

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

**UNIVERSITÉ EL-HADJ LAKHDAR – BATNA –
FACULTÉ DES SCIENCES
DÉPARTEMENT D'AGRONOMIE**

MÉMOIRE

Présenté par : Mme **RAHMANI née TALBI Yamina**

Pour l'Obtention du

DIPLÔME DE MAGISTÈRE EN SCIENCES AGRONOMIQUES

Option : Entomologie Agricole et Forestière

THÈME

**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**

Soutenu le 25 /04 / 2010 devant le jury composé de :

Mr. BENTOUATI A.	M.C.	Université de Batna	Président
Mr. BOUHRAOUA R.T.	Pr.	Université de Tlemcen	Rapporteur
Mr. LAAMARI M.	Pr.	Université de Batna	Examineur
Mr. CHAKALI G.	M.C.	ENSA d'El Harrach	Examineur

Année Universitaire 2009/ 2010



Dédicaces

*À mes chers parents qui m'ont soutenu et m'ont fourni tous
les moyens nécessaires pour réaliser
ce travail.*

*À mon cher mari qui n'a pas cessé de m'encourager
et m'a poussé à persévérer.*

À mes adorables frères, sœurs et beaux frères

À mes amies

Je dédie ce travail

Remerciement

Ce travail est le fruit de la participation et le soutien de nombreuses personnes.

*En premier lieu, je tiens à remercier chaleureusement mon promoteur, Monsieur **BOUHRAOUA Rachid Tarik**, Professeur à l'Université Abou Bekr BELKAID- Tlemcen, d'avoir accepté de diriger ce travail avec beaucoup d'attention et de soin. Je tiens à le remercier pour ses aides fructueuses, ses orientations, ses conseils pertinents, sa gentillesse et ses qualités humaines.*

*J'adresse également mes remerciements à Monsieur **BENTOUATI Abdallah**, Maître de Conférence à l'Université Hadj Lakhdar de Batna, pour avoir accepté de présider mon jury. La qualité de ses travaux sur le cèdre de l'Atlas et ses avis synthétiques sur son dépérissement m'ont été d'une grande utilité.*

*Mes sincères remerciements vont également à Monsieur **LAAMARI Malik**, Professeur à l'Université Hadj Lakhdar de Batna, pour m'avoir fait l'honneur d'examiner ce travail et d'avoir prêté un intérêt constant au sujet du mémoire. Je le remercie encore en sa qualité du responsable scientifique de ce Magister « Entomologie Agricole et Forestière » et grâce à lui que ce travail est entamé et a vu le jour. J'ai l'honneur d'avoir été son étudiante et c'est l'occasion de lui exprimer tout mon respect. Merci encore une fois pour m'avoir appris les secrets du monde des insectes.*

*Que Monsieur **CHAKALI Gahdab**, Maître de Conférence à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach, trouve ici toute ma gratitude d'avoir accepté de faire partie du jury et de profiter de son expérience dans le domaine des Scolytes. Je souhaite qu'il trouve ici l'expression de mes sincères remerciements.*

*Tous mes remerciements vont à toutes les personnes qui m'ont apporté leur soutien, leur aide et ont participé à l'identification des Coléoptères ainsi recensés dans ce travail. Je cite en particulier : **COCQUEMPOT Christian**, spécialiste en Ecologie Animale et Zoologie Agricole à l'ENSA-INRA de Montpellier(France), Mr **BRUSTEL Hervé** de l'École d'Ingénieurs de Purpan-Toulouse, Mr **PABLO BERCEDO-Páramo**, spécialiste en taxonomie des Buprestidae (Espagne), Mr **LIBERTI Gianfranco**, spécialiste en taxonomie des Dasytidae (Italie), Mr **CASSET Lionel**, spécialiste en taxonomie des Meloidae (France), Mr **MIGEON Alain**, du Centre de Biologie et de Gestion des Populations, INRA, Montpellier sur Lez, France, **COULON Jacques**, Maître de Conférence honoraire de la Faculté de Lyon, **SOLDATI Fabian**, de l'OPIE-LR : Office Pour l'Information Eco-entomologique du Languedoc-Roussillon, **PELLETIER Jean**, Expert en taxonomie des Curculionidae, France et **NOBLECOURT Thierry**, Vice Président, Délégué de la Société Entomologique du Languedoc, Animateur du réseau national entomologique de l'ONF.*

*Je suis très reconnaissante à Monsieur **MENASRA Mohamed**, gérant de l'Entreprise des Travaux Forestiers à Alger et ses employés, pour l'aide précieuse qui m'ont fourni et d'avoir mis*

à ma disposition tout le matériel disponible pour réaliser l'opération d'abattage des arbres. Je lui souhaite tout le succès dans sa vie professionnelle.

Je tiens à remercier aussi **RIGHI Yacine**, Inspecteur subdivisionnaire au niveau du Parc National de Bélezma, pour son aide. Il m'a bien aimablement fourni de précieux documents concernant le massif du Bélezma et l'entomofaune du cèdre de l'Atlas. Il a attaché une grande importance à mon travail et il a été pour moi un conseiller permanent.

Je tiens à remercier Monsieur **ROUAG Kamel**, chef district des forêts (Batna), pour ses aides indéfectibles aux différentes entraves rencontrées sur le terrain.

Merci mille fois :à très cher **Papa, Nabil, Lotfi, Hakim, Hakou, Hamid**, et les deux forestiers : **Karim Gaga** et **Hassen Boukarkar**. Je souhaite qu'ils trouvent ici le témoignage de ma profonde reconnaissance pour leur soutien moral et pour son aide physique.

Table des Matières

Introduction	1
PARTIE I : Synthèse Bibliographique sur le Cèdre de l'Atlas et les Problèmes Sanitaires liés à son Dépérissement	3
Chapitre I : Considérations Générales sur le cèdre de l'Atlas : <i>Cedrus atlantica</i> M.	4
1- Aire de répartition	5
2- Importance économique	7
3- Caractéristiques botaniques	7
4- Caractéristiques écologiques.....	9
4.1- Exigences climatiques.....	9
4.2- Exigences édaphiques	9
4.3- Altitude.....	9
5- Associations végétales	10
6- Régénération	10
7- Opérations sylvicoles.....	11
8- Aménagement	12
Chapitre II : Le Problème du Dépérissement du cèdre de l'Atlas dans le Nord-Africain.....	13
1- La notion de dépérissement : concept et causes.....	14
1.1- Définition du dépérissement	14
1.2- Facteurs impliqués dans le dépérissement forestier	14
1.2.1- Le stress hydrique : une cause majeure du dépérissement des arbres forestiers	17
2- Les principales causes de dépérissement du cèdre de l'Atlas en Algérie.....	18
2.1- Cas de la cédraie des Aurès	18
3- Le dépérissement du cèdre de l'Atlas au Maroc.....	21
Chapitre III : Insectes ennemis du cèdre de l'Atlas	23
1- Etat des connaissances des cédraies sur le plan entomologique	24
1.1- Insectes phyllophages	24
1.1.1- Les processionnaires (Lepidoptera, Thaumetopoeidae)	25
1.1.2- Les Tordeuses (Lepidoptera, Tortricidae)	25
1.1.3- Autres espèces	27
1.2- Insectes lignivores.....	27
1.3- Insectes des fleurs et des graines.....	30
1.4- Insectes suceurs de sève.....	31

PARTIE II : Étude expérimentale	32
Chapitre I : Présentation de la zone d'étude : le massif de Bélezma	33
1- Caractéristiques physiques du milieu.....	34
1.1- Géologie	34
1.2- Pédologie.....	34
1.3- Associations végétales	34
2- Données climatiques	35
3- Choix des placettes d'étude	42
4- Description des placettes d'étude.....	42
Chapitre II : Matériel et méthodes	45
1- Matériel utilisé	46
1.1- Piège-vitre	46
1.2- Arbres-pièges	48
2- Méthodologie de travail	48
2.1- Méthode d'échantillonnage sur terrain.....	48
2.1.1- Installation des pièges-vitre.....	48
2.1.2- Abattage des arbres-piège	49
2.2- Travail réalisé au laboratoire.....	52
2.2.1- Mise en éclosoir	52
2.2.2- Écorçage des rondins.....	53
2.2.3- Description des galeries.....	54
2.3- Tri et identification des insectes.....	54
2.4- Évaluation de l'importance des dégâts causés par les insectes xylophages.....	55
Chapitre III : Résultats et discussion	56
1- Composition et chorologie du peuplement des xylophages du cèdre de l'Atlas et de l'entomofaune associée	57
1.1- Composition des peuplements entomologiques xylophages associés au cèdre de l'Atlas	58
1.1.1- Résultats	58
1.1.1.1- Les Scolytidae	58
1.1.1.2- Les Cerambycidae	58
1.1.1.3- Les Curculionidae.....	58
1.1.1.4- Les Buprestidae	59
1.1.2- Discussion	65
1.2- L'entomofaune associée aux xylophages du cèdre de l'Atlas	69
1.2.1- Résultats	69
1.2.2- Discussion	71

1.2.3- Conclusion	73
1.3- Origine et biogéographie des xylophages du cèdre de l'Atlas.....	73
1.3.1- Résultats	73
1.3.2- Discussion	76
1.3.3- Conclusion.....	77
2- Structure et distribution spatiale du peuplement des principaux xylophages	77
2.1- Variation de l'abondance relative des espèces xylophages en fonction des méthodes d'échantillonnage et des stations	77
2.2- La richesse spécifique des espèces xylophages	80
2.2.1- Variation de la richesse spécifique en fonction des stations	80
2.2.2- Variation de la richesse spécifique en fonction des classes de santé des arbres	81
2.2.3- Variation de la richesse spécifique en fonction des différents niveaux de l'arbre.....	82
2.3- Discussion	85
2.4- Conclusion.....	89
3- Caractéristiques des systèmes de galeries des principales espèces xylophages	90
3.1- Description des systèmes de galeries	90
3.1.1- Résultats	90
3.1.2- Discussion	93
3.1.3- Conclusion.....	94
4- Caractéristiques et importance des attaques des principaux xylophages de cèdre de l'Atlas..	95
4.1- Résultats	95
4.1.1- Fréquence et densité globale des attaques.....	95
4.1.2- Surface d'attaque des principaux xylophages	96
4.1.3- Intensité d'infestation	96
4.2- Discussion	97
4.5- Conclusion	99
Conclusion générale	101
Références bibliographiques	104

INTRODUCTION

Le cèdre de l'Atlas, *Cedrus atlantica*, est l'un des résineux les plus précieux dans le Nord de l'Afrique, tant du point de vue économique qu'écologique, esthétique et culturel. Cette importante essence connaît une situation sanitaire alarmante et ce depuis l'apparition des premiers symptômes de dépérissement, vers le début des années 1982 dans la région des Aurès (BENTOUATI, 2008). Ce déclin s'est étendu par la suite progressivement pour toucher des superficies énormes surtout au début des années 2000. À cet effet, une série d'hypothèses a été émise par nombreux chercheurs pour essayer d'expliquer les principales causes probables de mortalité de cet arbre.

La combinaison de stress et d'autres éléments déclencheurs de nature biotiques qu'abiotiques semble faire, aujourd'hui, l'unanimité comme origine du déclenchement du phénomène de dépérissement du cèdre de l'Atlas en Algérie.

Parmi les facteurs biotiques, les insectes xylophages interviennent très souvent en dernière phase en accélérant le processus de dépérissement entraînant dans la majorité des cas la mort des arbres (MOUNA et FABRE, 2005 ; MOUNA, 2005). Plusieurs familles d'insectes xylophages sont responsables des attaques des fûts des arbres et même des branches et des rameaux. Parmi ces insectes, nous citons les Coléoptères Scolytidae, Buprestidae, Cerambycidae et Curculionidae. En effet, les Scolytes sont considérés parmi les ravageurs les plus destructifs des forêts de conifères au niveau mondial (GRAF et MZIBRI, 1994). Aux Honduras par exemple, quelques espèces du genre *Dendroctonus* (Coléoptères, Scolytidae) ont détruit 2 500 000 hectares de forêts, où les arbres mouraient au rythme de 162 000 sujets par jour (CHARARAS, 1974 in BENHALIMA, 2006).

La faune du cèdre constitue un domaine pratiquement inexploré dans le Nord de l'Afrique : au Maroc et en Algérie, seuls quelques travaux fragmentaires ou des signalements d'espèces : DE PEYERIMHOFF, 1919-1933 ; VILLIERS, 1946 ; BALACHOWSKY, 1963-1969 ; CHARARAS et *al.*, 1968 ; MOUNA et FABRE, 2005 ; MOUNA et *al.*, 1985 ; FABRE, 1988 ; MOUNA et GRAF, 1994 ; GACHI, 1994 ; DÉMOLIN et *al.*, 1994 ; KHEMICI, 2001. Bien que ces travaux offrent des données de base utiles, mais demeurent incomplètes.

Si la forêt des Aurès est presque connue sur le plan botanique, beaucoup reste à faire sur le plan de la connaissance des insectes et particulièrement de ceux susceptibles de causer des ravages économiquement appréciables. Une façon d'aborder ce problème réside dans l'étude des

communautés d'insectes frondicoles du cèdre dans le massif du Bélezma, où le problème de dépérissement se pose d'une façon très inquiétante. Pour faire, nous avons dressé un inventaire des insectes xylophages associés aux arbres affaiblis, dépérissants et morts, au niveau des cédraies de Thouggar et de Boumerzoug, par le moyen de deux méthodes de piégeage : pièges-vitre et arbres-piège.

Le but principal de cette étude est double, d'une part, mettre particulièrement en évidence le rôle des insectes xylophages du cèdre dans le dépérissement et d'autre part, décrire les peuplements entomologiques du cèdre qui permettent d'apprécier l'état d'infestation des arbres par ces ravageurs tout en évaluant leur nuisibilité.

Dans cette étude synécologique, nous avons traité essentiellement deux parties. La première, forme une synthèse bibliographique sur le cèdre de l'Atlas et les problèmes sanitaires liés à son dépérissement, selon trois chapitres. La deuxième partie, aborde le volet expérimental, également en trois chapitres, en présentant la zone d'étude dans le premier chapitre. Dans le deuxième chapitre, nous avons présenté le matériel utilisé ainsi que la méthodologie adoptée, tant au laboratoire que sur le terrain. Dans le dernier chapitre, les résultats obtenus sont analysés et discutés, avec des conclusions partielles et une générale.

PREMIERE PARTIE

**Synthèse Bibliographique sur le Cèdre de l'Atlas
et les Problèmes Sanitaires liés à son
Dépérissement**

CHAPITRE I

Considérations Générales sur le Cèdre de l'Atlas :
Cedrus atlantica M.

Le cèdre de l'Atlas, *Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex. Carrière, appelé « *Arz* » en arabe classique et « *begnoun* » en berbère, est une essence qui revêt une importance écologique et économique incontestable. Elle appartient systématiquement à la famille des Pinacées, à la sous-famille des Laricoïdeae et au genre *Cedrus* (FARJON, 1990 in SABATIER et BARTHELEMY, 1994).

En se basant sur des critères biogéographiques, TUTIN et al. (1964) et MITCHEL (1985) in PANETSOS et al. (1994) s'accordent que ce genre comprend quatre espèces présentes sur le pourtour méditerranéen et dans l'Himalaya. Il s'agit du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex. Carrière), cèdre de Chypre (*Cedrus brevifolia* (Hooker Fil.) Meikle), cèdre de l'Himalaya (*Cedrus deodara* (Roxb. Ex D. Don) G. Don fil.) et cèdre de Liban (*Cedrus libani* A. Richard).

Cependant, les études taxonomiques et phylogénétiques récentes basant sur des marqueurs génétiques, ont démontré que le genre *Cedrus* comprend seulement trois espèces : *Cedrus atlantica*, *C. deodara* et *C. libani* qui, lui-même, englobe trois sous espèces : *C. libani* spp. *libani* (Liban), *C. libani* spp. *stenocoma* (Turquie) et *C. libani* spp. *brevifolia* (Chypre) (FADY et al., 2000 et SCALTSOYIANNES, 1999 in SABATIER et al., 2003).

1- Aire de répartition

Espèce essentiellement montagnarde, le cèdre occupe actuellement des surfaces d'importance inégale qui forment spontanément trois blocs géographiques distincts : l'Afrique du Nord, l'Asie Mineure et l'Himalaya (M'HIRIT, 2006).

Le premier bloc est représenté par le cèdre de l'Atlas, qui s'étend du Rif marocain à l'ouest aux Aurès Algériens à l'est (EMBERGER, 1938 in SABATIER et BARTHELEMY, 1994) (Fig. 1). La majeure partie de l'aire naturelle du cèdre est localisée cependant au Maroc où il couvre environ 130 000 ha, répartis en deux ensembles (M'HIRIT, 1982 in BENHALIMA, 2004):

- l'un dans le Rif occidental et central couvrant à peu près 15 000 ha;
- l'autre dans le Moyen Atlas et le Haut Atlas oriental couvrant environ 116 000 ha.

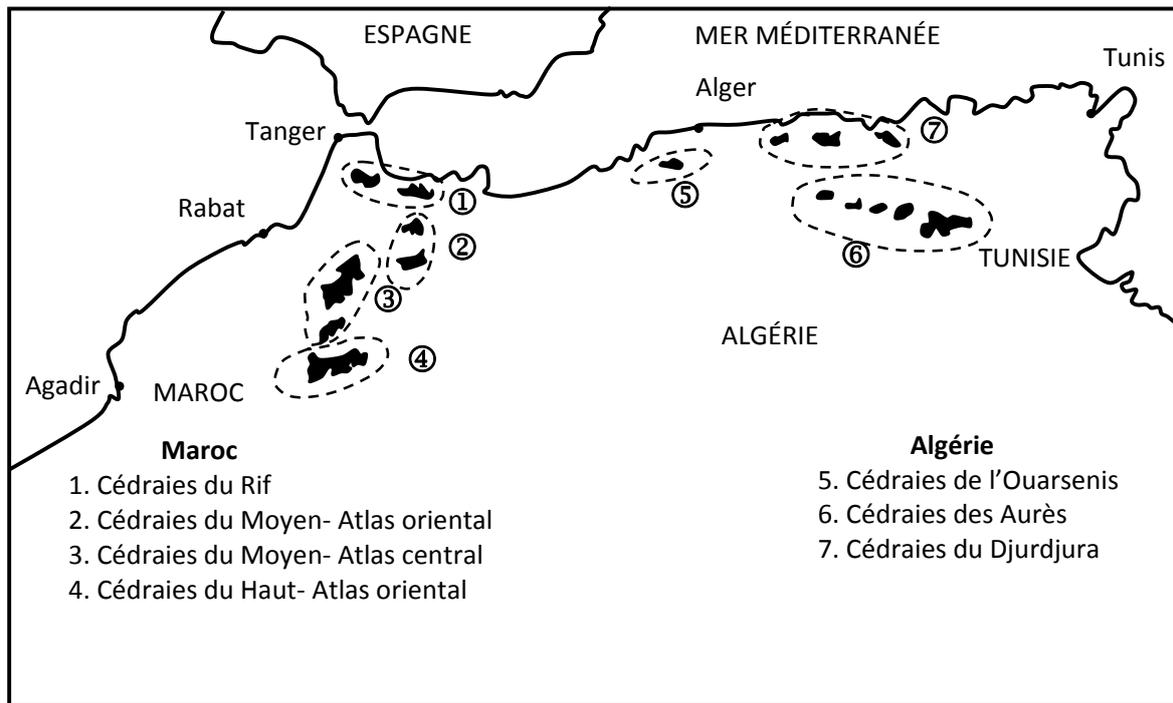


Figure 1. Répartition actuelle du cèdre de l'Atlas (M'HIRIT, 1994).

En Algérie, cette espèce est présente en peuplements très dispersés occupant 29 000ha (BOUDY, 1950-1952), répartis en trois blocs :

- l'Atlas Tellien Sublittoral des Babors, Tababors avec 1300 ha et le Djurdjura avec 2 000 ha;
- l'Ouarsenis avec 1 00 ha, Chréa et Theniet-El-Had avec 1 500 ha ;
- Les monts des Aurès et du Bélezma avec 17000 ha, qui constituent les peuplements les plus importants et les monts du Hodna avec 8000 ha, affectant le faciès sec, du fait de la proximité immédiate du Sahara.

Le morcellement de l'aire de cette essence laisse supposer l'existence d'une dérive génétique (variétés ou races) à l'intérieur des populations forestières isolées les unes des autres (YI, 1976 in HALITIM, 2006).

Le deuxième bloc se divise en deux parties occupées chacune par une espèce. Il s'agit du cèdre de Liban (*Cedrus libani* A. Richard) qui se cantonne dans les montagnes de la Turquie, de la Syrie et du Liban (1700 ha) (TUTIN et al., 1964 et MITCHEL, 1985 in PANETSOS et al., 1994) et du cèdre de Chypre (*Cedrus brevifolia* (Hooker Fil.) Meikle). Elle se trouve dans l'île de Chypre sur une surface très restreinte (SABATIER et BARTHELEMY, 1994 ; M'HIRIT, 2006). Enfin, le troisième bloc est constitué par le cèdre de l'Himalaya (*Cedrus deodara* (Roxb. Ex D. Don) G.

Don fil.) qui pousse sur le versant occidental de l'Himalaya, en Afghanistan et en Inde (SABATIER et BARTHELEMY, 1994).

2- Importance économique

Le cèdre de l'Atlas, 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 (BENHALIMA, 2004).

Depuis plusieurs centaines d'années, le cèdre de l'Atlas servait à la construction des toitures, planchers, charpentes (BENHALIMA, 2004), voies ferroviaires (BOUDY, 1950), sans compter les nombreux produits qui sont tirés de son bois : goudron, diverses essences employées en pharmacie et en parfumerie, etc (BOUDY, 1952). En outre, grâce au poli qu'il peut acquérir, il donne un très joli bois de menuiserie (BOUDY, 1952).

En effet, la production du bois d'œuvre pour l'ensemble des forêts marocaine est principalement le fait de la cédraie, à raison de 78 % à 82 % (M'HIRIT, 2006).

3- Caractéristiques botaniques

Les caractéristiques botaniques du cèdre de l'Atlas ont été décrites par plusieurs auteurs, dont les plus importantes sont résumées dans le tableau (1) et illustrées dans la figure(2).

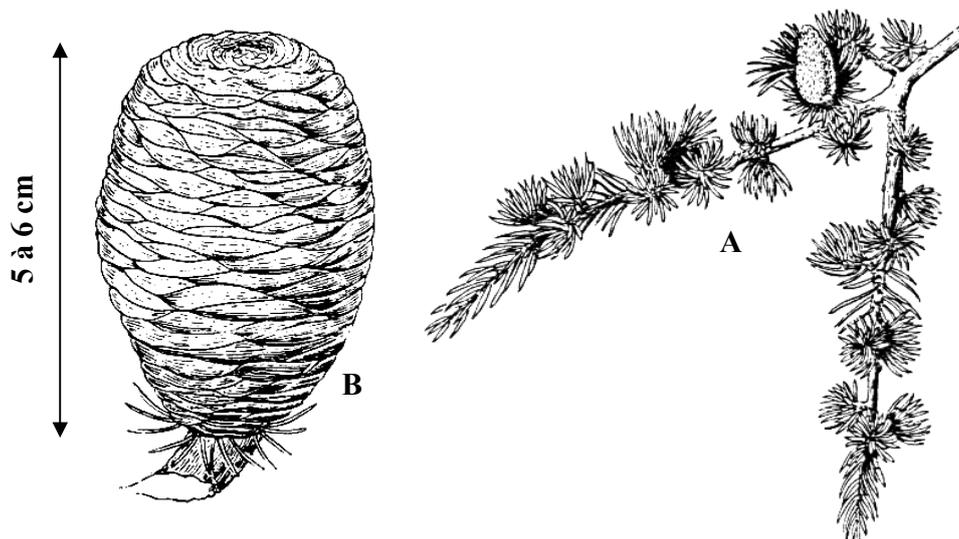


Figure 2. Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*). **A** : rameau avec inflorescence mâle ; **B** : cône (BOUDY, 1952).

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

Organe	Description	Références
Port	<p>Arbre jeune : port conique pyramidal.</p> <p>Arbre âgé : présente de grosses branches étalées et une cime tabulaire.</p> <p>Hauteur : de 50 à 60 m.</p> <p>Circonférence du tronc: de 1 à 2 m généralement, et parfois 8 m (à Azrou) et même 15 m (en Algérie).</p>	BOUDY, 1950, 1952 SABATIER et BARTHELEMY, 1994
Aiguilles	<p>Longueur : de 1 à 2 cm.</p> <p>Couleur : vert ou glauque.</p> <p>Persistance : 3 ans.</p> <p>Forme : raide et fine, peu aigue, généralement arquée groupées en rosettes denses (Fig. 2a) de 30 à 40 aiguilles (mésoblaste).</p>	BOUDY, 1950, 1952 M'HIRIT, 2006
Branches	<p>Forme : elles naissent isolément sur le tronc et portent une multitude de petits rameaux qui se situent tous dans le même plan, finissant par donner à l'arbre sa silhouette tabulaire et irrégulière.</p>	BOUDY, 1950, 1952 M'HIRIT, 2006
Fruits	<p>Forme : cône ovoïde.</p> <p>Longueur : de 5 à 8 cm.</p> <p>Couleur : passe du vert-bleuâtre au marron foncé à la maturité.</p> <p>Poids : [41, 49 - 65,91 g].</p> <p>Orientation : dressés vers le ciel, portés par des rameaux courts et forts.</p> <p>Désarticulation : débute à partir du mois d'octobre (conditionnées par l'alternance de l'humidité et de la chaleur).</p>	BOUDY, 1950, 1952 DERRIDJ, 1994
Graines	<p>Forme : assez grosse, pointue et longue avec une aile développée subtriangulaire.</p> <p>Longueur : 8 à 12 cm.</p> <p>Couleur : marron roux à marron clair.</p> <p>Poids : peut dépasser 0, 1g.</p>	ABOUROUH, 1983 in KHANFOUCI, 2005
Flours	<p>Fructification (précoce) : 15 à 20 ans.</p> <p>Inflorescences : essence monoïque (chaton mâle de forme ovoïde et jaune-orange, apparaît à mi-juin et achève sa maturité vers mi-septembre ; chaton femelle plus petit, ovoïde et vert-bleuâtre, apparaît 3 mois après le chaton mâle.</p>	BOUDY, 1950, 1952 M'HIRIT, 2006
Écorce	<p>Couleur : grise.</p> <p>Forme : écailleuse et lisse devenant crevassée avec l'âge.</p>	M'HIRIT, 2006
Racines	<p>Le système racinaire est développé, mais rarement pivotant et la stabilité de l'arbre est bien assurée.</p>	BOUDY, 1950, 1952

4- Caractéristiques écologiques

4.1- Exigences climatiques

Le cèdre de l'Atlas est une essence qui s'accommode aux différents bioclimats. Il s'individualise en effet, entre les bioclimats semi-aride, subhumide, humide et perhumide. Alors que, sa zone préférée est située d'après BOUDY (1952) en bioclimat humide froid.

Cette essence est relativement sciaphile pouvant vivre entre $- 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $+ 39\text{ }^{\circ}\text{C}$ (BOUDY, 1950) et pouvant résister sans dommages à des températures de $- 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (GAUSSEN, 1967 in KHANFOUCI, 2005).

Le cèdre de l'Atlas a besoin d'une pluviométrie annuelle comprise entre 500 et 1500mm (DUCREY, 1994). En Algérie, les cédraies des Aurès sont à la limite des étages semi-aride et subhumide (ABDESSEMED, 1981 ; BOUDY, 1950), recevant une tranche pluviométrique modeste variant de 500 à 700 mm/an (KHANFOUCI, 2005). Les cédraies du Djurdjura, des Babors, l'Ouarsenis, Chréa et Meurdja sont plus humide, recevant d'après DERRIDJ (1990) in KHANFOUCI (2005) de 1100 à 2100 mm/an de pluie.

Le cèdre de l'Atlas ne se retrouve pas au Maroc en étage semi-aride. En gros, il est estimé que les trois quarts des cédraies du Maroc sont dans l'étage humide froid, avec 850 à 1200 mm d'eau, ainsi que toutes celles du Rif (BOUDY, 1950). Du point de vue écologique, le cèdre aurasien est donc très différent du cèdre marocain (BOUDY, 1950).

4.2- Exigences édaphiques

En Algérie, une grande part des cédraies se concentre sur des roches mères siliceuses et bien en moindre proportion sur roches calcaires (BOUDY, 1950).

Ainsi, le cèdre n'est pas totalement indifférent à la nature du substrat comme il est classiquement admis. A la lumière des résultats de NEDJAH (1994), les substrats marneux et calcaires sont défavorables à la bonne production ligneuse, par le fait que, les premiers sont lourds, très humides et se dessèchent rapidement par contre les seconds sont peu favorables à la rétention de l'eau. Ce même auteur rapporte que, la préférence du cèdre est pour le substrat dolomitique, basaltique, gréseux et schisteux.

4.3- Altitude

Dans l'ensemble de son aire naturelle, les cédraies s'observent entre 1 500 et 2 600m d'altitude. Cette tranche altitudinale correspond aux étages de végétation suivants (BENABID, 1994):

- supra méditerranéen qui s'insère entre 1400 et 1800m dans le Rif et les massifs telliens d'Algérie; entre 1600 et 2000m dans le Moyen Atlas et les Aurès et entre 1700 et 2100m dans le Haut Atlas oriental.

- Montagnard méditerranéen qui succède au premier et qui occupe les niveaux altitudinaux compris entre 1800 et 2300m dans le Rif et les massifs telliens d'Algérie; entre 2000 et 2500m dans le moyen Atlas et les Aurès et entre 2100 et 2600m dans le haut Atlas oriental.

En dehors de leur aire naturelle, des cédraies artificielles installées en France, au niveau des stations du Mont Ventoux, Saumon et Ménerbes, se comportent idéalement à des altitudes de 300 à 800 m (SABATIER et *al.*, 2003).

5- Associations végétales

Les espèces végétales associées au cèdre sont différentes selon les conditions écologiques, c'est-à-dire la pluviométrie, l'altitude et les conditions édaphiques. C'est ainsi qu'en zone semi-aride de l'Atlas moyen marocain et sur substrat basaltique et à 1900-2100m d'altitude, sur sol profond et en exposition ouest, EZZAHIRI et *al.* (1994) ont relevé le groupement végétal suivant : *Cedrus atlantica*, *Buplerum montanum*, *Acer monspessulanum*, et *Rosa canina*. Alors qu'à une altitude de 1800-1900 m, sur sol calcaire compact et superficiel, le groupement végétal devient : *Cedrus atlantica*, *Quercus rotundifolia* et *Paeonia corallina*.

En Algérie, dans les Aurès le faciès est caractérisé par les espèces suivantes (HALITIM, 2006) : *Cedrus atlantica*, *Quercus ilex*, *Pinus halepensis*, *Juniperus thurifera*, *Ampelodesma mauritanica* et *Fraxinus xanthoxyoides*.

Dans les Monts de Chrèa sur l'Atlas Blidéen et dans les Babors le faciès plus humide est caractérisé par les espèces suivantes (HALITIM, 2006): *Cedrus atlantica*, *Quercus ilex*, *Chêne zeen* (*Quercus mirbeckii*) et *If* (*Taxus baccata*).

6- Régénération

La régénération du cèdre est soumise à des contraintes climatiques étroites, déterminées par les exigences de la plante vis-à-vis de l'eau du sol et du froid (LECOMPTE et LEPOUTRE, 1975).

La graine de cèdre ne peut pas germer que si la température maximale journalière avoisine les 10°C pendant 7 à 10 jours (LEPOUTRE et PUJOS, 1963 ; AUSSENAC, 1984); avec une tranche

pluviométrique d'au moins 700 à 800 mm, se manifestant par des pluies d'été (pendant la période de croissance) (BOUDY, 1952). Mais, si des sécheresses précoces et prolongées surviennent durant cette période, la croissance des jeunes semis peut être atténuée, avec une mortalité probables dans la plupart des cas (BENTOUATI, 1993).

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

7- Opérations sylvicoles

Elles correspondent à chacun des types de peuplements suivants (BOUDY, 1950-1952):

a)- Futaies régulières et âgées

Ce type de futaie est sur sol calcaire et a une composition absolument anormale et doit être traitée en vue de créer les jeunes peuplements qui font défaut.

Généralement, il est appliqué au cèdre la méthode classique des coupes de régénération successives : ensemencement, secondaires, définitives. Le but des coupes d'ensemencement est d'avoir rapidement un recru abondant, grâce à une bonne fructification obtenue espaçant suffisamment les portes-graine. Après 10 ans, il aura lieu la coupe secondaire pour enlever la partie restante du matériel. Enfin, la coupe définitive fera disparaître les derniers gros sujets.

b)- Futaie de cèdre pur

C'est une formation un peu exceptionnelle n'occupant pas des surfaces importantes en Afrique du Nord.

Le traitement à appliquer est de laisser les peuplements en repos, en ne faisant que des éclaircies sur les sujets ayant la dimension de bois de mine (0,12 m de diamètre à 0,20 m au petit bout). Quand les cèdres commencent à fructifier (vers 40 à 50 ans), il est procédé à l'exploitation de tous les vieux portes-graine. Enfin, quand ils auront 0,60 m de diamètre, il est réalisé des coupes de régénération de tous les arbres de ces dimensions, dont le nombre sera ramené à deux. La durée de la période peut être abaissée à 15 ans.

c)- Futaie mélangée

Les opérations culturales de ce type de futaie tendent à faciliter le développement du cèdre. Pour la cédraie, il est procédé à un traitement de futaie régulière, dont la période de régénération peut être réduite à 15 ans. Pour le chêne-vert, il est réalisé des coupes de

régénération à blanc avec dégagements des jeunes semis de cèdre préexistants, puis des éclaircies du taillis tous les 20 à 30 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 (M'HIRIT, 2006).

D'après BOUDY (1950-1952), les types d'aménagement de cèdre sont la futaie régulière sur calcaire, la futaie de cèdre pur sur terrains profonds et frais, et la futaie mélangée ou mixte.

Durant ces cinquante dernières années, les concepts d'aménagement ont évolué au Maroc, entre les périodes 1950-1970 et 1970-1990, ceci grâce aux progrès des connaissances en écologie, en économie forestière et en sociologie rurale rendant ainsi cette mutation possible (M'HIRIT, 2006).

CHAPITRE II

Le Problème du Dépérissement du Cèdre de l'Atlas dans le Nord-Africain

Les problèmes de dégradation de la santé des peuplements forestiers (feuillus et conifères) sont très anciens et remontent à la fin du 19^{ème} siècle et surtout au début du siècle dernier dans de nombreux pays, notamment l'Europe mais aussi l'Amérique du Nord. L'apparition de phénomènes de déclin plus spectaculaires n'a pris un caractère vraiment inquiétant dans ces forêts qu'au début des années 1980 (DELATOUR, 1983 ; BONNEAU et LANDMANN, 1988).

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

1- Notion de dépérissement : concept et causes

1.1- Définition du dépérissement

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

1.2- Facteurs impliqués dans le dépérissement forestier

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

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

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

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

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

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

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

Contrairement, les **facteurs déclenchants** (ou incitants) ce sont des facteurs défavorables qui agissent en peu de temps sur la physiologie des arbres. Ils représentent donc pour l'arbre un stress de forte intensité mais de courte durée (MOORE, 1999). Ce qui déclenche habituellement le

dépérissement de l'arbre (DESSUREAULT, 1986 in MOORE, 1999). L'auteur note que l'influence des facteurs déclenchants, combinée à celle des facteurs prédisposants, provoquent une détérioration de la cime et du système racinaire. Ils sont essentiellement de nature abiotique

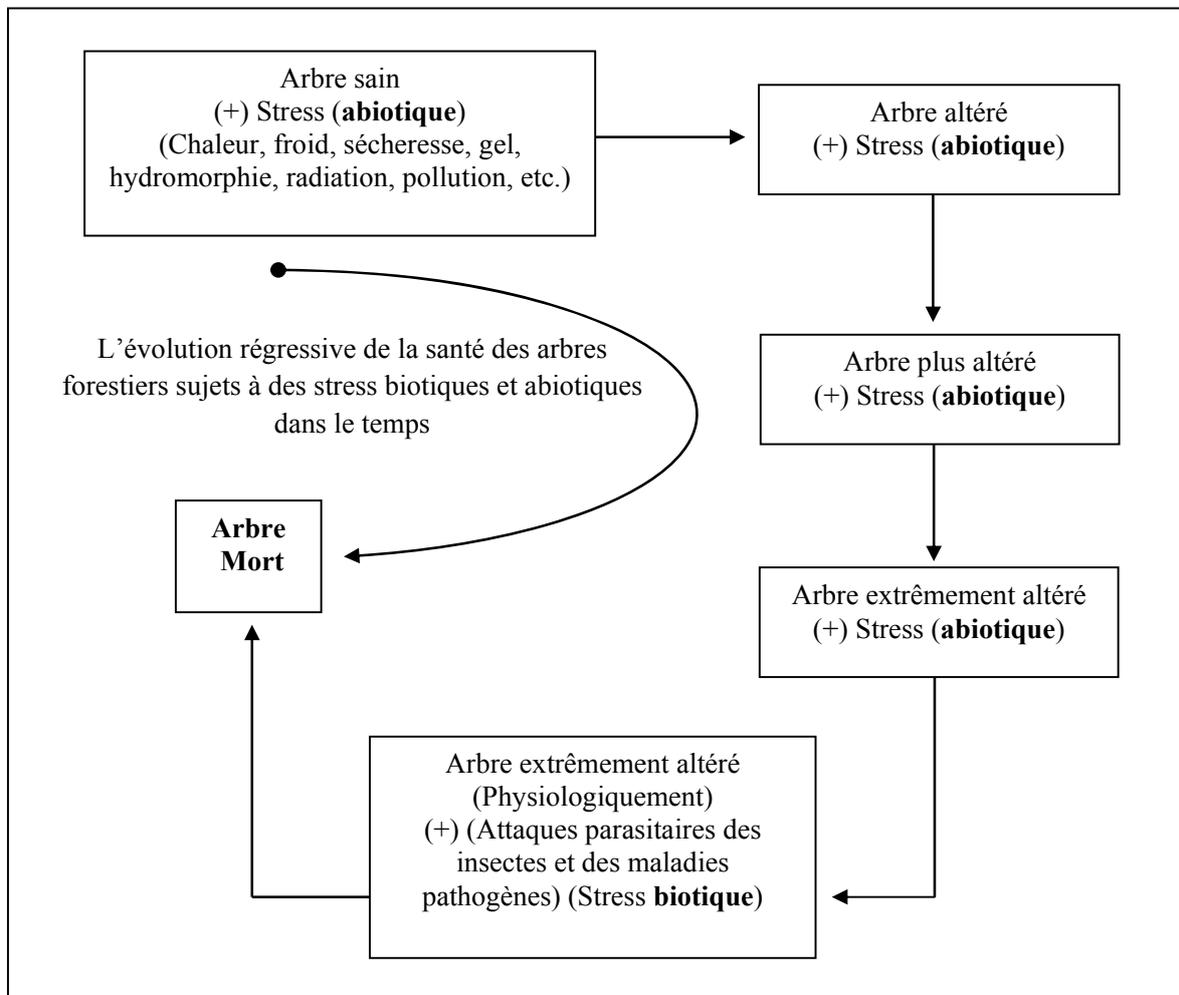


Figure 3. Le modèle de dépérissement des arbres forestiers (ZINE EL ABIDINE, 2003).

comme la sécheresses et biotique comme les attaques d'insectes défoliateurs en particulier (AUCLAIR et *al.*, 1997). Il convient de signaler ici que les défoliateurs forestiers sont beaucoup moins dangereux sur les essences feuillues que sur les conifères (BOVEY, 1971). D'après cet auteur, il est rare qu'une défoliation consécutive ait une conséquence néfaste sur la vitalité des arbres. Au contraire, chez les résineux, la destruction des aiguilles perturbent la physiologie des arbres et les exposent à un affaiblissement plus avancé.

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

1.2.1- Le stress hydrique : une cause majeure du dépérissement des arbres forestiers

En région méditerranéenne, l'eau est le principal facteur limitant de la végétation forestière (AUSSENAC et VALETTE, 1982), et lorsque son contenu dans les tissus des plantes s'écarte suffisamment de l'optimum de façon à nuire à la croissance et aux processus physiologiques, la plante est sujette à un stress hydrique (LEVITT, 1980 in ZINE EL ABIDINE, 2003).

D'après plusieurs auteurs (GARREC et *al.*, 1989 ; HOUSTON, 1992 in ZINE EL ABIDINE, 2003 ; CHBOUKI, 1994 ; LEBOURGEOIS et BECKER, 1996 ; BENTOUATI et BARITEAU, 2006), le déficit hydrique apparaît comme un facteur prédisposant et/ou d'incitation le plus associé au dépérissement des forêts.

Au début du développement du stress, ce sont les processus les plus sensibles qui sont affectés ; mais s'il continue, les réponses s'intensifient et les processus physiologiques sont de plus en plus altérés (LIEUTIER et LEVIEUX, 1985 ; ZINE EL ABIDINE, 2003 ; ROUAULT et *al.*, 2006). Le stress hydrique affecte en premier lieu la croissance (FINKELSTEIN, 1981 ; AUSSENAC et FINKELSTEIN, 1983 ; DUCREY, 1994), perturbe ensuite les échanges gazeux et modifie enfin le métabolisme biochimique et les propriétés spectrales des feuilles (ZINE EL ABIDINE, 2003). Il peut même induire des phénomènes de cavitation et d'embolisme dus à la rupture des colonnes d'eaux dans les vaisseaux (CRUIZIAT et TYREE, 1990 in ZINE EL ABIDINE, 2003). Ceci peut entraîner le dessèchement partiel ou total des arbres et arbustes, observé souvent au niveau des branches supérieures.

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

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

croissance des premiers stades larvaires de l'insecte, permettant ainsi d'atteindre un stade de développement plus avancé avant la période hivernale et d'accroître ainsi la survie durant cette période. Ceci augmente par conséquent l'ampleur des dégâts.

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

2- Les principales causes de dépérissement du cèdre de l'Atlas en Algérie

Le dépérissement du cèdre de l'Atlas a affecté la majorité des cédraies algériennes mais avec des degrés variables.

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

2.1- Cas de la cédraie des Aurès

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

BENTOUATI et BARITEAU (2006) ont signalé que les peuplements les plus affectés sont ceux soumis aux influences sahariennes telle la cédraie de Bélezma, mais aussi ceux les plus

méridionaux situés en limite sud des Aurès comme Taghda et Djebel Lazreg. BENTOUATI (2008), rapporte que plus de tiers de la surface boisée au Bélezma, qui est de l'ordre de 5 000 ha est maintenant touchée par le dépérissement. Ce même auteur rajoute, que ce phénomène touche les sujets de toutes classes d'âges et est très important dans les peuplements en mélange avec le chêne vert et reposant sur substrats marneux (BENTOUATI, 2008).

La succession des années particulièrement déficitaires en précipitations (voir fig. 5) et les températures anormalement élevées (voir tab.6) semblent être, d'après BENTOUATI (2008), la raison principale de la mortalité des arbres. A ce sujet, BOUDY (1950) rapporte depuis longtemps qu'une sécheresse exceptionnelle aurait sévi entre 1875 à 1881 aurait occasionné d'importants dégâts sur les peuplements de cèdre de la région. De même, des écrits rapportés par ABDESSEMED (1981) indiquent que la sécheresse de 1977 et 1978 pour lesquelles le déficit pluviométrique a atteint la moitié de la moyenne, a entraîné dans la région de Bélezma un dessèchement du chêne vert essence réputée des plus rustiques. Cet auteur rajoute que suite à cette sécheresse, le dépérissement du cèdre s'est manifesté par pied puis s'est généralisé 2 ans plus tard dans tout le massif.

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

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

Une autre sortie a été réalisée 5 mois plus tard sur deux placettes, 1 ha sur le versant nord de Thouggar et 0,5 ha sur le versant nord ouest de Boumerzoug, à laquelle ont participé le département de Protection (Parc National de Bélezma), la conservation des forêts de Batna, le secteur d'Oued El Ma, le secteur de Fesdis et l'université de Batna, dans le but d'estimer le taux de dépérissement dans ces deux placettes. Il ressort que, Boumerzoug se présente comme une forêt morte avec un taux de mortalité évalué à 90 %, alors qu'à Thouggar (Ain Kerrouch), il est noté la mortalité de 83 % sujets (PNB, 2007).

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

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

Plusieurs auteurs BOUDY (1950) ; ABDESSEMED (1981) ; BENTOUATI et BARITEAU, (2006), BENTOUATI (2008) et (TOUCHAN Ramzi, en presse) considèrent donc (depuis longtemps) que la sécheresse est un facteur déclenchant la dégradation physiologique de la cédraie du Bélezma déjà prédisposée aux multiples facteurs tels que l'action humaine traduite par l'absence d'une gestion sylvicole rationnelle, le surpâturage, l'exploitation non contrôlée et les coupes illicites. Au point de vu géologique, la nature de certains substrats comme les marnes qui paraissent très nettement défavorables à la reprise des arbres par sa faible rétention en eau des sols.

La figure (4) témoigne et illustre clairement l'ampleur du phénomène de dépérissement dans le Dj. Thouggar et Boumerzoug durant l'année 2007. Nous constatons que pratiquement toute la cédraie de Boumerzoug a disparu où quelques sujets seulement demeurent sur la facette Nord-Ouest à basse altitude.

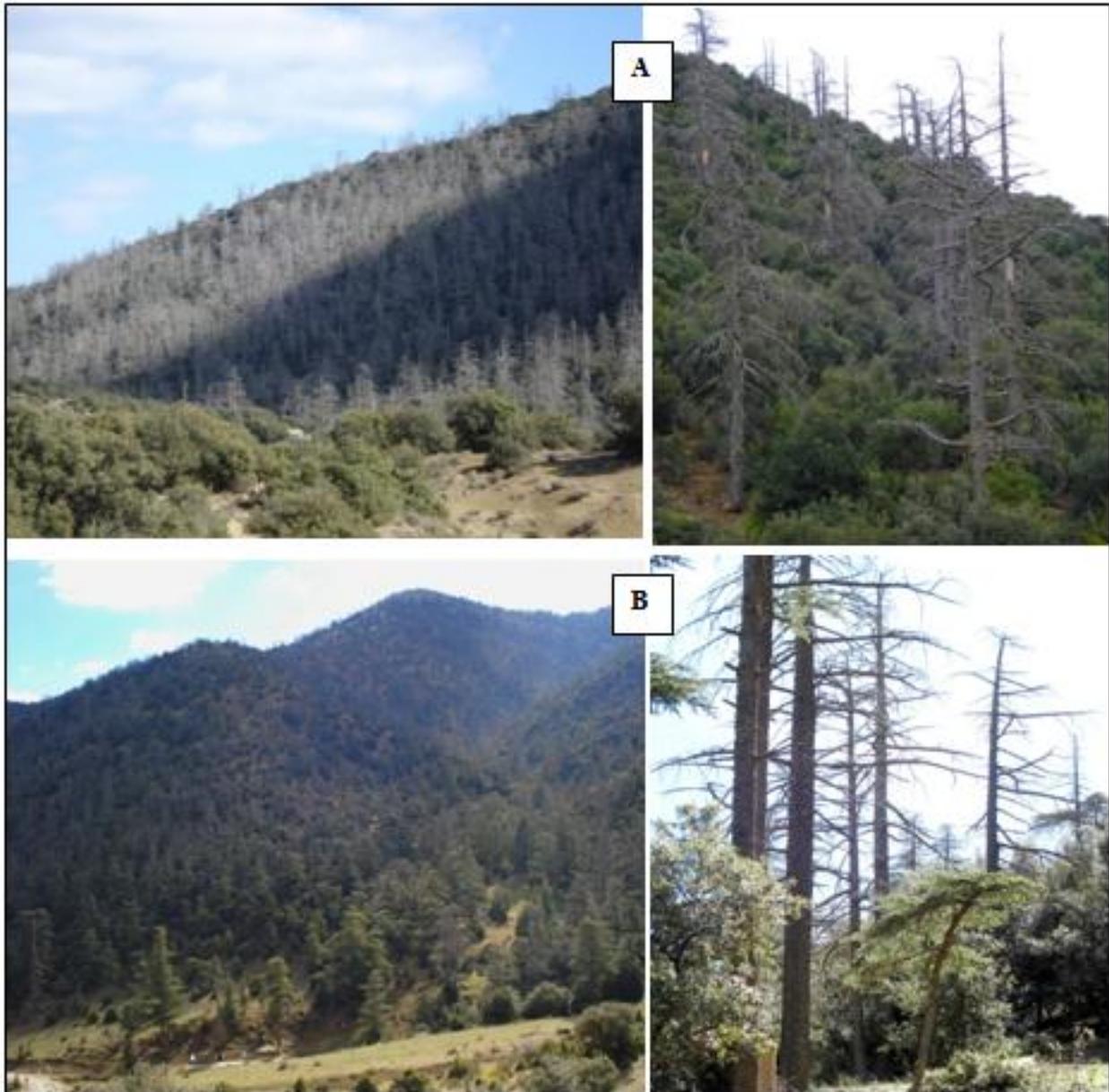


Figure 4. Dépérissement du cèdre de l'Atlas *Cedrus atlantica* dans le massif du Bélezma durant l'année 2007, **A)** Dj. Boumerzoug, **B)** Dj. Thouggar.

3- Le dépérissement du cèdre de l'Atlas au Maroc

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

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

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

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

Par ailleurs, BENHALIMA (2004) a noté la contribution humaine dans ce phénomène surtout dans certaines zones du Haut Atlas (Tounfite et Idikel) et du Moyen Atlas (Aguelmane Sidi Ali). En effet, beaucoup de pieds du cèdre à cime verte présentent des branches latérales arrachées par les riverains pour nourrir leurs bêtes. De même, le surpâturage et le piétinement nuisent également à la régénération de cette espèce qui peut stopper le rajeunissement de la forêt. A ce sujet EL YOUSFI (1994) a signalé que le cheptel s'est énormément développé dans ces zones ces dernières décennies, où la densité de troupeaux en ovins est arrivé jusqu'à 950 000 têtes à Ifrane, ce qui explique en partie l'implication de l'homme dans le déclenchement de l'affaiblissement des peuplements du cèdre.

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

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

CHAPITRE III

Insectes Ennemis du Cèdre de l'Atlas

Dans l'ensemble de son aire naturelle, le cèdre de l'Atlas se dégrade sous l'influence de plusieurs facteurs destructeurs. Parmi ces facteurs, les attaques des insectes constituent l'un des fléaux les plus graves qui menace la cédraie et l'expose à la mort ou à une réduction de croissance.

En effet, des études ont été entamées pour mieux connaître les insectes inféodés au dépérissement du cèdre de l'Atlas et en trouver une solution.

1- Etat des connaissances des cédraies sur le plan entomologique

1.1- Insectes phyllophages

Les défoliateurs sont en effet des ravageurs primaires : ils attaquent les arbres sains et vigoureux, préparant le chemin aux ravageurs secondaires (insectes xylophages) qui profitent de leur faiblesse et achèvent l'arbre.

Le tableau (2) montre les principaux insectes phyllophages inféodés aux cèdres sur le pourtour méditerranéen.

Tableau 2. Les principaux insectes phyllophages des cèdres et leur répartition géographique (MOUNA et FABRE, 2005).

Insectes phyllophages		Aire de répartition	Plante hôte
(Lep., Thaumetopoeidae)	<i>Thaumetopoea bonjeani</i>	Algérie, Maroc	Cèdre
	<i>Thaumetopoea libanotica</i>	Liban	Cèdre
	<i>Thaumetopoea solitaria</i>	Turquie	Cèdre
	<i>Thaumetopoea pityocampa</i>	Tous les pays Méditerranéen, sauf la Libye et l'Egypte	Pin, Cèdre
	<i>Thaumetopoea wilkinsoni</i>	Chypre, Turquie	Pin, Cèdre
(Lep., Tortricidae)	<i>Acleris undulana</i>	Maroc, Chypre, Liban, Syrie, Turquie	Cèdre
	<i>Epinotia cedricida</i>	France (introduite), Australie, Maroc, Algérie, Liban, Turquie	Cèdre
	<i>Epinotia algeriensis</i>	Algérie, Maroc	Cèdre
	<i>Dichelia cedricola</i>	Liban, Turquie	Cèdre
	<i>Dichelia numidicola</i>	Algérie	Sapin
	<i>Lozotaenia cedrivora</i>	Algérie	Cèdre
	<i>Choristoneura murinana</i>	France	Sapin
(Hym., Pamphiliidae)	<i>Cephalcia tannourinensis</i>	Liban	Cèdre
(Hym., Diprionidae)	<i>Prionomeion gaullei</i>	Algérie	Cèdre
(Col., Chrysomelidae)	<i>Luperus pardoii</i>	Maroc	Cèdre
(Col., Curculionidae)	<i>Scythropus warioni</i>	Maroc, Algérie	Cèdre

1.1.1- Les processionnaires (Lepidoptera, Thaumetopoeidae)

Sur le pourtour méditerranéen, cinq espèces de processionnaires sont mentionnées. Seulement trois d'entre elle sont exclusives aux cèdres, *Thaumetopoea bonjeani* POWELL (Maroc, Algérie), *Thaumetopoea libanotica* KIRIAKOFF and TALHOUK (Liban) et *Thaumetopoea solitaria* FREY (Turquie). Les deux autres espèces, *Thaumetopoea pityocampa* DENIS and SCHIF et *Thaumetopoea wilkinsoni* TAMS s'attaquent prioritairement au genre *Pinus*, mais aussi au genre *Cedrus*.

C'est au Maroc que la processionnaire du cèdre a été signalée pour la première fois, sous le nom de *Cnethocampa bonjeani* Powell, à partir d'insectes originaires du Moyen Atlas (POWELL, 1922 in DÉMOLIN et al., 1994). En 1984, elle fut déterminée pour la première fois en Algérie au niveau de la cédraie du Bélezma (GACHI, 1994 ; DÉMOLIN et al., 1994).

Durant plusieurs années, *T. pityocampa* en cédraies marocaines fut appelée *T. bonjeani* du fait de sa dénomination stricte de processionnaire du cèdre (DÉMOLIN et al., 1994). Alors qu'en Algérie, *T. bonjeani*, non encore inventoriée, s'est trouvée classée comme une sous espèce de *T. pityocampa*, à savoir *T. pityocampa orana* STAUDINGER (DÉMOLIN et al., 1994). Il en est de même au Liban, où *T. wilkinsoni*, vivant sur pin et sur cèdre était attribuée à *T. libanotica* (DÉMOLIN et al., 1994 suite à une communication personnelle avec Mme THOME H.).

D'après GACHI (1994) et KHEMICI (2001), *T. bonjeani* est présente dans toutes les cédraies algériennes : Aurès, Djurdjura, Babors, Theniet El Had, Boutaleb et Chréa, avec une forte présence dans le massif du Bélezma (Aurès), dont elle avait provoqué une grave défoliation (plus de 80 % sur plus de 500 ha) en 1984. Au Maroc, cet espèce existe dans le Rif, Taza, Moyen Atlas et probablement là où existe le cèdre (EL YOUSFI, 1994).

Thaumetopoea pityocampa est également présente sur toutes les cédraies algériennes, avec une forte pullulation au niveau de la cédraie du Chréa (Atlas Tellien) (KHEMICI, 2001). D'après EL YOUSFI (1994), cet insecte est présent dans la plupart des régions marocaines.

1.1.2-Lepidoptera, Tortricidae

Acleris undulana HALSINGAM a été décrit des cédraies d'Asie mineure (WALSINGHAM, 1900 in MOUNA et FABRE, 2005). Cet insecte est récemment découvert sur *Cedrus atlantica* en Afrique du Nord (FABRE et MOUNA, 1983 in MOUNA, 2001). Il se trouve dans les cédraies atlasiques marocaines ; encore absent dans le Rif et en Algérie (MOUNA et FABRE, 2005). Il est

considéré comme un ravageur très nuisible au cèdre en Turquie, où il est signalé depuis longtemps, présentant un cycle de développement relativement tardif par rapport au Maroc (MOUNA, 2001). Il se nourrit sur les trois espèces du cèdre du pourtour méditerranéen : *C. atlantica*, *C. libani* et *C. brevifolia* (MOUNA et FABRE, 2005).

Epinotia cedricida DIAKONOFF a été trouvée et décrite pour la première fois en France dans la cédraie artificielle du Massif du Luberon par Diakonoff en 1969 (FABRE, 1994). De nombreuses années après, cette espèce a été retrouvée en Afrique du Nord. D'après FABRE et al. (1999) in MOUNA (2001), cet insecte est largement réparti dans les cédraies du pourtour méditerranéen depuis le Maroc jusqu'en Turquie en passant par le Liban, y compris toute les cédraies en Algérie : Aurès, Tikjda, Grande Kabylie, Petite Kabylie (Mont-Babors), Theniet et Haad, Ain Antar, Chréa (FABRE, 1994 ; KHEMICI, 2001).

D'après MOUNA (2001), la gradation des deux Tordeuses *A. undulana* et *E. cedricida* en même temps dans une région de cèdre serait fatale si leur développement larvaire se succède dans le temps.

Epinotia algeriensis CHAMBON, une espèce nouvelle recensée sur *Cedrus atlantica*, n'est connue à ce jour qu'en Algérie (forêt des Babors) (CHAMBON et al., 1990 in KHEMICI, 2001). D'après plusieurs missions et sorties sur terrain, FABRE J.P., rapporte que cette espèce est largement répartie au Maroc (FABRE, 1992 non publié cité par MOUNA et FABRE, 2005), et signale sa présence sur toutes les cédraies d'Algérie.

Aucune gradation de cet insecte n'est signalée en Algérie, mais ses dégâts sont très notables au Maroc, notamment au Rif (région de K'tama) (MOUNA et FABRE, 2005).

Parmi les autres Tortricidae inféodés au cèdre, deux nouvelles espèces ont été récemment inventorié en Algérie : *Lozotaenia cedrivora* sp. n. et *Dichelia numidicola* sp. n. (CHAMBON et al., 1990 in KHEMICI, 2001). Cette dernière espèce, *D. numidicola*, notée seulement dans la sapinière des Babors, pourrait être nuisible au cèdre (FABRE et KHEMICI, 1991 in KHEMICI, 2001). Une autre espèce du même genre se trouve en Turquie et au Liban (Al-Shouf et Bcharrehs), il s'agit de *Dichelia (Parasyndemuis) cedricola* DIAKONOFF (KAWAR, 2001). En France, *Choristoneura murinana* HÜBNER inféodé au Sapin, peut également vivre sur cèdre (FABRE et al., 1999 in MOUNA et FABRE, 2005).

1.1.3-Autres espèces

Un autre ravageur a été également décrit en Algérie, il s'agit de la tenthrède *Prionomeion gaullei* (FABRE et CHEVIN, 1991 in KHEMICI, 2001). Ainsi, un Coléoptère Chrysomelidae a été prélevé à Tizi-Ifri (Rif central), et est considéré comme un phyllophage adulte du cèdre, il s'agit de *Luperus pardoii* CODINA (MOUNA, 1994).

En 1996, une nouvelle espèce appartenant au genre *Cephalcia* (Hym., Pamphiliidae) a été signalée au niveau de la forêt de Tannourine (KAWAR, 2001). Il est considéré comme un ravageur très nuisible, affectant 70 % des arbres de la cédraie. L'insecte a été identifié en 1998, comme étant *Cephalcia tannourinensis* n. sp. (MOUNA et FABRE, 2005 ; KAWAR, 2001). D'après KAWAR (2001), ce ravageur est présent seulement au Liban.

A cette liste se rajoute d'autres nouvelles espèces rencontrées pour la première fois sur bourgeons du cèdre au Liban (KAWAR, 2001) : *Ernobius* sp. (Col., Anobidae) signalé en 1998 par DÉMOLIN G. dans la région de Tannourine et Al-Shouf, et *Dasineura cedri* (Dip., Cecidomyiidae) signalé en 1999 par NASR Jenny.

1.2- Insectes lignivores

L'inventaire des insectes lignivores (xylophages et sous-corticaux) s'attaquant aux cèdres est encore mal connu en Algérie. En absence de données précises, ABDESSAMED (1981), en référant aux archives des forêts de Batna, annonce que les attaques de Bostryches semblent avoir joué un grand rôle dans la dégradation des cédraies particulièrement au Bélezma vers 1885, ce qui a été noté également au Hodna en 1848-49 (BOUDY, 1955). Parmi ces Bostryches, les *Xyloterus lineatus* et *Xyloborus xylographus* (SAXESEN) (BOUDY, 1950).

Parmi les autres xylophages recensés au niveau de la cédraie de Theniet El Had, ABDELHAMID et CHAKALI (2008) ont cités les espèces du genre *Scolytus* et les Cerambycidae, *Cerambyx cerdo* et *Ergates faber*. L'étude entreprise par GUERROUDJ (2008) dans divers cédraies du nord de l'Algérie a permis d'identifier 09 espèces appartenant aux tribus *Hylastini*, *Crypturgini*, *Phloeosini*, *Polygraphini*, *Scolytini*, *Xyleborini* et *Cryphalini*, citant l'espèce *Cryphalus piceae* comme étant la plus active.

D'après MOUNA (1994), c'est BARBEY (1925) qui a obtenu le premier Coléoptère xylophage (*Cryphalus piceae numidicus* Eichhoff) au Maroc (Azrou) d'une écorce de cèdre. Ultérieurement, DE PEYERIMHOFF (1933), dresse une liste plus importante d'insectes inféodés au

cèdre, qu'il les classe principalement en lignivores du bois sain ou récemment mort et lignivores du bois altéré ou mort depuis longtemps (Tableau 3).

Suite à des études récentes au Maroc, la majorité des espèces citées par DE PEYERIMHOFF (1933) ont été rapportées par d'autres auteurs, entre autre, MOUNA et *al.* (1985), MOUNA et GRAF (1994), MOUNA (2001) et BENHALIMA (2004). Ces derniers ont rajouté d'autres noms d'espèces à la liste, notamment des Scolytidae, des Buprestidae et des Cerambycidae. Le tableau (3) montre les espèces qui ont été recensées.

Tableau 3. Liste des insectes xylophages inféodés au cèdre de l'Atlas. (*) : Lignivores du bois sain ou récemment mort. (**) : Lignivores du bois altéré ou mort depuis longtemps.

Insectes lignivores		cités par DE PEYERIMHOFF (1933)	cités par MOUNA et GRAF (1994)	cités par BENHALIMA (2004)
Scolytidae	<i>Scolytus numidicus</i> BRIS. (*)	×	×	×
	<i>Scolytus carpini</i> RATZEBURG		×	
	<i>Cryphalus piceae numidicus</i> ER. (*)	×	×	×
	<i>Crypturgus cedri</i> EICHH. (*)	×	×	
	<i>Kissophagus novaki</i> REITTER		×	×
	<i>Phloeosinus cedri</i> BRIS. (*)	×	×	×
	<i>Xyleborus saxeseni</i> RATZ.		×	×
	<i>Hylurgops bonvouloiri</i> CHAP. (*)	×	×	
	<i>Xyloterus lineatus</i> OL. (*)	×		
	<i>Hylastes batmensis</i> BRIS. (*)	×	×	
Buprestidae	<i>Anthaxia nigrifula</i> RATZ.		×	
	<i>Anthaxia pleuralis</i> FAIRM. (*)	×	×	
	<i>Anthaxia sepulchralis</i> FAB. (*)	×	×	
	<i>Anthaxia marmottani</i> BRIS. (*)	×	×	×
	<i>Anthaxia salicis</i> F.		×	
	<i>Anthaxia chobauti</i> AB.		×	×
	<i>Anthaxia corsica maroccana</i> SCHARK		×	×
	<i>Anthaxia ludovicæ</i> AB. (*)	×	×	×
	<i>Anthaxia martini</i> BRISOUT			×
	<i>Melanophila (Phaenops) marmottani</i> FAIRM. (*)	×	×	×
	<i>Buprestis flavangulata</i> FRM.		×	
	<i>Ancylochira flavoangulata</i> FAIRM. (s. lato). (*)	×		
	<i>Ancylochira octoguttata v. magica</i> GORY. (*)	×		
	<i>Acmaeodera bipunctata</i> OL. (*)	×		
	<i>Acmaeodera degener multipunctata</i> LUCAS			×
	<i>Chrysobothris affinis</i> FAB. (accidentel) (*)	×		
	<i>Anthaxia martini</i> BRIS. (*)	×		
	<i>Anthaxia parallela Oreas</i> PEYERH. (*)	×		

Curculionidae	<i>Magdalis leucopleura</i> FAIRM. (*)	×	×	×
	<i>Rhyncolus porcatus</i> GERM. (**)	×		
	<i>Larinus</i> sp.		×	
Cerambycidae	<i>Callidium cedri</i> PEYERH. (*)	×	×	×
	<i>Ergates faber</i> L. (**)	×	×	
	<i>Leptura fontenayi</i> MULS. (**)	×		
	<i>Semanotus russica algerica</i> F. (*)	×	×	×
	<i>Rhagium inquisitor</i> L. (*)	×		
	<i>Pogonochaerus cedri</i> PEYERH. (*)	×		
Bostrychidae	<i>Stephanopachys quadraticollis</i> MARS.		×	
	<i>Bostrychus ficus bicolor</i> HERBST			×
	<i>Bostricus ficus bicolor</i> HERB.		×	
Elateridae	<i>Adelocera punctata</i> HERBST. (**)	×		
	<i>Elater aurilegulus</i> SCHAUF. (**)	×		
Anobiidae	<i>Anobium pineti cedretorum</i> PEYERH. (**)	×		
	<i>Anobium striatum</i> OLIV.			×
	<i>Lasioderma haemorrhoidale bicolor</i> SCHAUF (**)			×
	<i>Stegobium paniceum</i> L. (**)			×
	<i>Ernobius cedri</i> (Chob.) REITT. (**)	×		
Tenebrionidae	<i>Tenebrio fuliginosus</i> FAIRM. (**)	×		
	<i>Menephilus cylindricus</i> HERBST. (**)	×		
	<i>Helops insignis</i> LUC. (**)	×		
Cetoniidae	<i>Gnorimus baborensis</i> BED. (**)	×		
Siricidae	<i>Urocerus augur</i> KLUG			×

La plupart des scolytides cités sont des sous-corticaux (se développant sous l'écorce), seul *Xyleborus saxeseni* RATZ. est un xylophage (pénétrant profondément dans le bois) (MOUNA et GRAF, 1994).

Les autres espèces sont d'intérêt secondaire, comme *Phloesinus cedri* BRIS., *Hylurgops bonvouloiri* CHAPP., *Hylastes batnensis* BRIS., *Scolytus numidicus* BRIS. et *Scolytus carpini* RATZ., Ce dernier étant le plus fréquemment observé au Moyen-Atlas (MOUNA et GRAF, 1994). Ces espèces se développent dans les tissus encore intacts, mais où la sève est arrêtée, dont les *Melanophila*, les *Anthaxia* et le *Rhagium* les accompagnent (DE PEYERIMHOFF, 1933).

Parmi les Buprestides, deux sont jugées importantes : *Anthaxia pleuralis* FAIRM et *Anthaxia nigritula* RATZ (MOUNA et GRAF, 1994). Ces mêmes auteurs rajoutent que les autres espèces sont secondaires ou s'installent dans le bois déjà mort. Les espèces du genre *Ancylochira*,

après un début de croissance larvaire sous l'écorce, plongent dans le bois même des tiges, et prolongent leurs attaques tant que le bois n'est pas trop altéré (DE PEYERIMHOFF, 1933).

En ce qui concerne les Cérambycides, *Callidium cedri* Peyerh. et *Ergates faber* L. sont signalés comme des espèces s'attaquant au bois mort ou en décomposition (MOUNA et GRAF, 1994). De même pour *Leptura fontenayi*, *Adelocera punctata*, *Elater aurilegulus*, *Anobium pineti cedretorum*, *Tenebrio fuliginosus*, *Menepihilus cylindricus*, *Helops insignis* (DE PEYERIMHOFF, 1933).

Parmi les Bostrychides, *Stephanopachys quadraticollis* Mars. semble qu'il soit un ravageur primaire, mais il est peu abondant au Maroc (MOUNA et GRAF, 1994).

Lors d'une comparaison des communautés frondicoles des Coléoptères du cèdre en France (Provence) et au Maroc (Moyen-Atlas), il ressort qu'aucune des espèces recensées en Provence n'est inféodée au Cèdre ; en revanche, certaines des espèces capturées au Maroc semblent propres au cèdre (MOUNA et al., 1985) : *Amauronia longula* (Col. Dasytidae), *Labidostomis ruubripennis* (Col. Chrysomelidae), *Anthaxia pleuralis* et *Anthaxia ludovicae* (Col. Buprestidae), *Scythropus warioni* et *Brachyderes caudatus* (Col. Curculionidae).

Ceci indique d'après ces mêmes derniers auteurs que, le cèdre dans son pays d'origine, héberge une faune qui lui est propre. Par contre la cédraie dans les pays d'introduction n'est pas accompagnée par la faune qui lui est attachées, mais héberge diverses espèces d'insectes trouvés en place sur d'autres essences.

En ce qui concerne les études menées sur l'entomofaune du cèdre en Syrie, IHSSAN (2001), rapporte la présence de *Phloesinus cedri* au niveau de la cédraie de Lattakia.

1.3- Insectes des fleurs et des graines

Parmi les Lépidoptères des cônes, il est cité deux Pyralidae (MOUNA, 1994 ; MOUNA et FABRE, 2005) : *Dioryctria peyerimhoffi* DEJONNIS, un insecte signalé sur les fleurs mâles du cèdre au Maroc et en Algérie : Aurès et Blida, et *Dioryctria peltieri* DEJONNIS. *Barbara osmana* OBR. (Lep., Tortricidae), signalé sur *Cedrus libani* au Liban et en Turquie (MOUNA et FABRE, 2005).

En ce qui concerne les Hyménoptères des cônes, deux espèces appartenant à la famille des Torymidae sont citées dans la bibliographie : *Megastigmus pinsapinis* PINTUREAU et FABRE, existe au Maroc (Rif), en Algérie (Atlas Blidéen à Chréa, Massif des Aurès) et en France (sur toutes les cédraies, peuplement d'*Abies*) (FABRE, 1994 ; MOUNA, 1994), et *Megastigmus*

schimitscheki NOVITZKY, semble se limiter à *Cedrus libani* dans l'est méditerranéen (Turquie, Liban) (FABRE et al., 1994 ; ALPTEKIN et al., 1997 in MOUNA et FABRE, 2005). Cet insecte est accidentellement introduit en France vers 1994, dont il a causé des dégâts très importants sur *Cedrus atlantica* (FABRE et CHALON, 2001 in MOUNA et FABRE, 2005).

1.4- Insectes suceurs de sève

Les insectes suceurs de sève sont représentés par les deux Aphidae, *Cedrobium laportei* REMAUDIERE infeste que *Cedrus atlantica* et *C. deodara*, et *Cinara cedri* MIMEUR, infeste spontanément les quatre espèces de cèdre (FABRE, 1988).

Cedrobium laportei, a été décrit en 1954 par REMAUDIERE à partir d'individus récoltés à Ben Aknoun près d'Alger et au Maroc (FABRE, 1994). D'après cet auteur, *Cinara cedri*, a été décrit en 1935 par MIMEUR au Maroc, puis ensuite en Algérie, mais également en Turquie (TUATAY et REMAUDIERE 1964 in FABRE, 1994) et au Liban (KAWAR, 2001). Les deux espèces ont suivi l'extension du cèdre en France et dans toutes l'Europe. *Cedrobium laportei* a été découvert en Espagne, Italie, Angleterre et aux Pays-Bas, *Cinara cedri* en Espagne, Italie, Suisse (FABRE, 1988).

Ces insectes semblent ne pas constituer un danger pour les cédraies naturelles (EL YOUSFI, 1994), alors qu'ils sont à l'origine de graves dégâts dans les peuplements artificiels en France, où *Cedrobium laportei* a provoqué la mortalité de 10% des cèdres dans certains endroits (FABRE et RABASSE, 1987 in EL YOUSFI, 1994).

DEUXIEME PARTIE

Étude Expérimentale

CHAPITRE |

**Présentation de la Zone d'Étude :
Le massif de Bélezma**

1- Caractéristiques physiques du milieu

Le massif de Bélezma se situe à 7 Km de la ville de Batna. Il est limité par la plaine de Mérrouana et d'Aïn Djasser au Nord, la plaine d'El-Madher à l'Est, et à l'Ouest par l'Oued de Barika qui le sépare des Monts du Hodna (ABDESSEMED, 1981). Le Parc National de Bélezma occupe une aire estimée à 26 250 ha de la forêt domaniale du massif (KHANFOUCI, 2005).

1.1- Géologie

La totalité des cédraies de l'Aurès et du Bélezma s'étendent sur des terrains secondaires (Triasiques, Jurassiques et Crétacés) (ABDESSEMED, 1981). Les cédraies de Chelalaa, Bordjem et Thichaou reposent par contre sur des terrains de Crétacé inférieur, Thouggar, Boumerzoug sur les Lias moyen et inférieur et enfin Refaâ sur des Crétacés inférieurs (KHANFOUCI, 2005).

Les substrats géologiques sont dominés principalement par des marnes en basse altitude, cas de Thouggar et Boumerzoug. Sur les parties centrales et supérieures en moyennes et hautes altitudes nous trouvons plus de formations géologiques à base de calcaires dolomitiques et grès surtout à Djebel Chelalaa, Col de Talmet, Theniet El- Gontos et la partie supérieure du Djebel Thouggar (BENTOUATI, 1993, BENTOUATI et OUDJEHIIH, 1999).

1.2- Pédologie

D'après ABDESSEMED (1981), les sols typiques du massif de Bélezma sont représentés par :

- **Sols bruns calcaires**, qui se localisent sur des substrats marneux-calcaires au niveau des bas versants des djebels Boumerzoug et Thouggar au sein d'un spectre altitudinal de 1400 m et 1600m.

- **Sols bruns faiblement calcaires**, qui se trouvent essentiellement au niveau du Djebel Bordjem, Chelalaa et Theniet El-Gontos sur substrat gréseux, et dans un spectre altitudinal allant de 1600 m à 2000 m.

-**Rendzines dolomitiques**, qui sont formées sur des dolomies et des calcaires dolomitiques. Ils évoluent à partir d'une altitude de 1600 m sur des pentes fortes à Djebel Thouggar et Thichaou.

1.3- Associations végétales

Au Bélezma, l'évolution de la cédraie suit une tranche altitudinale déterminée entre 1400m pour atteindre 2000 m sur le versant Nord (BENSACI, 2006). Selon BENTOUATI (1993), le cèdre de l'Atlas peut descendre jusqu'à 1200 m, eut égard aux influences imposées par des conditions microclimatiques favorables.

Le travail de ABDESSEMED (1981) cité et simplifié par BENTOUATI (1993) nous fournit d'importantes informations en matière d'associations végétales de la cédraie du massif de Bélezma où l'on distingue :

1. L'association *Cedro atlanticae Ranunculetum spicatii* qui se localise principalement sur substrats gréseux, avec une sous-association *typicum* à kef Chelaala dans une tranche altitudinale de 1800 m à 1900 m. Cette association n'est pas typique du Bélezma, mais elle est présente aussi sur les versants sud du Chélia entre 1950 m et 2220 m. Les sous-associations *Quercus rotundifolia* et *Juniperus oxycedrus* spécifiques du massif (cas de Djebel Thouggar et Tichaou) se rencontrent entre 1700 m et 1800 m avec des peuplements moins importants sur le plan dimensionnel comparativement à la première sous association.

2. L'association à *Ilex aquifolium* et *Lonicera etrusca* qui se rencontre entre 1500 m et 1980 m à Theniet El-Gontos. Elle est propre aux versants Nord du Bélezma et composée de deux sous-associations :

- sous-association *typicum* renfermant des peuplements équiennes à l'état pur ou en mélange avec le chêne vert.

- sous-association *bupleretosum spinosi* caractérisée par des futaies de cèdre moins vigoureuses. Elle se localise principalement sur calcaire et calcaire dolomitique.

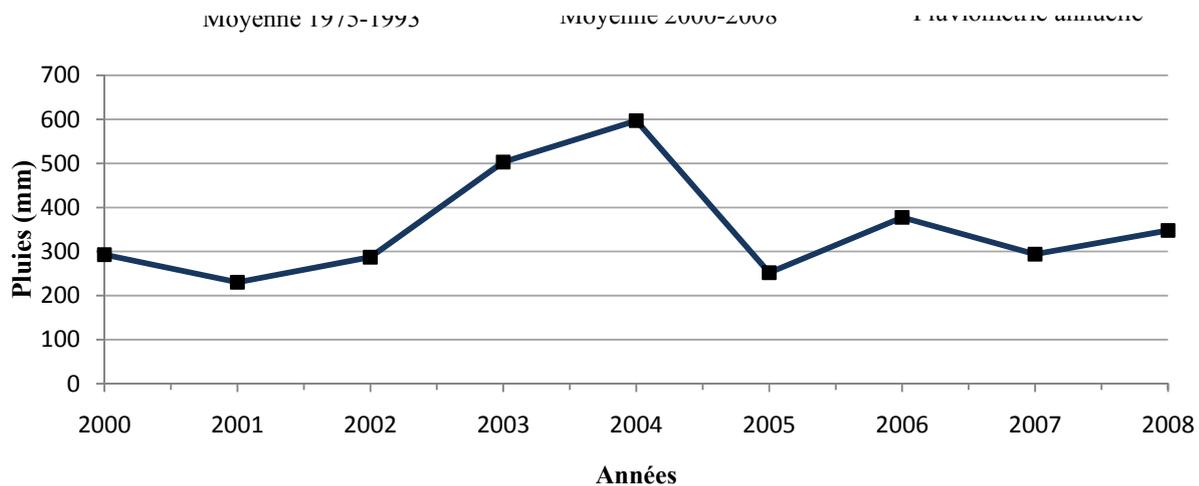
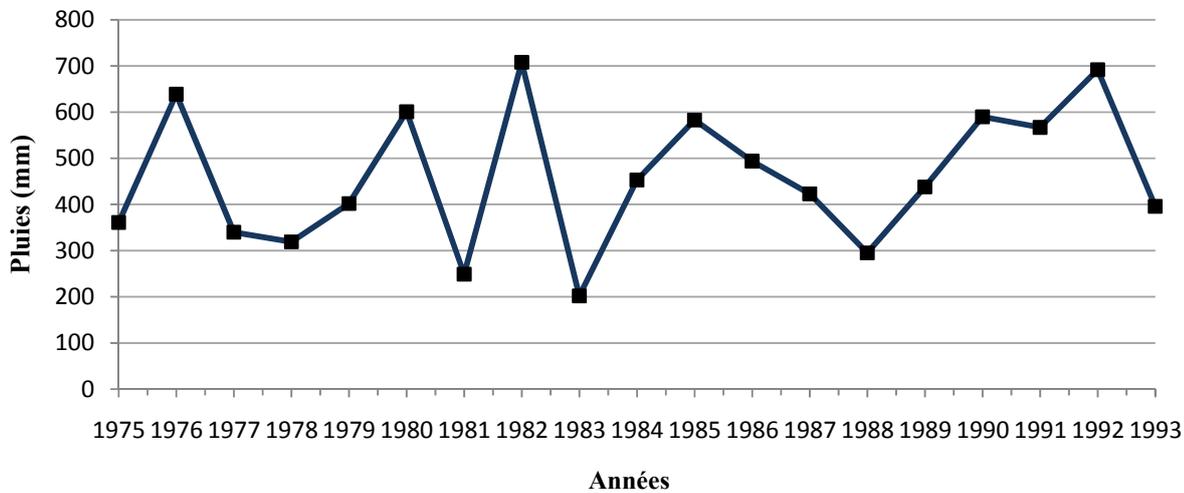
3. L'association à *Cedrus atlantica* et *Quercus rotundifolia* qui se rencontre uniquement au Bélezma avec un faciès typique sur les faces Nord et Nord-Est des Djebels Thouggar, Boumerzoug et Tichaou entre 1650 m et 2040 m. C'est une futaie mixte de cèdre et de chêne vert. La sous-association à *Juniperus oxycedrus* et *Ampelodesma mauritanica* se situe à des altitudes inférieures entre 1450 m et 1550 m sur marnes et calcaires au niveau des versants Nord du Djebel Thouggar et Djebel Boumerzoug.

2- Données climatiques

L'étude du climat du massif du Bélezma est très délicate par faute de données météorologiques complètes, précises et fiables. En effet, les données climatiques que nous avons obtenues proviennent de la station d'Oued Chaâba, seule station installée dans le massif à 1278 m d'altitude pour une période ancienne allant de 1975 à 1993. Il nous semble qu'elles sont plus proches de la réalité que celles provenant de la station de Batna (2000-2008), située à 1052 m d'altitude (KHANFOUCI, 2005).

2.1- Précipitations

2.1.1- Répartition annuelle des précipitations



Chaâba (1975-1993) et de Batna (2000-2008).

Dans l'ensemble, le massif du Bélezma reçoit de faibles quantités de pluies par année avec une distribution irrégulière (fig. 5). Cette irrégularité est clairement notée entre l'année 1982 qui a enregistré les plus fortes quantités de pluie, avec 703 mm et l'année suivante 1983, avec 202 mm, qui a été la moins pluvieuse.

Pour la période (1975-1993), le massif du Bélezma a reçu une moyenne pluviométrique de l'ordre de 460,6 mm à 1278 m d'altitude. Comparativement à cette ancienne moyenne, celle enregistrée entre l'année 2000 et 2008 à 1052 m d'altitude est inférieure, de l'ordre de 353,4 mm. Ceci représente une baisse entre ces périodes de 107,2 mm correspondant à un déficit d'environ 23%.

2.1.2- Répartition mensuelle moyenne des précipitations

La lecture du tableau (4) montre que les valeurs moyennes des hauteurs mensuelles des pluies varient globalement d'une période à l'autre.

Tableau 4. Précipitation moyenne mensuelle (mm) pendant les deux périodes de référence (1975-1993) et (2000-2008).

Période	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Total
1975-1993	45,36	48,20	53,36	44,22	49,58	17,67	03,37	13,11	33,07	40,48	54,34	52,11	455
2000-2008	31,4	19,5	26,7	37,4	59,1	17,0	6,9	20,5	41,7	23,8	31,3	38,0	353,3

La période 1975-1993 est caractérisée par un régime pluvial plus marqué entre les mois d'octobre et mai. Les autres mois indiquent un déficit hydrique important, surtout le mois de juillet avec à peine 3 mm.

Durant la période 2000-2008, juillet reste toujours le mois le plus sec avec 6,9 mm. Alors que, le mois de mai avoisine les 60 mm.

2.1.3- Régime saisonnier des précipitations

Le tableau (5) indique que les données pluviométriques saisonnières enregistrées durant la période (1975-1993) sont de type AHPE. Elles sont concentrées principalement durant la période automnale, hivernale et d'une manière moindre, au cours de la saison printanière.

Tableau 5. Régime saisonnier des précipitations (mm) enregistrées dans la station de Oued Chaâba et de Batna.

Station	Période	Hiver			Printemps			Été			Automne			Type de régime
		D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	
Oued Chaâba (1278 m)	1975-1993	49,0			37,2			16,5			49			AHPE
Batna (1052 m)	2000-2008	29,6			41,1			14,8			32,3			PAHE
	2008	24,2			149,6			73,10			100,9			APEH

Pour la période (2000-2008), le régime saisonnier est de type PAHE. Les précipitations sont concentrées essentiellement durant la saison printanière. Durant l'année d'étude 2008, il est enregistré une saison printanière pluvieuse, avec 149,6 mm, avec des précipitations hivernales très déficitaire, de l'ordre de 24,2 mm.

2.2-Températures

2.2.1-Températures moyennes mensuelles et annuelles

L'examen du tableau (6) montre que les mois les plus froids sont décembre, janvier et février où les températures minimales avoisinent le 0 °C, alors que les mois les plus chauds sont juin, juillet et août avec des températures maximales dépassant les 30 °C. Les températures annuelles varient de 13 °C à 16 °C entre les deux périodes.

Tableau 6. Estimation du gradient thermique pour le Bélezma à partir des stations de Oued Chaâba (1975-1993) et de Batna (2000-2008).

Année	Paramètre	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
1975-1993	M	9,00	11,00	13,00	17,00	22,00	28,00	33,00	32,00	27,00	20,00	14,00	9,00	19,6
	m	0,00	0,00	2,00	3,00	8,00	12,00	15,00	16,00	12,00	8,00	3,00	0,00	6,6
	M+m/2	4,50	5,50	7,50	10,00	15,00	20,00	24,00	24,00	19,50	14,00	8,50	4,50	13
2000-2008	M	12,10	13,90	18,20	21,20	26,50	32,30	36,40	35,10	29,10	24,90	16,80	12,20	23,2
	m	-0,60	0,20	3,50	6,40	10,70	14,80	17,70	17,50	14,00	10,60	4,50	1,30	8,4
	M+m/2	5,75	7,05	10,85	13,80	18,60	23,55	27,05	26,30	21,55	17,75	10,65	6,75	16

2.3- Synthèse climatique

2.3.1-Amplitude thermique extrême moyenne ou indice de continentalité

L'amplitude thermique extrême (M-m) est la différence entre la température moyenne maximale du mois le plus chaud et la température moyenne minimale du mois le plus froid. C'est un paramètre climatique très important, car il permet de définir à partir d'un indice appelé « indice de continentalité » si la zone est sous influence maritime ou continentale.

Tableau 7. Indice de continentalité du Bélezma d'après les deux stations de références.

Période	M	m	M-m	Type de climat
1975-1993	33,00	0,00	33,00	Semi-Continental
2000-2008	36,40	-0,60	37	Continental

En se référant à la classification de DEBRACH (1953) in KHANFOUCI (2005), il apparaît que notre zone d'étude jouit d'un types de climat semi-continental (tab.7) à une altitude de 1278 m (de la station de Oued Chaâba, qui est plus proches de la réalité).

2.3.2- Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN

D'après le diagramme ombrothermique construit pour la station d'Oued-Chaâba (Fig. 6), il est noté que la période sèche débute en mi-mai et dure jusqu'au début du mois de septembre. Cette période varie en fonction de l'altitude et de l'exposition, beaucoup plus tardive et courte en haute altitude, précoce et prolongée sur l'exposition Sud que Nord, et ceci pour la même altitude (KHANFOUCI, 2005).

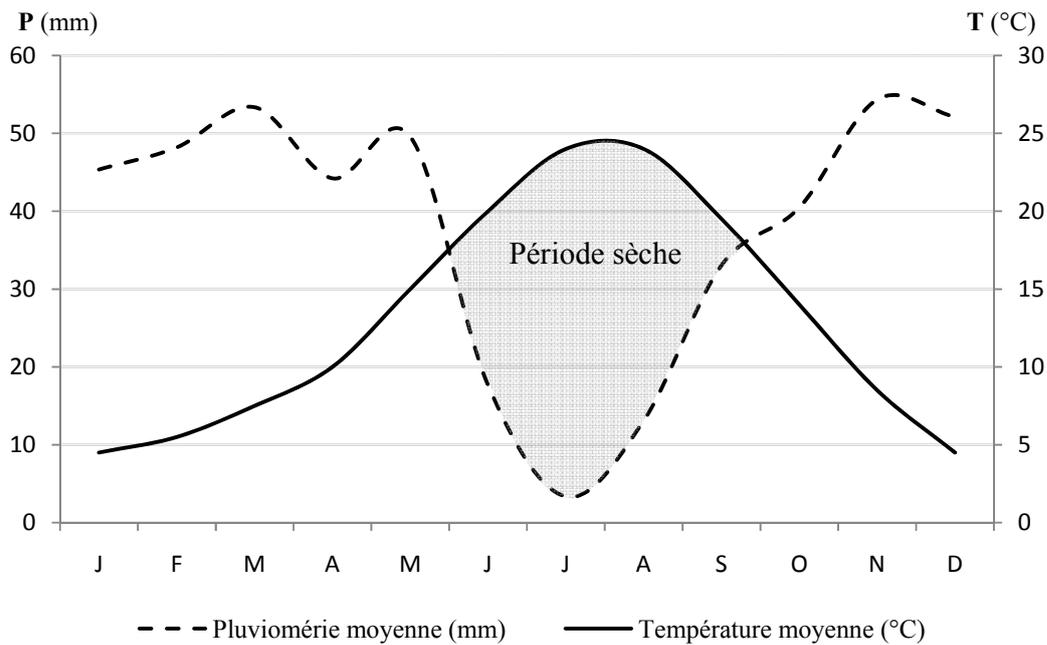


Figure 6. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN, Station de référence de Oued Chaâba (1975-1993).

Dans le but de montrer l'effet des précipitations et des températures sur les arbres dans la région de Bélezma, une équipe américaine de spécialistes en dendrologie et en climatologie, de l'Université de l'Arizona, sont venus en Algérie en 2005-2006. Ils ont mis en évidence l'influence du changement climatique sur le cèdre qui aurait mal supporté les bouleversements climatologiques prédominés par des périodes persistantes de canicule (TOUCHAN Ramzi, en presse). Ils ont relevé de la période allant de 1148 jusqu'à 2006, deux périodes de longue durée de sécheresse consécutive. La première s'étale entre 1557-1561 et la deuxième de 1998-2002. D'après TOUCHAN Ramzi (en presse), le stress hydrique est, donc, suspecté d'être la source potentielle du mal causé au cèdre.

2.3.3- Quotient pluviothermique et climagramme d'EMBERGER

Le quotient pluviothermique d'EMBERGER (Q2) est déterminé par la formule de STEWART : $Q2=k.P/M-m$; dont P : pluviométrie annuelle moyenne (mm), M : moyenne des maxima du mois le plus chaud, m : moyenne des minima du mois le plus froid, k : constante qui est égale à 3,43.

Le calcul de ce quotient (tab.8) nous a permis de positionner la cédraie de Bélezma dans les étages bioclimatique semi-aride à variante fraîche pour une altitude inférieure à 1 400 m et subhumide froide pour une altitude supérieure à 1 800 m (fig. 7).

Tableau 8. Evaluation du quotient pluviothermique et bioclimat correspondant (KHANFOUCI, 2005) ($Q2 > 100$: Humide ; $100 > Q2 > 50$: Subhumide ; $50 > Q2 > 25$: Semi-aride ; $25 > Q2 > 10$: Aride ; $10 > Q2$: Saharien).

Station	P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q2	Etages bioclimatiques	
Oued Chaâba (1 278 m)	455	33,00	0	47,29	Semi aride supérieur frais	
1 400 m	Versant Nord	503	32,00	- 0,50	53,08	Subhumide froid
	Versant Sud	479		50,55		
1 600 m	Versant Nord	584	30,60	-1,30	62,79	
	Versant Sud	519		55,80		
1 700 m	Versant Nord	624	29,90	-1,70	67,73	
	Versant Sud	539		58,50		
1 800 m	Versant Nord	664	29,20	-2,10	72,76	
	Versant Sud	559		61,25		
2 000 m	Versant Nord	744	27,80	-2,90	83,12	
	Versant Sud	599		66,92		

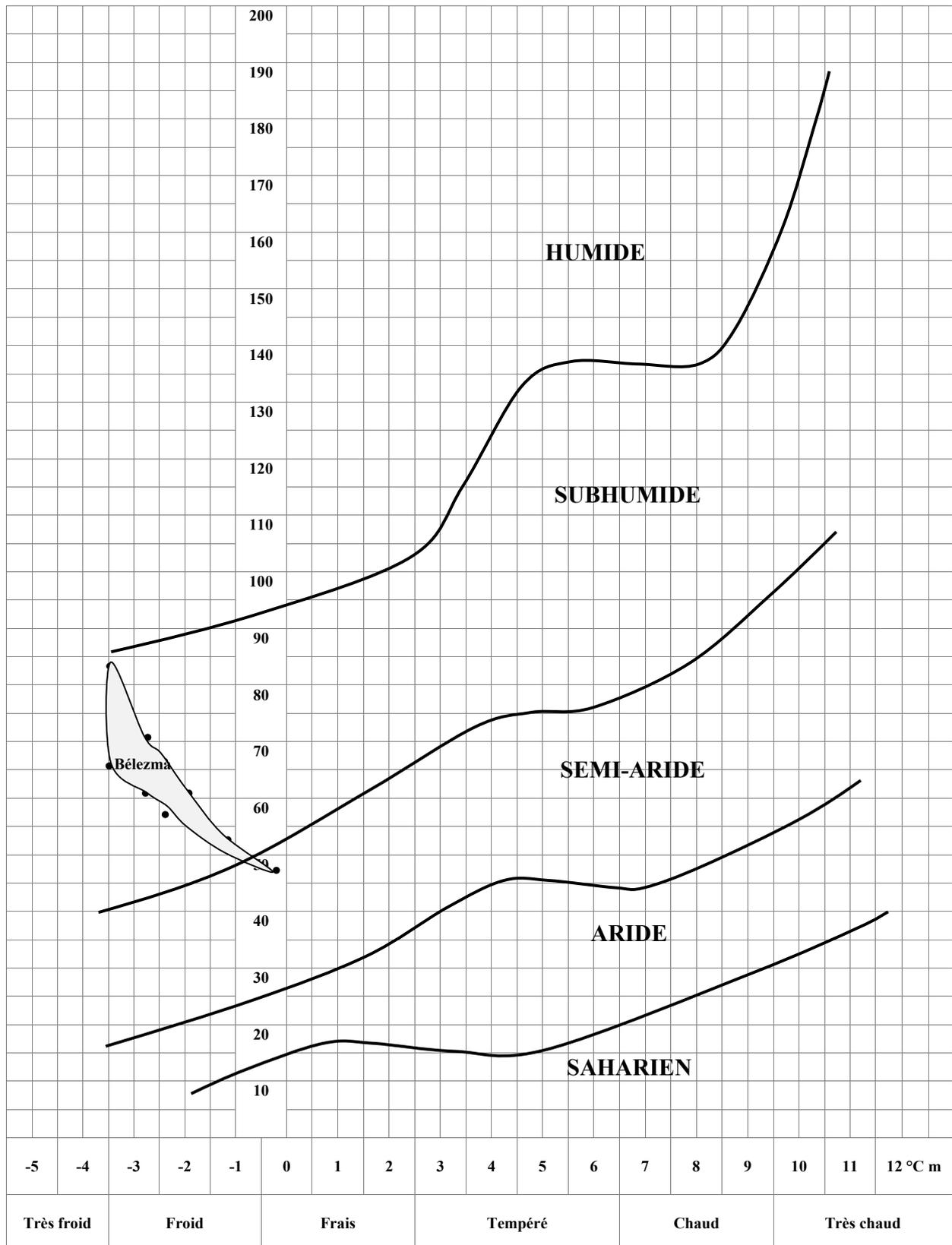


Figure 7. Aire de projection de la cédraie de Bélezma dans le Climagramme d'EMBERGER.

3- Choix des placettes d'étude

La zone d'étude choisie, regroupe deux placettes à exposition nord: Thouggar et Boumerzoug représentées sur la figure (8).

Un des critères essentiels retenu pour le choix de la zone d'étude est l'état sanitaire altéré du peuplement du cèdre d'Atlas, car le but de ce présent travail est d'étudier le cortège d'insectes xylophages associés seulement au dépérissement des arbres. En effet, le phénomène de dépérissement à la cédraie de Boumerzoug est très avancé marquant un taux de mortalité des arbres de l'ordre de 90 % par rapport à la cédraie de Thouggar où ce taux varie entre 60 et 83 %.

4- Description des placettes d'étude

Le cèdre est présent sur une superficie de 680 ha dans les versants nord et nord-ouest du Djebel Thouggar, à une altitude variant de 1300 à 2094 m , par contre il s'étale sur 370 ha à Boumerzoug sur un relief présentant une forte pente (plus de 30%) situant entre 1300 et 1778 m d'altitude (GACHI et *al.*, 2005 et KHANFOUCI, 2005). Les caractéristiques générales des deux placettes sont représentées dans le tableau (9).

Tableau 9. Caractéristiques générales des placettes d'étude.

Station	Altitude	Longitude	Latitude	Exposition	Accessibilité aux placettes	État de dépérissement
Thouggar	entre 1418 et 1493 m	entre 6°03'11.05'' E et 6°03'11.05'' E	entre 35°34'46.52''N et 35°34'37.01''N	Versant Nord	Difficile : relief très accidenté	60 à 83 %
Boumerzoug	entre 1347 et 1403 m	entre 6°05'04.83'' E et 6°05'37.48'' E	entre 35°34'31.72''N et 35°34'45.09''N	Versant Nord	Difficile : relief très accidenté	90 %

Au niveau des 2 placettes d'étude, le cèdre est beaucoup plus dominant sur le versant nord. En effet, dans le massif du Bélezma les peuplements du cèdre de l'Atlas prospèrent mieux sur les expositions nord que sur celles du sud et deviennent typiquement représentatif de la strate arborescente (BENTOUATI, 1993 et KHANFOUCI, 2005).

Tandis que, sur le versant sud seulement quelques pieds de cèdre subsistent en altitude ; dont il cède la place à d'autres espèces moins exigeantes, avec une dominance du chêne vert (*Quercus ilex*) et du genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*).

Le cortège floristique des deux placettes est sûrement plus riche, mais reste peu connu. En effet, BENTOUATI (1993) et KHANFOUCI (2005), rapportent que sur les expositions sud à basse

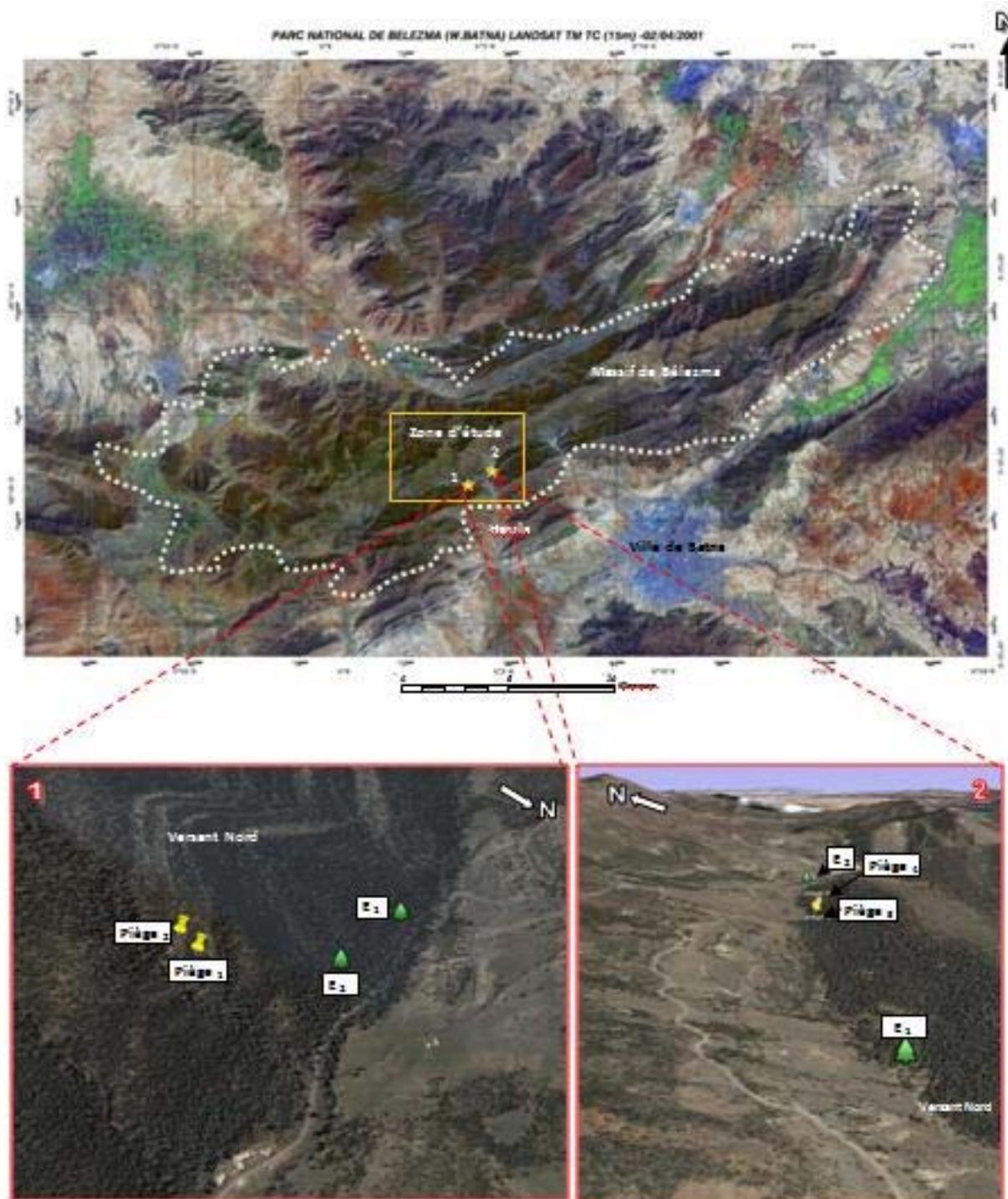


Figure 8. Localisation des placettes d'étude dans le massif de Bélezma. **1** : placette de Thouggar, **2** : placette de Boumerzoug (Photos prises par Google earth 2007), **E₁** : emplacement des arbres abattus pendant la première période d'abattage, **E₂** : emplacement des arbres de la deuxième période d'abattage.

altitude où l'influence du Sahara est très prononcée, cas de DJ. Bumerzoug, prospèrent mieux le genévrier rouge (*Juniperus phoenicea*), g. commun (*Juniperus communis*), frêne épineux (*Fraxinus xanthoxyloides*), l'alfa (*Stipa tenacissima*). En outre, KHANFOUCI (2005) a signalé l'Olivier sauvage, genévrier rouge, Calycotome, diss et l'alfa sur le versant sud de Thouggar.

CHAPITRE II

Matériel et Méthodes

1- Matériel utilisé

La méthode de piégeage d'insectes que nous avons utilisée dans ce travail est basée sur deux techniques différentes à savoir le piège-vitre à interception multidirectionnelle non attractif et les arbres-pièges (fig. 9).

1.1- Piège-vitre

Ce type de piégeage a été utilisé par plusieurs auteurs avec modification de la surface de collecte selon le dispositif adopté: SIMILÄ *et al.* (2002) ; DODELIN (2006a) ; 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 m². 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 NaCl 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, 2006b) ; par contre le sel permet une meilleure conservation des insectes noyés. Les pièges sont installés à 1,5 m du sol, facilitant le prélèvement. Cette distance peut varier de 1,5 à 4,5 m du sol, selon le dispositif (HOSKING, 1979 ; LHOIR *et al.*, 2003).

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 ; KAILA, 1993 in LHOIR *et al.*, 2003 ; BOUGET et NOBLECOURT, 2005). D'après Christian COCQUEMPOT (com. Pers., 2008), 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.

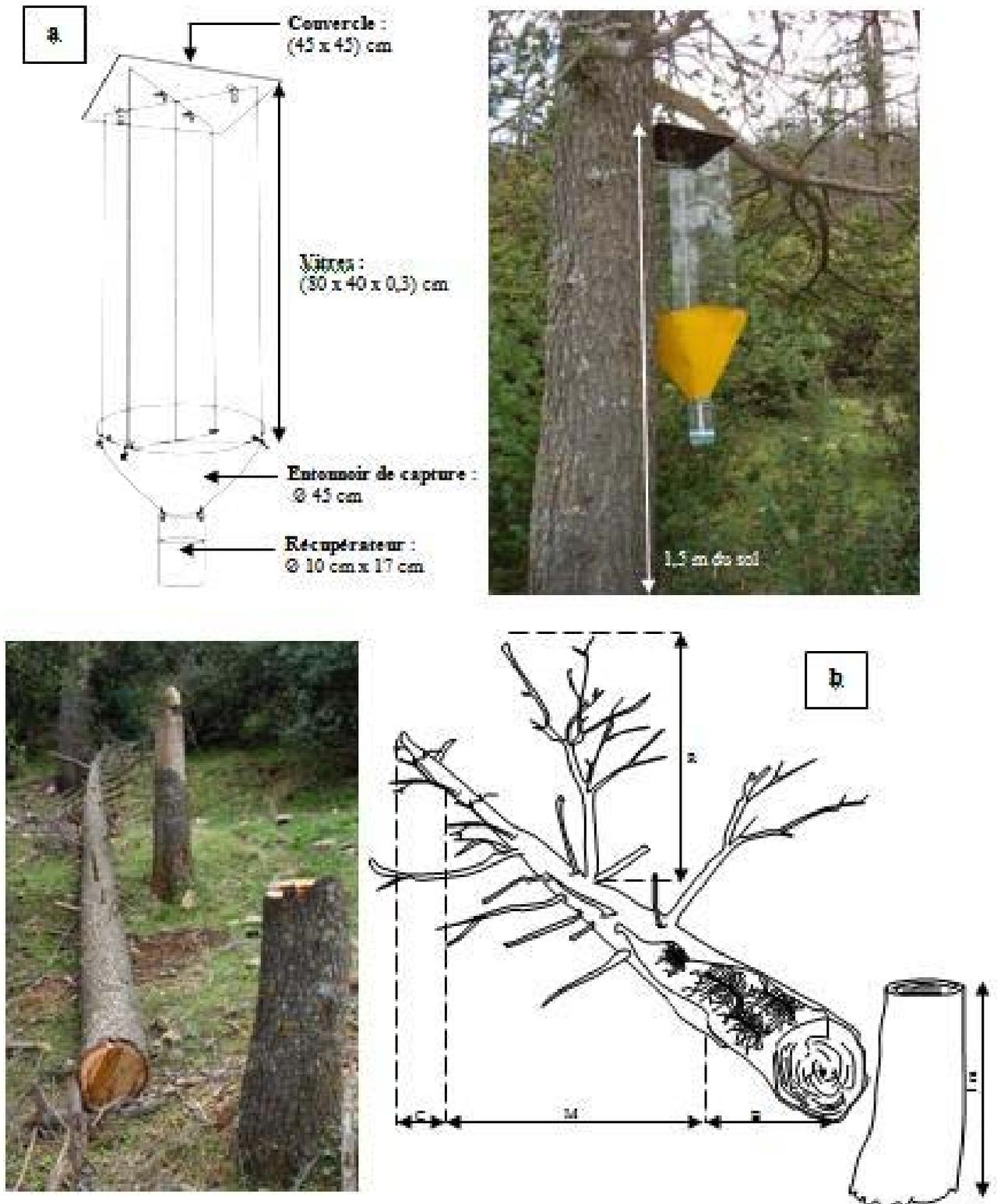


Figure 9. Dispositif du piégeage. a) Piège-vitre, b) Arbre-piège montrant les différentes parties d'échantillonnage (B : la base, M : la partie médiane, C : la cime, R : les rameaux).

1.2- 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 in FRAVAL et HADDAN, 1989).

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 cèdre 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.

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 et a *fortiori* un tronc abattu (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 Scolytides (CHARARAS, 1982).

Ce procédé d'élevage permet de donner des informations plus précises concernant l'entomofaune inféodée à une espèce ligneuse. Elle permet aussi d'étudier le complexe d'ennemis naturels des ravageurs (parasites et prédateurs), d'avoir une idée sur leurs types de galeries et leurs différents stades de développement ainsi que leur densité d'attaque.

2- Méthode de travail

2.1- Méthode d'échantillonnage sur terrain

2.1.1- Installation des pièges-vitre

Dans chaque placette, nous avons installé deux pièges-vitre à différentes altitudes avec 40m environ séparant un piège de l'autre (tab.10 et fig. 10). Cette distance concorde avec celle signalée par SIMILÄ et *al.* (2002) pour presque la même surface de collecte (0,48 m²).

Tableau 10. Caractéristiques des emplacements des pièges-vitre au niveau des deux stations.

Placette	Piège	Altitude	Longitude	Latitude
Thouggar	1	1478 m	6°03'24.23'' E	35°34'38''.48 N
	2	1493 m	6°03'23.72'' E	35°34'37''.01 N
Boumerzoug	3	1400 m	6°05'36.56'' E	35°35'44''.78 N
	4	1403 m	6°05'37.48'' E	35°35'45''.09 N

Les pièges sont installés durant mois de mai de l'année 2008, et sont restées dans la nature pratiquement toute la saison estivale, phase d'activité intense des insectes adultes. Les prélèvements sont effectués tous les 15 à 20 jours, car au-delà, l'eau s'évapore sous l'effet de la chaleur et du vent et les insectes baignant longtemps dans de liquide ont tendance à se décomposer. Au total 5 prélèvements ont été effectués entre le mois de mai et le mois d'août.



Figure 10. Dispositif du piégeage « pièges-vitre » installé sur arbres dans les deux placettes. 1) placette de Thouggar, 2) placette de Boumerzoug.

2.1.2- Abattage des arbres-piège

Pour couvrir toute la période d'activité des insectes xylophages, l'opération d'abattage des arbres s'est réalisée dans deux périodes selon un calendrier préalablement défini (tab.11). La première période s'étale du fin mars à la mi-mai et la deuxième débute de la mi-mai jusqu'à la mi-juin, soit une période d'un mois à 2 mois d'exposition des arbres aux attaques d'insectes.

Tableau 11. Calendrier d'abattage des arbres-piège dans chaque placette.

Période d'abattage	Placette	Nombre d'arbres abattus	Date d'abattage	Date de colportage
1	Thouggar	4	23/03/2008	18/05/2008
	Boumerzoug	4	23/03/2008	18/05/2008
2	Thouggar	2	18/05/2008	12/06/2008
	Boumerzoug	1	18/05/2008	12/06/2008

Au total, 11 arbres appartenant aux différentes classes d'état sanitaire sont abattus dans les deux placettes. En effet, l'appréciation visuelle de la vitalité des arbres de nombreuses essences forestières (feuillues ou résineuses) et par conséquent de l'état sanitaire des forêts se base principalement sur l'aspect de la cime (BECKER, 1987). Le critère le plus souvent pris en compte pour caractériser cet aspect est le déficit foliaire qui traduit la perte éventuelle des aiguilles dans la partie fonctionnelle de la cime (D.S.F., 1991). L'estimation de cette perte repose sur l'examen de la ramification (abondance et état physiologique des branches et des rameaux) selon la démarche européenne (D.S.F., 1991). Selon la notation, les arbres sont classés alors en 5 grandes classes (tab. 12) (RENAUD et NAGELEISEN, 2004).

Tableau 12. Classes de notation de déficit foliaire et les principales catégories sanitaires d'arbres

Classes (CEE)	Proportions de 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	Mort (100%)	Arbre mort ou sec

De chaque arbre abattu trois rondins de 45 cm, appartenant à la base (**B**) : 2m du sol ; la partie médiane (**M**) : au dessus de 2m du sol ; la cime (**C**) : 1m du sommet de l'arbre et les rameaux (**R**), sont prélevés et ramenés au laboratoire afin d'être mis en éclosions. Le tableau (12) montre les caractéristiques dendrométriques et sanitaires des arbres-échantillons d'âge moyen entre 80 et 100 ans. La figure (11) par contre illustre les 4 catégories sanitaires d'arbres de cèdre prises en compte dans notre travail.

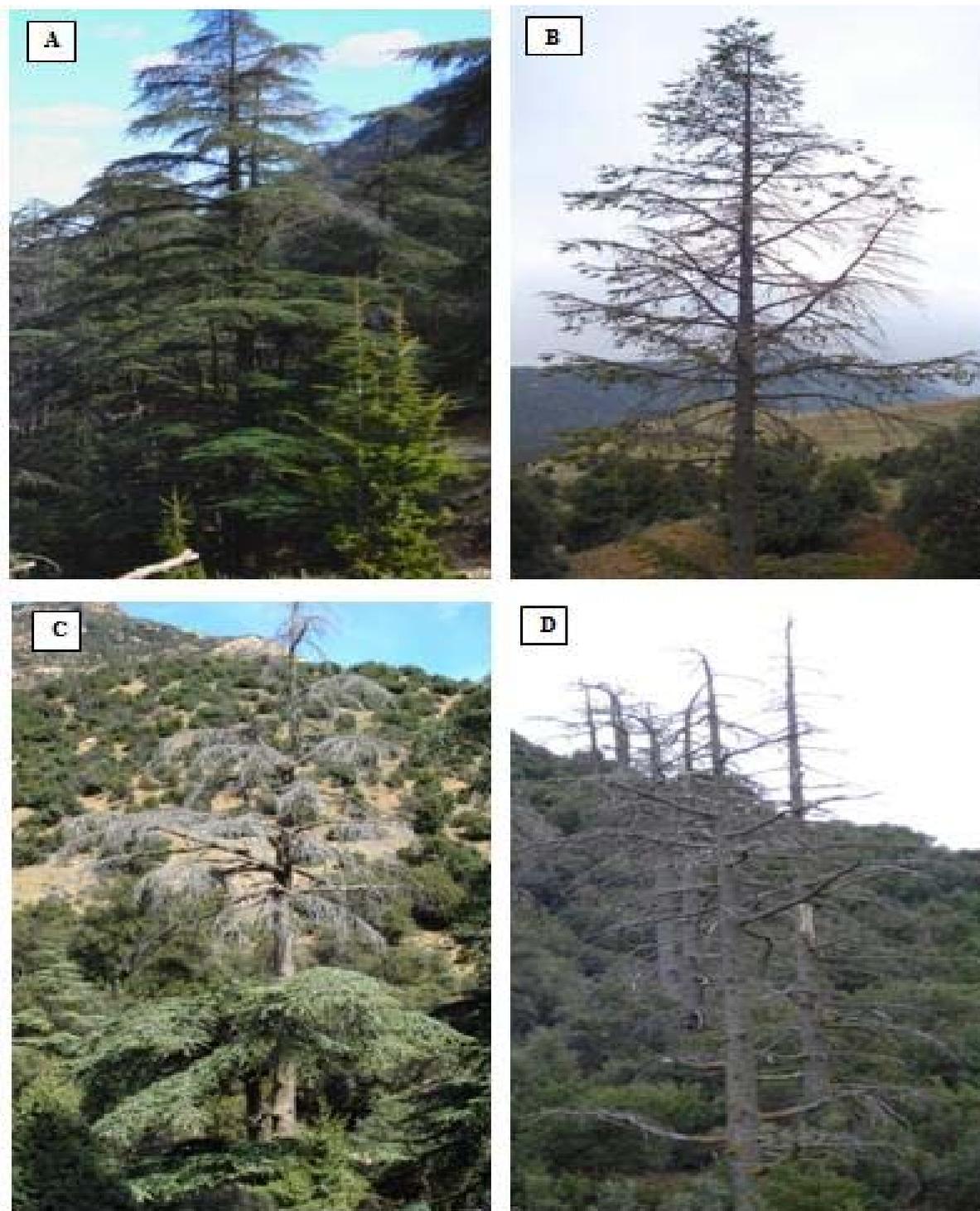


Figure 11. Différentes classes sanitaires du cèdre de l'Atlas. **A)** arbre de la classe C₀, **B)** arbre de la C₂, **C)** arbre de la C₃, **D)** arbre mort de la C₄.

Tableau 12. Caractéristiques dendrométriques et sanitaires des arbres abattus, * : arbre utilisé pour l'étude de la distribution verticale des galeries des insectes xylophage, C 0: arbre de la classe 0, C 2: arbre de la classe 2, C 3 : arbre de la classe 3, C 4: arbre de la classe 4.

Station	N° d'arbres	Classe de dépérissement	Hauteur (m)	Circonférence
Thouggar	Arb.1	C 4	11,70	101
	Arb.2	C 4	12,73	103
	Arb.3	C 4	13,45	94
	Arb.4*	C 4	12,62	93
	Arb.5	C 3	11,37	78,5
	Arb.6	C 2	11,00	77
Boumerzoug	Arb.1	C 4	11,50	165
	Arb.2	C 4	10,30	110
	Arb.3	C 4	09,75	90
	Arb.4	C 4	12,30	116
	Arb.5	C 0	08,88	62,8

2.2- Travail réalisé au laboratoire

2.2.1- Mise en éclosion

Les 39 rondins prélevés des différentes parties des 11 arbres abattus, sont ramenés au laboratoire après avoir séjourné dans le terrain. Ils sont ensuite mis dans des éclosiers de différents volumes selon leurs dimensions (fig. 12). Dans chaque éclosier, un récipient rempli d'eau est déposé pour maintenir une certaine humidité des rondins. Cette eau est renouvelée tous les 10 à 15 jours après sa 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 en empêchant son retour après l'avoir franchi. Les éclosiers sont déposés sur un endroit élevé du sol et orientés vers la lumière.

Les insectes émergés sont récupérés d'une façon régulière avec une cadence de 2 à 3 jours. Ils sont conservés dans des tubes, sur lesquels est noté la date d'émergence et le numéro du rondin. La température moyenne journalière enregistrée durant la période d'élevage, se situe entre 18 et 31,5 °C en été et entre 12 et 28 °C en automne.

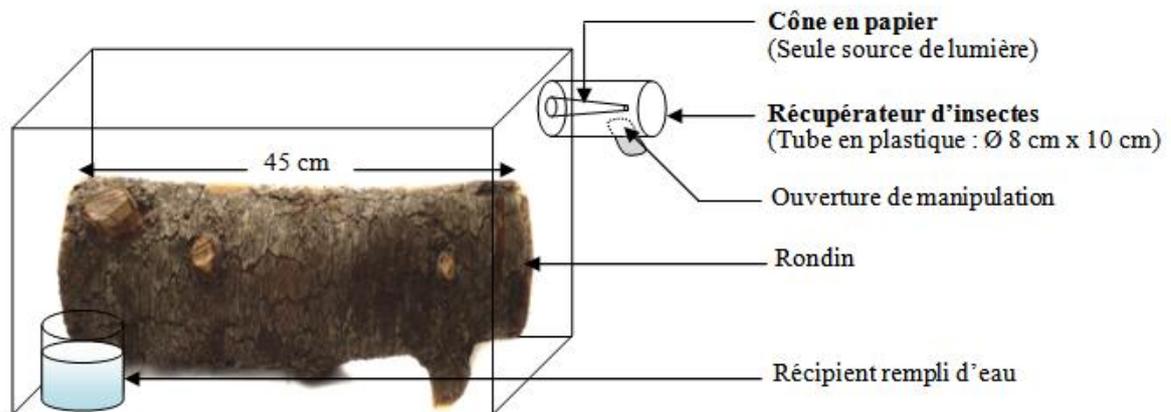


Figure 12. Schéma montrant le dispositif d'élevage « éclosoir ».

2.2.2- Écorçage des rondins

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.

De même, l'arbre n° 4 a été transporté entièrement au laboratoire afin de le décortiquer, dans le but d'étudier la distribution verticale des galeries des insectes xylophages. Pour faciliter sa manipulation, il a été coupé à la tronçonneuse en tronçons de 1 m de long environ (tab.13).

Tableau 13. Caractéristiques dendrométriques des rondins de l'arbre n°4.

Numéro du rondin	Diamètre (cm)	hauteur (cm)
1	25	98,00
2	24	98,70
3	23,5	98,00
4	23	99,00
5	22	98,00
6	21	100,00
7	20,5	100,01
8	19	100,00
9	15	100,00
10	15	100,18
11	12	100,16

2.2.3- Description des galeries

Chaque espèce xylophage produit dans la couche du bois un système de galeries caractéristique (KNÍŽEK et BEAVER, 2007). La connaissance de cette forme de galeries contribue largement et d'une façon préliminaire à l'identification de l'insecte en question.

Les larves ou les insectes rencontrés dans leurs logettes nous ont permis de connaître le type de leurs galeries. La forme de ces galeries est schématisée minutieusement, en plus de leurs dimensions (longueur, largeur et profondeur) et la position des galeries larvaires par rapport à la galerie maternelle.

2.3- Tri et identification des insectes

Après avoir trié tous les insectes collectés, ils ont été soigneusement préparés à l'envoi aux différents spécialistes pour des éventuelles identifications.

En effet, la détermination est réalisée au niveau spécifique. Les Coléoptères ont été déterminés par le groupe d'entomologistes suivants :

Entomologiste	Spécialité / Fonction et Structure
COCQUEMPOT Christian	Les insectes Cérambycides / ENSA-INRA, YFR d'écologie animale et de Zoologie agricole-Montpellier.
BRUSTEL Hervé	Les insectes saproxyliques / École d'Ingénieurs de Purpan-Toulouse.
PABLO BERCEDO-Páramo	Les insectes Buprestidae/ Spécialiste en taxonomie, Espagne.
LIBERTI Gianfranco	Les insectes Dasytidae, Malachiidae / Spécialiste en taxonomie, Varese, Italie.
CASSET Lionel	Les insectes Meloidae/ Spécialiste en taxonomie, France.
MIGEON Alain	Les insectes Coccinellidae/ Centre de Biologie et de Gestion des Populations, INRA, Montferrier sur Lez, France.
COULON Jacques	Les insectes Carabidae/ Maître de conférences honoraire de la fac de Lyon.
SOLDATI Fabian	Les insectes Coleoptera Tenebrionidae, Alleculinae /(OPIE-LR): Office Pour l'Information Eco-entomologique du Languedoc-Roussillon.
PELLETIER Jean	Les insectes Curculionidae, Apionidae/ Expert en taxonomie, France.
NOBLECOURT Thierry	Les Symphytes et les insectes saproxyliques / Vice Président, Délégué de la Société Entomologique du Languedoc, Animateur du réseau national entomologique de l'ONF.

2.4- Évaluation de l'importance des dégâts causés par les insectes xylophages

Les échantillons de bois étudiés nous ont permis d'estimer grossièrement, l'importance des dégâts causés par les insectes xylophages. Pour en faire, tous les trous visibles à la surface des rondins ont été caractérisés (forme : ovale ou ronds, taille : petit ou grand, etc.) et 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 famille d'insectes ou de chaque espèce trouvées au niveau des rondins.

Parmi les 39 rondins mis en éclosoir, 26 ont pu être décortiqués, permettant ainsi de calculer les paramètres suivants :

- **Fréquence d'attaque**: c'est le pourcentage de rondins attaqués par une espèce par rapport à la totalité des rondins (LIEUTIER *et al.*, 1997).

- **Densité d'attaque globale (D)** : c'est le nombre moyen des galeries de l'espèce concernée par rondin (LIEUTIER *et al.*, 1997 et BENHALIMA, 2006).

- **Surface d'attaque d'une espèce (S)** : c'est une estimation très grossière de la proportion de la surface des rondins occupés par cette espèce. Elle est donnée par la relation suivante (BENHALIMA, 2006) : $S (\%) = \frac{SG \cdot D}{SR} \cdot 100$; dont :

SG : surface moyenne des galeries de la même espèce trouvées (surface de la 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).

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

- **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 4 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 au mètre carré (par unité de surface).

CHAPITRE III

Résultats et Discussion

1- Composition et chorologie du peuplement des xylophages du cèdre de l'Atlas et de l'entomofaune associée

Les deux techniques que nous avons employées tant en terrain qu'en laboratoire nous ont permis de récolter au total 4033 Coléoptères émergeant des troncs dépérissants du cèdre de l'Atlas provenant des deux sites d'étude (tab. 14). Cette entomofaune regroupe une liste de 56 espèces réparties entre 16 familles systématiques. Parmi ces insectes, nous distinguons plus particulièrement 18 espèces de xylophages ce qui représentent un taux de 32,14 % (fig.13).

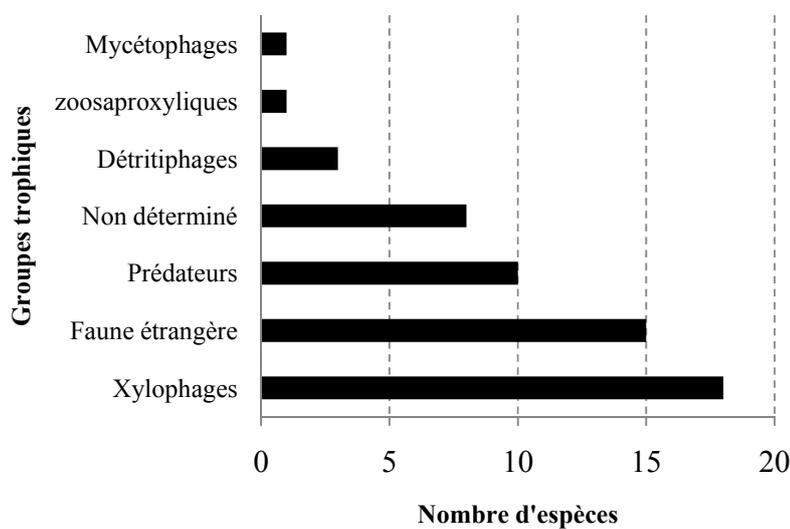


Figure 13. Répartition des différents groupes trophiques de l'entomofaune récoltée des troncs dépérissants du cèdre de l'Atlas entre l'année 2008 et 2009.

La lecture de cette figure montre que l'entomofaune associée aux arbres dépérissants est riche et diversifiée. Elle est composée d'ennemis naturels (prédateurs mais aussi de parasites). Cette catégorie d'insectes est présente avec 10 espèces ce qui représente un taux de 17,86 % du total identifié. Les bio-indicateurs de bois mort et décomposé (Zoosaproxyliques et mycétophages) sont rares de l'ordre de 3,57 %, soit 2 espèces. Les espèces étrangères à la faune du cèdre comptent 15 espèces soit 26,79 % et enfin les espèces au régime trophique non déterminé constituent une part non négligeable de 14,29 %. Il convient de signaler que la majorité des Coléoptères capturés sont déterminés jusqu'à l'espèce soit environ 84 %. Le reste est en cours de détermination.

1.1- Composition des peuplements entomologiques xylophages associés au cèdre de l'Atlas

1.1.1- Résultats

Les insectes xylophages collectés par les deux méthodes d'échantillonnage appartiennent principalement à quatre familles systématiques à savoir les Curculionidae, Scolytidae, Buprestidae et Cerambycidae (tab.14).

1.1.1.1- Les Scolytidae

Les Scolytes dans notre inventaire sont représentés par 7 espèces (fig. 14) appartenant à 7 genres différents (*Orthotomicus*, *Hylastes*, *Scolytus*, *Cryphalus*, *Crypturgus*, *Phloeosinus*, et *Xyleborus*). Parmi ces espèces, 3 seulement sont exclusivement inféodées au cèdre de l'Atlas d'après la bibliographie. Il s'agit d'*Orthotomicus erosus*, *Cryphalus numidicus* et *Crypturgus cedri*. Ces deux dernières sont abondamment récupérées des rondins des deux stations, alors qu'*O. erosus* n'est obtenu qu'à un seul exemplaire de la station de Thouggar par la méthode d'arbre-piège.

Parmi les autres espèces, nous citons *Scolytus amygdali*, qui est récupéré en abondance remarquable, surtout des rondins de Boumerzoug totalisant 562 individus émergés, et 6 seulement capturés par piège-vitre, marquant en somme l'effectif inventorié le plus élevé dans cette étude. *Hylastes ater* est émergé des rondins du cèdre en quelques individus seulement mais capturé en grand nombre des pièges-vitre à Thouggar. Les deux autres espèces sont les moins représentées numériquement; il s'agit de *Phloeosinus thujae* et *Xyleborus dryographus* qui sont seulement capturées par les pièges-vitre.

1.1.1.2- Les Cerambycidae

Cette famille est présente dans notre inventaire que par deux espèces (fig. 16) à savoir, *Trichoferus griseus* et *Alocerus moesiacus*. Elles ont été obtenues que par les pièges-vitre et en nombre très réduits.

1.1.1.3- Les Curculionidae

Les charançons comptent une liste de 11 espèces (fig. 16) appartenant à 10 genres dont trois ayant un régime alimentaire xylophage. Parmi ces dernières, 2 seulement qui ont été émergées des rondins mais en quelques individus à savoir *Sitona discoideus* de la sous famille des Entiminae et *Larinus sturnus* des Lixinae. Le troisième xylophage représenté par *Brachyderes pubescens* est obtenu par les pièges-vitre en un seul exemplaire.

1.1.1.4- Les Buprestidae

Ce groupe d'insectes compte 6 espèces (fig. 15) appartenant à 4 genres. Il s'agit d'*Anthaxia* et *Acmaeodera* qui renferment chacun 2 espèces et également les genres *Chrysobothris* et *Melanophila*. Ce dernier est représenté par *M. marmottani*, espèce la plus abondamment récoltée, essentiellement à Thouggar à partir des 2 types de pièges. Deux autres espèces ont été également prélevées des rondins de cèdre mais en quantités insuffisantes à savoir *Acmaeodera bipunctata* et *Anthaxia* sp.

Tableau 14. Liste des Coléoptères inventoriés par les deux méthodes d'échantillonnage (PV : Piège-vitre et AP : arbre-piège) dans les stations de (TG : THOUGGAR et BZ : BOUMERZOUG), durant l'année 2008, leur effectifs et leur groupe trophique (GT : Xy. : xylophage, Pr. : prédateur, Zp. : Zoosaproxylique (se nourrit du bois mort dégradé), Dé. : Détritiphage, Fé. : Faune étrangère, My. : Mycétophage (se nourrit de champignons lignicoles), Nd. : indique un statut non déterminé). * : espèces déjà signalées à Bélezma (PNB, 1993), dont *Melanophila marmottani*, a été signalé par GACHI et al., 2005.

Espèces	Effectif				Total	GT
	PV		AP			
	TG	BZ	TG	BZ		
Scolytidae						
<i>Orthotomicus erosus</i> (Wollaston, 1857)	00	00	01	00	01	Xy.
<i>Hylastes ater</i> (Paykull, 1800)	152	31	00	08	191	Xy.
<i>Scolytus amygdali</i> Guerin, 1847	00	06	46	516	568	Xy.
<i>Cryphalus numidicus</i> Eichhoff, 1878	00	01	53	172	226	Xy.
<i>Crypturgus cedri</i> Eichhoff, 1867	00	00	65	54	119	Xy.
<i>Phloeosinus thujae</i> (Perris, 1855)	00	04	00	00	04	Xy.
<i>Xyleborus dryographus</i> (Ratzeburg, 1837)	02	00	00	00	02	Xy.
Cerambycidae						
<i>Trichoferus griseus</i> (Frivaldsky, 1838)	02	00	00	00	02	Xy.
<i>Alocerus moesiacus</i> (Frivaldsky, 1838)	00	01	00	00	01	Xy.
Curculionidae						
<i>Sitona (Sitona) discoideus</i> Gyllenhal, 1834	01	02	00	01	04	Xy.
<i>Pachyrhinus (Pachyrhinus) cedri</i> (Chevrolat, 1866)	00	02	00	00	02	Nd.
<i>Pachyrhinus (Pachyrhinus) raffrayi</i> Desbrochers, 1871	00	08	00	00	08	Nd.
<i>Hypera (Hypera) plantaginis</i> (De Geer, 1775)	00	01	00	00	01	Fé.
<i>Brachyderes (Brachyderes) pubescens</i> Boheman, 1833	01	00	00	00	01	Xy.

<i>Polydrusus (Metallites) anchoralifer</i> Chevrolat, 1859	02	00	00	00	02	Nd.
<i>Sitona (Sitona) macularius</i> (Marsham, 1802)	02	00	00	00	02	Fé.
<i>Pachyrhinus oxycedri</i> Fairmaire, 1885	00	04	00	00	04	Nd.
<i>Archarius (Archarius) pyrrhoceras</i> (Marsham, 1802)	11	04	00	00	15	Fé.
<i>Pachyrhinus</i> sp.	00	01	00	00	01	Nd.
<i>Larinus (Phyllonomeus) sturnus</i> (Schaller, 1783)	00	00	00	01	01	Xy.
Buprestidae						
<i>Melanophila marmottani</i> *(Fairmaire, 1868)	127	14	10	13	164	Xy.
<i>Chrysobothris (Chrysobothris) solieri</i> (Laporte et Gory, 1839)	00	01	00	00	01	Xy.
<i>Acmaeodera (Acmaeotethya) degener</i> *(Scopoli, 1763)	00	03	00	00	03	Xy.
<i>Acmaeodera (Plaeotethya) bipunctata</i> (Olivier, 1790)	00	01	01	00	02	Xy.
<i>Anthaxia</i> sp.	02	04	00	07	13	Xy.
<i>Anthaxia (Haplanthaxia) umbellatarum</i> (Fabricius, 1787)	01	02	00	00	03	Xy.
Dermestidae						
<i>Anthrenus (Anthrenus) scophulariae</i> (Linné, 1758)	01	00	00	00	01	Dé.
<i>Attagenus trifasciatus</i> (Fabricius, 1787)	04	00	00	00	04	Pr.
<i>Trogoderma</i> sp.	00	01	03	19	23	Dé.
<i>Anthrenus</i> sp.	06	03	00	00	09	Dé.
Trogossitidae						
<i>Nemosoma breviatum</i> Peyerimhoff, 1917	00	00	05	15	20	Pr.
<i>Temnochila coerulea</i> (Olivier, 1890)	01	00	01	01	03	Pr.
Apionidae						
<i>Ceratapion (Ceratapion) gibbirostre</i> (Gyllenhal, 1813)	08	05	00	00	13	Fé.
Meloidae						
<i>Mylabris guerini</i> Chevrolat, 1837	00	03	00	00	03	Fé.
Dasytidae						
<i>Dasytes (Mesodasytes) aeneiventris</i> Küster, 1850	17	04	00	00	21	Fé.
<i>Lobonyx aeneus</i> (Fabricius, 1787)	14	47	00	00	61	Fé.
<i>Dasytes (Hypodasytes) algiricus</i> Lucas	01	01	00	00	02	Fé.
<i>Aplocnemus (Aplocnemus) rufomarginatus</i> Perris, 1869	00	02	00	00	02	Fé.
<i>Dasytes</i> sp.	00	00	01	00	01	Fé.
Elateridae						

<i>Lacon punctatus</i> (Herbst, 1779)	00	00	00	01	01	Zp.
<i>Cardiophorus</i> sp.	01	00	00	00	01	Nd.
<i>Melanotus</i> sp.	00	01	00	00	01	Nd.
Carabidae						
<i>Calodromius bifasciatus</i> (Dejean, 1825)	00	00	01	00	01	Pr.
<i>Syntomus fuscomaculatus</i> (Motschulsky, 1844)	03	00	02	00	05	Pr.
<i>Harpalus (Harpalus) serripes</i> (Quensel, 1806)	01	00	00	00	01	Fé.
Cleridae						
<i>Thanasimodes dorsalis</i> (Lucas, 1843)	02	00	00	00	02	Pr.
<i>Opilo domesticus</i> (Sturm, 1837)	08	02	00	00	10	Pr.
<i>Clerus mutillarius</i> (Fabricius, 1795)	00	00	00	02	02	Pr.
<i>Trichodes</i> sp.	00	01	00	00	01	Pr.
Nitidulidae						
<i>Pityophagus ferrugineus</i> (Linné, 1758)	02	01	00	00	03	Pr.
Mycteridae						
<i>Mycterus (Eutryptes) sp. (gr. umbellatarum</i> (Fabricius, 1787))	01	00	00	00	01	Nd.
Malachiidae						
<i>Clanoptilus (Clanoptilus) rufus</i> (Olivier, 1790)	01	02	00	00	03	Fé.
Coccinellidae						
<i>Coccinella septempunctata</i> *Linné, 1758= <i>C. algerica</i>	05	00	00	00	05	Fé.
<i>Oenopia lyncea</i> (Olivier, 1808)	00	02	00	00	02	Fé.
<i>Oenopia doublieri</i> (Mulsant, 1846)	00	01	00	00	01	Fé.
Ciidae						
Espèce non déterminée	00	00	1668	901	2569	My.



Figure 14. Principales espèces xylophages Scolytidae récoltées de la cédraie de Bélezma (Photos originales), **1** : *Scolytus amygdali* (vue dorsale et latérale), **2** : *Cryphalus numidicus* (vue dorsale et latérale), **3** : *Orthotomicus erosus* (vue dorsale et latérale), **4** : *Xyleborus dryographus*, **5** : *Crypturgus cedri*, **6** : *Hylastes ater* (vue dorsale et latérale), **7** : *Phloeosinus thujae*.

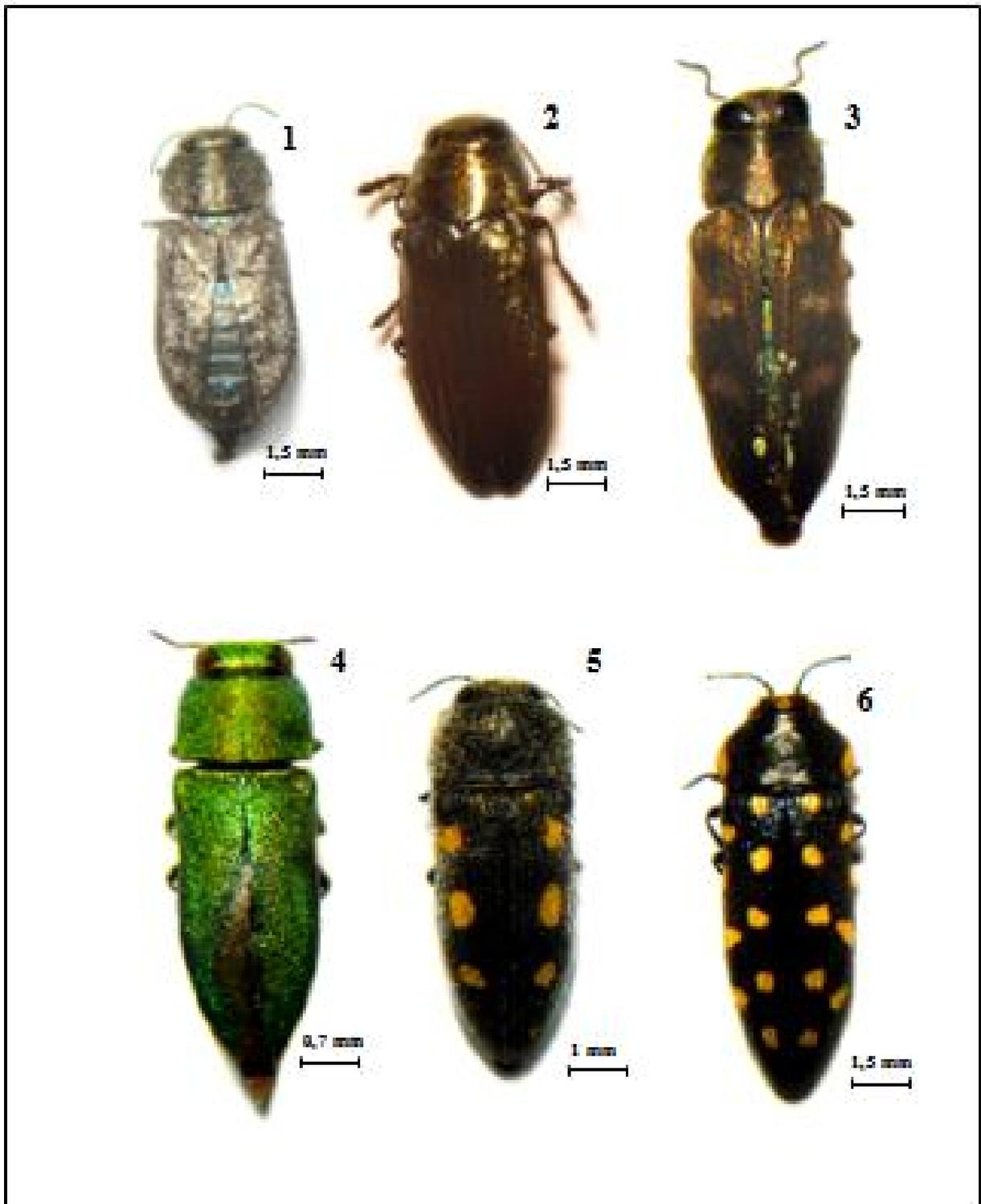


Figure 15. Principales espèces xylophages Buprestidae récoltées de la cédraie de Bélezma (Photos originales), **1** : *Anthaxia* sp., **2** : *Melanophila marmottani*, **3** : *Chrysobothris solieri*, **4** : *Anthaxia umbellatarum*, **5** : *Acmaeodera bipunctata*, **6** : *Acmaeodera degener*.

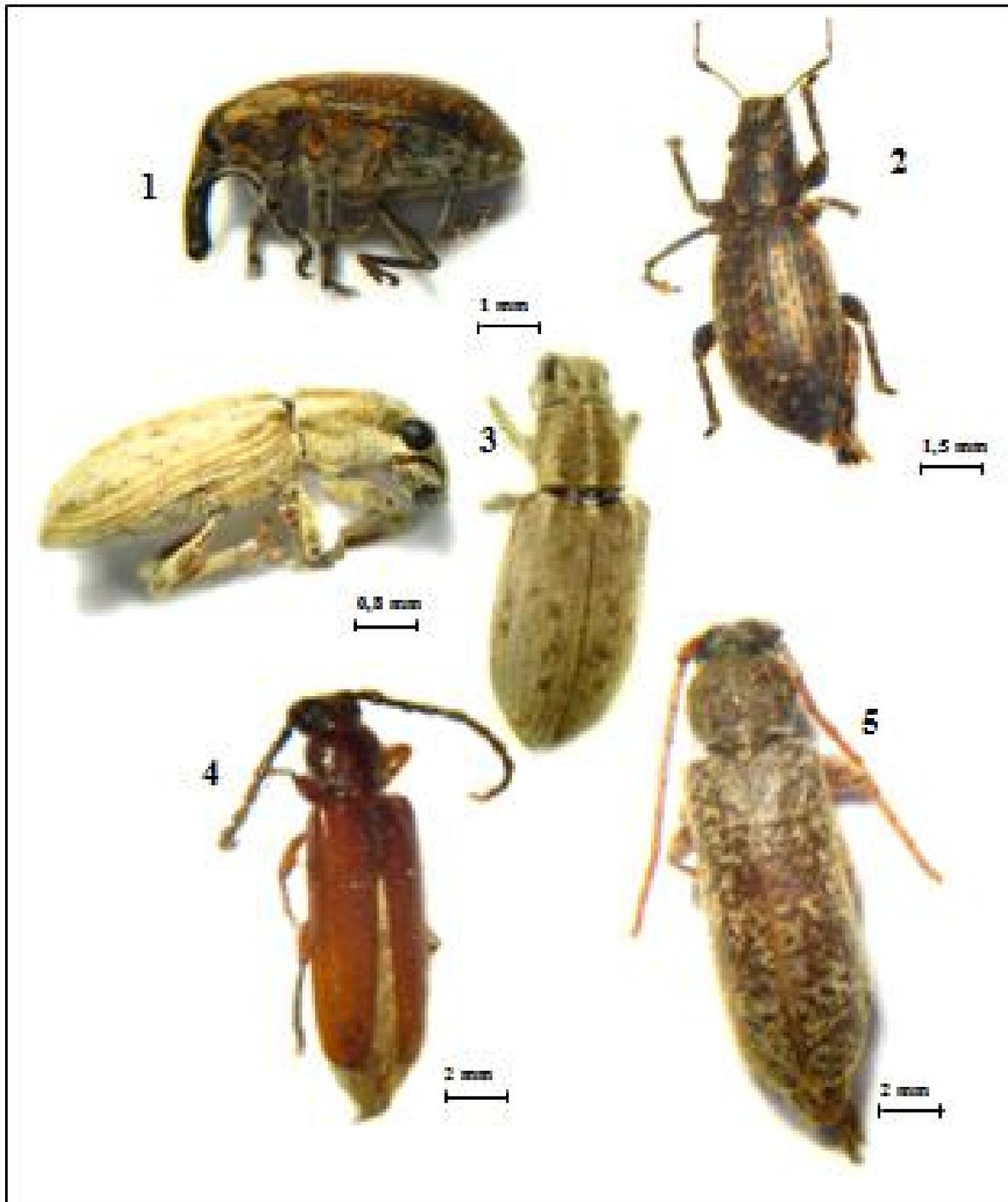


Figure 16. Principales espèces xylophages Curculionidae et Cerambycidae récoltées de la cédraie de Bélezma (Photos originales), 1 : *Larinus sturnus*, 2 : *Brachyderes pubescens*, 3 : *Sitona discoideus*, 4 : *Alocerus moesiacus*, 5 : *Trichoferus griseus*.

1.1.2- Discussion

Les différentes récoltes réalisées au niveau des deux sites d'étude de la cédraie de Bélezma nous ont permis d'établir un inventaire de l'entomofaune du cèdre de l'Atlas. Seuls les Coléoptères ont été pris en considération, étant donné qu'il s'agit de l'un des ordres les plus riches en espèces xylophages.

Cet inventaire, purement indicatif, ne donne qu'une première liste bien incomplète de la faune des Coléoptères de la cédraie de Bélezma, qui est certainement d'une grande richesse, et ce en raison de la courte durée d'étude. En effet, la faune entomologique et plus particulièrement les insectes xylophages inféodés au cèdre de l'Atlas de la région de Batna, n'a jamais fait l'objet dans sa globalité d'une exploration très poussée, pour des raisons diverses.

Les insectes ainsi recensés sont tous cités pour la première fois dans la région de Bélezma, voire en Algérie excepté les trois espèces suivantes : *Melanophila marmottani*, *Acmaeodera degener* et *Coccinella algerica* (PNB, 1993).

Parmi les insectes xylophages déjà signalés sur le cèdre de l'Atlas, dans le Nord de l'Afrique et cités dans notre inventaire, nous trouvons *Orthotomicus erosus*, *Cryphalus numidicus*, *Crypturgus cedri*, *Melanophila marmottani*, *Acmaeodera degener* et *Acmaeodera bipunctata*. Parallèlement, il est inventorié des espèces xylophages qui n'ont pas été signalé bibliographiquement sur le cèdre, malgré qu'elles aient été émergées du bois du cèdre, citant : *Scolytus amygdali*, *Hylastes ater*, *Sitona discoideus* et *Larinus sturnus*, et d'autres, qui semblent être étrangères à l'entomofaune du cèdre, mais récupéré davantage par les pièges-vitre : *Brachyderes pubescens*, *Chrysobothris solieri*, *Anthaxia umbellatarum*, *Trichoferus griseus* et *Alocerus moesiacus*.

L'*Orthotomicus erosus* ou l'Erodé est un insecte exclusivement dépendant des Résineux (BALACHOWSKY, 1963). Il peut vivre aux dépens du cèdre (MENDAL et HALPERIN, 1982 in HAACK, 2004 ; ALPTEKIN et al., 1997 in FEBRE et al., 2001). Il peut s'attaquer également à toutes les espèces de pin (GRAF et MZIBRI, 1994 ; HAACK, 2004 et LEE et al., 2008).

De sa part, *Crypturgus cedri* se développe essentiellement sur *Cedrus atlantica* (DE PEYERIMHOFF, 1919-1933 ; MOUNA et GRAF, 1994), mais il n'est pas exclusif à cette essence car il peut vivre sur divers conifères (BALACHOWSKY, 1969). De même, *Cryphalus numidicus* se

trouve sur *Cedrus atlantica* (DE PEYERIMHOFF, 1919 ; MOUNA, 1994 ; BRIGHT et SKIDMORE, 1997), *Abies numidica* (DE PEYERIMHOFF, 1919), *Abies pinaspo*, *Abies alba* (NIERHAUS-WUNDERWALD, 1999) et *Pinus halepensis* (BRIGHT et SKIDMORE, 1997).

Deux autres Scolytidae ont été également capturés par les pièges-vitre : *Phloeosinus thuyae* et *Xyleborus dryographus*. Il semble que ces espèces ne sont pas inféodées au cèdre et elles proviennent probablement de biotopes avoisinants. En effet, *Phloeosinus thuyae* est une espèce commune et largement distribuée en termes d'habitat (BRUSTEL, 1998-2002 in DODELIN, 2006b) mais exclusive aux divers Cupressinées : *Cupressus*, *Juniperus* et *Thuyae* (GRAF et MZIBRI, 1994 ; HRUBÍK, 2007). Elle est typiquement dépendante d'une interface avec le bois mort (DAHLBERG et STOKLAND, 2004 in DODELIN, 2006b). Elle se rencontre très souvent sur les arbres souffreteux et affaiblis suite à une sécheresse (HRUBÍK, 2007). Cet insecte est rencontré en Algérie (Djurdjura) sur *Juniperus communis* (DE PEYERIMHOFF, 1919). Alors que *Xyleborus dryographus* est un insecte vivant principalement sur le genre *Quercus* comme hôte principal (BRIGHT et SKIDMORE, 1997 ; PFEFFER, 1995 in LÓPEZ et al., 2008) et peut même se rencontrer sur le genre *Fagus* (BRIGHT et SKIDMORE, 1997 ; BALACHOWSKY, 1949 in LÓPEZ et al., 2008).

Dans la bibliographie, *Hylastes ater* et *Scolytus amygdali* ne sont pas signalés auparavant sur le genre *Cedrus*, alors qu'ils sont abondamment émergés des rondins du cèdre. Toutefois, plusieurs auteurs ont signalé la présence d'*Hylastes ater* sur d'autres essences, principalement sur le genre *Pinus* (REAY et WALSH, 2001 ; ZHOU et al., 2004 et ZHANG et al., 2004). Alors que *Scolytus amygdali* se développe habituellement sur les arbres fruitiers, dont il est strictement inféodé aux Rosacées : *Amygdalus communis*, *Persica vulgaris*, *Armeniaca vulgaris*, *Amelanchier vulgaris*, *Prunus armeniaca*, *P.persica* (BRIGHT et SKIDMORE, 1997 ; BEN-YEHUDA et al., 2002 ; BENAZOUN, 2004 ; ALFORD, 2007 ; BOLU et LEGALOV, 2008). En plus, BALACHOWSKY (1963) a indiqué que les espèces de ce genre réparties dans toute la région paléarctique tempérée, vivent presque exclusivement aux dépens des Rosacées ligneuses. Alors que la seule espèce de la tribu des Scolytini nidifiant dans les Conifères de la région paléarctique occidentale est d'après DE PEYERIMHOFF (1919) et BALACHOWSKY (1969) : *Scolytus numidicus* BRIS. (2,6 à 3 mm de long.), spécifiant ainsi qu'elle est la seule espèce du genre vivant sur *Cedrus libanotica* et *C. atlantica* dans l'ensemble de la région paléarctique, sachant que le type de cette espèce a été décrit d'Algérie (forêt de Batna) en 1883. Elle se répartie dans les cédraies de Bélezma, Aurès, Theniet-el-Had, Atlas de Blida et Djurdjura (DE PEYERIMHOFF, 1919). Durant

notre différentes sorties effectuées sur les lieux, il est constaté que *Scolytus amygdali* vit dans la région de Bélezma depuis un temps lointain. Il a laissé profondément ses traces de galeries sur les branches de cèdre tombées par terre. De même, nous avons également noté sa présence sur les sujets présentant encore un feuillage vert.

Donc, il est à signaler que l'espèce *Scolytus amygdali* GUERIN vit également sur *Cedrus atlantica* dans la région de Bélezma et plus largement dans la région paléarctique. Notant que cette espèce polyphage peut changer son biotope, des Rosacées vers les arbres forestiers, particulièrement le cèdre de l'Atlas. D'après BALACHOWSKY (1963), certains Scolytidae peuvent changer leur comportement via leur hôte, dont quelques rares espèces possèdent une polyphagie qui leur permet de vivre à la fois sur l'un ou l'autre des groupements végétaux (Conifères et Feuillues). Il a cité l'exemple de *Polygraphus grandiclava* THOMS., évoluant normalement sur les *Prunus* (Rosacées) et trouvé par STROHMEYER (1910) sur *Pinus strobus* (Conifère).

Dans son aire d'origine, le cèdre de l'Atlas héberge d'autres scolytes importants, mais qui n'ont pas été capturés dans notre inventaire. BALACHOWSKY (1969), a noté la présence de *Phloesinus cedri* BRIS., qui a été décrit des cédraies de l'Aurès, espèce commune et souvent nuisible, envahissant parfois les branches jeunes en pleines sève. D'autres espèces ont également été signalées en Afrique du Nord, dont la biologie a été peu étudiée à savoir *Scolytus numidicus* BRIS., *Hylastes batnensis* BRIS. et *Hylurgops bonvouloiri* CHAPUIS. (BALACHOWSKY, 1969).

En ce qui concerne les Buprestidae, *Melanophila marmottani* est cité pour la première fois en Algérie par DE PEYERIMHOFF (1919), qui l'a observé sous ses formes immatures (larves et nymphes) dans la cédraie de Blida durant le mois d'avril, ainsi qu'une abondante émergence de ses adultes durant le mois de juin, à Alger. Au Bélezma en 1980, il a été également observé lors des études sur le dépérissement du cèdre (GACHI et al., 2005 ; GUEZLANE, 1982).

En ce qui concerne, *Acmaeodera degener*, il est signalé sur le cèdre que par un seul auteur (BENHALIMA, 2004) et pour la première fois sur cette essence. Il vit principalement sur *Quercus ilex* (DE PEYERIMHOFF, 1919 ; PONEL, 1993 ; ARAHOU, 2008). C'est en effet dans du bois de *Quercus ilex* qu'il ait été trouvé à Aït-Ali (Djurdjura) par DE PEYERIMHOFF (1919). D'après BRUSTEL (2002) in MÉRIGUET et al. (2004), cette espèce est peu exigeante en termes d'habitat et peu abondante ou localisée, c'est-à-dire une espèce difficile à observer. L'autre espèce du même genre, *A. bipunctata* est également signalée sur cèdre, alors qu'elle vit principalement aux dépens

du *Quercus ilex*, *Pinus* sp. (TEZCAN, 1995), *Juniperus*, *Thuja* (RASTELLI et CURLETTI, 2007) et même des Graminées (TEZCAN, 1995).

Les autres Buprestidae *Chrysobothris solieri* et *Anthaxia umbellatarum*, ainsi que le charançon *Brachyderes pubescens* sont étrangers à la faune entomologique habituel du cèdre. Ils se développent sur des essences différentes, dont *C. solieri* vit sur pins (*Pinus halepensis*, *P. pinaster*, *P. pinea*) (PONEL, 1993 ; BRIN, 2008), *A. umbellatarum* sur *Ficus carica* (AKŞIT et al., 2005 ; GHAHARI et al., 2008), *Acacia karoo*, *Castanea sativa*, *Pistacia lentiscus*, *P. terebinthus*, *Ulmus campestris*, *Daucus carota*, *Prunus domestica*, *P. persica* (ULAY et TEZCAN, 1998) et *B. pubescens* sur *Quercus*, en particulier *Quercus ilex* (FABRE, 1886 ; BIGOT, 1978 ; VILLEMANT et FRAVAL, 2002).

Il existe des Buprestidae inféodées au cèdre de l'Atlas signalées par DE PEYERIMHOFF (1919) dans les Aurès (Sgag), mais qui n'ont pas été rencontré lors de notre inventaire, citant : *Anthaxia ludovicæ* AB., *A. pleuralis* FAIRM., *A. marmottani* BRIS., *A. chobauti* AB., *A. martini* BRIS. et *Chrysobothris affinis* AB.

Concernant les Cerambycidae, aucune espèce n'est émergée du bois du cèdre mis en éclosiers. Mais les pièges-vitre, nous ont permis de capturer que deux espèces seulement ; il s'agit de *Trichoferus griseus* et d'*Alocerus moesiacus*. Il paraît que *T. griseus* est strictement inféodé au Figuier (VILLIERS, 1946), tandis que *A. moesiacus* se rencontre sur d'autres essences du genre *Quercus*, *Populus* et *Acacia* (VERDUGO et COELLO, 2003). En termes d'habitat, ces deux espèces ont été déjà signalées dans la région de Bélezma (VILLIERS, 1946), mais elles ne sont pas citées auparavant parmi les Cerambycidae inféodés au cèdre. Il paraît qu'elles sont étrangères à la faune du cèdre. En fait, dans la région des Aurès seulement deux espèces de Cerambycidae ont été signalées sur cèdre : *Leptura fontenayi* MULS. (trouvée dans les Aurès : Sgag) et *Sympiezocera ruscicus* F. (trouvée dans les Aurès : Sgag et au Bélezma), où sa larve se développe exclusivement dans le cèdre (VILLIERS, 1946). Alors que le cèdre en Algérie héberge une faune très diversifiée de Cerambycidae, citant d'après Christian COCQUEMPOT (com. pers., 2008) : *Stictoleptura rubra* (L.) (vit dans les vieilles souches), *Anastrangalia dubia* (Scopoli) (vit sur les troncs et les souches mourants ou récemment morts), *Arhopalus* spp. (sur les conifères mourants et même sur ceux morts depuis longtemps), *Oxypleurus nodieri* Mulsant (surtout sur les pins ; pourrait se trouver sur les branches dépérissantes mais aussi dans les branches

décomposées au sol), *Hylotrupes bajulus* (L.) et *Monochamus galloprovincialis* (Olivier) (sur les branches et troncs dépérissants, surtout sur pins), *Pogonocherus perroudi* Mulsant et *P. caroli* Mulsant (surtout sur les pins, mais peuvent se trouver avec le *P. cedri* sur les cèdres), *Ergates faber*¹ (L.) (vit dans les vieilles souches ou les vieux troncs), *Rhagium inquisitor*² (L.) (vit sous les écorces des grosses branches et des troncs récemment morts ou coupés), *Neomarius gandolfei*³ Fairmaire (sur les arbres dépérissants), *Callidium cedri*⁴ Peyerimhoff (sur les branches et les troncs morts ou mourants), *Semanotus ruscicus*⁵ (F.) et *Pogonocherus cedri*⁶ Peyerimhoff (sur les branches de 2 à 5 cm de diamètre). A cette liste se rajoute *Stromatium fulvum* VILLIERS (vit dans le bois mort et très sec), signalé en Algérie : Oran, Alger, Rouiba (VILLIERS, 1946).

1.2- L'entomofaune associée aux xylophages du cèdre de l'Atlas

1.2.1- Résultats

La majorité de l'entomofaune capturée dans la cédraie de Bélezma est composée d'espèces étrangères à la faune associée au cèdre de l'Atlas. Elles sont toutes récoltées par les pièges-vitre et représentées essentiellement par des Curculionidae, Dasytidae, Coccinellidae, Apionidae, Malachiidae et Meloidae.

Parmi les ennemis naturels des insectes xylophages du cèdre, un nombre restreint, est identifié comme étant des prédateurs (tab.15 et fig.17), appartenant à 4 principales familles de Coléoptères : Cleridae, Trogossitidae, Carabidae et Nitidulidae. Ils sont capturés en nombre très réduit par rapport à leurs ennemis pourchassés (tab. 14).

Trois espèces Détritiphages ont été également récupérées ; elles sont représentées surtout par des Dermestidae.

Deux espèces mycétophage et zoosaproxylique sont déterminées comme indicatrices de la présence du bois mort, soit *Lacon punctatus* (Elateridae) et une autre espèce non déterminée appartenant à la famille des Ciidae. Cette dernière constitue 72 % de l'effectif des individus émergés du bois mort ; étant l'espèce la plus abondante numériquement.

¹ : très commun, aussi bien sur le littoral qu'en montagne, ou dans la région des hauts-plateaux : Zeralda, Massif des Mouzaïa, Djelfa, Sidi-Bel-Abbès, Gouraya, Téniet-El-Had, Djebel Edough, Magenta, Miliana (VILLIERS, 1946).

² : Djurdjura (forêt d'Aït Ouabane), Djebel Babor (VILLIERS, 1946).

³ : Djebel Babor, environs d'Alger, Kabylie, environs de Bougie, Djebel Edough (VILLIERS, 1946).

⁴ : Espèce rare et propre à l'Afrique du Nord (VILLIERS, 1946), commune au Djurdjura, Blida (DE PEYERIMHOFF, 1919).

⁵ : très commun au Djurdjura (DE PEYERIMHOFF, 1919).

⁶ : Massif de Djurdjura, sans doute dans d'autres régions de Berbérie.

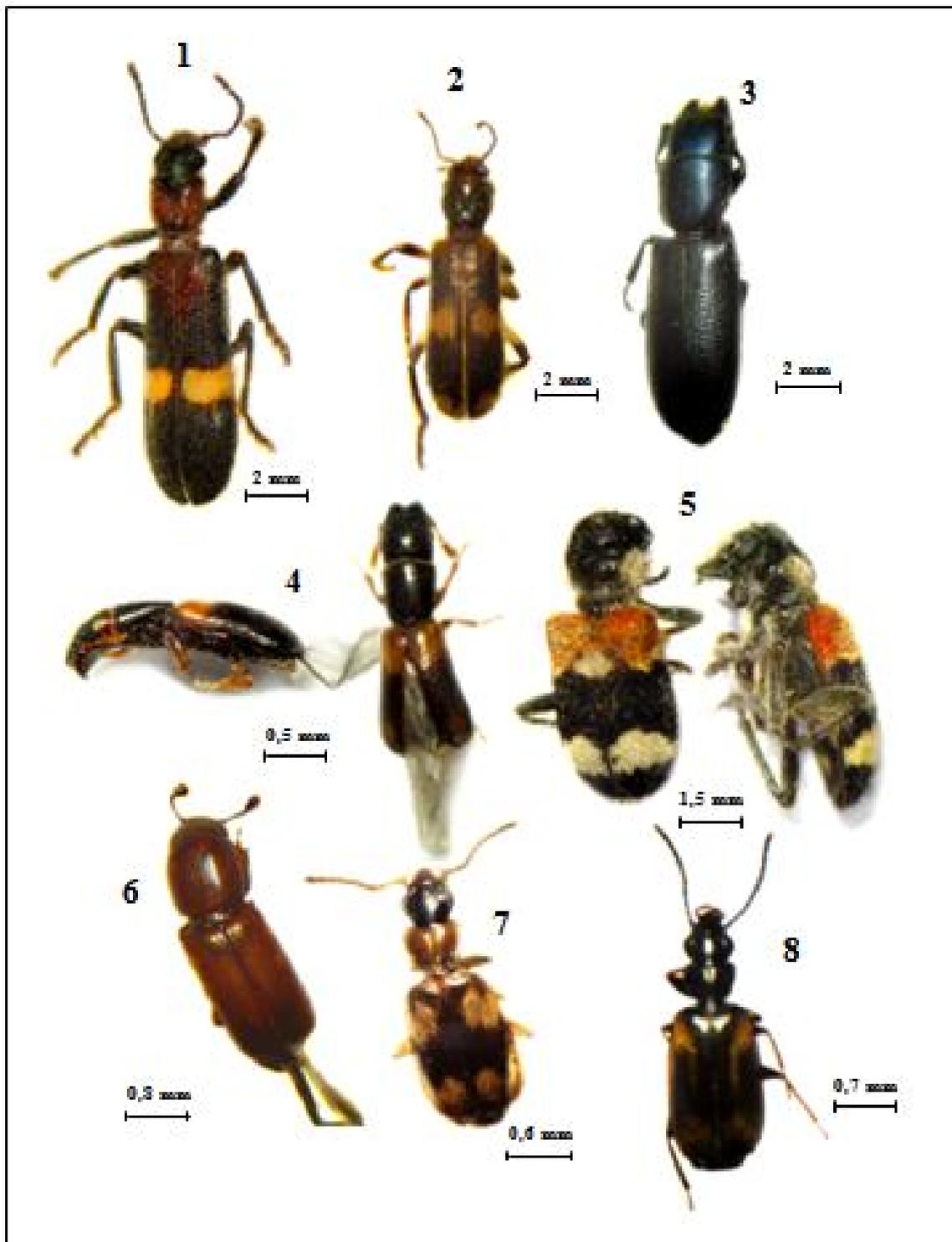


Figure 17. Principaux prédateurs Coléoptères des xylophages du cèdre de l'Atlas (Photos originales), **1** : *Thanasimodes dorsalis*, **2** : *Opilo domesticus*, **3** : *Temnochila coerulea*, **4** : *Nemosoma breviatum* (vue dorsale et latérale), **5** : *Clerus mutillarius* (vue dorsale et latérale), **6** : *Pityophagus ferrugineus*, **7** : *Calodromius bifasciatus*, **8** : *Syntomus fuscomaculatus*.

Tableau 15. Principaux prédateurs Coléoptères des xylophages du cèdre de l'Atlas et leurs hôtes connus dans la bibliographie.

Prédateurs	Hôtes xylophages
<i>Nemosoma breviatum</i> (Trogossitidae)	Ennemi et commensal des xylophages du cèdre de l'Atlas (DE PEYERIMHOFF, 1919-1933) : <i>Phloeosinus cedri</i> , <i>Cryphalus piceae numidicus</i> .
<i>Temnochila coerulea</i> (Trogossitidae)	Parmi les ennemis naturels du Buprestide, <i>Melanophila marmottani</i> , il l'accompagne presque toujours (DE PEYERIMHOFF, 1933) ; prédateur des <i>Ips</i> spp. (DUFF, 2008).
<i>Calodromius bifasciatus</i> (Carabidae)	Espèce vivant sous l'écorce des arbres morts, prédatrice des Scolytidae (SOLDATI, 2002).
<i>Thanasimodes dorsalis</i> (Cleridae)	Larves de xylophages ou de larves d'Hyménoptères (SIRAMI et al., 2008).
<i>Opilo domesticus</i> (Cleridae)	Ennemi et commensal des xylophages du cèdre de l'Atlas (DE PEYERIMHOFF, 1933). Chasse les Scolytes et autres xylophages sur les vieux arbres (SIRAMI et al., 2008).
<i>Clerus mutillarius</i> (Cleridae)	Se nourrit de larves et d'insectes xylophages (Scolytes, Bostryches...) (BRIN, 2008).
<i>Pityophagus ferrugineus</i> (Nitidulidae)	Ennemi naturel des scolytes : <i>Tomicus piniperda</i> (SCHROEDER, 1999 ; THUNES et al., 2004).

Par manque de données bibliographiques, 9 espèces appartenant à 3 familles (Curculionidae, Elateridae et Mycteridae) montrent un statut trophique non déterminés.

1.2.2- Discussion

L'entomofaune associée aux xylophages du cèdre est composée majoritairement d'espèces phytophages étrangères à la faune du cèdre, leur présence n'est qu'accidentelle. Elles proviennent probablement de biotopes avoisinants.

Dans leur ensemble, les prédateurs inventoriés dans ce travail pourchassent que des Scolytidae ou rarement des Buprestidae. Il est à noter que le nombre de Coléoptères prédateurs réels des Scolytidae de la région paléarctique, y compris le Nord de l'Afrique, est relativement restreint et généralement leurs mœurs sont encore mal connues (BALACHOWSKY, 1963). En effet, *Nemosoma breviatum* (Trogossitidae) chasse les scolytes du cèdre, essentiellement *Cryphalus numidicus* (DE PEYERIMHOFF, 1919-1933 et BENHALIMA, 2004), dont ils ont été émergés des mêmes éclosiers. Ainsi, les Coléoptères Cleridae sont des ennemis naturels très communs des scolytes (REEVE, 2003), et d'autres xylophages vivant dans le bois mort et sec (SIRAMI et al., 2008). Il est capturé par les pièges-vitre trois espèces prédatrices appartenant à cette famille ; il s'agit de *Thanasimodes dorsalis*, *Clerus mutillarius* et *Opilo domesticus*. Ces prédateurs se

nourrissent de larves et d'insectes xylophages (scolytes, bostryches) (SIRAMI *et al.*, 2008 ; BRIN, 2008), ou même des œufs des Lépidoptères (*Lymantria dispar* ; Lymantriidae) tel que *Opilo domesticus* (VILLEMANT et ANDREÏ-RUIZ, 1999). Ce dernier pourchasse les insectes xylophages vivant aux dépens du cèdre de l'Atlas (DE PEYERIMHOFF, 1933). *Calodromius bifasciatus* (Carabidae) est un autre prédateur des scolytes, vivant sous l'écorce des arbres morts (SOLDATI, 2002 ; KENIS *et al.*, 2004). Accompagné d'un autre prédateur, *Syntomus fuscomaculatus* (Carabidae), a été trouvé dans le même éclosier avec *Scolytus amygdali*. Ceci nous laisse penser qu'il est prédateur de ce dernier. Il est également empiégé un autre ennemi naturel très utile de *Tomicus piniperda*, il s'agit de *Pityophagus ferrugineus* (Nitidulidae) (SCHROEDER, 1999 ; THUNES *et al.*, 2004 ; BRIN, 2008). C'est une espèce commune ou largement distribuée, en termes d'habitat (BRUSTEL, 1998-2002 in DODELIN, 2006b), et utilise ainsi une large gamme de bois mort (DAHLBERG et STOKLAND, 2004 in DODELIN, 2006b).

Nous avons capturé également un autre prédateur très important ; il s'agit de *Temnochila coerulea* (Trogossitidae). Il attaque principalement le Buprestide, *Melanophila marmottani*, dont il l'accompagne presque toujours (DE PEYERIMHOFF, 1933). En effet, ces deux espèces ont été émergées des mêmes rondins du cèdre, provenant de la station de Thouggar. Ce ravageur est peu abondant et exigeant vis-à-vis de son habitat, et est lié à des essences peu abondantes (BRUSTEL, 2002 in MÉRIGUET *et al.*, 2004).

Les Dermestidae ainsi inventoriés sont des détritiphages, tels que *Anthrenus scopulariae* (DODELIN, 2006b) et *Trogoderma* sp. (BENHALIMA, 2004), mais *Attagenus trifasciatus* est considéré comme un prédateur des œufs du *Lymantria dispar* (Lepidoptera ; Lymantriidae) (VILLEMANT et ANDREÏ-RUIZ, 1999). D'après DE PEYERIMHOFF (1933), les Dermestidae (*Dermestes* et *Anthrenus*) se nourrissent dans les bourses du *Thaumetopoea pityocampa* et les exuvies de ses chenilles.

Concernant les espèces bio-indicatrices de la présence de bois mort, il est capturé un prédateur saprophage, *Lacon punctatus* (LESEIGNEUR, 1972 in JAULIN et SOLDATI, 2003) et une autre mycétophage, non encore déterminée. La première vit sous les écorces des arbres mort, soit des Conifères (*Pinus* sp.) ou des feuillus (PLATIA, 1994 in MINELLI, 2004). La deuxième espèce appartient à la famille des Ciidae. Le rattachement de cette espèce semble important, vue le grand nombre d'individus émergés du bois dégradés ramené des deux stations. Ceci montre son utilité

dans le cortège des insectes inféodés au cèdre de l'Atlas mort depuis assez longtemps. D'après BOUGET *et al.* (2005) in BRIN (2008), toutes les espèces Ciidae sont des Mycétophages, c'est-à-dire des mangeurs des champignons lignicoles.

1.2.3- Conclusion

Du point de vue qualitatif, il ressort des données recueillies sur la bioécologie des espèces xylophages ainsi inventoriées que dans leur majorité fréquente des arbres souffreteux ou en déséquilibre physiologique et utilise une large gamme de bois mort. Ceci met en évidence l'état dégradé depuis longtemps de la cédraie de Bélezma. En outre, il est constaté du point de vue quantitatif, que dans les deux stations le nombre de xylophages est extrêmement élevé par rapport à leurs prédateurs. Dans ces conditions, il se révèle très clairement l'important déséquilibre écologique régnant dans la cédraie.

1.3- Origine et biogéographie des xylophages du cèdre de l'Atlas

1.3.1- Résultats

Il est établi pour chaque espèce xylophage, excepté *Anthaxia* sp., sa répartition géographique (tab.16) selon la classification proposée par WINKLER (1924-1932) in MOUNA et ARAHOU (1986). Elles sont séparées en :

- Paléarctiques (ou euro-sibériennes), réparties en Europe, Asie septentrionale et Afrique du Nord.
- Méditerranéo-asiatique (ou poniques), distribué en Asie Mineure, mais dont les éléments les plus plastiques peuvent s'étendre jusque dans les régions de la Méditerranée occidentale.
- Atlanto-méditerranéennes (ou lusitaniennes), réparties surtout dans les territoires de Méditerranée occidentale mais pouvant s'étendre vers l'Europe et l'Asie Mineure.

Les espèces très répandues dont l'aire de répartition appartient à plus de trois régions biogéographiques sont d'après VIGNA TAGLIANTI *et al.* (1992) in SERRANO *et al.* (2003) considérées comme des espèces cosmopolites. Ces espèces sont souvent migratrices ou introduites par l'homme. Il est également signalé des espèces à répartition européenne, elles sont limitées à la totalité d'Europe (SERRANO *et al.*, 2003). Les espèces strictement inféodées à une aire géographique restreinte sont indiquées comme Endémiques (SERRANO *et al.*, 2003).

La majorité des espèces xylophages recensées, sont des espèces paléarctiques, soit 35% environ (fig. 18). Ensuite viennent les espèces atlanto-méditerranéennes avec 23%. Ce sont les espèces dominantes. Les autres sont partagées par égalité entre les espèces endémiques, européennes et cosmopolites avec 12 % chacune. Tandis que les espèces méditerranéo-asiatiques sont les moins représentées avec une seule espèce ce qui représente un taux de 6 %.

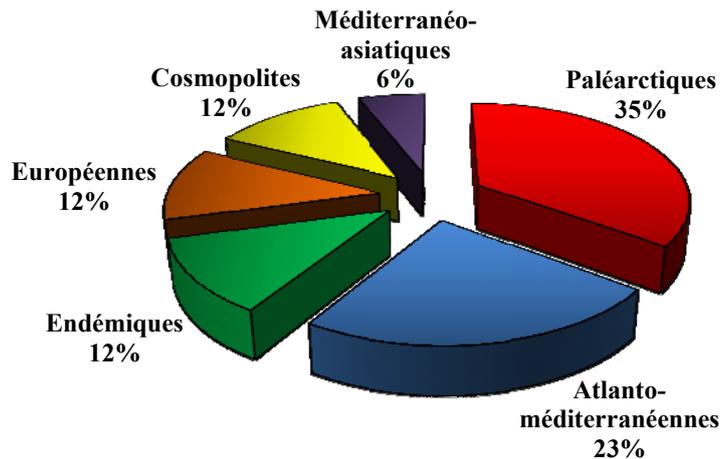


Figure 18. Spectre biogéographique des insectes xylophages prélevés sur *Cedrus atlantica*.

Tableau 16. Répartition biogéographique des espèces xylophages rencontrées sur *Cedrus atlantica* (PALE : espèce paléarctique, AMED : atlanto-méditerranéenne, MASI : méditerranéo-asiatique, EURO : européennes, ENDE : endémique, COSM : cosmopolite, * : espèces échantillonnées par arbre-piège, ** : espèces échantillonnées par piège-vitre).

Espèces	Répartition biogéographique
Scolytidae	
<i>Orthotomicus erosus</i> (*)	PALE : Europe méridionale, Sud de l'Europe moyenne (GRAF et MZIBRI, 1994 ; HAACK, 2004 ; BRIGHT et SKIDMORE, 1997), pays méditerranéens (GRAF et MZIBRI, 1994 ; HAACK, 2004 ; LEE et <i>al.</i> , 2008 ; BROCKERHOFF et <i>al.</i> , 2006), Asie (HAACK, 2004).
<i>Hylastes ater</i> (*)-(**)	COSM : Europe. Introduit au Chili, au Japon (ZHOU et <i>al.</i> , 2004), en Afrique du Sud, en Australie et en Nouvelle-Zélande (KIMOTO et <i>al.</i> , 2006).
<i>Scolytus amygdali</i> (*)-(**)	PALE : Nord de l'Afrique (BENAZOUN, 2004), Sud de l'Europe (BEN-YEHUDA et <i>al.</i> , 2002), Asie Mineure (BRIGHT et SKIDMORE, 1997), Caucase (BOLU et LEGALOV, 2008).
<i>Cryphalus numidicus</i> (*)-(**)	ENDE : Algérie (Theniet-el-Had, Bélezma , Djurdjura, Babors, Atlas de Blida) (DE PEYERIMHOFF, 1919), Maroc (MOUNA, 1994).
<i>Crypturgus cedri</i> (*)	ENDE : Algérie-Batna (DE PEYERIMHOFF, 1919), Maroc (MOUNA et GRAF, 1994).

<i>Phloeosinus thujae</i> (**)	AMED:	Europe moyenne et méditerranéenne (HRUBÍK, 2007 ; THOMAS et al., 2007), Algérie et Maroc (DE PEYERIMHOFF, 1919).
<i>Xyleborus dryographus</i> (**)	PALE :	Nord de l'Afrique (Libye, Algérie , Tunisie, Maroc, Égypte), Iran, Japon, Suède, Finlande, Pologne (LÓPEZ et al., 2008).
Cerambycidae		
<i>Trichoferus griseus</i> (**)	PALE :	Europe (Portugal, Espagne, France, Corse, Italie, Sicile, Sardaigne, Malte, Croatie et Bosnie-Herzégovine, Serbie, Albanie, Grèce, Bulgarie, Ukraine), Caucase, Turquie, Chypre, Syrie, Iraq, Jordanie, Israël, Iran, Afrique du Nord : Maroc, Tunisie, Algérie : très répandue, depuis la région côtière jusqu'au Sud : Aïn Sefra, Laghouat, Thouggar (VILLIERS, 1946), Libye, Égypte (ÖZDIKMEN, 2008 b ; ADLBAUER, 1992 ; BRUSTEL et al., 2002).
<i>Alocerus moesiacus</i> (**)	PALE :	Europe (Espagne, Portugal, Italie, Croatie, Bosnie-Herzégovine, Serbie, Grèce, Bulgarie), Turquie, Jordanie (ÖZDIKMEN et TURGUT, 2006 ; ÖZDIKMEN, 2008 a), Nord de l'Afrique (Maroc, Algérie : Yakouren, Djurdjura, Massif des Mouzaïa, Boufarik, Batna) (VILLIERS, 1946).
Curculionidae		
<i>Sitona (Sitona) discoideus</i> (*)-(**)	COSM:	Cosmopolite (AESCHLIMANN, 2003).
<i>Brachyderes (Brachyderes) pubescens</i> (**)	AMED:	Méditerranée occidentale; Maroc : régions septentrionale et centrale (VILLEMANT et FRAVAL, 2002 ; BIGOT, 1978).
<i>Larinus (Phyllonomeus) sturnus</i> (*)	EURO:	Ukraine (MAZUR, 2002), Roumanie (GUȘĂ et BLAGA, 2006), Italie (PEDRONI, 2006), France, Yougoslavie, Grèce (CAMPOBASSO, 1999).
Buprestidae		
<i>Melanophila marmottani</i> (*)-(**)	AMED:	Algérie : décrit du Bélezma près Batna, dans l'Aurès, au Djurdjura, à Teniet-el-had, au Babor (DE PEYERIMHOFF, 1919); KHEMICI, 2001; ABDELHAMID et CHAKALI, 2008), Maroc (BENHALIMA, 2004 ; MOUNA, 2008), Espagne (ARNÁIZ et BERCEO, 2003).
<i>Chrysobothris (Chrysobothris) solieri</i> (**)	EURO:	Lettonie (BARŠEVSKIS et SAVENKOV, 2001), France (PONEL, 1993).
<i>Acmaeodera (Acmaeotethya) degener</i> (**)	AMED:	France (PONEL, 1993); Maroc (BENHALIMA, 2004 ; ARAHOU, 2008), Algérie : Aït-Ali (Djurdjura) (DE PEYERIMHOFF, 1919).
<i>Acmaeodera (Plaeotethya) bipunctata</i> (*)-(**)	MASI :	Espèce Holo-méditerranéenne (TEZCAN, 1995 ; RASTELLI et CURLETTI, 2007).
<i>Anthaxia</i> sp.(*)-(**)	?	-
<i>Anthaxia(Haplanthaxia) umbellatarum</i> (**)	PALE :	Nord de l'Afrique (Algérie, Maroc, Libye, Tunisie), Albanie, Arménie, Biélorussie, Bosnie-Herzégovine, Bulgarie, Croatie, France, Allemagne, Grèce, Hongrie, Iraq, Italie, Malte, Portugal, Roumanie, Russie, Espagne, Syrie, Turquie, Ukraine, Yougoslavie (GHAHARI et al., 2008).

1.3.2- Discussion

Il est constaté parmi les espèces xylophages du cèdre un certain endémisme, caractérisant une aire géographique restreinte, dont deux espèces caractéristiques du cèdre. *Cryphalus numidicus* et *Crypturgus cedri* sont ainsi considérées comme des espèces endémiques du Nord de l'Afrique. Elles ont été signalées particulièrement en Algérie et au Maroc. *Cryphalus numidicus* a été signalé dans différentes cédraies algériennes, y compris la cédraie de Bélezma (DE PEYERIMHOFF, 1919). MOUNA (1994) a également signalé sa présence au Maroc. De même, *Crypturgus cedri* est rencontré au Maroc (MOUNA et GRAF, 1994), et dans toutes les cédraies d'Algérie, dont il est décrit de la région de Batna, sur cèdre (DE PEYERIMHOFF, 1919).

Les espèces paléarctiques sont notablement présentes sur le cèdre de l'Atlas. Elles sont majoritairement signalées dans le Nord de l'Afrique, en Europe et en Asie. En effet, *Alocerus moesiacus*, est une espèce répandue dans l'Est et le Sud de la région méditerranéenne, se rencontrant jusqu'au Soudan, Maroc et l'Algérie (Yakouren, Djurdjura, Massif des Mouzaïa, Boufarik, **Batna**) (VILLIERS, 1946), ainsi que dans différents pays européens jusqu'en Asie. *Trichoferus griseus* est également une espèce très répandue dans la région méditerranéenne : Maroc, Tunisie, Algérie (très répandue, depuis la région côtière jusqu'au Sud : Aïn Sefra, Laghouat, **Thouggar**) (VILLIERS, 1946), pouvant s'étendre jusque dans l'Europe et l'Asie. Parmi les autres espèces paléarctiques, il est signalé l'*Orthotomicus erosus*, espèce originaire de l'Europe, le Nord de l'Afrique et l'Asie (HAACK, 2004), *Scolytus amygdali* très polyphage se rencontre dans le Nord de l'Afrique (BENAZOUN, 2004), le sud de l'Europe (BEN-YEHUDA et al., 2002) et l'Asie Mineure (BRIGHT et SKIDMORE, 1997), *Xyleborus dryographus* essentiellement dans les pays nord-africains (LÓPEZ et al., 2008) et *Anthaxia umbellatarum* presque dans toute la région paléarctique (GHAHARI et al., 2008).

Les espèces atlanto-méditerranéennes sont réparties surtout sur le territoire méditerranéen. Parmi ces espèces *Phloeosinus thujae*, *Brachyderes pubescens*, *Melanophila marmottani* et *Acmaeodera degener*.

Hylastes ater est une espèce cosmopolite d'origine européenne (REAY et WALSH, 2001 ; WOOD et BRIGHT, 1992 in ZHOU et al., 2004). Elle se répartie dans une aire très répandue, comprenant trois régions biogéographiques : la région européenne, éthiopique ou afrotropicale

(Afrique du Sud) et australasienne (Australie, Nouvelle-Zélande). *Sitona discoideus* est également très répandue ou cosmopolite (AESCHLIMANN, 2003).

Pour ce qui est des espèces européennes, *Larinus sturnus* et *Chrysobothris solieri* sont limitées seulement en Europe. Seule *Acmaeodera bipunctata* est considérée comme espèce méditerranéo-asiatique ou holo-méditerranéenne (TEZCAN, 1995 ; RASTELLI et CURLETTI, 2007).

1.3.3- Conclusion

Dans le Bélezma, la majorité des insectes xylophages prélevés sur *Cedrus atlantica* est essentiellement composée d'espèces à dominance paléarctiques et atlanto-méditerranéennes. Ce spectre biogéographique coïncide avec celui de l'entomofaune du cèdre au Maroc (BENHALIMA, 2004) et en France (MOUNA et *al.*, 1985).

2- Structure et distribution spatiale du peuplement des principaux xylophages

2.1- Variation de l'abondance relative des espèces xylophages en fonction des méthodes d'échantillonnage et des stations

Durant notre étude 4033 individus de Coléoptères ont été récoltés par deux méthodes de piégeage et ceci pendant 4 mois d'échantillonnage. Parmi ceux-ci, 1306 individus sont des insectes xylophages, dont l'effectif le plus élevé est représenté par les Scolytidae avec 85%. Les Curculionidae (Entiminae : *Sitona* et *Brachyderes* et Lixinae : *Larinus*) ne forment que 0,5 %, du total ; les Buprestidae sont assez présents avec 14,24 %, tandis que les Cerambycidae sont les moins représentés avec 0,23 % seulement (fig. 19).

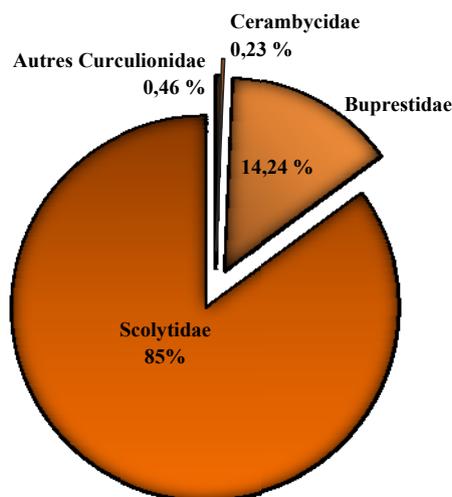


Figure 19. Abondance quantitative des insectes xylophages du cèdre de l'Atlas répartis en familles.

Sur le plan quantitatif, il y a lieu de noter une nette différence entre les deux méthodes d'échantillonnage. Cette différence réside essentiellement dans l'abondance relative la plus élevée des Scolytidae, avec en somme 915 individus émergés des arbres-piège soit 96,52 % et 196 individus capturés par pièges-vitre soit 54,75 (fig. 20 et tab. 17). En revanche, les Buprestidae sont les plus capturés par pièges-vitre, avec une abondance relative de 43,30 %, alors par arbres-piège ils totalisent seulement 3,27 % des émergents. Les autres Curculionidae et les Cerambycidae sont les moins abondants, et signalons leur absence totale dans les éclosoirs (fig.20 et tab. 17).

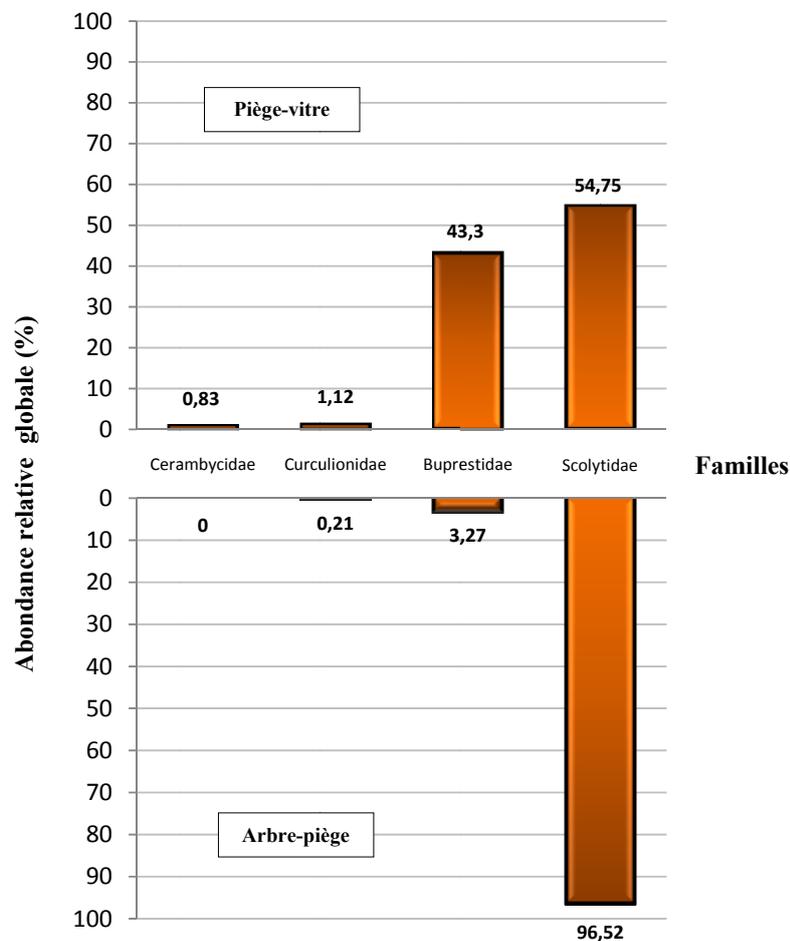


Figure 20. Comparaison des abondances relatives globales (%) des quatre principales familles de xylophages selon les méthodes d'échantillonnage : Piège-vitre et Arbre-piège.

Tableau 17. Effectif des insectes xylophages obtenus par les deux méthodes d'échantillonnage et leur abondance relative par station.

Méthodes d'échantillonnages	Piège-vitre				Arbre-piège			
	THOUGGAR		BOUMERZOUG		THOUGGAR		BOUMERZOUG	
Stations	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
<i>Orthotomicus erosus</i>	00	00,00	00	00,00	01	01,31	00	00,00
<i>Hylastes ater</i>	152	52,78	31	44,28	00	00,00	08	01,03
<i>Scolytus amygdali</i>	00	00,00	06	08,57	46	26,13	516	66,83
<i>Cryphalus numidicus</i>	00	00,00	01	01,42	53	30,11	172	22,27
<i>Crypturgus cedri</i>	00	00,00	00	00,00	65	36,93	54	06,99
<i>Phloeosinus thujae</i>	00	00,00	04	05,71	00	00,00	00	00,00
<i>Xyleborus dryographus</i>	02	00,70	00	00,00	00	00,00	00	00,00
Scolytidae	154	53,47	42	60,00	165	93,75	750	97,15
<i>Melanophila marmottani</i>	127	44,10	14	20,00	10	05,68	13	01,68
<i>Chrysobothris solieri</i>	00	00,00	01	01,42	00	00,00	00	00,00
<i>Acmaeodera degener</i>	00	00,00	03	04,28	00	00,00	00	00,00
<i>Acmaeodera bipunctata</i>	00	00,00	01	01,42	01	01,31	00	00,00
<i>Anthaxia</i> sp.	02	00,70	04	05,71	00	00,00	07	00,90
<i>Anthaxia umbellatarum</i>	01	00,34	02	02,85	00	00,00	00	00,00
Buprestidae	130	45,13	25	35,71	11	06,25	20	02,59
<i>Sitona discoideus</i>	01	00,34	02	02,85	00	00,00	01	00,12
<i>Brachyderes pubescens</i>	01	00,34	00	00,00	00	00,00	00	00,00
<i>Larinus sturnus</i>	00	00,00	00	00,00	00	00,00	01	00,12
Curculionidae	02	00,70	02	02,85	00	00,00	02	00,25
<i>Trichoferus griseus</i>	02	00,70	00	00,00	00	00,00	00	00,00
<i>Alocerus moesiacus</i>	00	00,00	01	01,42	00	00,00	00	00,00
Cerambycidae	02	00,70	01	01,42	00	00,00	00	00,00
Total	288	100	70	100	176	100	772	100

Du point de vue stationnel, nous notons une abondance relative des Scolytidae qui est deux fois plus importante à Boumerzoug qu'à Thougggar (tab. 17), avec 94% enregistrée à Boumerzoug contre 69 % à Thougggar (tab. 18). Ceci s'explique par la forte présence de *Scolytus amygdali* et *Cryphalus numidicus*.

Tableau 18. Comparaison des abondances relatives globales (%) des quatre principales familles de xylophages selon les stations.

Famille/ S. famille	Station	
	THOUGGAR (%)	BOUMERZOUG (%)
Scolytidae	68,75	94,06
Buprestidae	30,39	5,35
Curculionidae	0,43	0,47
Cerambycidae	0,43	0,12

À Thouggar, l'abondance relative des Buprestidae est beaucoup plus élevée (30,39 %) qu'à Boumerzoug (5,35 %). Cette différence est due principalement à la forte présence de *Melanophila marmottani* (tab. 17).

Dans les deux stations, les Curculionidae et les Cerambycidae sont très faiblement représentés et leur abondance relative est inférieure à 0,43 % (tab.18).

2.2- La richesse spécifique des espèces xylophages

2.2.1- Variation de la richesse spécifique en fonction des stations

Les deux stations hébergent en commun 7 espèces (fig. 21), qui sont majoritairement représentées par les Scolytidae, en l'occurrence *Hylastes ater*, *Scolytus amygdali*, *Cryphalus numidicus*, *Crypturgus cedri* mais aussi les Buprestidés *Melanophila marmottani*, *Anthaxia umbellatarum* et *Sitona discoideus*. De même, chaque station héberge une entomofaune propre (fig. 21).

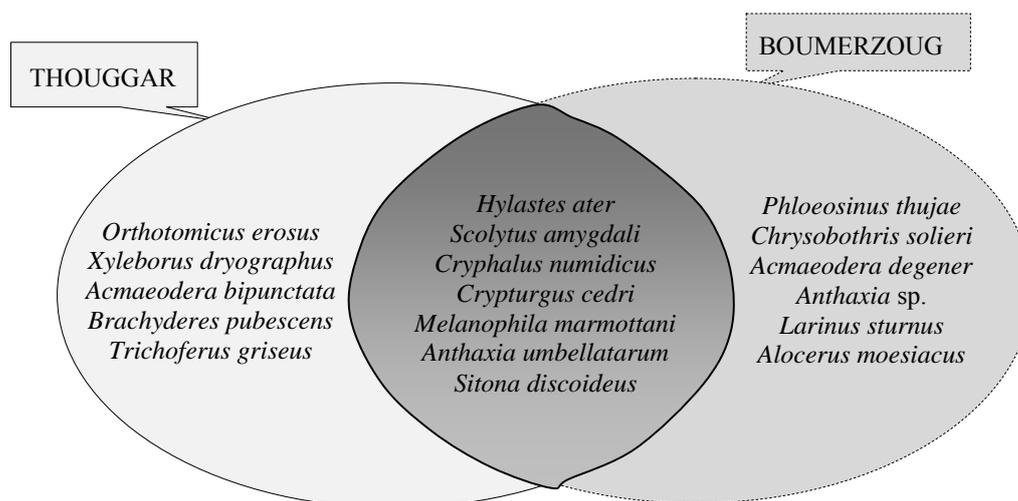


Figure 21. Variation de la richesse spécifique globale des espèces xylophages selon les stations d'étude : Thouggar et Boumerzoug.

En effet, le peuplement du cèdre de Thouggar se distingue par la présence de 3 espèces de Scolytes : *Orthotomicus erosus*, *Xyleborus dryographus*, une espèce de charançon *Brachyderes pubescens*, une espèce Buprestidae (*Acmaeodera bipunctata*) et une espèce Cerambycidae (*Trichoferus griseus*). Ceci représente en fait 28 % du nombre total d'espèces de xylophages rencontrées.

Par ailleurs, à la cédraie de Boumerzoug, 13 espèces sont recueillies, dont 6 lui sont strictement propres, soit 33 % du total. Nous citons *Phloeosinus thujae*, *Chrysobothris solieri*, *Acmaeodera degener*, *Anthaxia* sp., *Larinus sturnus* et *Alocerus moesiacus*.

2.2.2- Variation de la richesse spécifique en fonction des classes de santé des arbres

À partir des résultats représentés dans le tableau (19), il est noté que la richesse spécifique est variable selon 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 les Scolytidae : *Scolytus amygdali*, *Crypturgus cedri*, et *Cryphalus numidicus*, les Buprestidae : *Melanophila marmottani* et *Acmaeodera bipunctata* et les Curculionidae : *Larinus sturnus* (tab. 19). Par contre, cette richesse devient plus faible dans la classe C3, recevant qu'une seule espèce : *Scolytus amygdali*. Effectivement, cette espèce est présente dans toutes les classes de dépérissement sans distinction (C0, C2, C3 et C4).

Sur le bois de la classe C0, nous avons constaté la présence de *Cryphalus numidicus* avec *Scolytus amygdali*, *Hylastes ater*, *Sitona discoideus* et *Anthaxia* sp (tab. 19). *C. numidicus* est également présent sur la classe C4.

Orthotomicus erosus est signalé seulement dans la classe C2 caractérisé par un bois en début de dégradation, accompagné de *S. amygdali* et *M. marmottani*. Cette dernière est également signalée dans la classe C4.

Tableau 19. Variation de la richesse spécifique des xylophages selon les classes de déperissement (+ : espèce recensée sur rondins déperissants, * : espèce recensée sur rondins sains).

Espèces	Classes de déperissement			
	C0	C2	C3	C4
	Nombre de rondins examinés			
	4	4	3	27
<i>Orthotomicus erosus</i>		+		
<i>Hylastes ater</i> *	+			
<i>Scolytus amygdali</i> *	+	+	+	+
<i>Cryphalus numidicus</i> *	+			+
<i>Crypturgus cedri</i>				+
<i>Melanophila marmottani</i>		+		+
<i>Acmaeodera bipunctata</i>				+
<i>Anthaxia sp.</i> *	+			
<i>Sitona discoideus</i> *	+			
<i>Larinus sturnus</i>				+
Total	5	3	1	6

2.2.3- Variation de la richesse spécifique en fonction des différents niveaux de l'arbre

Il est constaté que les espèces de xylophages s'installent sur l'arbre entre les différents niveaux allant de la base (collet) jusqu'à la cime (1 m du sommet). Cette répartition verticale est variable aussi selon les différentes classes de déperissement.

En effet à Boumerzoug, *Hylastes ater* semble coloniser les arbres sains non défoliés (classe C0) en s'installant sur tous les niveaux (du collet jusqu'à la cime) et de diamètres différents allant de 20 (tronc) à 4 cm (premières branches) (tab. 20 et 21). Elle n'est pas par contre signalée sur les rameaux.

Tableau 20. Mensuration des différents diamètres des rondins (cm) selon les niveaux de l'arbre et les classes de l'état sanitaire.

Niveau de l'arbre	Classes de déperissement			
	C0	C2	C3	C4
B	19,0	32,0	25,0	33,4 ± 3,7
M	12,0	22,5	23,0	24,4 ± 3,9
C	8,0	12,5	12,0	12,8 ± 2,9
R	3,5	7,0	-	6,9 ± 0,8

Scolytus amygdali attaque aussi bien les arbres sains (C0) que ceux en début d'affaiblissement (C2) ou en dépérissement avancé (C3-4) en s'installant de la base des troncs jusqu'aux rameaux. Mais, sa présence est particulièrement remarquée au niveau du premier tiers inférieur des troncs et avec un degré moindre au niveau de la partie médiane (19 et 33 cm). Au niveau des rameaux, l'insecte émerge du bois ayant des diamètres variant de 3,5 à 7 cm (tab. 20).

Tableau 21. Distribution des principaux xylophages du cèdre de l'Atlas en fonction des stations (TG : THOUGGAR, BZ : BOUMERZOUG), des classes sanitaires et des différents niveaux de l'arbre (B : base, I : partie intermédiaire, C : cime, R : rameaux) ; (+ : présence de l'espèce).

Espèces	Stations	Classes	Différents niveaux			
			B	I	C	R
<i>Orthotomicus erosus</i>	TG	C2			+	
<i>Hylastes ater</i>	BZ	C0	+	+	+	
<i>Scolytus amygdali</i>	TG	C2	+	+	+	+
		C3	+			
		C4	+	+		
	BZ	C0	+	+	+	+
<i>Cryphalus numidicus</i>	TG	C4		+		
	BZ	C0		+		
			C4	+	+	
<i>Crypturgus cedri</i>	TG	C4		+	+	
	BZ	C4	+	+		
<i>Melanophila marmottani</i>	TG	C2	+			
		C4	+	+		
	BZ	C4	+			
<i>Acmaeodera bipunctata</i>	TG	C4	+			
<i>Anthaxia</i> sp	BZ	C0		+		
<i>Sitona discoideus</i>	BZ	C0				+
<i>Larinus sturnus</i>	BZ	C4				+

Cryphalus numidicus évolue plus particulièrement au niveau de la partie médiane des arbres sains (C0), avec *Anthaxia* sp. mais surtout sur les arbres dépéris (C4). Il attaque de préférence les rondins de 12 à 24,4 cm de diamètre mais encore les rameaux.

Les deux Buprestes du cèdre *Acmaeodera bipunctata* et *Melanophila marmottani* colonisent principalement les parties basales des arbres dépéris (C4). Ceci concorde bien avec les

résultats obtenus par les pièges-vitre qui sont placés à 1,5 m du sol où nous avons récoltés une quantité appréciable des individus de ce dernier insecte (tab. 17).

Il est constaté dans les deux sites que *Crypturgus cedri* attaque seulement les arbres dépéris (C4) avec une répartition globalement homogène entre les différents niveaux de l'arbre (base, partie intermédiaire et cime) (tab. 21).

Au niveau de la cime, les 4 espèces de Scolytidae à savoir *Scolytus amygdali*, *Crypturgus cedri*, *Hylastes ater* et *Orthotomicus erosus* infestent les parties de petits calibres (<12,5 cm) de l'arbre. Au niveau des rameaux, la richesse spécifique de ces insectes diminue, en cédant la place aux trois autres espèces *Sitona discoideus*, *Larinus sturnus* et *Scolytus amygdali*. Enfin, les Buprestidae sont totalement absents au niveau des cimes et des rameaux.

Par ailleurs, les résultats obtenus de la décortication de 11 rondins de 1 m de long d'un arbre dépérissant prélevé de Thouggar nous ont permis d'avoir de plus amples informations sur la distribution verticale des espèces xylophages (tab. 22).

Tableau 22. Distribution verticale des espèces xylophages du cèdre de l'Atlas selon les différents niveaux d'un arbre dépéri.

Niveau	Rondins	Diamètre (cm)	Espèces		
			<i>Scolytus amygdali</i>	<i>Melanophila marmottani</i>	<i>Cryphalus numidicus</i>
Base	1	25			+
	2	24			+
Partie intermédiaire	3	23,5			+
	4	23			+
	5	22			+
	6	21	+		+
	7	20,5			+
	8	19			+
	9	15			+
	10	15	+		+
Cime	11	12	+		

De la base jusqu'au sommet, nous avons pu identifier que trois espèces à travers leur système de galerie. Il s'agit de *Scolytus amygdali*, *Melanophila marmottani* et *Cryphalus numidicus*.

En effet, *Scolytus amygdali* est présent à partir de 6 m de la base de l'arbre et au niveau des parties sommitales, de 12 à 15 cm de diamètre. Par contre, *Melanophila marmottani* est constaté sur toute la longueur de l'arbre jusqu'à 11 m du sol, sauf au niveau de la cime (tab.22).

Enfin, *Cryphalus numidicus* sa forte présence se manifeste au niveau intermédiaire de l'arbre soit à partir du 4^{ème} mètre du sol sur les rondins de 15 à 23 cm de diamètre (tab.22).

A partir de ces résultats, nous avons pu illustrer par un schéma global la distribution verticale des xylophages au niveau d'un cèdre de l'Atlas dépéri (fig. 22 et 23).

2.3- Discussion

A titre comparatif, il ressort des deux méthodes d'échantillonnage adoptées qu'elles sont complémentaires. Toutefois, les pièges-vitre permettent d'avoir un échantillonnage plus quantitatif que qualitatif, du fait que la totalité des espèces étrangères à l'entomofaune du cèdre sont capturées seulement par cette technique. Par contre, les arbres-piège permettent un échantillonnage plus qualitatif des espèces xylophages inféodées au cèdres, et bien évidemment celles infligées à son dépérissement.

L'analyse de nos résultats, révèle que les espèces trouvées communément dans les deux peuplements sont considérées comme étant les plus redoutables, essentiellement : *Scolytus amygdali*, *Cryphalus numidicus*, et *Melanophila marmottani*. Ceci montre que l'état sanitaire actuel dégradé des deux cédraies a exposé les arbres à l'installation de ce cortège de xylophages secondaires qui entraîne souvent leur mort.

À Boumerzoug, l'abondance relative de ces espèces est plus élevée qu'à Thouggar, ceci s'explique surtout par la forte présence des Scolytidae, en particulier : *Scolytus amygdali* et *Cryphalus numidicus*. En plus de *Melanophila marmottani*, ces deux espèces se trouvent indifférentes à la nature de la plante-hôte, ravageant aussi bien les arbres fraîchement abattus que les arbres dépérissants. Effectivement, ALFORD (2007) et BENAZOUN (2004) ont signalé la présence de *Scolytus amygdali* seulement sur les arbres affaiblis, y compris le bois fraîchement coupé. En ce qui concerne *Cryphalus numidicus*, il est rencontré sur les arbres en pleine sève (MOUNA et GRAF, 1994), et même sur le cèdre plus de deux ans après son abattage (BENHALIMA et al., 1999) ce qui confirme nos résultats.

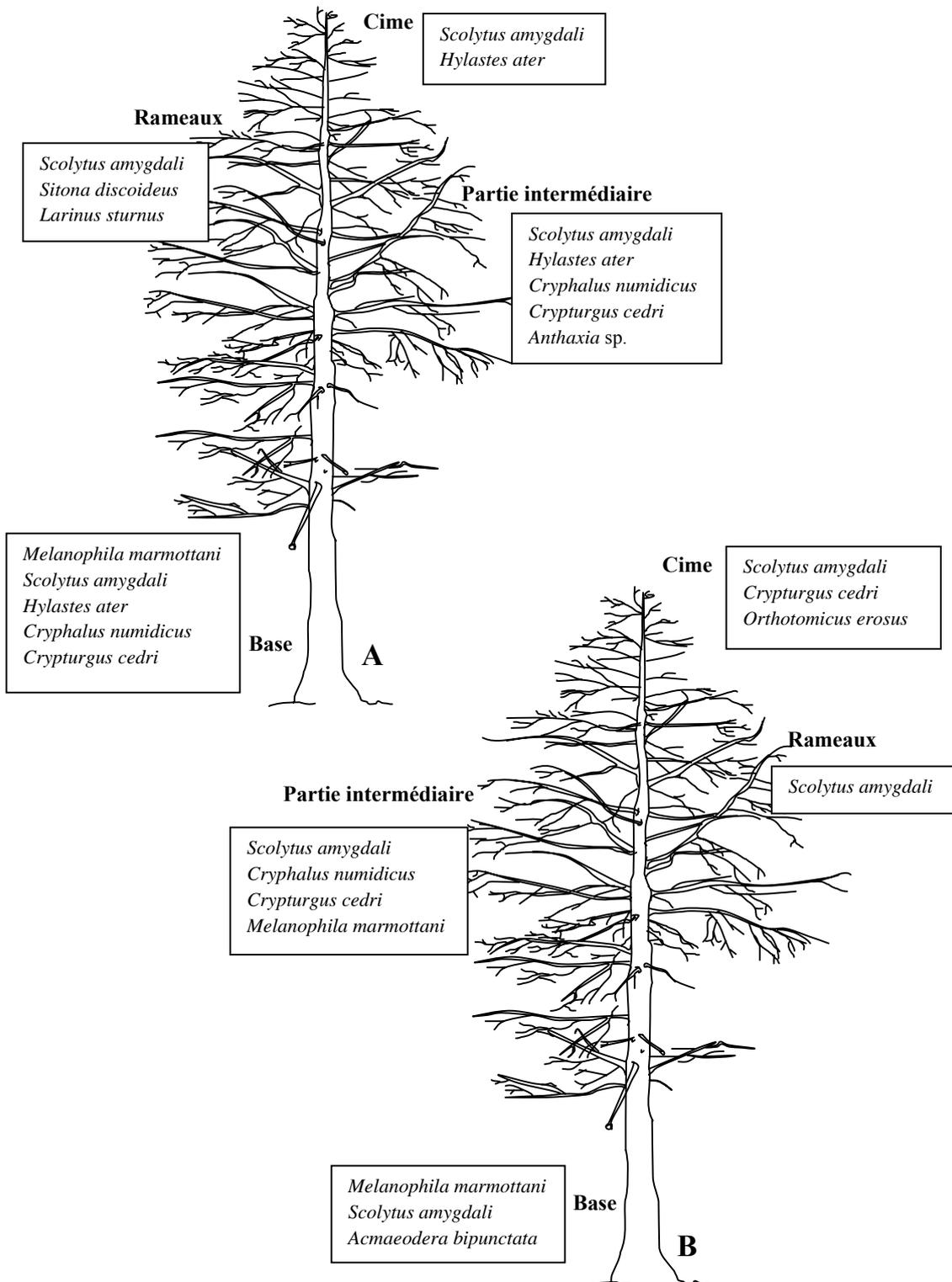


Figure 22. Variation de la richesse spécifique des espèces xylophages selon les stations d'étude. **A** : Boumerzoug, **B** : Thouggar.

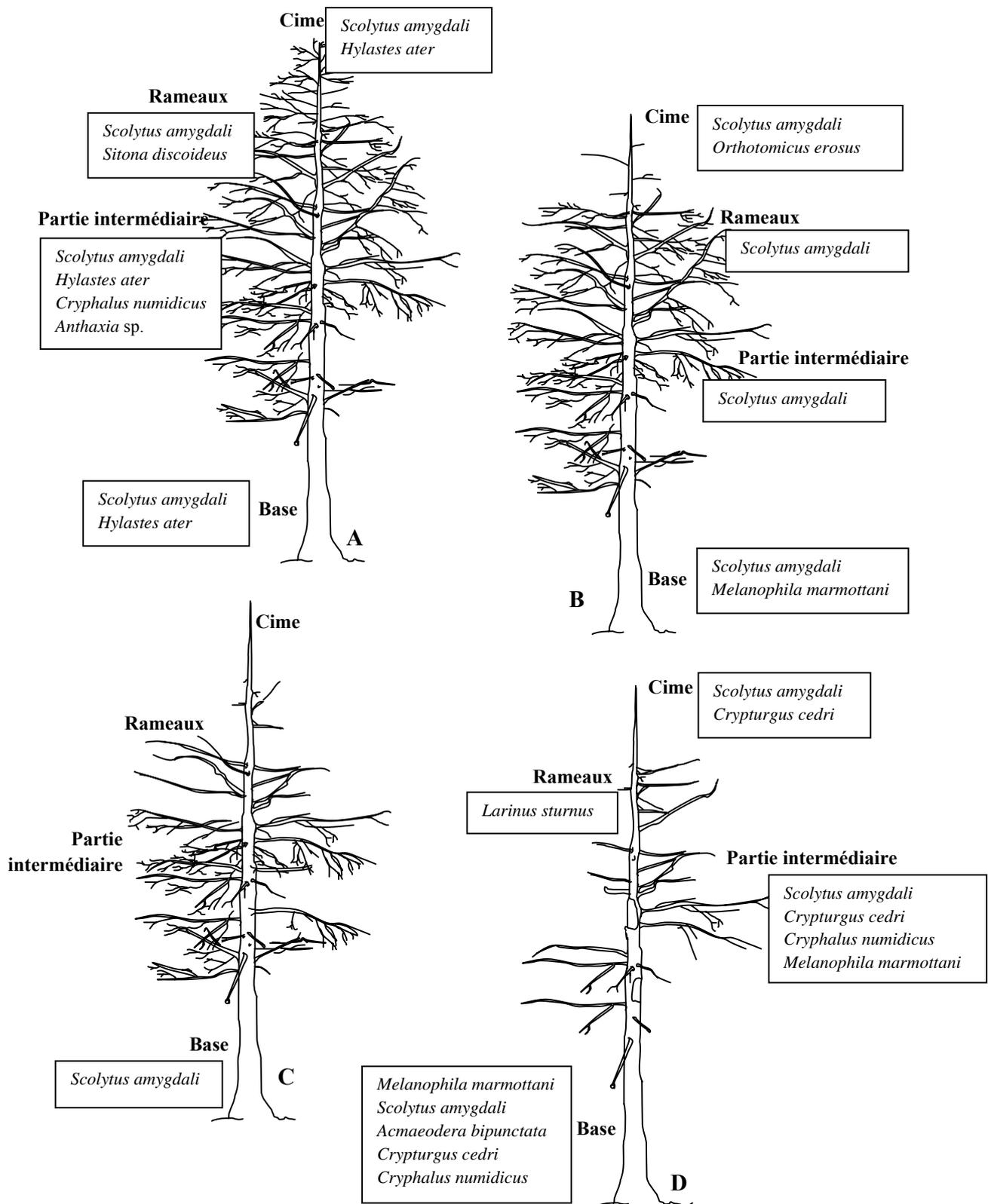


Figure 23. Variation de la richesse spécifique des xylophages selon les classes de dépérissement. **A** : arbre de la classe C0, **B** : arbre de la C2, **C** : arbre de la C3, **D** : arbre de la C4.

De même, DE PEYERIMHOFF (1919) et MOUNA et GRAF (1994) ont montré que *Melanophila marmottani* peut se développer à la fois sur les arbres sains que dépéris. Ses attaques peuvent se succéder même pendant 24 mois après l'abattage des arbres en sève (BENHALIMA, 2004). En Algérie, KHEMICI (2001) a signalé également sa forte présence sur les arbres présentant des signes de dépérissement.

Nous pouvons admettre donc que les trois espèces : *Melanophila marmottani*, *Cryphalus numidicus* et *Scolytus amygdali* sont particulièrement présentes dans le bois sous toutes les formes de dépérissement, ce qui montre qu'elles sont moins exigeantes et indifférentes vis-à-vis de la qualité du bois mais préférant se développer aux dépens des arbres dépérissants. La forte présence de ces espèces peut être expliquée par l'état détérioré de nos cédraies, qui contient un nombre élevé d'arbres privilégiés, constituant par conséquent un biotope très hostile à leur multiplication. En effet, la cédraie de Boumerzoug se présente comme une forêt morte avec un taux de mortalité évalué à plus de 90 %. De même, la cédraie de Thouggar se trouve dans des conditions déplorablement similaires, avec un taux de mortalité de ses sujets avoisinant les 83 % (PNB, 2007). L'état dépérissant de ces deux cédraies expliquent bien la richesse spécifique des xylophages ainsi recensés.

En outre, *Crypturgus cedri* et *Acmaeodera bipunctata* sont rencontrés que sur les arbres dépéris, alors qu'il est rapporté par DE PEYERIMHOFF (1933) que cette dernière espèce est un lignivore du bois sain ou récemment mort. De même, MOUNA et GRAF (1994), signalent la présence de *Crypturgus cedri* sur les arbres en sève.

Par contre, certaines espèces sont rencontrées seulement sur les arbres sains fraîchement abattus, telles que *Hylastes ater*, *Anthaxia* sp. et *Sitona discoideus*. Ceci nous permet de dire qu'elles sont exigeantes en qualité du bois, c'est-à-dire qu'elles réclament probablement le bois aux teneurs plus élevées en eau et en composés glucidiques de la sève élaborée. Bien évidemment, *Hylastes ater* vit aux dépens des souches fraîchement coupées (CIESLA, 1988 in ZHOU et al., 2004 ; KIMOTO et al., 2006), mais peut aussi fréquenter des arbres souffreteux (ZONDAG, 1968), et utilise une large gamme de bois morts (DAHLBERG et STOKLAND, 2004 in DODELIN, 2006b).

De sa part, *Orthotomicus erosus* est signalé seulement dans le bois en début de dégradation (C2). Il est probablement assez exigeant vis-à-vis de la qualité nutritionnelle élevée du bois. Mais, d'après BRIN (2008), cet insecte vit dans les couches du bois mort et dégradé. Au

Maroc, il est généralement considéré comme un ravageur très secondaire; mais pouvant néanmoins devenir menaçant quand il s'agit de peuplements en déséquilibre (GRAF et MZIBRI, 1994 ; WOOD et BRIGHT, 1992 in HAACK, 2004). En cas de fortes pullulations, il peut se comporter comme un ravageur primaire s'attaquant aux arbres encore en sève (GRAF et MZIBRI, 1994).

Suite à la distribution verticale des insectes xylophages le long de l'arbre, nous avons pu montrer que leur richesse spécifique est variable selon les différents niveaux de l'arbre, colonisant ainsi de gros, moyen et même de petits calibres. Cette différence est nettement remarquée entre les Scolytidae mais aussi les Buprestidae.

Crypturgus cedri, *Hylastes ater* et *Scolytus amygdali* sont signalés aussi bien au collet de l'arbre que sur les parties sommitales. Ce dernier est même signalé sur les branches, ce qui a été également rapporté par BENAZOUN (2004). D'après KIMOTO et *al.*, (2006), *Hylastes ater* infeste principalement l'écorce interne des racines des souches fraîchement coupées et la base des arbres morts ou mourants ou des grumes en contact avec le sol. Les autres Scolytes: comme *Cryphalus numidicus* et *Orthotomicus erosus* s'installent essentiellement sur des calibres moyens des parties sommitales, soit entre 12 et 24 cm environ. En effet, BENHALIMA et *al.* (1999), ont remarqué *Cryphalus numidicus* sur les arbres jeunes ou les parties sommitales des arbres, où ses galeries sont abondamment perforées dans les rondins de petits calibres. Précisant ainsi que ses attaques débutent au niveau de la couronne puis progressent vers le bas de l'arbre.

Les Buprestidae *Melanophila marmottani* et *Acmaeodera bipunctata* sont signalés essentiellement sur de gros bois (plus de 30 cm), situant surtout au niveau des pieds des arbres. Tandis qu'*Anthaxia* sp. préfère des parties moyennes du tronc, de 12 cm de diamètre. DE PEYERIMHOFF (1919), précise que *Melanophila marmottani*, n'a pas de préférence vis-à-vis des proportions du bois, car elle attaque les branches et les tiges de n'importe quelles dimensions (DE PEYERIMHOFF, 1919).

2.4- Conclusion

Globalement, il ressort de ces observations que les attaques des différentes espèces de xylophages se diffèrent suivant les niveaux de l'arbre et les classes sanitaires ainsi que la teneur en eau, nutriments et réserves énergétiques du bois. Mais il apparaît que les Buprestidae colonisent essentiellement les parties les plus basses : *Melanophila marmottani*, *Acmaeodera bipunctata* et *Anthaxia* sp., alors que les Scolytidae sont fréquemment concentrés aux niveaux les

plus hauts de l'arbre, mais parfois sont trouvés même aux niveaux du collet, tels que : *Crypturgus cedri*, *Hylastes ater* et *Scolytus amygdali*.

3- Caractéristiques des systèmes de galeries des principales espèces de xylophages

Le développement des Coléoptères xylophages se déroule principalement dans des couloirs (galeries) creusés par les adultes et même par leurs larves. Ces galeries sont, soit forées dans l'écorce (galeries corticales), soit plus profondément, au niveau de l'aubier (galeries sous-corticales), soit encore dans la profondeur du bois (galeries pénétrantes) (BALACHOWSKY, 1963).

Les systèmes de galeries sont variables dans leur ensemble, mais restent par contre assez constants et caractéristiques d'une espèce bien déterminée. Ainsi, la description de chaque type de galerie permet dans bien des cas d'identifier une espèce xylophage rien que par l'examen de ses galeries fraîches ou anciennes. C'est pour cette raison, qu'il nous paraît important de caractériser pour chaque espèce recensée son type de galeries correspondant.

3.1- Description des systèmes de galeries

3.1.1- Résultats

Scolytus amygdali GUERIN, 1847

La femelle de *Scolytus amygdali* creuse une galerie sous-corticale de type longitudinale simple parallèle à l'axe de l'arbre ou légèrement oblique (fig. 24-4), d'où partent les différentes galeries larvaires. La galerie maternelle est de longueurs variables d'un individu à l'autre (tab. 23). 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 $8,9 \pm 3,1$ 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.

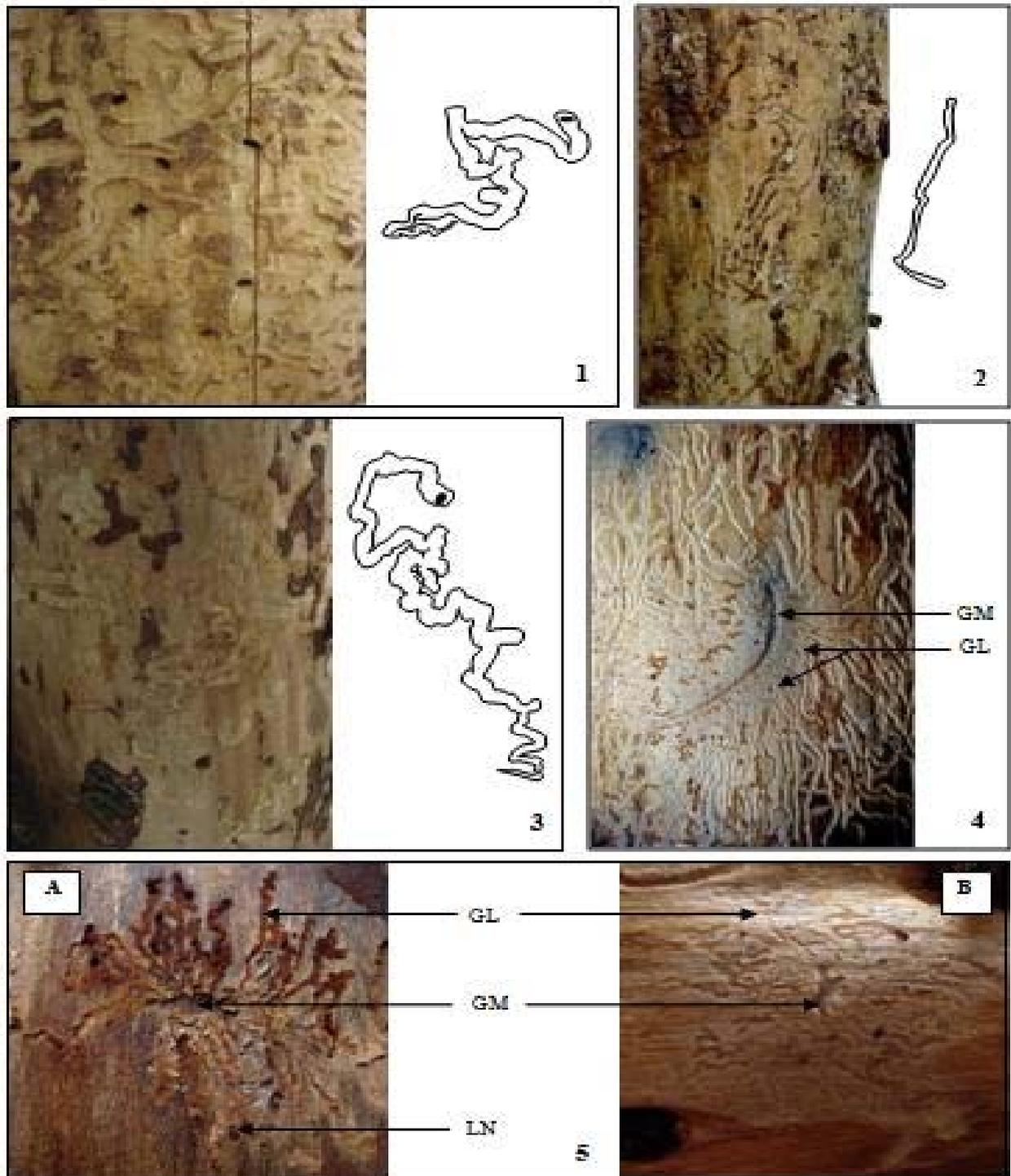


Figure 24. Systèmes de galerie des principales espèces xylophages (photos originales) : **1)** *Anthaxia* sp. **2)** *Hylastes ater*, **3)** *Melanophila marmottani*, **4)** *Scolytus amygdali*, **5)** *Cryphalus numidicus* (**A** : galeries creusées dans l'écorce, **B** : galeries creusées dans le bois), **GM** : galerie maternelle, **GL** : galeries larvaires.

Cryphalus numidicus EICHHOFF, 1878

Cryphalus numidicus se caractérise par un système de galeries cortical, produit très légèrement dans l'aubier (fig. 24-5). La femelle creuse perpendiculairement à l'axe de l'arbre un couloir maternel de forme arquée d'environ $1,1 \pm 0,2$ cm de long (tab. 23), qu'il s'élargisse plus ou moins vers l'extrémité d'où partent les galeries larvaires. Ces dernières, peu nombreuses de 7 à 10 par système, évoluent en prenant la forme d'une étoile. Leur longueur varie entre 1 et 3 cm (tab. 23).

Hylastes ater (PAYKULL, 1800)

Le système de galerie d'*Hylastes ater* est longitudinale simple parallèle à l'axe de l'arbre. Il consiste en un couloir sous-cortical uniramé de $10,8 \pm 2,0$ de long sur 1,5 de large (fig. 24-2 et tab. 23).

Melanophila marmottani (FAIRMAIRE, 1868)

Melanophila marmottani se caractérise par un type de galeries pénétrantes, effectuant sa loge nymphale presque toujours dans le tissu ligneux (fig. 24-3). Elle pratique de larges galeries sinueuses uniramées d'environ $6,3 \pm 0,6$ mm de large et de différentes longueurs, en moyenne $34 \pm 9,3$ cm de long (tab. 23). Les galeries marquent très légèrement le bois comparativement à l'écorce et s'entrecroisent en cas d'intense attaque. Les trous de nymphose sont ovales et assez profonds dans le bois.

***Anthaxia* sp.**

Les galeries de cette espèce se ressemblent à celle de *M. marmottani* (fig. 24-1). Mais, elles sont moins longues, en moyenne $11 \pm 2,1$ cm, et ses larves impressionnent plus fortement le bois (tab. 23). Elles creusent également leur loge nymphale dans le tissu ligneux.

Tableau 23. Caractéristiques des systèmes de galeries des principaux xylophages rencontrés sur *Cedrus atlantica* (les mensurations sont effectuées sur 20 galeries de chaque espèce), (GM : galerie maternelle, GL : galerie larvaire, L. : longueur (en cm), Lr. : largeur (en mm), Pr. : profondeur (en mm), Nbr.En. : nombre d'encoches, S : surface moyenne d'une galerie, * : insecte pratiquant un seul couloir de ponte).

Espèce	Taille (mm)	GM (\pm ety)				GL (\pm ety)			S (cm ²)
		L.(cm)	Lr.(mm)	Pr.(mm)	Nbr.En.	L.(cm)	Lr.(mm)	Pr.(mm)	
<i>Scolytus amygdali</i>	(2,6- 3,2)	4,59 \pm 0,9	1,2 \pm 0	0,5 \pm 0	64,4 \pm 20,2	8,9 \pm 3,1	0,5 \pm 0	0,5 \pm 0	30,5 \pm 9,3
<i>Cryphalus numidicus</i>	(1,5 – 1,7)	1,1 \pm 0,2	1 \pm 0	0,5 \pm 0	8,3 \pm 1,2	2 \pm 0,5	0,5 \pm 0	0 \pm 0	0,7 \pm 0,3
			L.		Lr.		Pr.		
<i>Hylastes ater</i> *	(3,5 – 4,3)		10,8 \pm 2,0		1,5 \pm 0		0,5 \pm 0		1,7 \pm 0,3
<i>Melanophila marmottani</i> *	(8,8 – 10)		34 \pm 9,3		6,3 \pm 0,6		0 \pm 0		19,7 \pm 5,2
<i>Anthaxia sp.</i> *	(5,6 – 8)		11 \pm 2,1		6,3 \pm 0,3		1 \pm 0		7 \pm 1,3

3.1.2- Discussion

Il ressort des résultats de la description des galeries, que chaque espèce concernée se caractérise par un système différents de l'autre, rendant ainsi leur identification possible.

Notre description se concorde avec celle de NIERHAUS-WUNDERWALD (1999) et BENHALIMA (2004), qui ont bien décrit les galeries de *Cryphalus numidicus*. De sa part, DE PEYERIMHOFF (1919) a décrit la galerie de *Melanophila marmottani*, spécifiant qu'elle peut aussi se nymphoser, en plus du tissu ligneux, dans l'écorce elle-même, lorsqu'elle est très épaisse. De même KIMOTO et al. (2006), ont fourni de plus amples informations sur le système de galerie d'*Hylastes ater*. Leurs résultats confirment les notre, précisant ainsi qu'au début, les galeries larvaires s'étendent perpendiculairement à la galerie de ponte, mais par la suite, elles se dirigent aléatoirement dans toutes les directions et finissent par effacer les premières galeries larvaires et celles forées par les parents. Durant la période de maturation du couvain, des groupes d'environ 40 adultes d'*Hylastes ater* (mais parfois jusqu'à 120) peuvent se rassembler dans de larges galeries communautaires irrégulières sous l'écorce (KIMOTO et al., 2006).

Pour mieux caractériser chaque type de galeries, plusieurs mensurations ont été effectuées. Il s'avère que *Scolytus amygdali* creuse le plus grand système de galerie, avec le plus grand nombre d'encoches, suivit par *Melanophila marmottani*, *Anthaxia sp.*, *Hylastes ater* et enfin *Cryphalus numidicus*. Du point de vue économique, il s'avère que *C. numidicus* commet les dégâts les moins importants, en raison de la surface très étroite de sa galerie. En fait, cette espèce

provoque pourtant les dégâts les plus graves, compte tenu de l'étendue de la surface attaquée en cas de forte pullulation (BENHALIMA, 2004).

Les trous de pénétration et de sortie de *C. numidicus* ne sont pas visibles sur le tronc par rapport à ceux de *S. amygdali* qui indiquent son éventuelle présence sur l'arbre. Durant notre étude, nous avons noté la forte présence de cette dernière espèce, avec le plus grand nombre de galeries par rondin récemment coupé.

Les autres espèces xylophages émergées du bois, dont nous n'avons pas pu décrire leurs galeries, elles sont décrites bibliographiquement, mais restent de même peu référencées. D'après GRAF et MZIBRI (1994), les galeries d'*Orthotomicus erosus* sont de type étoilé, longitudinales avec 2 ou 3 bras bien marqués dans l'aubier et les galeries larvaires sont très sinueuses et localisées dans le liber. En ce qui concerne *Phloeosinus thujae*, ses galeries se situent dans les branches et rameaux et les trous de sortie sont à l'aisselle des petits rameaux qui peuvent se casser (GRAF et MZIBRI, 1994).

3.1.3- Conclusion

Au terme de ces descriptions, il est proposé un tableau récapitulatif qui permet au praticien sur terrain, après une observation attentive des différents types de galeries, de diagnostiquer et d'identifier les espèces en cause sur place (tab24).

Tableau 24. Récapitulatif des caractéristiques des galeries des principales espèces xylophages du cèdre de l'Atlas (L. : longueur, Lr. : largeur, GM : galerie maternelle, GL : galerie larvaire).

Espèce et taille (mm)	Caractéristiques de la galerie		
	Type	Forme	L. (cm) X Lr. (mm)
<i>Scolytus amygdali</i> (2,6- 3,2)	Sous-corticale	Galerie longitudinale simple parallèle à l'axe de l'arbre ou légèrement oblique. Galeries larvaires perpendiculaire à la galerie maternelle.	GM : (4,59 ± 0,9) X (1,2 ± 0) GL : (8,9 ± 3,1) X (0,5 ± 0)
<i>Cryphalus numidicus</i> (1,5 – 1,7)	Corticale	Galerie étoilée.	GM : (1,1 ± 0,2) X (1 ± 0) GL : (2 ± 0,5) X (0,5 ± 0)
<i>Hylastes ater</i> (3,5 – 4,3)	Sous-corticale	Galerie longitudinale simple parallèle à l'axe.	(10,8 ± 2,0) X (1,5 ± 0)
<i>Melanophila marmottani</i> (8,8 – 10)	Pénétrante	Galerie sinueuse uniramée, marquant très légèrement le bois.	(34 ± 9,3) X (6,3 ± 0,6)
<i>Anthaxia</i> sp. (5,6 – 8)	Pénétrante	Galerie sinueuse uniramée, marquant plus fortement le bois.	(11 ± 2,1) X (6,3 ± 0,3)

4- Caractéristiques et importance des attaques des principaux xylophages de cèdre de l'Atlas

4.1- Résultats

Parmi les 39 rondins mis en éclosion, nous avons pu décortiquer et examiner que 26 rondins, provenant des deux stations et toutes les classes de dépérissement. La grande majorité des rondins appartient à la classe C4 (tab. 25).

Tableau 25. État des rondins décortiqués selon les stations et les classes de dépérissement.

Nbr.	État des rondins	Station	Classes de dépérissement			
			C0	C2	C3	C4
26	Attaqués	THOUGGAR	0	1	1	9
		BOUMERZOUG	4	0	0	11
0	Sains	THOUGGAR	0	0	0	0
		BOUMERZOUG	0	0	0	0

La totalité des rondins décortiqués s'est trouvée perforé par une ou plusieurs espèces xylophages, avec des intensités d'attaque très variables. Pour estimer l'importance de ces dégâts, plusieurs paramètres ont été calculés : la fréquence d'attaque, la densité globale d'attaque par rondin (D) (ou le nombre moyen de galeries par rondin) et la Surface d'attaque de la même espèce par rondin (S) (ou la proportion de la surface occupés par l'espèce concernée par rapport à la surface du rondin).

4.1.1- Fréquence et densité globale des attaques

La description des galeries des 5 espèces de xylophages nous a permis d'étudier les différentes caractéristiques liées à leur infestation. Il est à signaler que trois de ces espèces sont à l'origine de la majorité des dégâts infligés au cèdre (tab. 26) ; il s'agit de *Scolytus amygdali*, *Melanophila marmottani* et *Anthaxia* sp. Les fréquences d'attaque entre ces trois espèces sont sensiblement différentes.

Le plus grand nombre de rondins décortiqués sont attaqués par *Scolytus amygdali*, soit une fréquence de 46% et une densité globale moyenne de 10 ± 8 galeries par rondin. Dans la même marge d'attaque, *Melanophila marmottani* et *Anthaxia* sp. ont ravagé respectivement 42 % et 38 % des rondins. La densité d'attaque globale la plus élevée est observée chez *Anthaxia* sp. avec 22 ± 19 galeries par rondin. En revanche, *Cryphalus numidicus* et *Hylastes ater* ont attaqués moins de rondins, soit respectivement 7 et 3 rondins.

Tableau 26. Evaluation de l'importance des dégâts causés par les principales espèces xylophages. **S** : surface d'attaque de la même espèce par rondin (**S.max** : surface maximale d'attaque, correspond au plus grand nombre de galeries par rondin ; **S.min** : surface minimale d'attaque, correspond au nombre de galeries le plus bas par rondin).

Espèce	S (cm ²)				Nombre de rondins attaqués	Densité d'attaque globale (D)	fréquence globale d'attaques (%)
	S.max	%	S.min	%			
<i>Scolytus amygdali</i>	890	31,62	110	21,67	12	10 ± 8	46,15
<i>Cryphalus numidicus</i>	11	0,89	6	0,18	7	12 ± 3	26,92
<i>Hylastes ater</i>	18	0,95	6	0,51	3	8 ± 4	11,53
<i>Melanophila marmottani</i>	325	14,85	84	3,38	11	11 ± 6	42,30
<i>Anthaxia</i> sp.	459	15,04	15	0,61	10	22 ± 19	38,46

4.1.2- Surface d'attaque des principaux xylophages

Les surfaces d'attaque par rondins de chacune des espèces concernées sont nettement variables. En effet, *Scolytus amygdali* peut creuser en forte attaque jusqu'à 890 cm² de surface ce qui représente un taux de 32% de la surface totale du rondin. Ce taux peut diminuer jusqu'à 22% soit 110 cm², en cas de faible attaque. Comparativement aux autres espèces, *Scolytus amygdali* provoque les dégâts les plus importants vu la surface qu'il colonise même en faible attaque (tab. 26).

Les deux autres Scolytidae, *Cryphalus numidicus* et *Hylastes ater* sont faiblement présents. Même, lors d'une forte attaque, la surface de leurs galeries n'occupent que 3% de la surface creusée, soit respectivement 11 et 18 cm². Alors que *Melanophila marmottani* et *Anthaxia* sp. creusent les plus longues et les plus larges galeries (tab. 23) avec une surface d'attaque assez importante.

4.1.3- Intensité d'infestation

L'estimation de l'intensité d'infestation (tab. 27) selon les différents niveaux de l'arbre et les différentes classes de dépérissement, nous a permis de connaître les parties de l'arbre les plus attaquées et par conséquent les plus préférées par chaque famille d'insectes ou par chaque insecte de même famille.

Tableau 27. Intensité d'infestation (ou nombre de trous par m^2) selon les différents niveaux de l'arbre (**B** : la base, **M** : la partie médiane, **C** : la cime, **R** : les rameaux) et les classes de dépérissement.

	Classe de dépérissement	C0	C2	C3	C4
Buprestidae	B	5 ± 0	3 ± 0	3 ± 0	21 ± 17
	M	4 ± 0	3 ± 0	0 ± 0	23 ± 24
	C	6 ± 0	2 ± 0	2 ± 0	14 ± 13
	R	2 ± 0	0 ± 0	-	2 ± 5
Scolytidae	B	17 ± 0	1 ± 0	0 ± 0	3 ± 5
	M	245 ± 0	27 ± 0	0 ± 0	27 ± 39
	C	134 ± 0	2 ± 0	0 ± 0	28 ± 36
	R	6 ± 0	0 ± 0	-	11 ± 17

D'après ce tableau, nous constatons que les Buprestidae présentent les valeurs maximales enregistrées aux niveaux de la base et de la partie médiane des arbres dépérissants de la classe C4. Ces valeurs sont comprises entre 21 ± 17 et 23 ± 24 trous/ m^2 de bois. Pour ces mêmes niveaux d'arbres, cette intensité diminue notablement pour les autres classes de dépérissement, en variant qu'entre 3 et 5 trous/ m^2 . Il est également observé au niveau des cimes de toutes les classes d'arbres, un nombre limité de trous de forme ovale caractérisant certainement les Buprestidae, oscillant entre 2 et 6 trous/ m^2 .

En revanche, les Scolytidae principalement *Scolytus amygdali* sont intensément présents au niveau des parties sommitales (les parties à proximité de la cime et la cime elle-même). Les valeurs maximales qui indiquent leur forte présence sont observées chez les arbres sains de la classe C0 avec des intensités comprises entre 245 trous/ m^2 pour les parties médianes et 134 trous/ m^2 pour les cimes.

Concernant les branches, il est constaté une faible intensité d'infestation. Mais elle reste sensiblement supérieure pour les Scolytidae par rapport aux Buprestidae.

4.2- Discussion

À la lumière de ces résultats, il ressort que parmi toutes les espèces de xylophages responsables de la majorité des dégâts causés au cèdre de l'Atlas, nous retenons deux redoutables insectes à savoir *Scolytus amygdali* et *Melanophila marmottani*. Les dommages engendrés par ces ravageurs sont considérables par le fait de leur fréquences et densités d'attaque les plus

élevées. En effet, *Scolytus amygdali* est considéré comme un facteur alarmant de mortalité d'arbre, en se comportant comme un « tueur d'arbre » (BENAZOUN, 2004). En fait, les dommages occasionnés par les scolytes des conifères n'ont pas à négliger, puisque la réussite de leur installation sur l'arbre entraîne le plus souvent la mort de celui-ci (LIEUTIER, 1988). Ils sont observés généralement au niveau des parties sommitales et même sur les branches et montrent une préférence pour les arbres sains fraîchement coupés. D'après LIEUTIER et LEVIEUX (1985), les scolytes se trouvent brusquement augmentés sur les arbres déficients, grâce à une abondante nourriture immédiatement disponible et aux réserves énergétiques diminuées de l'arbre. Ceci explique les valeurs d'intensité d'infestation les plus élevées au niveau des arbres après leur abattage.

L'importance des dégâts occasionnés par ces scolytes est égale à d'autres xylophages qui leur partagent la « ressource cèdre », tel que les Buprestidae. D'après BENHALIMA (2004), les Scolytidae s'installent en premier lieu sur le cèdre de l'Atlas au Maroc, suivi des Buprestidae puis viennent les attaques des Cerambycidae. Mais ceci ne s'applique pas sur tous les Buprestidae, dont il est annoncé par DE PEYERIMHOFF (1919-1933) que *Melanophila marmottani* accompagne dans ses attaques sur le cèdre de l'Atlas certains Scolytes qui se développent dans les tissus encore intacts, mais où la sève est arrêtée, tels que : *Phloesinus cedri* BRIS., *Hylurgops bonvouloiri* CHAPP., *Hylastes batnensis* BRIS., *Scolytus numidicus* BRIS. et *Scolytus carpini* RATZ.). Ce bupreste peut causer « de grands ravages » dans les forêts et amène la mort de tout arbre ou toute partie d'arbre malade (DE PEYERIMHOFF, 1919).

D'une autre part, il est constaté que les dommages occasionnés par *Cryphalus numidicus* et *Hylastes ater* sont les moins importants comparativement aux autres espèces. Leur présence est inaperçu devant les dégâts occasionnés par *Melanophila marmottani* et *Anthaxia* sp. Alors qu'ils sont considéré comme des facteurs de mortalité important. D'après KIMOTO et al. (2006), les adultes d'*Hylastes ater* occasionnent des dégâts très considérables, principalement sur *Pinus*. Mais, *Cryphalus numidicus* est de loin l'espèce la plus active sur *Cedrus atlantica* au Maroc. Comparativement à nos résultats, BENHALIMA (2004) a enregistré des valeurs très élevées des fréquences globales d'attaque de ce ravageur, arrivant jusqu'à 52% dans des circonstances analogues. L'effet de ce ravageur sur l'arbre se manifeste en général, par le flétrissement des aiguilles, résultat d'une perturbation dans l'acheminement de la sève, et si les attaques sont massives l'écorce se détache de l'aubier suivi par le dessèchement et le dépérissement général et

progressif de la partie concernée de l'arbre (CHARARAS, 1974 in MOUNA, 1994 ; NIERHAUS-WUNDERWALD, 1999). Les dégâts occasionnés par ce scolyte sont peut être expliqués par sa petite taille. Il est facilement enlevé par les courants aériens et les vents et il peut parcourir ainsi des distances considérables (BALACHOWSKY, 1963).

4.5- Conclusion

La totalité des rondins décortiqués et examinés, était la cible privilégiée des attaques de tout un cortège de xylophages, principalement représentés *Scolytus amygdali*, *Melanophila marmottani* et *Anthaxia* sp. Ces espèces présentent des caractéristiques d'infestation variables. Leurs fréquences et densités d'attaque sont souvent élevées.

En revanche, *Cryphalus numidicus* et *Hylastes ater* se manifestent faiblement avec des fréquences et des densités d'attaque moins importantes. Mais ceci n'empêche pas de dire que *Cryphalus numidicus* est une espèce agressive et un ravageur très redoutable, étant capable d'attaquer des arbres sains et peut causer des ravages en cas de forte pullulation.

A la lumière de ces résultats, on peut dire que la majorité des espèces étudiées se comportent comme des ravageurs secondaires en colonisant préférentiellement les arbres dépérissants traversant des conditions physiologiques difficiles.

CONCLUSION GÉNÉRALE

CONCLUSION GÉNÉRALE

A la lumière de cette étude, nous pouvons dire que la cédraie de la région de Bélezma, et plus particulièrement les peuplements de cèdre de Thouggar et Boumerzoug, hébergent une faune entomologique assez diversifiée tant sur le plan systématique que sur le plan importance économique. En effet, ce travail est une approche, première de sa nature, ayant pour objectif principal la connaissance des insectes xylophages associés au cèdre en dépérissement enregistré depuis assez longtemps dans la région. Les deux techniques de piégeage ainsi employées (pièges-vitre et arbres-pièges) semblent être complémentaires du point de vue qualitatif et quantitatif. Il nécessite d'être complété par d'autres études plus approfondies visant plusieurs de leurs aspects, entre autre, connaître encore mieux le cortège des insectes xylophages selon les différents stades de dégradation sanitaire des arbres, leurs mécanisme d'installation sur les arbres, par la suite étudier leur bio-écologie ainsi que leur nuisibilité.

Les insectes recensés dans cette étude sont dans leur majorité signalés pour la première fois dans la région de Bélezma excepté quelques espèces telles *Melanophila marmottani*, *Acmaeodera degener* et *Coccinella algerica*, qui sont déjà signalés par le Parc National de Bélezma.

Les Scolytidae et les Buprestidae, sont les familles qui regroupent la majorité des espèces de xylophages inventoriées et responsables de la majorité des dégâts observés sur le cèdre. Les Cerambycidae sont les moins représentés numériquement, avec deux espèces *Trichoferus griseus* et *Alocerus moesiacus*, capturées seulement par pièges-vitre.

D'autres familles d'insectes d'importance égale sont également enregistrées, contenant essentiellement des prédateurs, pourchassant principalement les Scolytidae mais rarement les Buprestidae. Parmi ces familles nous retenons les Cleridae, Trogossitidae, Carabidae et Nitidulidae.

Les Scolytidae sont principalement représentés par 5 espèces, à savoir *Scolytus amygdali*, *Hylastes ater*, *Cryphalus numidicus*, *Crypturgus cedri* et *Orthotomicus erosus*. L'abondance relative de ces espèces est deux fois plus importante à Boumerzoug qu'à Thouggar en raison de l'importance du dépérissement noté dans le premier site. Parmi les Buprestidae, nous citons *Melanophila marmottani* et *Anthaxia* sp. récoltées en abondance dans les deux zones d'étude.

La faune xylophage est composée majoritairement par des espèces à dominance paléarctiques et atlanto-méditerranéennes.

La totalité des rondins décortiqués s'est infestés par une ou plusieurs espèces de xylophages, avec des intensités d'attaque très variables. Il est démontré que trois espèces sont à l'origine de la majorité des dégâts infligés au cèdre. Il s'agit de *Scolytus amygdali*, *Melanophila marmottani* et *Anthaxia* sp. Les fréquences d'attaques entre ces trois espèces sont de niveaux sensiblement différents. En effet, *Cryphalus numidicus* et *Hylastes ater* sont faiblement présents avec des fréquences et des densités d'attaque moins importantes. Mais ceci n'empêche pas de dire que *Cryphalus numidicus* est une espèce agressive et un ravageur très redoutable pouvant attaquer des arbres sains et causant des dommages en cas de forte pullulation.

L'étude a révélé encore que la richesse spécifique des espèces xylophages du cèdre est variable entre les différentes classes de dépérissement, et n'augmente pas obligatoirement ou diminue suivant l'état de dégradation des arbres. Toutefois, elle reste remarquablement élevée au niveau des classes de dépérissement les plus avancés (C4). En outre, le bois sain fraîchement abattu reçoit particulièrement une faune qui lui est propre, citant : *Orthotomicus erosus*, *Hylastes ater*, *Sitona discoideus* et *Anthaxia* sp. Le choix de ces espèces est tributaire probablement de la fraîcheur du bois et de sa teneur en éléments nutritionnels.

La répartition verticale des espèces xylophages selon les différents niveaux de l'arbre montre que l'attraction des espèces sur 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. Il est montré que la richesse spécifique diminue considérablement du collet aux rameaux, notant la concentration des Buprestidae au niveau de la base, alors que les Scolytidae sont les plus fréquemment concentrés aux niveaux les plus hauts de l'arbre.

Pour mieux étudier la distribution des espèces xylophages de la base jusqu'au sommet, il serait très utile, dans le future d'utiliser des pièges d'interception multidirectionnelle (piège-vitre) sur le fût de l'arbre et ceci selon les différents niveaux : la base, la partie médiane et la cime. Cette technique permettra de localiser avec exactitude les niveaux de colonisation de chaque insecte.

Cette étude nous a permis aussi de caractériser au mieux les formes des galeries des principales espèces de xylophages, ce qui permet au praticien sur terrain et après une observation attentive des différents types de galeries, de diagnostiquer et d'identifier les espèces en cause sur place, en absence de l'insecte.

Les deux stations étudiées ne sont pas représentatives de tout le massif du Bélezma, il serait souhaitable donc de recenser l'entomofaune du cèdre dans beaucoup d'autres cédraies pour dresser la liste plus ou moins complète des principales espèces xylophages nuisibles du cèdre de l'Atlas vivant dans le Bélezma.

En somme, Il apparait que les dégâts commis dans notre cédraie résultent vraisemblablement de deux facteurs complémentaires essentiels, d'une part l'existence des arbres réceptifs, c'est-à-dire affaiblis sous l'effet d'un stress hydrique du aux séquences de sécheresses successives, aux attaques des chenilles de Processionnaires (Thaumetopoeidae) telles que *Thaumetopoea bonjeani* et *T. pityocampa* et à une gestion sylvicole inadaptée, d'autre part l'existence d'un certain niveau de population de ravageurs, vivant aux dépens des arbres souffreteux.

Pour mettre en œuvre une stratégie de protection de ces écosystèmes contre les attaques parasites, les recherches doivent s'orienter vers diverses approches multidisciplinaires (biologiques, physiologiques, pédologiques, mycologiques,...). De l'autre côté, elle doit être complétée par plusieurs actions d'assainissement, entre autre, l'éloignement des arbres morts de la forêt pour éviter leur contamination ou ramener les niveaux de population des insectes en dessous d'un seuil épidémique. Le reboisement des espaces dégarnis du même type d'arbres et garder l'intervention du forestier permanente sont des mesures encore plus efficaces.

Références bibliographiques

- ABDELHAMID D. et CHAKALI G., 2008** - Diversité entomologique du cèdre de l'Atlas, *Cedrus atlantica* (Manetti, 1844) dans le Parc National de Theniet El Had (Algérie) (Résumé). Congrès International sur la diversité biologique des Invertébrés en milieux Agricoles et Forestiers, INA, El-Harrach Alger, p. 59.
- ABDESSEMED K., 1981** - Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le massif des Aurès et de Bélezma : étude phytosociologique, problème de conservation et d'aménagement. *Thèse doct. Ing.*, Fac. St. Jérôme, Marseille. 199 p.
- ADLBAUER K., 1992** - Zur Faunistik und Taxonomie der Bockkäferfauna der Türkei II (Coleoptera, Cerambycidae). *Entomofauna*, 13 (30): 485-512.
- AESCHLIMANN J-P., 2003** - Lessons from post-release investigations in classical biological control: the case of *Microctonus aethioides* Loan (Hym. Braconidae) introduced into Australia and New Zealand for the biological control of *Sitona discoideus* Gyllenhal (Col., Curculionidae) in: HOKKANEN H.M.T. and LYNCH J.M., (Eds), *Biological control: benefits and risks*. Série 4, Cambridge University Press, 328 p.
- AKŞIT T., ÇAKMAK I. and ÖZSEMERCI F., 2005** - Some New Xylophagous Species on Fig Trees (*Ficus carica* cv. Calymirna L.) in Aydin, Turkey. *Turk J Zool*, 29: 211-215.
- ALFORD D.V., 2007** - *Pests of fruit crops: a color handbook*. Ed. Elsevier, 461 p.
- ANONYME, 2004** - Rapport de mission n°516/DPPF/DGF/04, 9 p.
- ARAHOU M., 2008** - *Catalogue de l'entomofaune du Chêne vert du Moyen Atlas (Maroc)*. Documents de l'Institut Scientifique, Rabat, n°22, 36 p.
- ARNÁIZ L. and BERCEDO P., 2003** - Novedades y cambios taxonómicos en los buprestidos ibéricos y baleares posteriores a la monografía del dr. cobos (1986) (Coleoptera: Buprestidae). *Bol. S.E.A.*, 32: 121-130.
- AUCLAIR A.N.D., EGLINTON P.D. and 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: 175-198.
- AUSSENAC G. et FINKELSTEIN D., 1983** - Influence de la sécheresse sur la croissance et la photosynthèse du cèdre. *Ann. Sci. for.*, 40 (1) : 67-77.
- AUSSENAC G. et VALETTE J.C., 1982** - Comportement hydrique estival de *Cedrus atlantica* Manetti, *Quercus ilex* L. et *Quercus pubescens* Willd. et de divers pins dans le Mont Ventoux. *Ann. Sci. for.*, 39 (1) : 41-62.
- AUSSENAC G., 1984** - Le Cèdre, essai d'interprétation bioclimatique et écophysiological. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 131, *Actual. Bot.*, (2/3/4): 385-398.
- BALACHOWSKY A. S., 1963** - *Entomologie appliquée à l'Agriculture*, Tome 1, Vol. 2, Paris, Masson, 1391 p.
- BALACHOWSKY A. S., 1969** - Les scolytes du Cèdre dans le Nord de l'Afrique. *Ann. Soc. Entomol. Fr. (N.S.)*, 5 (3) : 647-655.

- BALACHOWSKY A. S., 1949** - *Coléoptères Scolytides*. Faune de France, N°50. P. Lechevalier, Paris, 320 p.
- BARŠEVSKIS A. and SAVENKOV N., 2001** - Materials on Latvian Buprestidae (Coleoptera) fauna. *Latvijas Entomologs*, 38: 4-124.
- BECKER M., 1987** - Bilan de santé actuel et rétrospectif du Sapin (*Abies alba* Mill.) dans les Vosges. Etude écologique et dendrochronologiques. *Ann. Sci. for.*, 44 (4) : 379-402.
- BENABID A., 1994** - biogéographie phytosociologie et phytodynamique des cédraies de l'atlas *cedrus atlantica* (manetti). *Ann. Rech. For. Maroc*. T (27) : 61-76.
- BENAZOUN B., 2004** - Répartition des attaques de *Ruguloscolytus amygdali* Guerin (Coleoptera, Scolytidae) sur amandier dans la région de Tafraout. *Actes Inst, Agron.Vet.* (Maroc), 24 (1/2): 35-44.
- BENHALIMA S., VILLEMANT C., LIEUTIER F. et MOUNA M., 1999** - Chronologie des attaques de xylophages (Coleoptera : Scolytidae) ravageurs du cèdre, *Cedrus atlantica* (Pinaceae), dans le Myen Atlas (Maroc). *Ann. Soc. Entomol. Fr.* (N.S.), 35 : 206-212.
- BENHALIMA S., 2004** - *Les insectes xylophages et leur rôle dans le dépérissement du Cèdre de l'Atlas Cedrus atlantica* (Endl.) *Carrière dans le Haut et le Moyen Atlas (Maroc)*. Thèse Doc., Univ. Moh. V- Agdal, Rabat, 107 p.
- BENSACI O. A., 2006** - *La Mycoflore Endophyte du Cèdre de l'Atlas (Cedrus atlantica Man.) dans le Massif de Bélezma (Aurès) : Etude Initiale*. Mémoire Mag., Dép. Agr. Batna. 82 p.
- BENTOUATI A. 1993** - Première approche à l'étude de la croissance et de la productivité du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le massif de Bélezma. *Thèse Mag., In. Agr. Batna*. 63 p.
- BENTOUATI A. et OUDJEHIH B., 1999** - Premières études de la croissance et de la productivité du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le massif de Bélezma (Aurès-Algérie). *Forêt Méditerranéenne*, t. XX, (2) : 115-119.
- BENTOUATI A. et BARITEAU M., 2006** - Réflexion sur le dépérissement du Cèdre de l'Atlas des Aurès (Algérie). *Forêt Méditerranéenne*, t. XXVII, (4) : 317-322.
- BENTOUATI A., 2008** - La situation du Cèdre de l'Atlas dans les Aurès (Algérie). *Forêt Méditerranéenne*, t. XXIX, (2) : 203-208.
- BEN-YEHUDA S., TOLASCH T., FRANCKE W., GRIES R., GRIES G., DUNKELBLUM D. and MENDEL Z., 2002** - Aggregation pheromone of the almond bark beetle *Scolytus amygdali* (Coleoptera: Scolytidae). *IOBC wprs Bulletin*, 25: 1-12.
- BIGOT L., 1978** - Éléments d'étude concernant les communautés d'insectes ripicoles, frondicoles, lapidicoles et coprophiles au Maroc. *Bulletin de l'Institut Scientifique*, 3 : 145-154.
- BOLU H. and LEGALOV A.A., 2008** - On the Curculionioidea (Coleoptera) fauna of Almond (*Amygdalus communis* L.) Orchards in South-eastern and Eastern Anatolia in Turkey. *Baltic J. Coleopterol*, 8 (1): 75 - 86.
- BONNEAU M. et LANDMANN G., 1988** - Le dépérissement des forêts en Europe. *La Recherche*, 205 (19), décembre 1988 1542-1556.

- BOUDY P., 1950** - *Economie forestière Nord Africaine : Monographie et traitements des essences forestières*. Éd. Larose, T 2(II), Paris, 878 p.
- BOUDY P. 1952** - *Guide du forestier en Afrique du Nord*. Éd. La Maison Rustique. 505 p.
- BOUDY P., 1955** - *Economie forestière nord-africaine : Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie*. Éd. Larose, T (4), Paris, 483 p.
- 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 : 55-64.
- BOUGET C. and NOBLECOURT T., 2005** - Short-term development of ambrosia and bark beetle assemblages following a windstorm in French broadleaved temperate forests. *Blackwell Verlag*, 129(6): 300–310.
- BOVEY P., 1971**- L'impact de l'insecte déprédateur sur la forêt : la lutte biologique en forêt. *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, HS (vol.3), 212p.
- BRIGHT D.E. and SKIDMORE R.E., 1997** - *A catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), supplement 1 (1990-1994)*. Éd. NRC-CNRC, Ottawa, Canada, 368 p.
- BRIN A., 2008** - *Le bois mort et les Coléoptères associés dans les plantations de pin maritime (Pinus pinaster, L.): Implications possibles pour la gestion durable des forêts et l'élaboration d'indicateurs de biodiversité*. Thèse Doc., Univ. Bordeaux 1, Sciences Technologies, 183 p.
- BROCKERHOFF E.G., BAIN J., KIMBERLEY M. and KNÍZEK M., 2006** - Interception frequency of exotic bark and ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytinae) and relationship with establishment in New Zealand and worldwide. *Can. J. For. Res.* 36: 289-298.
- BRUSTEL H., BERGER P. et COCQUEMPOT C., 2002** - Catalogue des Vesperidae et des Cerambycidae de la faune de France (Coleoptera). *Ann. Soc. entomol. Fr.* (n.s.), 38 (4): 443-461.
- CAMPOBASSO G., COLONNELLI E., KNUTSON L., TERRAGITTI G. and CRISTOFARO M., 1999** - *Wild Plants and Their Associated Insects in the Palearctic Region, Primarily Europe and the Middle East*. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 249 p.
- CANDAU J-N., 2008** - Impacts du changement climatique sur les insectes ravageurs des forêts méditerranéennes. *Forêt méditerranéenne*, t. XXIX, 2 : 145-154.
- 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): 298-311.
- CASPARY H. J., 1991** - Forest decline and soil acidification as biospheric aspects of the hydrological cycle. *IAHS Publ.*, 204 : 485-494.
- CHARARAS C., JUSTER M. et BALMAIN-OLIGO N., 1968** – Recherches sur le stimulus attractif de *Cedrus libani* BARR. vis-à-vis de *Phloeosinus cedri* SCHEDL. (Coléoptère Scolytidae). *Bull. Soc. Zool.*, 93 (2) : 309-316.
- CHARARAS C., 1982** – Les insectes parasites des forêts. *La Recherche*, N°132 (13) : 440-451.
- CHBOUKI N., 1994** - Une synthèse dendroclimatique du Cèdre de l'Atlas. *Ann. Rech. For. Maroc*. T (27) : 33-59.
- DELATOUR C., 1983** - Les dépérissements de chênes en Europe. *Rev.For.Fr.*, 35(4) : 255-281.

- DÉMOLIN G., FREROT B., CHAMBON J.P. et MARTIN J.C., 1994** - Réflexions biosystématiques sur toutes les processionnaires du genre *Thaumetopoea* Lep. Thaumetopoeidae, considérées comme ravageurs importants des Cèdres *Cedrus libani* Barel et *Cedrus atlantica* Manetti sur le pourtour du bassin méditerranéen. *Ann. Rech. For.*, T (27): 577-591.
- DE PEYERIMHOFF P., 1919** - Notes sur la biologie de quelques coléoptères phytophages du Nord africain, 3ème série, *Ann. Soc. entomol. Fr.*, **88** :169-258.
- DE PEYERIMHOFF P., 1933** - Les Coléoptères attachés aux Conifères dans le Nord de l'Afrique. *Ann. Soc. Entomol. Fr.*, 102 : 359-412.
- DERRIDJ A., 1994** – Exploration de la variabilité intraspécifique de *Cedrus atlantica* Manetti en Algérie par l'étude des cones. *Ann. Rech. For.*, T (27): 435-450.
- DODELIN B., 2006a** - Ecologie des coléoptères saproxyliques dans les forêts de l'étage montagnard des Alpes du nord françaises. *Ann. Soc. Entomol. Fr.* 42 (2): 231-243.
- DODELIN B., 2006b** - *Ecologie et biocénoses des Coléoptères saproxyliques dans quatre forêts du nord des Alpes françaises*. Thèse Doc., Univ. Savoie, France. 159 p.
- 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.
- DUBÉ F., 2007** - *Étude sur la dynamique de succession et de régénération du cèdre de l'Atlas (Cedrus atlantica (Endl.) Carrière) et du chêne vert (Quercus rotundifolia Lam.) 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 écophysiologicals de sa réaction a la sécheresse. *Ann. Rch. For. Maroc*. T (27) : 139-153.
- DUFF A.G., 2008** - *Checklist of Beetles of the British Isles*. Ed. A.G. Duff in Wells, Somerset, United Kingdom, 164 p.
- EL YOUSFI M., 1994** - La santé du Cèdre de l'Atlas au Maroc. *Ann. Rech. For.*, T (27): 593-611.
- EZZAHIRI M., BELGHAZI B. et BAHMAD M., 1994** - Bilan de la régénération naturelle de la cédraie dans les parcelles clôturées du Moyen Atlas, Maroc. *Ann. Rech. For.*, T(27) : 259-268.
- FABRE J-P., 1886** – *Souvenirs entomologiques, étude sur l'instinct et les moeurs des insectes*,.Livre III, Éd. Ebooks libres et gratuits, France, 364 p.
- FABRE J-P., 1988** - Possibilités d'infestation par les pucerons : *Cedrobium laportei* Remaudière, *Cinara cedri* Mimeur (Homoptera, Lachnidae), chez le genre *Cedrus*. *Ann. Sci. For.*, 45(2) : 125-140.
- FABRE J-P., 1994** – Etat actuel des connaissances sur les ravageurs originales de l'aire naturelle des Cèdres parvenus en France, colonisation par les insectes d'un nouvel écosystème forestier. *Ann. Rech. For.*, T (27): 539-551.
- FABRE J-P., ALPTEKIN C.U. et CHALON A., 1994** - Importance des attaques des graines de Cèdre du Liban, *Cedrus libani*, en Turquie par *Megastigmus schimitscheki* (Hym, Torymidae) et risques d'extension de cet insecte au Cèdre de l'Atlas, *Cedrus atlantica*. *Ann. Rech. For.*, T (27): 565-575.

- FABRE J-P., AVCI M. et CHALON A., 2001** - La Tordeuse, *Dichelia cedricola* Diakonoff, un ravageur d'Asie Mineure potentiellement important pour le Cèdre en France. *Rev. For. Fr.* LIII – 2 : 131-138.
- FINKELSTEIN D., 1981** - Influence des conditions d'alimentation hydrique sur le débourrement et la croissance de jeunes plants de Cèdres (*Cedrus atlantica* Manetti) cultivés en serre. *Ann. Sci. For.*, 38 (4) : 513-530.
- FRAVAL A. et HADDAN M., 1989** - *Phoracantha*. Actes Éditions (Rabat), coll. Documents scientifiques et techniques, 38 p.
- GACHI M., 1994** – Note sur la présence en Algérie de la processionnaire du Cèdre : *Thaumetopoea bonjeani* Powell (Lepidoptera; Thaumetopoeidae). *Ann. Rech. For.*, T (27): 527-537.
- GACHI M., HAMANI M., ZAMOUM M. et ZANNDUCHE O., 2005** – Rapport de mission effectuée à Batna du 17 au 21 juillet. INRF, 29 p.
- GARREC J.P., KERFOURN C. and LAITA E., 1989** - Étude des surfaces foliaires des arbres dépérissants. *Ann. Sci. For.*, 46 : 547-552.
- GARRIGUE J., MAGDALOU J. A. et HURSON C., 2008** - Les effets de la canicule et de la sécheresse sur la forêt de la Massane (Pyrénées Orientales). *Forêt Méditerranéenne*, t. XXIX, (2) : 183-188.
- GHAHARI H., BELLAMY C. L., SAKENIN H. and PETERSON R. 2008.** A contribution to new records of Iranian Buprestidae (Coleoptera). *Mun. Ent. Zool.* Vol. 3(2): 636-642.
- GRAF P. et MZIBRI M., 1994** – Les ravageurs sous-corticaux et xylophages : les Scolytes des pins in : EL HASSANI A., GRAF P., HAMDAROU M., HARRACHI K., MESSAOUDI J., MZIBRI M. et STIKI A. (Eds), Ravageurs et maladies des forêts du Maroc. DPVCTRF, Rabat, pp. 33-43.
- GRIEU PH., AUSSENAC G., LARHER F., 1988** - Sécheresse édaphique et concentrations en quelques solutés organiques des tissus foliaire et racinaire de trois espèces de conifères : *Cedrus atlantica* Manetti, *Pseudotsuga macrocarpa* (Torr) Mayr, *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco. *Ann. Sci. For.*, 45 (4) : 311-322.
- GUERROUDJ A., 2008** - Biodiversité des Scolytes des pins et du Cèdre de l'Atlas en Algérie (Résumé). Congrès International sur la diversité biologique des Invertébrés en milieux Agricoles et Forestiers, INA, El-Harrach Alger, p. 137.
- GUEZLANE A., 1982** - Observation sur le dépérissement du Cèdre de l'Atlas dans les Aurès. Rapport de mission, Batna, 4 p.
- GUȘĂ D.N. and BLAGA T., 2006** - *The population dynamic of the family Curculionidae (Insecta - Coleoptera) in the Piatra Craiului National Park – Romania.* Ed. IUFRO et RFW, Gmunden-Austria, pp. 292-299.
- HAACK R.A., 2004** - *Orthotomicus erosus*: A New Pine-Infesting Bark Beetle in the United States. *Newsletter of the Michigan Entomological Society.* 49(3/4): p.3.
- HALITIM S., 2006** - *Contribution à l'étude de la réserve utile en eau des sols de cédraies dans les Aurès: Influence des facteurs édaphiques.* Mémoire. Mag., Dép. Agr. Batna, 131 p.

- HOSKING G. P., 1979** - Trap comparison in the capture of flying Coleoptera. *New Zealand Entomologist*, 7(1): 87-92.
- HRUBÍK P., 2007** - Alien insect pests on introduced woody plants in Slovakia. *Acta entomologica serbica*, 12 (1): 81-85.
- IHSSAN S., 2001** - Preliminary observation on *Phloeosinus cedri* (Scolytidae) found on *Cedrus libani* in the Syrian Coastal Region in: workshop on " *Assessment of the scale of insect infestation in cedar forest in Lebanon and the Mediterranean region* ". Univ., Beirut, Liban, pp. 3-9.
- JAULIN S. et SOLDATI F., 2003** - Coléoptères, Orthoptères et Mantoptères du Domaine expérimental de Cazes : *Inventaires et proposition de gestion*. OPIE Languedoc-Roussillon, 44 p.
- KAWAR N., 2001** - Insect pests of cedar forest in Lebanon in : workshop on " *Assessment of the scale of insect infestation in cedar forest in Lebanon and the Mediterranean region* ". Univ., Beirut, Liban, pp. 41-50.
- KENIS M., WERMELINGER B. and GRÉGOIRE J.C., 2004** - Research on parasitoids and predators of Scolytidae - a review. In: Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis (eds. Lieutier, F.; Day, K.R.; Battisti, A.; Grégoire, J.C. & Evans, H.F). *Kluwer Academic Publishers*, pp. 237-290.
- 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*. Mémoire Mag., Dép. Agr. Batna. 249 p.
- KHEMICI M., 2001** - Protection des cédraies en Algérie : Inventaire des insectes ravageurs et réseaux d'avertissement et de lutte in : workshop on " *Assessment of the scale of insect infestation in cedar forest in Lebanon and the Mediterranean region* ". Univ., Beirut, Liban, pp. 10-18.
- KIMOTO T., DUTHIE-HOLT M. et DUMOUCHEL L., 2006** - *Guide des Insectes forestiers exotiques*. Éd. Agence Canadienne d'Inspection des Aliments, Canada, 120 p.
- KNÍŽEK M. and BEAVER R., 2007** - Taxonomy and systematics of bark and ambrosia beetles in : F. Lieutier et al. (Eds), Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe. *A Synthesis*, chapitre 5, pp. 41-54.
- LEBOURGEOIS F. et BECKER M., 1996** - Dendroécologie du pin laricio de Corse dans l'ouest de la France. Évolution du potentiel de croissance au cours des dernières décennies. *Ann. Sci. For.* 53 : 931-946.
- LECOMPTE M. et LEPOUTRE B., 1975** - Bilan de l'eau et conditions d'existence de la cédraie dans le Moyen Atlas Basaltique (Maroc). *Ann. Rech. For. Maroc*, t.5. 153-282.
- LEE J.C., FLINT M.L. and SEYBOLD S.J., 2008** - Suitability of Pines and Other Conifers as Hosts for the Invasive Mediterranean Pine Engraver (Coleoptera: Scolytidae) in North America. *J. Econ. Entomol.* 101(3): 829-837.
- LE MEIGNEN P. et MICAS L., 2008** - Bilan des dépérissements forestiers dans les Alpes-de Haute-Provence. *Forêt méditerranéenne*. t. XXIX, (2) : 177-182.
- LEPOUTRE B. et PUJOS A., 1963** - Facteurs climatiques déterminant les conditions de germination et d'installation des plantules de Cèdre. *Ann. Rech. For. Maroc*, t.7. 23-54.

- LHOIR J., FAGOT J., THIÉREN Y. and GILSON G., 2003** - Efficacité du piégeage, par les méthodes classiques, des Coléoptères saproxyliques en Région wallonne (Belgique). *Notes fauniques de Gembloux*, 50 : 49-61.
- LIEUTIER F. et LEVIEUX J., 1985** - Les relations Conifères-Scolytides : importance et perspectives de recherches. *Ann. Sci. For.*, 42 (4) : 359-370.
- LIEUTIER F., 1988** - Diagnostic des attaques de scolytes. *Rev. For. Fr.* XL, n° sp.: 124-130.
- 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) : 215-224.
- LÓPEZ S., ROMÓN P., ITURRONDOBEITIA J.C. eta GOLDARAZENA A., 2008** - *Euskadiko koniferoetako Eskolitidoak: Identifikatze- eta kontrol-gidaliburu praktikoa*. Ed. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, Espagne, 198 p.
- M'HIRIT O., 1994** - Le Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) présentation générale et état des connaissances a travers le réseau Silva Mediterranea "le Cèdre". *Ann. Rech. For. Maroc*. T (27) : 3-21.
- M'HIRIT O., 2006** - *Le cèdre de l'Atlas : Mémoire du temps*. Éd. MARDAGA. 288 p.
- MAUGARD F., 1992** - L'action des pathogènes d'équilibres sur les jeunes peuplements en état de faiblesse. *La Santé des Forêts* [France] en 1992, Min. Agri. Pêche (DERF), Paris : 43-44.
- MAZUR M., 2002** - The distribution and ecology of weevils (Coleoptera: Nemonychidae, Attelabidae, Apionidae, Curculionidae) in western Ukraine. *Acta zoologica cracoviensia*, 45(3): 213-244.
- MÉRIGUET B., TACHET J-L. et ZAGATTI P., 2004** - *Inventaire entomologique sur le plateau de Saclay*. OPIE, France, 38 p.
- MINELLI A., 2004** - Short Notes In: CERRETTI P., HARDERSEN S., MASON F., NARDI G., TISATO M. & ZAPPAROLI M. (eds.), *Invertebrati di una foresta della Pianura Padana, Bosco della Fontana, Secondo contributo. Conservazione Habitat Invertebrati*, 3: 257-303.
- MOORE J-D., 1999** - *Effets du chaulage sur la nutrition, la vigueur et la croissance de l'érable à sucre à la station forestière de Duchesnay*. Mémoire es Science (M.Sc.), Univ., Laval, Canada, 60 p.
- MOUNA M. 1994** - Etat des connaissances sur l'entomofaune du Cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) au Maroc. *Ann. Rech. For. Maroc*, T(27) : 513-526.
- MOUNA M., BIGOT L. et FABRE J-P., 1985** - Comparaison des communautés frondicoles des Coléoptères du Cèdre (*Cedrus atlantica* Man.) en France (Provence) et au Maroc (Moyen-Atlas). *Vie Milieu*, 35 (2) : 99-106.
- MOUNA M. et ARAHOU M., 1986** - Comparaison des peuplements de Coléoptères frondicoles de deux essences forestières résineuses au Maroc : Cèdre (*Cedrus atlantica* Man.) et Thuya (*Tetraclinis articulata* Vahl et Benth). *Bull. Ins. Sci.*, Rabat, 1: 133-142.
- MOUNA M., 2001**- Les principaux insectes ravageurs du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) au Maroc in : workshop on " *Assessment of the scale of insect infestation in cedar forest in Lebanon and the Mediterranean region* ". Univ., Beirut, Liban, pp. 25-34.

- MOUNA M. and FABRE J-P., 2005** – Pest insect of cedars: *Cedrus atlantica* Manetti, *C. libani* A. Richard and *C. brevifolia* Henry in Mediterranean area in: LIEUTIER F. et GHAIIOULE D. (Eds.), *Entomological Research in Mediterranean Forest Ecosystems*. INRA, France, pp. 89-103.
- MOUNA M. et GRAF P., 1994** - Les ravageurs xylophages et sous-corticaux du cèdre in : EL HASSANI A., GRAF P., HAMDAOUI M., HARRACHI K., MESSAOUDI J., MZIBRI M. et STIKI A. (Eds), *Ravageurs et maladies des forêts du Maroc*. DPVCTRF, Rabat, pp. 54-56.
- MOUNA M., 2005** – Overview of entomological research on the forest ecosystems of the regions south of the Mediterranean Sea in: LIEUTIER F. et GHAIIOULE D. (Eds.), *Entomological Research in Mediterranean Forest Ecosystems*. INRA, France, pp. 23-31.
- MOUNA M., 2008** - Principaux résultats de réponse sur de la partie marocaine sur le projet “Integrated Management of Cedar Forests in Lebanon in Cooperation with other Mediterranean Countries” in: ASMAR F. R., (Éds). *Development of an Action Plan for Integrated Management of Forests and Assessment of Insect Infestation in Cedar Forests in the Mediterranean Region and with Particular Emphasis on the Tannourine-Hadath El-Jebbeh Cedars Forest*. United Nations Environment Programme, Liban, pp. 82-83.
- NEDJAH A. 1994** – Etude de la croissance radiale des provenances du Cèdre de l’Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) en Algérie. *Ann. Rech. For.*, T (27): 451-462.
- NIERHAUS-WUNDERWALD D., 1999** - Biologie des insectes corticoles du Sapin blanc. *Not. Prat.* 23: 1-8.
- ÖZDIKMEN H. and TURGUT S., 2006** - A zoogeographical review of Spondylidinae in Turkey (Coleoptera: Cerambycidae). *Munis Entomology & Zoology*, 1 (2): 279-288.
- ÖZDIKMEN H., 2008a**- The Longicorn Beetles of Turkey (Coleoptera: Cerambycidae) Part II – Marmara Region. *Munis Entomology & Zoology*, 3 (1): 7-152.
- ÖZDIKMEN H., 2008b** - The Longicorn Beetles of Turkey (Coleoptera: Cerambycidae) Part III – Aegean Region. *Munis Entomology & Zoology*, 3 (1): 355-436.
- PANETSOS K.S., SCALTSOYIANNES A. and TSAKTSIRA M., 1994** - Genetic variation in Allozymes of *Cedrus libani* A. Rich. and *Cedrus atlantica* Mannetti.). *Ann. Rech. For.*, T (27): 419-434.
- PEDRONI G., 2006** - Coleotteri Curculionidae del piano alpino-nivale in val formazza (Piemonte, Italia settentrionale) (Coleoptera Curculionidae). *Riv. Piem. St. Nat.*, 27: 309-332.
- PINHEIRO F., DINIZ I.R., COELHO D., and BANDEIRA M. P. S., 2002** - Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. *Austral Ecology*, 27: 132-136.
- P.N.B., 1993** – Les insectes inventoriés dans le Parc National de Bélezma. Batna, 18 p.
- P.N.B., 2007** - Dépérissement du Cèdre de l’Atlas au Parc National de Bélezma (historique, évaluation et perspectives). Parc National de Bélezma et Direction Générale des forêts, Batna, 6 p.
- PONEL P., 1993** - Coléoptères du Massif des Maures et de la dépression permienne périphérique. *Faune de Provence*. 14 : 5-23.

- RASTELLI M. et CURLETTI G., 2007** - Note sui coleotteri xilofagi del parco naturale val tronca - praelato (to) (Coleoptera: Cerambycidae, Buprestidae). *Riv. Piem. St. Nat.*, 28 : 251-260.
- REAY S.D. and WALSH P.J., 2001** - Observations of the flight activity of *Hylastes ater* and *Hylurgus ligniperda* (Curculionidae: Scolytinae) in *Pinus radiata* forests in the central North Island, New Zealand. *New Zealand Entomologist*, 24: 79-85.
- REEVE J. D., GUADALUPE R.M. and MORALES-RAMOS JUAN A., 2003** - Artificial diet and rearing methods for *Thanasimus dubius* (Coleoptera: Cleridae), a predator of bark beetles (Coleoptera: scolytidae). *Biological Control*, 27: 315-322.
- RENAUD J.P. et NAGELEISEN L.M., 2004-** Suivi des écosystèmes forestiers et évaluation des contraintes environnementales : *Les Cahiers de DSF*, 1-2003/2004 (La Santé des Forêts), [France 2002], Min. Agri. Pêche (DERF), Paris, pp. 46-60.
- RICE R.M. and LEWIS J., 1988** - Potential Streamflow Changes from Forest Decline Due to Air Pollution. *Tagungspublikation*, (1): 51-65.
- ROUAULT G., CANDAU J-N., LIEUTIER F., NAGELEISEN L-M., MARTIN J-C. and WARZÉE N., 2006** - Effects of drought and heat on forest insect populations in relation to the 2003 drought in Western Europe. *Ann. For. Sci.* 63: 613–624.
- SABATIER S et BARTHELEMY D. 1994** – Premières observations sur l’architecture du Cèdre de l’Atlas, *Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex. Carrière, (Pinaceae). *Ann. Rech. For.*, T (27): 363-379.
- SABATIER S., BARADAT P. and BARTHELEMY D., 2003** - Intra- and interspecific variations of polycyclism in young trees of *Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex. Carrière and *Cedrus libani* A. Rich (Pinaceae). *Ann. For.Sci.*, 60: 19-29.
- SCHROEDER L.M., 1999** - Population levels and flight phenology of bark beetle predators in stands with and without previous infestations of the bark beetle *Tomicus piniperda* (Résumé). *Forest ecology and management*, 123 (1): 31-40.
- SERRANO J., LENCINA J. L. and ANDÚJAR A., 2003** - Distribution patterns of Iberian Carabidae (Insecta, Coleoptera). *Graellsia*, 59(2-3): 129-153.
- SIMILÄ M., KOUKI J., MONKKONEN M. and SIPPOLA A-L., 2002** - Beetle species richness along the forest productivity gradient in northern Finland. *Ecography*, 25: 42-52.
- SIRAMI C., JAY-ROBERT P., BRUSTEL H., VALLADARES L., LE GUILLOUX S. and MARTIN J.-L., 2008** - Saproxyllic beetle assemblages of old Holm-oak trees in the Mediterranean region: role of a keystone structure in a changing heterogeneous landscape. *Rev. Écol. (Terre Vie)*, 63: 93-106.
- SOLDATI F., 2002** - *Les Coléoptères des milieux ouverts de la réserve naturelle de Jujols (66 Pyrénées-Orientales) et de ses environs immédiats : premier inventaire des principales espèces et rapports avec les milieux prospectés*. Ed. OPIE-LR, Languedoc-Roussillon, 33 p.
- TEZCAN S., 1995** - Contribution to the study of the genera *Acmaeodera* Esch. and *Acmaeoderella* Cobos (Coleoptera, Buprestidae, Acmaeoderinae) of Turkey. *Türk. entomol. derg.*, 19(1): 69-79.

- THOMAS A.L., GÉGOUT J-C., LANDMANN G., DAMBRINE E. and KING D., 2002** - Relation between ecological conditions and fir decline in a sandstone region of the Vosges mountains (northeastern France). *Ann. For. Sci.* **59**: 265–273.
- THOMAS P.A., EL-BARGHATHI M. and POLWART A., 2007** - Biological Flora of the British Isles (*Juniperus communis* L.). *Journal of Ecology*, **95**: 1404–1440.
- THUNES K. H., SKARTVEIT J., GJERDE I., STAR J., SOLHØY T., FJELLBERG A., KOBRO S., NAKAHARA S., ZUR STRASSEN R., VIERBERGEN G., SZADZIEWSKI R., HAGAN D.V., GROGAN Jr., WILLIAM L., JONASSEN T., AAKRA K., ANONBY J., GREVE L., AUKEMA B., HELLER K., MICHELSEN V., HAENNI J.-P., EMELJANOV A. F., DOUWES P., BERGGREN K., FRANZEN J., DISNEY R. H. L., PRESCHER S., JOHANSON K. A., MAMAEV B., PODENAS S., ANDERSEN S., GAIMARI S. D., NARTSHUK E., SØLI G. E. E., PAPP L., MIDTGAARD F., ANDERSEN A., VON TSCHIRNHAUS M., BÄCHLI G., OLSEN K. M., OLSVIK H., FÖLDVÁRI M., RAASTAD J. E., HANSEN L. O. and DJURSVOLL P., 2004** - The arthropod community of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) canopies in Norway. *Entomol. Fennica*, **15**: 65-90.
- TOUCHAN Ramzi (en presse)** - May-August Palmer Drought Index Reconstruction for Tunisia and Algeria from Tree Rings. The University of Arizona, Laboratory of Tree-Ring Research. 2 p.
- ULAY S.M. and TEZCAN S., 1998** - Contribution to the study of the genus *Anthaxia* Eschscholtz, 1829 (Subgenus *Haplanthaxia* Reitter, 1911) (Coleoptera, Buprestidae) of Turkey. *Türk, entomol. derg.*, **22(2)**: 109-121.
- VARELA M-C., 2008** - Dépérissement des peuplements de chêne-liège et changement climatique. *Forêt méditerranéenne*. t. XXIX, (2) : 209-212.
- VERDUGO A. eta COELLO P., 2003** - Contribución al conocimiento de los cerambícidos de andalucía. III. *phymatodellus rufipes* (fabricius, 1777): nueva especie andaluza y datos interesantes para otras seis (coleoptera, cerambycidae). *Bol. S.E.A.*, **32**: 105-107.
- VILLEMANT C. and ANDREÏ-RUIZ M-C., 1999** - Life-cycle and biological features of eggs predators of *Lymantria dispar* (Lepidoptera:Lymantriidae) in the Mamora cork oak forest, Morocco. *Eur.J.Entomol.* **96** : 29-36.
- VILLEMANT C. et FRAVAL A., 2002** - Les insectes ennemis du liège. *Insectes*, **125 (2)**: 25-30.
- VILLIERS A., 1946** - Coléoptères Cérambycides de l'Afrique du nord. Faune de l'Empire Français, Tome 5. Off. Sci. col., Paris, 152 p.
- WALTERS G. M. and MC CARTHY B.C., 1997** - Forest Decline and Tree Mortality in a Southeastern Ohio Oak-Hickory Forest. *Ohio J. Sci.* **97 (1)**: 5-9.
- WERMELINGER B., FLUCKIGER P.F., OBRIST M.K. and DUELLI P., 2007** - Horizontal and vertical distribution of saproxylic beetles (Col., Buprestidae, Cerambycidae, Scolytinae) across sections of forest edges. *J. Appl. Entomol.* **131(2)**: 104-114.
- WILLIAMS I.H., FREARSON D., BARARI H. and 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**: 279-286.
- ZHANG Z., VAN EPHENHUIJSEN C.W., BRASH D. and HOSKING G.P., 2004** - Phosphine as a fumigant to control *Hylastes ater* and *Arhopalus ferus*, pests of export logs. *New Zealand Plant Protection*, **57**: 257-259.

ZHOU X.D., DE BEER Z.W., AHUMADA R., WINGFIELD B.D. and WINGFIELD M.J., 2004 - *Ophiostoma* and *Ceratocystiopsis* spp. associated with two pine-infesting bark beetles in Chile. *Fungal Diversity*, 15: 261-274.

ZINE EL ABIDINE A., 2003 – Le dépérissement des forêts au Maroc : analyse des causes et stratégie de lutte. *Sécheresse*, 14 (4) : 209-218.

ZONDAG R., 1968 - Entomological problems in New Zealand forests. *Proceedings of the New Zealand Ecological Society*, 15: 10-14.

Résumé

Le cèdre de l'Atlas, *Cedrus atlantica*, est l'un des résineux les plus importants dans le Nord de l'Afrique, tant du point de vue économique, esthétique que culturel. Cet arbre connaît un dépérissement depuis plusieurs années suites à l'interaction de plusieurs facteurs destructeurs, entre autre, les insectes. Le but principal de cette étude est de mettre particulièrement en évidence le rôle des insectes xylophages du cèdre dans le dépérissement tout en évaluant leur nuisibilité. Parmi les taxons qui comptent la majorité des espèces xylophages inventoriées, les Scolytidae et les Buprestidae semblent être les responsables de la majorité des dégâts observés sur le cèdre, il s'agit surtout de *Scolytus amygdali*, *Hylastes ater*, *Cryphalus numidicus*, *Crypturgus cedri*, *Orthotomicus erosus*, *Melanophila marmottani* et *Anthaxia* sp.

Mots clés : Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*), dépérissement, Bélezma, insectes xylophages.

Abstract

Atlas Cedar, *Cedrus atlantica*, is one of the most importante resinous in North Africa, over economic, esthetic and cultural sides. It's been suffering these last years from a sever decline due to an interaction of divers degradation factors, such as insects. Our goal is mainly to liste these xylophagous insects and know their harmfulness. Among the important insect's taxa sembled in this inventory, Scolytidae and Buprestidae seemed to be the most harmfull and the ones responsible of the majority of dammages observed on Atlas cedar in Belezma, such as : *Scolytus amygdali*, *Hylastes ater*, *Cryphalus numidicus*, *Crypturgus cedri*, *Orthotomicus erosus*, *Melanophila marmottani* et *Anthaxia* sp.

Key-words : Atlas cedar (*Cedrus atlantica*), decline, Belezma, xylophagous insects.

ملخص

تعتبر شجرة الأرز الأطلسي من بين الأشجار الصمغية الأكثر أهمية في الشمال الإفريقي، سواء من الناحية الاقتصادية أو الجمالية أو الثقافية. منذ هذه السنين الأخيرة بدأت تتعرض هذه الشجرة إلى موت بطيء واضمحلال نتيجة أسباب عديدة و متشابهة من أهمها الحشرات الغابية .

يتمثل الهدف الرئيسي لهذه الدراسة بشكل أساسي في التعرف بجمية هذه الحشرات آكلة خشب الأرز الأطلسي في منطقة بلزما و تقدير الأضرار الناجمة عنها.

يتضح بعد البحث أن نوعان من الحشرات ينتميان إلى عائلتنا : *Buprestidae* و *Scolytidae* هما المسؤولان الرئيسيان عن هذا الاضمحلال الذي يعاني منه الأرز الأطلسي في منطقة بلزما بحيث نذكر من بين هذه الحشرات الضارة *Scolytus amygdali*, *Hylastes ater* *Anthaxia* sp. و *Cryphalus numidicus*, *Crypturgus cedri*, *Orthotomicus erosus*, *Melanophila marmottani*

كلمات محورية : الأرز الأطلسي، اضمحلال، منطقة بلزما، الحشرات آكلة خشب .