Une surdensité et une disposition inappropriées contribuent au dépérissement du Cyprès vert de la région des Traras Occidentaux.

Le problème de dépérissement ne s'arrête pas avec les facteurs stationnels et dendrométriques comme cause, puisque nous avons d'autres facteurs aggravants, se sont les insectes. Les quatre techniques de piégeage employées ont permis d'obtenir 61 espèces au niveau de trois stations prospectées. L'indice de diversité de Shannon Weaver calculé est d'ordre de 5 avec une équitablité de 0.90, ce qui montre que le peuplement entomologique capturé est diversifié et sa distribution est en équilibre.

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) met en évidence les espèces capturées bien organisées sur les deux axes F1 et F2 vis-à-vis des caractères édaphocilmatiques et botaniques des trois stations prospectées. Parmi les insectes recensés, il semble que les xylophages (41%), en particulier les *Scolytidae*, les *Cerambycidae* et les *Buprestidae* jouent un rôle important dans le processus du dépérissement du Cyprès dans la zone d'étude. Il est démontré que quatre espèces sont à l'origine de la majorité des dégâts infligés au Cyprès. Il s'agit de *Scolytus sp*, *Pityokteines sp*, *Pissodes sp* et *Anthaxia sp*.

Mots clés : dépérissement, état sanitaire, espace vital, densité, entomofaune, insectes xylophages, Cyprès vert, Traras Occidentaux.

Abstract

The objective of our study is to emphasize the main causes of the decline of the green Cypress in the western mountains of Traras . The experimental approach prevails the installation of the units of sampling through all the tasks of the Cypress decayed being of the region of Bab El Assa and Marsa Ben M'hidi. These units of sampling among 25 are of surface concentric respectively 4, 6, 8 and 10 are. The global sanitary indication is estimated at 2, 6564, shows that the sampled populating are at the beginning of decay. An analysis of the variance shows that health status is better than the stems present a maximal extension of their crowns. A high density and unfavorable social positions contribute to the decline of the green Cypress in the western mountains of Traras.

The problem of decay does not stop with factors stationnels and dendrométriques as cause, because we have other aggravating factors, are insects. Four used techniques of trapping allowed us to obtain 61 species at the level of three canvassed stations. The indication of diversity of Shannon Weaver is 5 with an equitability 0.90, shows that the captured entomological populating is diversified and its distribution is balanced.

The statistical analysis (AFC) highlights the captured species organized well on axes F1 and F2 closed view the soil and climatic characters and and botanical of three stations prospected. Among the listed insects, it seems that the xylophagous (41 %), in particular *Scolytidae*, *Cerambycidae* and *Buprestidae* play an important role in the process of the decline of the Cypress in the zone of study. It is demonstrated that four species are at the origin of the majority of the damages imposed on the Cypress. It is *Scolytus sp*, *Pityokteines sp*, *Pissodes sp* and *Anthaxia sp*.

Keywords: decline, health assesment, living space, density, entomofauna, xylophagous insects, green Cypress, western mountains of Traras.