

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة فرحات عباس - كلية العلوم - قسم البيولوجيا - سطيف
UNIVERSITÉ FERHAT ABBAS- FACULTÉ DES SCIENCES- DEPARTEMENT DE BIOLOGIE -
SÉTIF

Thèse

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE
DOCTORAT D'ÉTAT ES- SCIENCES

OPTION : BIOLOGIE ANIMALE

Thème

Étude de la faune entomologique associée au chêne vert (*Quercus ilex* L.)
dans la forêt de Tafat (Sétif, Nord-est d'Algérie) et bio-écologie des espèces
les plus représentatives

Présentée par : Farida BENIA

Devant le jury composé de:

MM KAABACHE M.
KHELIL M. A
BOUHRAOUA R.T.
BOUNECHADA M.
PUJADE-VILLAR J.

Professeur (UFASétif)
Professeur (Univ Tlemcen)
Professeur (Univ Tlemcen)
Docteur (UFASétif)
Professeur (Univ Barcelone)

Président
Directeur de thèse
Examineur
Examineur
Invité d'honneur

Soutenue le 2010

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة فرحات عباس- كلية العلوم - قسم البيولوجيا - سطيف
UNIVERSITÉ FERHAT ABBAS- FACULTÉ DES SCIENCES- DEPARTEMENT DE BIOLOGIE -
SÉTIF

Thèse

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE
DOCTORAT D'ÉTAT ES- SCIENCES

OPTION : BIOLOGIE ANIMALE

Thème

Étude de la faune entomologique associée au chêne vert (*Quercus ilex* L.) dans
la forêt de Tafat (Sétif, Nord-est d'Algérie) et bio-écologie des espèces les plus
représentatives

Présentée par : Farida BENIA

Devant le jury composé de:

MM	KAABACHE M.	Professeur (UFASétif)	Président
	KHELIL M. A	Professeur (Univ Tlemcen)	Directeur de thèse
	BOUHRAOUA R.T.	Professeur (Univ Tlemcen)	Examineur
	BOUNECHADA M.	Docteur (UFASétif)	Examineur
	PUJADE-VILLAR J.	Professeur (Univ Barcelone)	Invité d'honneur

Soutenue le 2010

Dédicaces

Je dédie ce travail à

*la mémoire de mon père, de ma chère sœur Dr Djahida et de
mon petit frère Hamza,*

*Maman qui m'accompagne partout par ses prières que
Dieu me la garde,*

ma nièce Amira-Heidi,

ma sœur Assia,

Hadj Mohamed et le petit Bechir,

mes sœurs et leurs maris, mes frères et leurs femmes,

mes neveux et nièces,

toute ma famille.

tous mes étudiants.

Remerciements

Ma première gratitude s'adresse au Professeur Khelil Md. A. de l'Université de Tlemcen. C'est sous sa direction que ce travail a été accompli. Je voudrai qu'il trouve ici toute ma reconnaissance pour ses encouragements, ses conseils, ses recommandations, le temps qu'il m'a consacré et sa bienveillance.

Que Monsieur le Professeur Kaabache M. de l'Université de Sétif trouve ici l'expression de ma profonde gratitude pour ses encouragements, l'intérêt qu'il a manifesté à mon travail et surtout de me faire l'honneur de présider le jury. Je l'en remercie infiniment.

J'exprime toute ma reconnaissance à Monsieur le Professeur Bouhraoua R.T. chef de département foresterie de l'Université de Tlemcen pour avoir accepté de faire partie du jury et surtout d'avoir été à l'origine de ma volonté pour terminer ce travail. Je le remercie de tout cœur.

Mes vifs remerciements au Docteur Bounechada M, de l'Université de Sétif, pour ses encouragements, son aide, son soutien tout le long de mon parcours et d'avoir accepté de faire partie du jury.

Mes remerciements les plus sincères vont particulièrement au Professeur Juli Pujade i Villar du laboratoire de Biologie Animale de l'Université de Barcelone, pour m'avoir fait bénéficier de sa compétence, pour le temps précieux qu'il a bien voulu m'accorder, pour son accueil au laboratoire, les conseils qu'il m'a prodiguée, son aide sans limites, sa bonté, pour avoir éveillé ma curiosité pour les insectes gallicoles, et l'honneur d'assister à la présentation de mes résultats et d'y porter une appréciation.

Ce travail n'aurait pas eu lieu sans l'aide inestimable des services forestiers de la wilaya de Sétif, de Bougaa et de Sétif ville. Que Mr Belguidoum, Mr Allache, Mr Lasledj Aziz, Melle Yadjel et tout le personnel de la circonscription de Sétif et de Bougaa trouvent ici l'expression de ma grande reconnaissance. Je les remercie beaucoup.

Mes sincères remerciements s'adressent au Docteur Adjabi Smail de l'Université de Bejaia, pour son aide en statistiques, sa patience et sa disponibilité. Je lui exprime toute ma gratitude.

Je remercie également toutes les personnes qui m'ont apportée leur soutien tant moral que physique en particulier, mon neveu Dr Benia Hadj-

Md d'Allemagne, Mme Claire Villemant du musée d'histoire naturelle de Paris qui m'a permis d'enrichir ma bibliographie, Dr Diafat A. Mr. Bounar R, Mr Mebarkia, A, chargé de la pédagogie au niveau du département d'Agronomie, Dr Khennouf chef de département de Biologie, Dr Djirar, N , Pr Fenni M, Dr Hafsi M et tout le personnel, enseignants et travailleurs, des départements de Biologie et d'Agronomie ainsi que tout le personnel du laboratoire de Biologie Animale de l'Université de Barcelone.

Je ne terminerai pas sans remercier de tout coeur la famille du Professeur Pujade et en particuliers Palmira pour son accueil et sa gentillesse.

ملخص

الغابة الوطنية "طاقات" المتواجدة في بلدية بوقاعة، تتموقع في طبقة حيوية مناخية شبه رطبة. هذه الغابة الطبيعية تتميز بتنوع خصائصها . شجرة البلوط الأخضر (*Quercus ilex* L.) تحتل ما يقرب من 80 ٪ من غطائها النباتي . هذه الشجرة القوية و المقاومة و الجد مفيدة تخضع لعوامل ضارة متعددة تتسبب في قتلها . الحشرات، مثل Phyllophagous أو Xylophagous أو الحشرات ماصة النسغ، هي واحدة من عوامل الإتلاف .

التحليل الحيوي الأنتمولوجي للكائنات الحيوانية في غابة طاقات مكّن من جرد مجموعة معتبرة من أنواع الحشرات . هذه الأنواع تم جمعها خلال الخرجات العلمية التي تمّت بين عامي 2002 و 2008. تبيّن نتائج التحليل وجود 14 أنظمة موزعة على 125 أسرة تحتوي على 231 نوعا ككل، منها 170 حشرة تم تصنيفها . خمسة أنظمة رئيسية، وهي Coleoptera، Hymenoptera، Hemiptera، Diptera، و Lepidoptera، تمثل وحدها أكثر من 150 نوعا. من جهة أخرى، و فقط بـ 10 أنواع، الأنظمة Collembola، Psocoptera، Thysanoptera، Trichoptera، Dictyoptera، Zygentoma، Nevroptera، Dermaptera ممثلة بشكل ضعيف .

دراسة ديناميكية النمو العددي يبين أن هذه الأنواع تكون في أقصى نشاطها في شهري ماي و جوان. الدراسة البيويكولوجية لإثنين من الأنواع المصنفة الـ (*Dryomyia lichtensteini*) (Diptera) و الـ (*Mesopolobus lichtensteini*) (Hymenoptera) تظهر أنهما أحاديا الجيل، و أنّ الـ *Dryomyia* هو معفّن بينما الـ *Mesopolobus* هو طفيل لهذه الحشرة نفسها . و من بين الأنواع الأكثر تمثيلا من حيث أصلاتها، يُخص بالذكر الـ Hymenoptera المعفّن الذي يلعب دورا هاما . أنواع الحشرات المعفّنة مثل *Plagiotrochus gibbosus*، *Plagiotrochus razeti*، *vilageliui*، *Plagiotrochus yeusei* بالرفقة مع معايشها *Synergus crassicornis* اكتشفت لأول مرة في أفريقيا . أيضا النوع *Plagiotrochus amenti*، المعفّن عالي الضرر، يذكر تواجده لأول مرة في الجزائر . هذا النوع الذي يُعهد له ترابطه مع بلوط الفلين وجد في البلوط الأخضر، يحتمل أن تكون الرياح سبب تنقله .

النوع *Orussus taorminensis* يجرد كذلك للمرة الأولى في الجزائر، ولكن للمرة الثانية في أفريقيا. هذا النوع هو من عائلة الـ Orussidae التي تعد من طفيليات يرقة الـ Coleoptera، كالـ Buprestidae و الـ Hymenoptera. أخيرا وليس آخرا، يجدر بالذكر أن غابة طاقات غنية بالكائنات الحية المجهولة والتي يستوجب دراستها .

Résumé

La forêt domaniale de Tafat, dans la commune de Bougaa, est située dans l'étage bioclimatique subhumide. Elle est naturelle et présente une physionomie très variée. Le chêne vert (*Quercus ilex* L.) occupe 80% du recouvrement végétal. Cet arbre robuste et résistant est soumis à de multiples facteurs de dégradation dont celui des Insectes qui peuvent être phyllophages, xylophages ou suceurs de sève.

L'analyse biotique de la faune entomologique de cette forêt a permis de dresser un inventaire représentant les espèces récoltées au cours des sorties effectuées de l'année 2002 à l'année 2008. Les résultats ont permis de mettre en évidence la présence de 14 ordres répartis en 125 familles comportant 231 espèces dont 170 ont été déterminées. Cinq ordres principaux, Coléoptères, Hyménoptères, Hémiptères, Diptères et Lépidoptères représentent à eux seuls 152 espèces, tandis que les Collembolés, Psocoptères, Thysanoptères, Trichoptères, Dictyoptères, Zygentoma, Neuroptères, Dermaptères et Orthoptères sont peu représentatifs avec un nombre d'espèces inférieur à 10. L'étude de la dynamique des populations a montré que les espèces sont à leur optimum au mois de Mai et Juin. L'étude bio-écologique de deux espèces *Dryomyia lichtensteini* (Diptère) et *Mesopolobus lichtensteini* (Hyménoptère) permet d'avancer que ces deux espèces sont univoltines et que *Dryomyia* est gallicole tandis que *Mesopolobus* est parasitoïde de ce même insecte.

Parmi les espèces les plus représentatives par leur originalité, citons les Hyménoptères gallicoles dont le rôle n'est pas à négliger ; Parmi ces gallicoles, pour la première fois ont été citées au niveau du continent Africain les espèces *Plagiotrochus gibbosus*, *Plagiotrochus razeti*, *Plagiotrochus vilageliui*, *Plagiotrochus yeusei* accompagnée de son commensal *Synergus crassicornis* non connu dans le même continent. L'espèce *Plagiotrochus amenti* citée pour la première fois en Algérie et très nuisible, est inféodée au chêne liège, mais retrouvée sur le chêne vert, transportée par le vent et l'espèce *Orussus taorminensis* de la famille des Orussidae parasitoïdes des larves de Coléoptères dont les Buprestidae et d'Hyménoptères, est également citée pour la première fois en Algérie et pour la seconde fois sur le continent Africain. Notons que la forêt de Tafat est un milieu riche et non encore exploité.

Resumen

El bosque nacional Tafat, en la localidad de Bougaa, está situado dentro de una étage bioclimática subhúmeda. Este bosque natural se caracteriza por su fisonomía diversificada, donde el roble verde (*Quercus ilex* L.) ocupa cerca del 80% de su vegetación. Sin embargo, este robusto y resistente árbol está sujeto a múltiples factores de daño. Insectos tales como los filófagos, xilófagos e insectos tomadores de savia son uno de los factores de degradación.

El análisis biótico de de la fauna entomológica del bosque Tafat ha permitido el armado de un inventario de una variedad de especies. Estas especies fueron recolectadas durante expediciones llevadas a cabo entre los años 2002 y 2008. Los resultados del análisis muestran la presencia de 14 órdenes distribuidos en 125 familias que contienen 231 especies en conjunto, de las cuales 170 han sido determinadas exitosamente. Cinco órdenes principales, a saber, Coleópteras, Hymenópteras, Hemipteras, Dípteras, y Lepidópteras, representan en sí mismas más de 150 especies. Por otra parte, y con solo 10 especies, las Collembolas, Psocópteras, Thysanópteras, Trichópteras, Díctiopteras, Zigentoma, Nevropteras, Dermápteras son representantes de menor importancia. El estudio de la dinámica poblacional da evidencias de que las especies están en su punto óptimo entre Mayo y Junio. La investigación bio-ecológica de dos especies *Dryomyia lichtensteini* (Diptera) y *Mesopolobus lichtensteini* (Hymenoptera) muestra que son univoltinas, y que la *Dryomyia* es agalla mientras que la *Mesopolobus* es parasitoide del mismo insecto.

Dentro de las especies más representativas por su originalidad, pueden mencionarse las agallas Hymenópteras, cuyo rol no es insignificante. Algunos de estos agallas, como los *Plagiotrochus gibbosus*, *Plagiotrochus razeti*, *Plagiotrochus vilageliui*, *Plagiotrochus yeusei* junto con su comensal *Synergus crassicornis* se encuentran por primera vez en África. Asimismo, la especie altamente dañina *Plagiotrochus amenti* se reporta por primera vez en Alegría. Esta especie que está ligada primariamente al roble de corcho se encuentra en el roble verde posiblemente transportado por medio de los vientos. La especie *Orussus taorminensis* también se encuentra por primera vez en Alegría y por segunda vez en África. Esta especie es de la familia de los Orussidae que son parasitarios de la larva Coleóptera, así como también de las Buprestidas y las Hymenópteras. Finalmente, es necesario notificar que el rico bosque Tafat todavía tiene que ser explotado científicamente.

Summary

The national forest of Tafat, in the locality of Bougaa, is situated within a bioclimatic-subhumid étage. This natural forest is characterized by a diversified physiognomy, where the green Oak (*Quercus ilex* L.) occupies nearly 80% of its vegetal coverage. This robust and resistant tree, however, is subjected to multiple factors of damage. Insects, such as, phyllophagous, xylophagous, or sap-sucking insects are one of the degradation factors.

The biotic analysis of the entomological fauna of Tafat's forest has enabled the drawing up of an inventory of a variety of species. These species were collected during expeditions accomplished in the time window between 2002 and 2008. The analysis results show the presence of 14 orders distributed over 125 families which contain 231 species as a whole, of which 170 have been successfully determined. Five principal orders, namely, Coleopteras, Hymenopteras, Hemipteras, Dipteras, and Lepidopteras, represent alone more than 150 species. On the other hand, and with only 10 species, the Collembolas, Psocopteras, Thysanopteras, Trichopteras, Dictyopteras, Zygentoma, Nevropteras, Dermapteras are minor representatives. The study of the population dynamic gives the evidence that the species are in their optimum in Mai and June. The Bio-ecological investigation of two species *Dryomyia lichtensteini* (Diptera) and *Mesopolobus lichtensteini* (Hymenoptera) shows that they are univoltine, and that *Dryomyia* is gallicol while *Mesopolobus* is parasitoid of this same insect.

Among the most representative species by their originality, one can mention the gallicol Hymenopteras, whose role is a non negligible one. Some of these gallicols, like the *Plagiotrochus gibbosus*, *Plagiotrochus razeti*, *Plagiotrochus vilageliui*, *Plagiotrochus yeusei* accompanied with its commensal *Synergus crassicornis* are cited for the first time in Africa. Furthermore, the very harmful *Plagiotrochus amenti* species is reported for the first time in Algeria. This species which is primarily pledged to the Cork Oak is found in green Oak probably transported by means of winds. The *Orussus taorminensis* species is cited for the first time in Algeria as well and for the second time in Africa. This species is from the Orussidae families that are parasitoids of Coleoptera larva, such as, the Buprestidae and Hymenopteras. Last but not least, one has to notify that Tafat is a rich forest which still has to be scientifically exploited.

Table des matières

Dédicaces	i
Remerciements	ii
ملخص.....	iv
Résumé	v
Resumen	vi
Summary	vii
Liste des Tableaux.....	xiv
Liste des figures	xv
Liste des planches.....	xvii
Introduction et objectifs.....	1
Chapitre 1 Présentation de la région d'étude	4
Introduction	5
I. Situation géographique	5
II. Données géologiques et pédologiques	7
II.1. Le relief	7
II.2. Géologie	7
II.3. Pédologie.....	7
III. Données climatiques.....	7
III.1. Températures	8
III.2. Précipitations	12
III.3. Humidité.....	17
III.4. Vents	18
III.5. Enneigement.....	18
III.6. Gelées	19
III.7. L'éclairement.....	19
III.8. Synthèse climatique.....	19
IV. Caractères floro-faunistique.....	25
IV.1. Aperçu phytosociologique	25
IV.2. Aperçu faunistique.....	26
V. Caractéristiques de la flore arborée : Chêne vert (<i>Quercus ilex</i> L.)	26
V.1. Caractères botaniques	28
V.2. Exigences édapho-climatiques.....	29
V.3. Etages de végétation	30
V.4. Répartition géographique	31
V.4.1. Répartition mondiale.....	31

V.4.2.	Répartition au niveau du Maghreb	32
V.4.3.	Répartition en Algérie	33
VI.	Les facteurs de dégradation	35
VI.1.	Les facteurs écologiques.....	35
VI.1.1.	Le Feu	35
VI.1.2.	La neige	35
VI.2.	Les facteurs anthropiques	36
VI.2.1.	Les abattages illicites	36
VI.2.2.	Les pâturages	36
VI.2.3.	Les incendies	36
VI.3.	Les maladies	37
VI.4.	Les déprédateurs	37
Conclusion.....		38
Chapitre 2	Matériels et méthodes	39
Introduction		40
I.	Présentation des sites d'étude	40
I.1.	Critères de choix des sites et des arbres	40
I.2.	Caractérisation des stations.....	41
II.	Matériels utilisés.....	44
II.1.	Sur terrain.....	44
II.2.	Au laboratoire.....	44
III.	Méthodes	44
III.1.	Méthodes d'échantillonnage	44
III.1.1.	Sur terrain	45
III.1.2.	Au laboratoire	48
III.2.	Détermination des insectes	48
III.3.	Méthodologie statistique.....	49
III.3.1.	Les indices écologiques	49
III.3.1.1.	l'abondance	49
III.3.1.2.	La fréquence.....	50
III.3.1.3.	Indice de diversité et d'équitabilité.....	50
III.3.1.4.	Analyse de similitudes (coefficient d'affinité cœnotique, indice de Jaccard) ..	52
III.3.2.	L'analyse de la variance à deux facteurs (ANOVA)	53
III.3.3.	Régression linéaire multiple.....	59
III.3.3.1.	Modèle	59
III.3.3.2.	Tests	60
III.3.4.	Etude de la configuration spatiale (Loi de Poisson)	62

III.3.5. Analyse en composantes principales (ACP).....	64
III.3.5.1. Objectif de l'Analyse en Composantes Principales	64
III.3.5.2. Propriétés des Composantes Principales.....	65
III.3.5.3. Analyse exploratoire des données	65
III.3.5.4. Interprétation des Composantes Principales	66
IV. Conclusion.....	66
Chapitre 3 Analyse biotique de la faune entomologique.....	67
Introduction	68
I. Inventaire entomofaunistique	68
I.1. Inventaire qualitatif	69
I.1.1. Résultat	69
I.1.2. Discussion.....	83
I.1.3. Conclusion	95
II. Etude biologique et écologique de deux espèces antagonistes	95
II.1. L'espèce <i>Dryomyia lichtensteini</i> F.Löw, 1878	95
II.2. L'espèce <i>Mesopolobus lichteinsteini</i> Mayr, 1903.....	96
III. Interaction Insecte / Insecte	97
IV. Interaction plante/insecte	98
Conclusion.....	98
Chapitre 4 Analyse des résultats et dynamique des populations	101
Introduction	102
I. Inventaire faunistique	102
I.1. Résultats	102
I.2. Discussion	102
I.3. Conclusion.....	103
II. Richesse spécifique et abondance stationnelle des espèces.....	103
II.1. Résultats	103
II.2. Discussion	104
II.3. Conclusion.....	106
III. Etude des coefficients écologiques	106
III.1. Abondance absolue, abondance relative et fréquence	106
III.2. Classification hiérarchique	112
III.2.1. Résultats	112
III.2.2. Discussion.....	113
III.2.3. Conclusion	114
IV. Structure du peuplement	114
IV.1. Coefficient d'affinité coenotique (indice de Jaccard)	114

IV.1.1.	Résultats	114
IV.1.2.	Discussion.....	117
IV.1.3.	Conclusion.....	118
IV.2.	Analyse en composantes principales (ACP).....	119
IV.3.	Etude des Indices de diversité et de l'équitabilité	120
IV.3.1.	Résultats	120
IV.3.2.	Dicussion	121
IV.3.3.	Conclusion.....	121
IV.4.	Evolution spatio-temporelle des différents peuplements (années 2006, 2007, 2008).....	122
IV.4.1.	Résultats (année 2006).....	122
IV.4.2.	Discussion.....	123
IV.4.3.	Conclusion.....	125
IV.4.4.	Résultats (année 2007).....	125
IV.4.5.	Discussion.....	126
IV.4.6.	Conclusion.....	128
IV.4.7.	Résultats (année 2008).....	129
IV.4.8.	Discussion.....	130
IV.4.9.	Conclusion.....	132
V.	Analyse de la variance à deux facteurs (ANOVA)	133
V.1.	Application de l'ANOVA à l'ensemble des ordres.....	133
V.1.1.	Résultats	133
V.1.2.	Discussion.....	144
V.1.3.	Conclusion.....	145
V.2.	Application de l'ANOVA aux principaux ordres.....	145
V.2.1.	Résultats et discussions.....	145
V.2.2.	Conclusion.....	151
VI.	Etude de la configuration spatiale.....	152
VI.1.	Résultats	152
VI.2.	Discussion	153
VI.3.	Conclusion.....	154
VII.	La régression linéaire multiple	154
VII.1.	Résultats et discussion.....	155
Conclusion.....		156
Chapitre 5	Etude écologique et biologique.....	157
Introduction.....		158
I.	Ordre des Hyménoptères	158
I.1.	Famille Eurytomidae	159

I.2.	Famille Pteromalidae	159
I.3.	Famille Eulophidae	159
I.4.	Famille Eupelmidae	160
I.5.	Famille Platygasteridae:	161
I.6.	Famille Braconidae	161
I.7.	Famille Diapriidae	162
I.8.	Famille Formicidae	162
I.9.	Famille Eumenidae	163
I.10.	Famille Scelionidae	164
I.11.	Famille Torymidae	164
I.12.	Famille Ichneumonidae :	164
I.13.	Famille Pompilidae	165
I.14.	Famille Bethyidae :	165
I.15.	Famille Megachilidae	165
I.16.	Famille Ceraphronidae	166
I.17.	Famille Orussidae	166
I.18.	Famille Cynipidae	167
II.	Ordre des Coléoptères	172
II.1.	Famille Buprestidae	172
II.2.	Famille Cerambycidae :	172
II.3.	Famille Curculionidae :	173
II.4.	Famille Chrysomelidae	175
II.5.	Famille Staphylinidae	175
II.6.	Famille Coccinellidae	176
II.7.	Famille Cantharidae	176
II.8.	Famille Bostrichidae	176
II.9.	Famille Carabidae	176
II.10.	Famille Histeridae	177
II.11.	Famille Nitidulidae	177
II.12.	Famille Anobiidae	177
II.13.	Famille Cetoniidae	177
III.	Ordre des Hémiptères	179
III.1.	Famille Anthocoridae	179
III.2.	Famille Lygaeidae	179
III.3.	Famille Nabidae	180
III.4.	Famille Coreidae	180
III.5.	Famille Microphysidae	180
III.6.	Famille Aphididae	180

III.7. Les Cochenilles	181
III.8. Famille Issidae.....	182
III.9. Famille Cicadellidae	182
III.10.Famille Aleyrodidae	182
IV. Ordre des Diptères	184
IV.1. Famille Dolichopodidae	184
IV.2. Famille Empididae.....	184
IV.3. Famille Hybotidae	184
IV.4. Famille Bibionidae	184
IV.5. Famille Tipiludae	185
V. Ordre des Lépidoptères	187
V.1. Famille Lymantridae	187
V.2. Famille Tortricidae	187
V.3. Famille Geométridae	188
V.4. Famille Gracillariidae	188
VI. Ordre des Collemboles	190
VII. Ordre des Psocoptères	190
VIII. Ordre des Nevroptères	190
IX. Ordre des Dermaptères	191
X. Ordre des Thysanoptères	191
XI. Ordre des Dictyoptères	191
XII. Ordre des Zygentoma	192
XIII. Ordre des Orthoptères.....	192
XIV. Ordre des Trichoptères	193
Conclusion.....	193
Discussion générale	194
Conclusion générale	200
Bibliographie.....	204
ANNEXES.....	224
Publications.....	229

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Données thermiques de la région d'étude (2003-2008)	8
Tableau 2 : Températures des différentes années d'étude.....	9
Tableau 3 : Précipitations moyennes mensuelles et annuelles en (mm)	12
Tableau 4 : Valeurs Pluviométriques en moyenne au cours des différentes années	13
Tableau 5 : Régime saisonnier pluviométrique de 1997 à 2008	14
Tableau 6 : Présentation de l'humidité moyenne mensuelle exprimée en pourcentage (%) (Années 2003 à 2008).....	17
Tableau 7 : Indice xérothermique de Gaussen	22
Tableau 8 : Représentation du nombre de sorties par année et par mois	68
Tableau 9 : Représentation du nombre d'espèces par ordre et pourcentage	84
Tableau 10 : Représentation du nombre d'espèces par ordre et pourcentage (Espèces déterminées)	87
Tableau 11 : Cycle biologique de <i>Dryomyia lichtensteini</i> et son parasitoïde <i>Mesopolobus lichtensteini</i>	97
Tableau 12 : Représentation de la richesse spécifique et de l'abondance des espèces	104
Tableau 13 : Valeurs des abondances et des fréquences des espèces au niveau des stations	107
Tableau 14 : Classification hiérarchique des espèces par station.....	113
Tableau 15 : Première matrice de similitude entre les peuplements de Coléoptères, Hyménoptères, Hémiptères, Diptères et Lépidoptères des différentes stations	115
Tableau 16 : Seconde matrice de similitude entre les peuplements de Coléoptères, Hyménoptères, Hémiptères, Diptères et Lépidoptères des différentes stations	115
Tableau 17 : Troisième matrice de similitude entre les peuplements de Coléoptères, Hyménoptères, Hémiptères, Diptères et Lépidoptères des différentes stations	116
Tableau 18 : Valeurs de l'indice de Shannon et de l'équitabilité.....	120
Tableau 19 : Présentation des indices écologiques au cours de l'année 2006	122
Tableau 20 : Présentation des indices écologiques au cours de l'année 2007	125
Tableau 21 : Présentation des indices écologiques au cours de l'année 2008	129
Tableau 22 : Tableau des moyennes et des groupes homogènes du facteur ordre	134
Tableau 23 : Tableau représentant les moyennes et les groupes homogènes du facteur Station (altitude).	136
Tableau 24 : Tableau des moyennes et des groupes homogènes pour le facteur Densité....	139
Tableau 25 : Moyennes et groupes homogènes pour le facteur année.....	141
Tableau 26 : Moyenne et groupes homogènes pour le facteur ordre	146
Tableau 27: Moyenne et groupes homogènes pour le facteur altitude.....	147
Tableau 28 : Tableau représentant la moyenne et les groupes homogènes pour le facteur Année.....	150

Tableau 29 : Tableau représentant les résultats de la régression linéaire.....	155
--	-----

Liste des figures

Fig. 1 : Localisation de Sétif et de la zone d'étude (Bougaa).	6
Fig. 2 : Localisation du djebel Tafat et des stations d'étude	6
Fig. 3 : Courbes représentant le régime thermique de 2003 à 2008.....	11
Fig. 4 : Variation interannuelle des précipitations de 1997 à 2008.....	14
Fig. 5 : Histogrammes montrant le régime saisonnier au cours des années 2003 à 2008	15
Fig. 6 : Carte pluviométrique de la région d'étude (Extrait de la carte de CHAUMONT & PAQUIN (1971))	16
Fig. 7 : Carte pluviométrique pour l'Algérie du Nord (source : ANRH, Agence Nationale des Ressources Hydriques, 1993, in BENSLIMANE et al. 2008).....	17
Fig. 8 : Diagrammes ombrothermiques durant les années 2003 à 2008	21
Fig. 9 : Climagramme pluviothermique d'Emberger	24
Fig. 10 : Aperçu d'ensemble du chêne vert (<i>Quercus ilex</i>).....	27
Fig. 11 : Répartition du chêne vert dans le monde (Michaud, 1995).....	34
Fig. 12 : Répartition du chêne vert en Algérie (KADIK, 2002).....	34
Fig. 13 : Vue générale de la forêt de Tafat.....	41
Fig. 14a : Représentation des stations A et B.....	42
Fig. 14b : Représentation des stations C et D.....	43
Fig. 15 : Piège suspendu à l'arbre	47
Fig.16 : Histogramme représentant l'importance relative des différents ordres (l'ensemble des espèces).....	85
Fig. 17 : Histogramme représentant l'importance relative des différents ordres (Espèces déterminées).....	88
Fig.18 : Histogramme représentant l'importance relative des principaux ordres (Coléoptères, Hyménoptères, Hémiptères, Diptères, Lépidoptères), selon le nombre d'espèces. .89	
Fig.19 : Histogramme représentant l'importance relative des familles de Coléoptères.....	90
Fig. 20 : Histogramme représentant l'importance relative des familles des Hyménoptères...91	
Fig. 21: Histogramme représentant l'importance relative des familles des Hémiptères.....92	
Fig. 22 : Histogramme représentant l'importance relative des familles de Diptères	93
Fig.23 : Histogramme représentant l'importance relative des Familles de Lépidoptères	94
Fig. 24 : Adulte de <i>Dryomyia lichtensteini</i>	99
Fig. 25 : Cécidies sur feuille de <i>Quercus ilex</i> (Face inférieure).....	99
Fig. 26: Adulte et exuvies (<i>Dryomyia lichtensteini</i>) émergeant des cécidies de la face supérieure de la feuille de <i>Quercus ilex</i>	99
Fig. 27 : Larves de <i>Dryomyia lichtensteini</i>	100

Fig. 28 : Larves et chrysalides de <i>Mesopolobus lichtensteini</i>	100
Fig. 29 : Adultes de <i>Mesopolobus lichtensteini</i>	100
Fig. 30 : Richesse spécifique dans les différentes stations.....	105
Fig. 31 : Abondance des individus dans les différentes stations	106
Fig. 32 : Dendrogramme interprétatif des matrices de similitude à partir du coefficient de Jaccard.....	117
Fig. 33 : Représentation graphique des deux axes principaux de l'ACP	119
Fig. 34 : Représentation graphique de la richesse spécifique dans les différentes stations (année 2006).....	124
Fig. 35 : Représentation graphique de l'abondance dans les différentes stations (année 2006)	125
Fig. 36 : Représentation graphique de la richesse spécifique dans les différentes stations (année 2007).....	128
Fig. 37 : Représentation graphique de l'abondance dans les différentes stations (année 2007)	128
Fig. 38 : Représentation graphique de la richesse spécifique dans les différentes stations (année 2008).....	132
Fig. 39 : Représentation graphique de l'abondance dans les différentes stations (année 2008)	132
Fig. 40 : Courbe représentant les moyennes du facteur Ordre sur la variable nombre d'insectes.....	135
Fig. 41 : Courbe représentant les moyennes du facteur Altitude	137
Fig. 42 : Courbe représentant les moyennes des interactions Ordre-Altitude.....	138
Fig. 43 : Courbe représentant les moyennes du facteur Densité	139
Fig. 44 : Courbe représentant les moyennes des interactions Densité-Ordre.....	140
Fig. 45 : Courbe représentant les moyennes des interactions Ordre-Densité.....	140
Fig. 46 : Courbe représentant les moyennes du facteur année	142
Fig. 47 : Courbe représentant les moyennes des Interactions Année-Ordre.	143
Fig. 48 : Courbe représentant les moyennes des interactions Ordre –Année.....	143
Fig. 49 : Courbe représentant la moyenne des différents ordres	146
Fig. 50 : Courbe représentant la moyenne des différentes altitudes.....	148
Fig. 51 : Courbe représentant la moyenne des interactions Altitude (station)-Ordre.....	149
Fig. 52 : Courbe représentant la moyenne des interactions Ordre –Altitude (station).....	150
Fig. 53 : Courbe représentant la moyenne des différentes années.	151
Fig. 54 : Ajustement de la variable « Nombre d'individus »	153
Fig. 55 : a :Cocon d' <i>Apanteles sp</i> , b : Chrysalides paralysées par <i>Apanteles sp</i> (1=Œufs d' <i>Apanteles sp</i> , 2=Chrysalides de Sphingidés)	162
Fig. 56 : Larve et adulte de <i>Cerambyx cerdo</i> (manque une antenne).....	173

Fig. 57 : <i>Orthotomicus sp</i> et ses galeries.....	174
Fig. 58 : <i>Xyleborus monographus</i>	174
Fig. 59 : <i>Xyleborus sp</i>	174
Fig. 60: Espèce <i>Phyllonorycter pseudojoviella</i> Deschka Microlépidoptère du chêne vert (<i>Quercus ilex</i> L.)	189
Fig. 61 : Distribution de la faune entomologique nuisible au chêne vert selon le régime alimentaire.....	198

Liste des planches

Planche 1 : Photos de quelques Hyménoptères.....	171
Planche 2 : Photos de quelques Coléoptères	178
Planche 3 : Photos de quelques Hémiptères.....	183
Planche 4 : Photos de quelques Diptères.....	186

Introduction et objectifs

L'entomologie forestière est une science qui étudie les insectes et les écosystèmes forestiers. Elle intègre un ensemble de connaissances entomologiques et forestières dans un cadre économique et écologique (BAUCE, 2005).

La forêt est considérée, ou devrait être considérée, comme un écosystème ayant des rôles multiples qu'il convient de conserver ou de restaurer. C'est un conservatoire de biodiversité excellent parce qu'il existe plus d'espèces animales et végétales dans ce biotope que dans les milieux ouverts (DAJOZ, 2007). En plus, chaque élément vivant a un rôle précis pour l'écosystème forestier que nous ne devons pas interrompre pour préserver le correct fonctionnement.

En général, en Algérie, les forêts ont été longtemps considérées presque uniquement comme des producteurs de bois, et pour cela, ont été gérées de façon à obtenir le maximum de rendement en essences. En conséquence pendant de nombreuses années, comme elles ont une valeur économique, tout élément biotique ou abiotique qui intervient en réduisant la production du bois a été considéré comme nuisible et devrait être éliminé. Aujourd'hui, ce point de vue restrictif commence à être abandonné.

Les forêts sont des éléments dynamiques. Connues déjà à l'état fossile, au milieu du dévonien, elles étaient très différentes de celles actuelles. Une caractéristique de ce changement est l'augmentation progressive de l'importance relative des végétaux ligneux par rapport aux herbacés, accompagnée en plus par une diversification des animaux, en particuliers des insectes, ce qui montre l'importance du milieu forestier dans l'établissement de la diversité animale (RETALLACK, 1997).

Les insectes, qui représentent le groupe le plus riche en espèces, jouent dans les forêts plusieurs rôles, tous sont très importants. Nous pouvons trouver, par exemple, des insectes phytophages, décomposeurs, pollinisateurs, prédateurs, parasites ou vecteurs d'organismes pathogènes.

De ce fait, la connaissance de l'entomologie forestière nous permettra, tout en respectant un certain seuil, de mieux lutter contre les ravageurs qui posent de nombreux problèmes à l'économie du monde entier par leur nocivité.

En Algérie l'entomologie avait commencé avec FOREL à la fin du XIX siècle, un chercheur myrmécologiste d'origine Suisse. Il a publié en 1894 « Les formicidés de la province d'Oran » et quatre années plus tard HORVATH a rédigé un travail intitulé « Hétéroptères recueillis par le Dr FOREL en Algérie ». Mais les premières publications sur l'entomologie forestière ont débuté avec SEURAT (1924) dans son étude « la zoologie forestière en Algérie ».

Les recherches sur l'entomologie forestière liée à une essence en Algérie, ont porté surtout sur le chêne liège (*Quercus suber*), nous citons à titre d'exemple, GHANEM (1992), BENMECHRI (1994), DEMNATI (1997), KERRIS (1997), DERBAL (2000), BOUHRAOUA (2003)... Par contre le chêne vert (*Quercus ilex*), qui présente une vitalité remarquable, et une aire de répartition qui s'étend sur l'ensemble du bassin méditerranéen, et particulièrement en Afrique du Nord, et les insectes qui lui sont associés ont fait l'objet de très peu de travaux : MELIZI (1988), SAADOUN (1989), ATTAL- BADREDDINE (1994), CHACALI & al (2001), SAYAH (2003).

Pour contribuer à ce manque d'études au niveau des forêts algériennes, nous avons effectué notre travail dans une forêt naturelle de chêne vert située sur le djebel Tafat. Il faut dire que, en plus, peu d'études font référence à cet espace naturel et aucune d'elles n'a eu comme objet d'étude l'entomologie. Il est indiqué seulement qu'une étude phytosociologique a été effectuée par KHELOUFI-SOUICI (1994).

Aussi d'une part l'absence d'études entomologiques, et le fait inquiétant que durant les années 2002-2004 la forêt de Tafat commençait à montrer des signes de dépérissement, en particulier du chêne vert, et que d'autre part cet arbre représente 80% du peuplement végétal, ceci a fait que nous nous sommes intéressés à l'étude de la faune entomologique liée à cette espèce floristique.

Cependant il est à remarquer que l'étude de l'entomofaune globale d'un écosystème est impossible sans le concours de plusieurs spécialistes dans les différents groupes d'insectes. Pour cette raison notre étude

entomofaunistique liée au chêne vert de la forêt de Tafat, nous a conduits au niveau taxonomique auquel nous avons pu arriver. De plus nous traiterons la biologie et l'écologie de quelques espèces les plus représentatives (soit par leur abondance particulière dans la forêt de Tafat, soit par l'originalité de leur biologie, soit par leur étroite localisation au niveau national).

C'est ainsi que nous avons conçu notre travail:

Le premier chapitre est consacré à la présentation et à la caractérisation de la zone d'étude du point de vue géographique, géologique, climatique, ainsi qu'un aperçu phytosociologique sur le chêne vert, essence principale.

Le second renferme les méthodes de piégeage et de récolte des insectes, le matériel utilisé, le transport et conservation des captures effectuées, et les différentes méthodes d'analyse des données.

Le troisième porte sur la connaissance de l'entomocénose de la forêt de Tafat et la bio-écologie de deux espèces remarquables par leur nombre élevé et leur antagonisme.

Le quatrième fait référence à l'analyse des résultats et à l'évolution spatio-temporelle des différents peuplements.

Le cinquième regroupe l'étude biologique et écologique de quelques espèces. Une esquisse des principaux éléments des différentes synusies d'une chênaie à *Quercus ilex* conclut le chapitre.

A la fin du manuscrit sont inclus les articles qui ont été publiés et ceux qui sont acceptés par différents journaux internationaux.

Chapitre 1 :

Présentation de la région d'étude

Introduction

Selon QUEZEL (1976), plusieurs catégories de forêts se dégagent du paysage méditerranéen. Parmi ces catégories, il est possible de citer les types suivants :

- les forêts sclérophylles à base de chênes à feuilles persistantes (*Quercus ilex* ou *Quercus rotundifolia* et *Quercus suber*).
- les forêts caducifoliées constituées d'essence à feuilles caduques (*Quercus afares* et *Quercus fagineae*).
- les forêts de conifères (pinèdes, sapinières, cédraies)

Suivant cette typologie la végétation forestière du djebel Tafat (qui est la zone d'étude) s'intègre dans la catégorie relative aux forêts sclérophylles.

I. Situation géographique

La forêt domaniale de Tafat, dans la commune de Bougaa, est située au niveau de la partie septentrionale de la commune de Sétif (Nord-Est Algérien). En fait, c'est une futaie naturelle et une futaie, selon le dictionnaire Larousse agricole (1981), est un peuplement forestier issu du semis naturel ou effectué par l'homme.

La commune de Bougaa est située à 44 km au Nord -Ouest de la ville de Sétif sur la route nationale n°75. Elle est limitée au Nord par la commune de Maoklane, au Sud par la commune de Béni Oussara, à l'Est par la commune de Ain roua et à l'Ouest celle de Hammam Guergour (fig.1).

La forêt de Tafat quant à elle, se situe à 4km au Sud de l'agglomération de Bougaa, sur la montagne (ou djebel) Tafat (fig.2).

Elle occupe une superficie boisée de 1950 hectares et culmine à 1449 mètres, ses coordonnées géographiques sont : 36°16'57'' de latitude Nord et 5°06'33'' de longitude Est. La forêt de Tafat présente une exposition Nord, et elle est placée sous la tutelle des services forestiers de Bougaa.



Fig. 1 : Localisation de Sétif et de la zone d'étude (Bougaa).

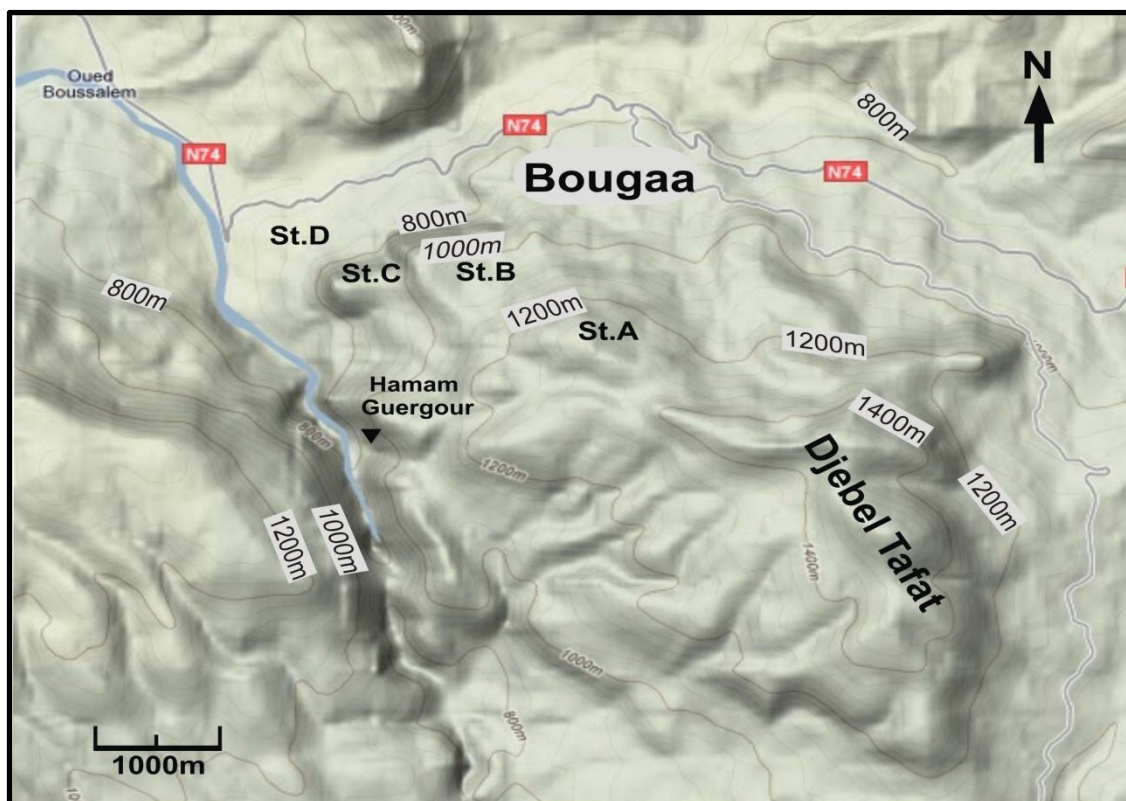


Fig. 2 : Localisation du djebel Tafat et des stations d'étude

II. Données géologiques et pédologiques

II.1. Le relief

La forêt de Tafat présente une topographie accidentée avec une pente de 40%, et une exposition Nord. Du fait de l'importance de la pente, l'érosion est lente et importante.

II.2. Géologie

La forêt de Tafat fait partie de monts de Sétif, qui correspondent à la chaîne des Babors, qui s'insère dans le domaine tellien.

Selon les travaux de VILLA (1976), djebel Tafat qui porte la forêt de Tafat est la série néritique (ère secondaire) qui affleure. La partie Nord-Est constituée par l'éocène moyen et supérieur qui est formé de marne noire, brune et grise et par l'éocène inférieur constitué de calcaire massif, bitumeux blanc à cassure noire et silex noir. Sur le flanc Sud il y a dominance du sénonien allochtone de l'étage crétacé supérieur formé d'une assise marno-calcaire.

II.3. Pédologie

La forêt de Tafat repose sur une roche mère souvent calcaire parfois schisteuse qui affleure sur une grande partie du djebel. En dehors des parties rocheuses, le sol est peu profond (inférieur à 50cm), de texture fine argilo-calcaire.

Il est à noter que nos observations nous permettent d'avancer que la litière présente une épaisseur de 7 centimètres vers 1200 mètres, et elle est pratiquement absente vers 700 mètres.

III. Données climatiques

Vue l'absence de station météorologique dans la région d'étude, les données utilisées proviennent de la station météorologique de Sétif (Ain Sfiha).

En général, en climatologie il est souhaitable en principe de disposer d'une série d'observations sur plus de 25 années pour caractériser efficacement un climat.

Selon CHARA (1987), les facteurs climatiques, telles la pluviométrie, la température, l'hygrométrie, en plus de la physionomie des biotopes, peuvent avoir une certaine influence sur la répartition des insectes et celle des essences forestières qui sont essentiellement conditionnées par la température, la pluviométrie et l'insolation.

III.1. Températures

Pour DREUX (1980), la température est le facteur climatique le plus important. En fait la température intervient pour une grande part dans le développement des insectes.

Selon DAJOZ (2007) la température et les autres facteurs climatiques ont des actions multiples sur la physiologie et sur le comportement des insectes.

Afin de mettre en évidence les changements climatiques nous présentons les données de SELTZER (1946) et celles de la station météorologique de Sétif (2003-2008) (Tab : 1). Le tableau 2 représente les valeurs thermiques mensuelles minimales(m) et maximales(M) ainsi que la moyenne $m+M/2$, des différentes années (2003-2008).

Tableau 1: Données thermiques de la région d'étude (2003-2008)

Source	Temp.	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
CMS	m	2,32	1,96	4,01	8,01	11,86	16,83	20,48	19,8	15,15	12,5	5,86	2,56
	M	9,86	10,56	14,6	17,93	23,43	29,86	34,31	33,11	26,71	22,21	14,41	9,55
	$m+M/2$	6,08	6,26	9,30	12,97	17,64	23,34	27,39	26,45	20,93	17,35	10,13	6,05
S	m	2,80	3,60	6,10	7,70	12,10	22,50	19,40	20,30	16,60	12,50	7,30	4,40
	M	8,90	11,20	15,20	20,40	23,30	23,10	31,30	31,50	26,70	20,80	14,80	9,80
	$m+M/2$	5,90	7,40	10,70	14,10	18,20	22,80	25,40	23,90	21,70	16,70	11,10	7,10

m = moyenne des températures minimales

M = moyenne des températures maximales

CMS = Centre Météorologique de Sétif

S = Données Seltzer(1946)

Tableau 2 : Températures des différentes années d'étude

Année 2003

mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
m	2	0,7	4,9	8,3	11,7	18	21,9	20,8	15,5	12,9	6,7	2
M	8	8,1	14,7	17,7	23,5	30,7	35,5	33,4	26,1	21	14,9	9
M+m/2	5	4,4	9,8	13	17,6	24,3	28,7	27,1	20,8	16,9	10,8	5,5

Année 2004

mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
m	1,9	3,7	5,4	6,2	8,4	15,4	19,6	20,6	15,1	13,5	4,8	2,9
M	10,2	13,5	15,4	15,7	18,8	28,4	33,5	34,2	27,5	24,5	12,9	9,3
M+m/2	6,05	8,6	10,4	13	13,6	21,9	26,5	27,4	21,3	19	8,8	6,1

Année 2005

mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
m	-7	-5	5,6	7,6	13	17	20,7	18,6	14,7	12	5,7	1,9
M	8,2	6,8	15,2	17,6	26,9	30,4	35,1	31,8	26,3	22,5	14,5	8,6
M+m /2	0,6	0,9	10,4	12,6	19,95	23,7	27,9	25,2	20,5	17,25	10,1	5,25

Année 2006

mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
m	0,7	0,9	0,5	10	14,6	17,8	20,3	18,4	14,8	13,6	7,1	3,6
M	7,6	9,3	15,9	20,9	25,7	30,7	33,4	32,3	26,2	24,8	16,5	10,6
M+m /2	4,1	5,1	8,2	15,45	20,15	24,25	26,85	25,35	20,5	19,2	11,8	7,1

Année 2007

mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
m	3,2	3,8	3,7	8,4	11,1	17,4	19,7	20,2	15,4	11,7	4,7	2
M	13,5	12,5	12,4	16,4	22,5	30,8	33,7	33,3	27,4	20,5	13,7	9,8
M+m /2	8,35	8,15	8,05	12,4	16,8	24,1	26,7	26,75	21 ;4	16,1	9,2	5,9

Année 2008

mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
m	2,2	3,2	4	7,6	12,4	15,4	20,7	20,2	16,4	11,3	6,2	3
M	12,3	13,2	14	19,3	23,2	28,2	34,7	33,7	26,9	20	14	10
M+m /2	7,25	8,2	9	13,45	17,85	21,8	27,7	26,95	21,65	15,65	10,1	6,5

Les relevés thermiques des différentes années montrent que les valeurs minimales sont observées au niveau des mois de Janvier et Février avec des valeurs respectives -7°C et -5°C de l'année 2005. Le mois de Février est également le mois le plus froid, $0,7^{\circ}\text{C}$ pour l'année 2003. Les températures les plus basses pour l'année 2004 sont relevées au mois de Janvier avec une valeur égale à $1,9^{\circ}\text{C}$ et pour l'année 2006 c'est le mois de Mars avec une température de $0,5^{\circ}\text{C}$. Les années 2007 et 2008 présentent toutefois des valeurs minimales moyennes plus douces que les années précédentes avec respectivement 2°C au cours du mois de Décembre pour l'année 2007 et $2,2^{\circ}\text{C}$ au cours du mois de Janvier pour l'année 2008.

Les températures moyennes maximales sont observées pour l'ensemble des années au cours du mois de Juillet avec une valeur variant entre $35,5^{\circ}\text{C}$ et $33,4^{\circ}\text{C}$. Le mois de Juillet est donc le mois le plus chaud, sauf pour l'année 2004 où le maximum est noté pour le mois d'Août avec une valeur égale à $34,2^{\circ}\text{C}$. La figure 3 représente le régime thermique des années 2003 à 2008.

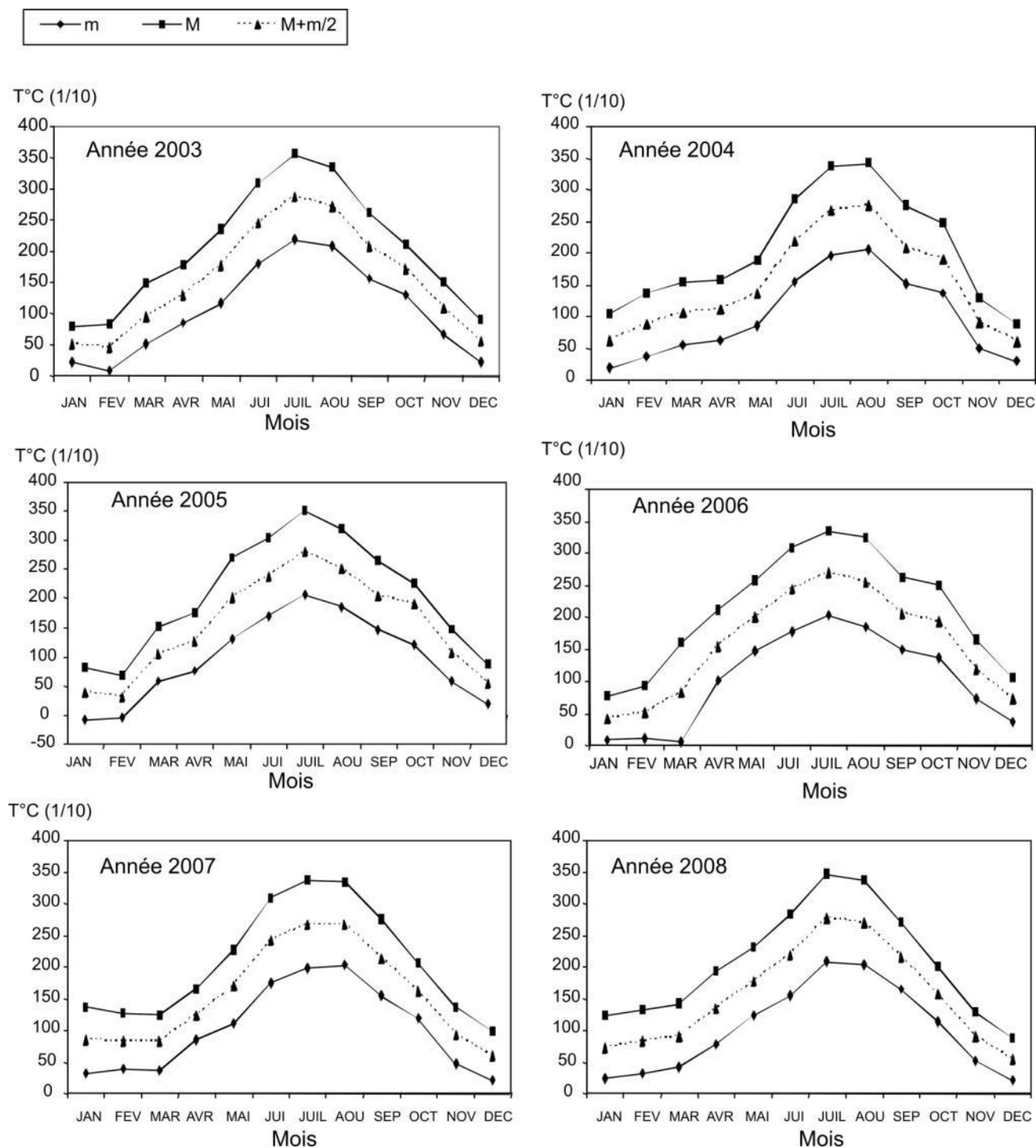


Fig. 3 : Courbes représentant le régime thermique de 2003 à 2008

En général les mois les plus froids pour l'ensemble des années sont Décembre, Janvier, Février et Mars alors que les températures les plus élevées sont observées au cours des mois de Juin, Juillet et Août. Toutefois

il est à rappeler que la température diminue au fur et à mesure que l'altitude augmente. OZENDA (1955) évalue cette décroissance à 0,55°C en moyenne pour 100 mètres de dénivellation et SELTZER (1946) préconise une méthode de correction sur la base d'un gradient altitudinal correspondant à une diminution de 0,4°C de la température minimale (m) du mois le plus froid pour 100 mètres et 0,7°C de la température maximale (M) du mois le plus chaud pour la même altitude.

III.2. Précipitations

Les précipitations constituent l'ensemble des formes d'eau qui tombent à la surface de la terre. En général, dans la forêt, une partie des précipitations est interceptée par le feuillage, une autre ruisselle le long des troncs et le reste arrive directement au sol.

Les caractéristiques de la station météorologique sont : Latitude : 38°11'N, longitude : 5°15'E, altitude : 1081mètres, durée de mesure : 1997-2008. Celles de Seltzer présentent une altitude de 1033 mètres, pour l'année 1946.

Le tableau 3 donne les valeurs des précipitations moyennes mensuelles et annuelles durant la période 1997 à 2008 et montre l'irrégularité des pluies au cours de ces années. Le mois de Septembre et le mois de Décembre sont les plus arrosés, par contre les mois les moins arrosés sont Juillet et Août. Le mois de Mai est plus arrosé que le mois de Novembre et les précipitations du mois de Juin sont presque égales à celles du mois de Février. Ceci montre que les pluies ne sont pas régulières et peuvent être aussi importantes en hiver qu'au printemps, et qu'en automne et début de l'été.

Tableau 3 : Précipitations moyennes mensuelles et annuelles en (mm)

Source	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Total / Année
CMS	40,13	23,55	28,77	39,50	45,13	21,05	15,75	16,03	52,62	31,8	42,10	52,28	340,59
S	74	61	57	50	54	21	07	12	33	49	72	82	592

CMS= Centre météorologique de Sétif

S= Seltzer

Le tableau 4 représente les totaux des précipitations durant ces mêmes années. Les années les plus sèches sont 2000, 2001 et 2002. En 2002 l'apparition d'Acariens Eryophyes en nombre considérable a complètement changé l'aspect de la forêt par la formation de galles sur les feuilles de *Quercus ilex*. Puis les années 2003 et 2004 ont été pluvieuses et la forêt a commencé à reprendre son aspect naturel avec une recrudescence des galles dues aux Acariens. L'année 2005 montre une diminution des précipitations mais ces dernières augmentent progressivement au cours des années 2006, 2007 et 2008. Les histogrammes de la variation interannuelle des précipitations au cours des années 1997 à 2008 sont représentés en figure 4, et montrent qu'après une période de sécheresse de trois années (2000, 2001 et 2002), il y eu deux années pluvieuses (2003 et 2004) qui sont suivies des années assez pluvieuses (2006, 2007 et 2008). C'est au cours de ces années et en particuliers l'année 2008 qui compte la période de sécheresse la plus courte, que la forêt a commencé à reprendre son aspect naturel d'une belle chênaie.

Tableau 4 : Valeurs Pluviométriques en moyenne au cours des différentes années

Années	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
P (mm)	335	379,9	320,8	276	209,7	276,5	486,7	410,5	305,6	328,7	350,5	373,8

Notons que le régime saisonnier établi pour les différentes années est très variable. Ce régime est du type H.P.A.E pour les années 2003 et 2006. Il est du type P.A.H.E pour l'année 2007 et du type P.A.E.H pour l'année 2008. Donc le maximum pour ces deux dernières années se situe au printemps, période où les orages sont fréquents dans la région (tableau 5). Les histogrammes de la figure 5 montrent que si le minimum des précipitations est observé en été pour toutes les années sauf pour 2008 où le minimum est observé en hiver, il n'en n'est pas de même pour le maximum qui s'observe au printemps en automne et en hiver aussi.

Tableau 5 : Régime saisonnier pluviométrique de 1997 à 2008

Année	H	P	E	A	Total	Régime
1997	83, 8	62, 1	57, 5	199	223, 3	A.H.P.E
1998	72, 5	156, 9	32, 1	194, 4	455, 9	A.P.H.E
1999	162, 1	32, 1	31, 3	159, 5	385	A.H.P.E
2000	71, 2	112, 3	44, 2	101, 9	329, 6	P.A.H.E
2001	107, 9	41, 1	4	98, 7	251, 1	H.A.P.E
2002	114, 1	62, 3	79,5	115, 6	371, 5	A.H.E.P
2003	230, 5	144, 6	95, 5	113, 5	584, 1	H.P.A.E
2004	162, 2	176, 5	49	105	492, 7	P.H.A.E
2005	118, 1	65, 8	64, 6	118, 3	366, 6	A.H.P.E
2006	143, 8	140, 2	48, 4	62, 1	394, 5	H.P.A.E
2007	42, 2	218, 6	38, 6	121, 3	420, 7	P.A.H.E
2008	81, 5	148, 5	89, 5	129, 1	448, 6	P.A.E.H

H: Hiver (Décembre, Janvier, Février)

P : Printemps (Mars, Avril, Mai)

E : Eté (Juin, Juillet, Août)

A : Automne (Septembre, Octobre, Novembre)

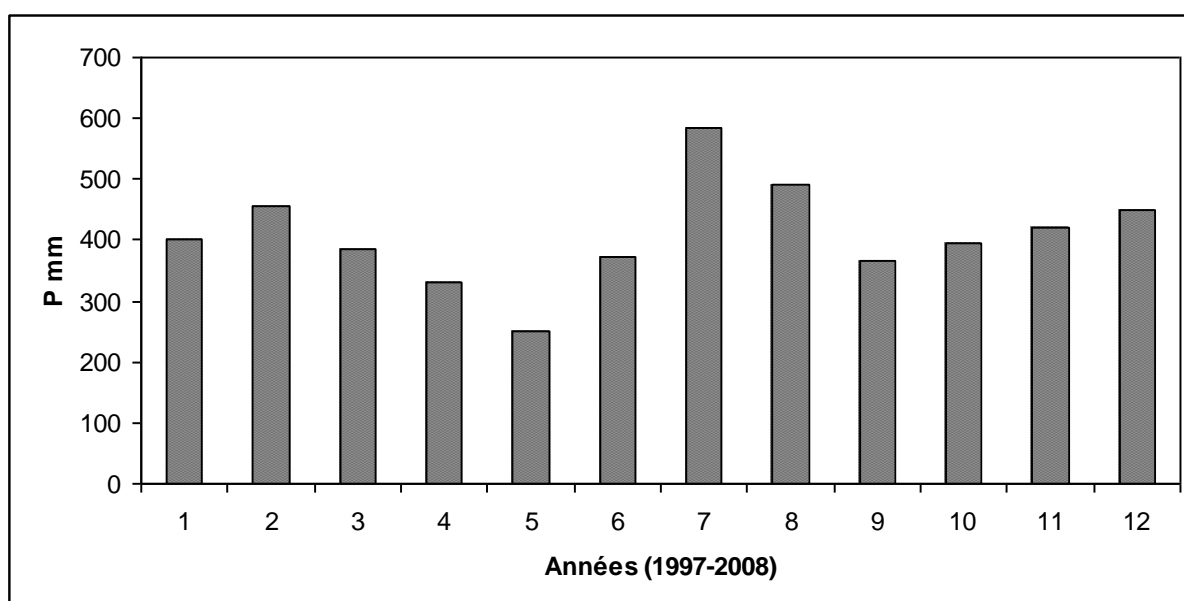


Fig. 4 : Variation interannuelle des précipitations de 1997 à 2008

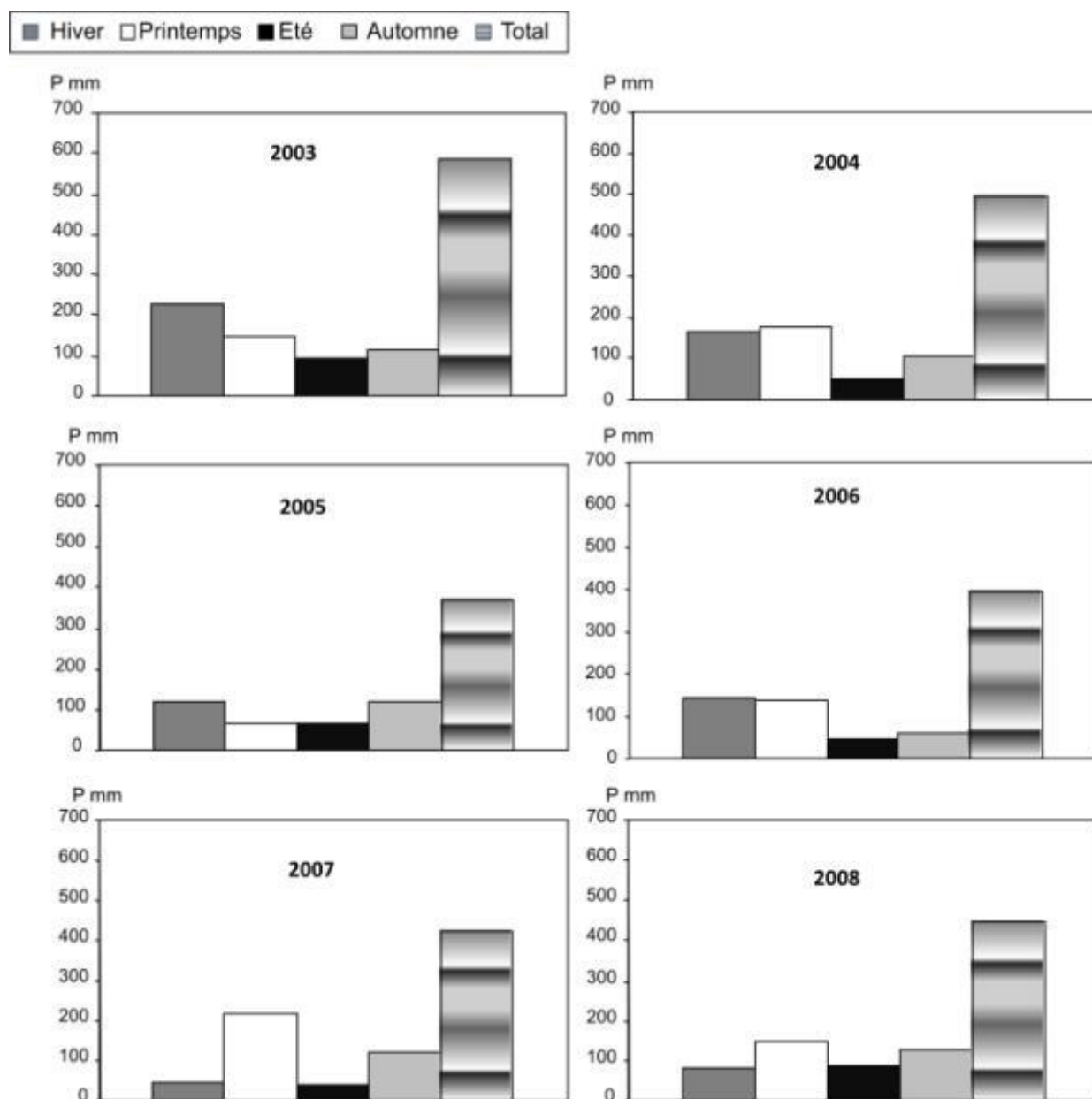


Fig. 5 : Histogrammes montrant le régime saisonnier au cours des années 2003 à 2008

Notons toutefois que selon SELTZER (1946), en Algérie la répartition des pluies obéit aux trois lois suivantes :

La hauteur des pluies augmente avec l'altitude, mais elle est plus élevée sur les versants exposés aux vents humides. Elle augmente de 40mm en moyenne tous les 100mètres.

Elle augmente d'Ouest en Est.

Elle augmente au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral.

La forêt de Tafat est en général légèrement plus arrosée que Sétif.

En se référant à la carte pluviométrique de CHAUMONT et PAQUIN (1971), la forêt de Tafat se situe dans une tranche pluviométrique comprise entre 500 à 600mm de pluie par an (Fig.6), et selon la carte pluviométrique de l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (ANRH, 1993 in BENSLIMANE & al, 2008)), elle se situe entre 400 et 800mm (Fig : 7).

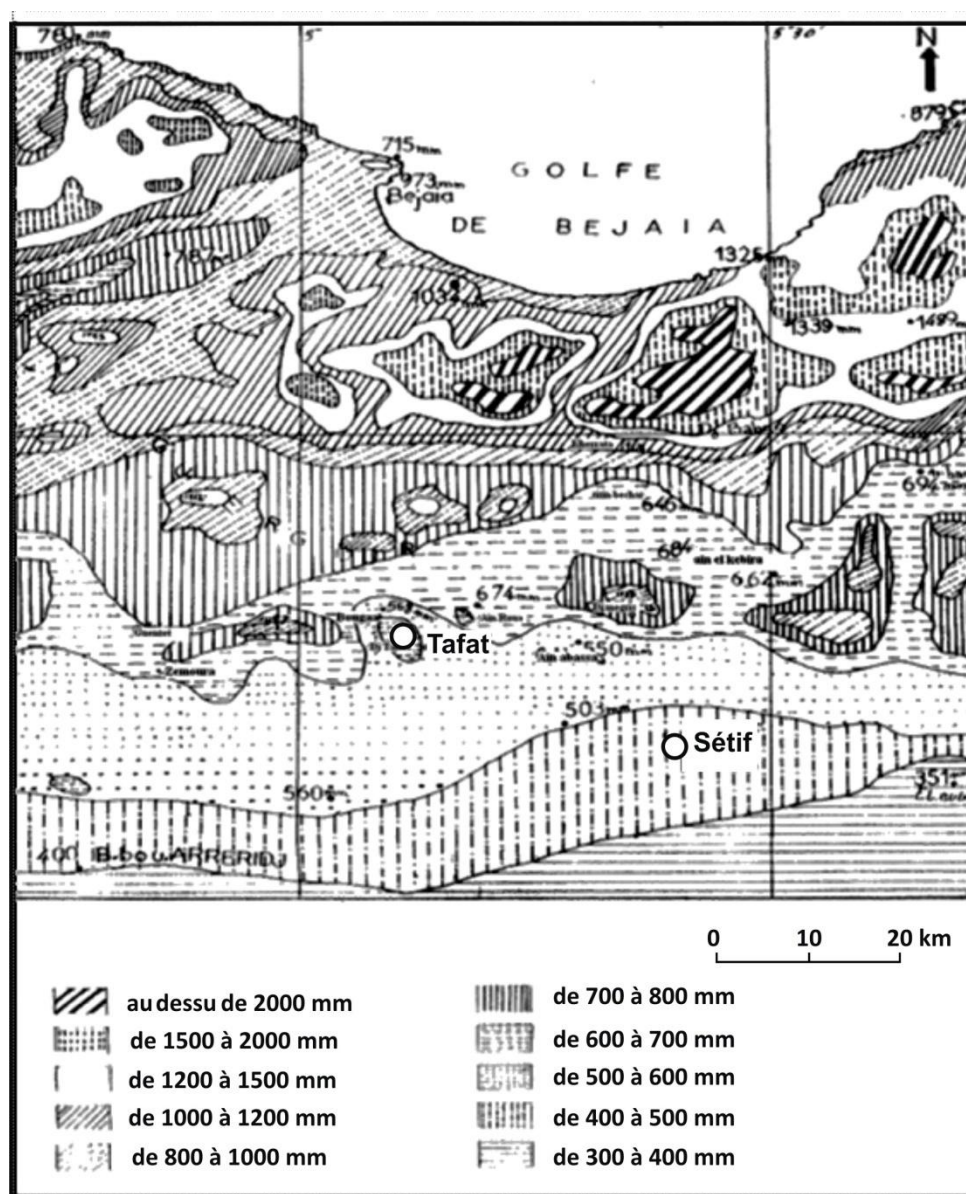


Fig. 6 : Carte pluviométrique de la région d'étude (Extrait de la carte de CHAUMONT & PAQUIN (1971))

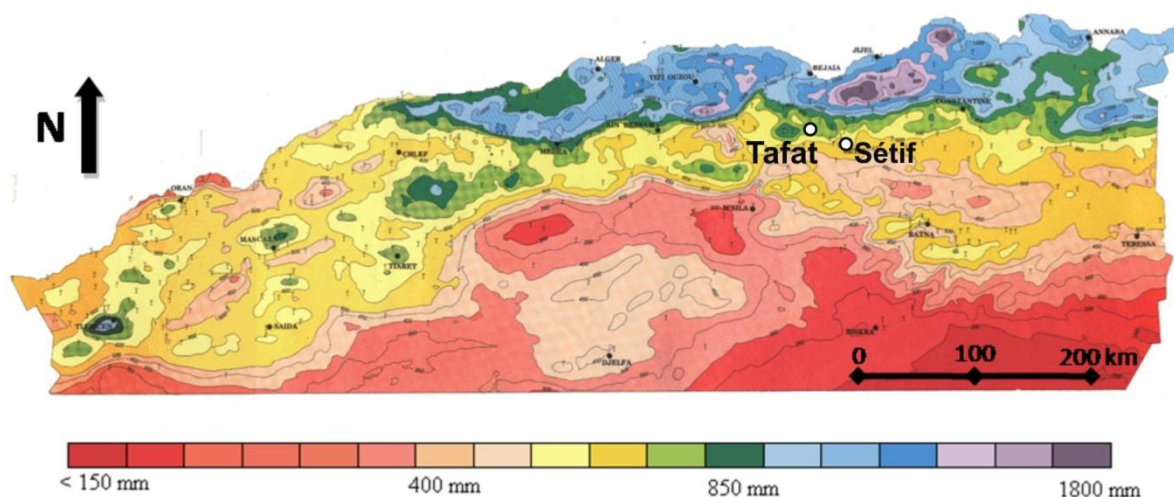


Fig. 7 : Carte pluviométrique pour l'Algérie du Nord (source : ANRH, Agence Nationale des Ressources Hydriques, 1993, in BENSLIMANE et al. 2008)

III.3. Humidité

L'humidité relative est généralement plus élevée en forêt qu'en terrain découvert surtout en été lorsque la transpiration est à son maximum.

Le rythme d'activité de beaucoup d'insectes forestiers est sous le contrôle de facteurs climatiques comme l'humidité (DAJOZ, 2007) (Tab : 6)

Tableau 6 : Présentation de l'humidité moyenne mensuelle exprimée en pourcentage (%) (Années 2003 à 2008).

Mois Année	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
2003	83	83	72	71	63	47	37	43	63	72	77	83
2004	82	68	71	76	73	56	43	46	57	57	82	85
2005	78	80	68	66	49	48	41	47	63	72	77	84
2006	82	80	58	52	65	41	44	54	61	56	74	85
2007	72	77	78	75	64	48	41	45	63	72	77	80
2008	74	70	69	61	63	55	44	46	59	77	76	80

L'examen du tableau 6 montre que l'humidité est assez élevée du mois de Septembre au mois de Mai avec un pourcentage de 85% pour le mois de Décembre de l'année 2004 et 2006. Seuls les mois de Juin, Juillet et Août

sont peu humides. Notons que pour l'année 2007 le mois de Décembre est le plus humide avec 80% d'humidité, et le mois le moins humide est Juillet 41% du taux d'humidité. De même que pour l'année 2008, le taux d'humidité le plus élevé est enregistré au mois de Décembre avec 80%, et le moins humide est le mois de Juillet avec 44% d'humidité.

III.4. Vents

Le vent est freiné en forêt. Dans un peuplement de chênes sa vitesse peut tomber à 11% de celle qui est menée en terrain découvert. Les vents violents ont un effet inhibiteur sur l'activité des insectes (DAJOZ, 2007).

Le vent joue un rôle dans la dissémination des stades larvaires de certains insectes.

Les vents dominants durant l'hiver sont des vents d'Ouest puis du Nord. En été, la direction des vents est assez variable mais à dominance Sud. De ce fait un vent chaud, le sirocco se manifeste, et peut souffler avec intensité en particulier au cours des mois de Juin et Juillet et Août. Pour l'année 2003 il y eut 9 jours de sirocco, par contre pour l'année 2004, le sirocco n'a pas du tout soufflé. On note 7 jours pour l'année 2005, 16 jours pour l'année 2006 avec 1 jour au mois d'Octobre. L'année 2007 a été marquée par 9 jours de sirocco et l'année 2008 par 6 jours.

III.5. Enneigement

L'apparition de la neige est très irrégulière. Elle se fait de la fin du mois de Novembre à celle de Mars et parfois jusqu'au mois d'Avril. Elle atteint les sommets de haute altitude, mais peut descendre jusqu'à 700 mètres. Il a été enregistré 20 jours de neige au cours de l'année 2003, 13 jours pour l'année 2004, 31 jours pour l'année 2005, 13 jours pour l'année 2006 qui se répartissent en 7 jours de neige au mois de Janvier, 4 jours au mois de Février et 2 jours au mois de Mars. Au cours des années 2007 et 2008, les chutes de neiges ont été très faibles. En effet pour l'année 2007, il n'y eut que 9 jours de neige dont 5 au mois de Mars et 4 au mois de Décembre. Durant l'année 2008, il y eut 8 jours seulement de neige dont 7 jours au mois de Mars et 1 jour seulement pour le mois d'Avril. Mais l'épaisseur de la couche de neige au cours de l'année 2008 a été importante. Les services forestiers ont noté une épaisseur de plus de 80 centimètres vers 1000 mètres d'altitude et de nombreuses branches ont été cassées. De plus la

fonte de la neige a été lente ce qui influe sur l'activité des Insectes et leur apparition.

III.6. Gelées

Au niveau de la région de Bougaa, on note des gelées printanières tardives et des gelées automnales précoces. Ceci influe sur l'apparition des insectes au cours de la journée. Les jours de gelées blanches s'étalent du mois de Novembre au mois d'Avril. Le nombre de jours le plus élevé de gelées a été enregistré au cours de l'année 2005 avec 62 jours répartis en 24 jours pour le mois de Janvier et 16 pour le mois de Février. L'année 2008 a également eu un nombre de jours de gelées important, égal à 55 dont 19 jours rien que pour le mois de Janvier et 4 jours au mois d'Avril. De même que pour l'année 2007, il y eut 50 jours de gelées blanches, 44 jours pour l'année 2006 et 49 pour l'année 2004. Pour la plupart des années la première apparition des gelées se fait au mois de Novembre et se poursuit jusqu'au mois d'Avril. Une journée au mois d'Octobre a été notée pour l'année 2008. Les gelées sont néfastes pour les plantes et de ce fait retardent l'apparition et le développement de l'entomofaune.

III.7. L'éclairement

Le rayonnement qui pénètre en forêt est modifié par l'absorption sélective exercée par les feuilles. L'intensité lumineuse dans le sous-bois varie beaucoup avec la nature des arbres et avec la saison. Dans la forêt de Tafat la durée de l'éclairement est de 3000 heures par an.

III.8. Synthèse climatique

Afin de dégager le climat de la zone d'étude par rapport aux principaux types méditerranéens, nous avons fait appel à deux méthodes de calcul : Le diagramme ombrothermique de BAGNOULS & GAUSSEN (1953) et le climagramme d'EMBERGER (1971).

Le diagramme ombrothermique permet de préciser et de mettre en évidence la durée de la période sèche. C'est un type particulier de digramme climatique qui représente les variations mensuelles sur une année, des éléments du climat d'une région du point de vue températures et précipitations (DAJOZ, 1985).

Aussi, la période sèche s'établit lorsque la pluviosité mensuelle (P) exprimée en millimètres est inférieure au double de la température moyenne (T), exprimée en degrés Celsius ($P < 2T$). Pour mettre en évidence ce caractère essentiel, la courbe des températures et la courbe des précipitations sont établies d'après les échelles telle qu'à 10°C correspondent 20mm de précipitations. Ainsi pour les mois secs, la courbe des précipitations est située en dessous de la courbe des températures. La période sèche est représentée sur le graphique par cette position relative des deux courbes. Plus large est la surface fermée comprise entre ces courbes, plus longtemps dure la sécheresse. L'observation des diagrammes des années 2003 à 2008 permet d'estimer le nombre de mois secs à environ trois à quatre (Figure 8)

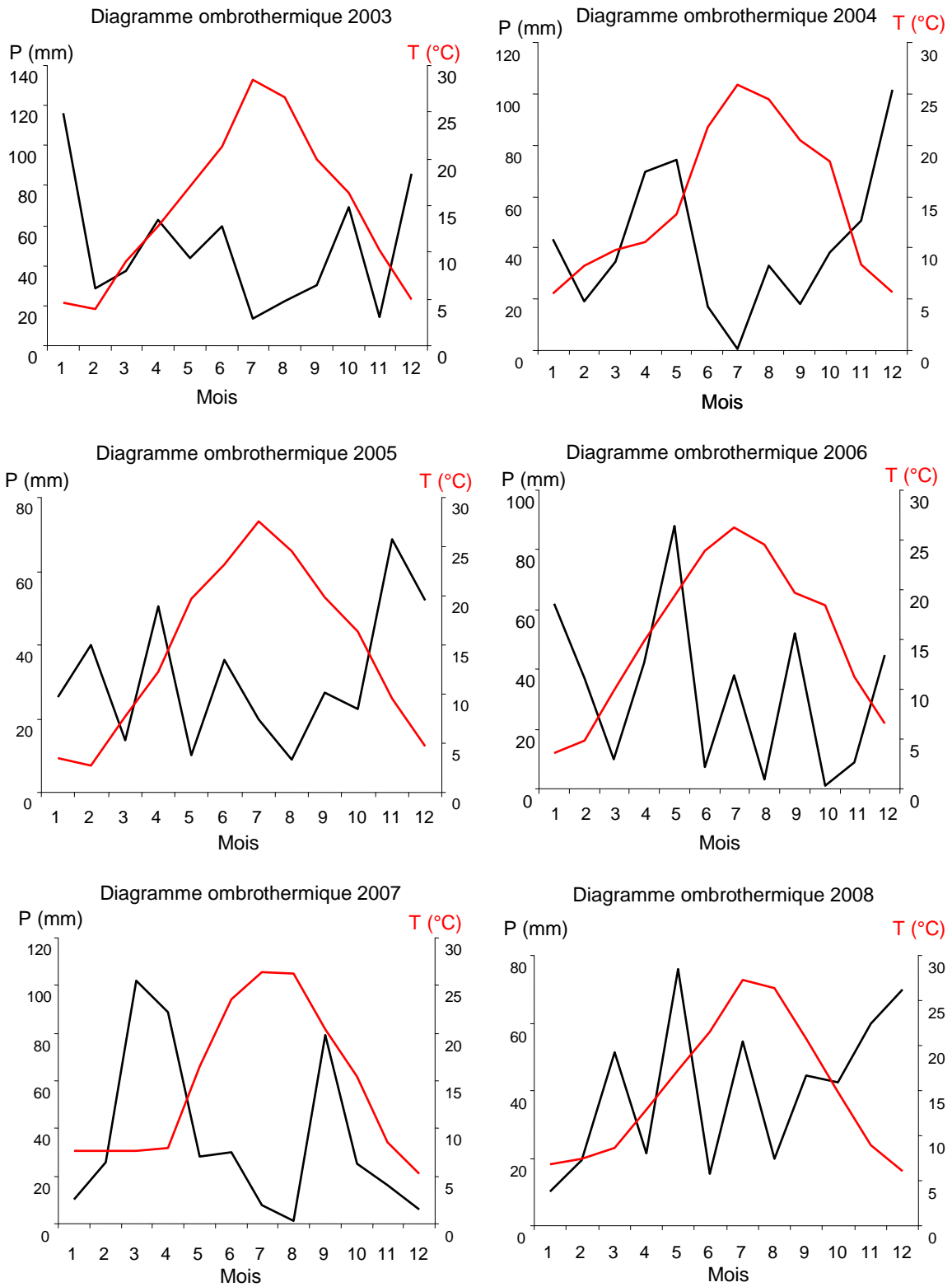


Fig. 8 : Diagrammes ombrothermiques durant les années 2003 à 2008

-Climagramme d'Emberger :

L'indice pluviométrique (Q) d'Emberger, qui fait intervenir la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M), la moyenne des minima du mois le plus froid (m) et la moyenne des précipitations annuelles (P), permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une région donnée et de le situer dans le climagramme d'Emberger. Cet indice pluviométrique est une synthèse des précipitations et de la température (EMBERGER, 1971).

Plus le climat est sec, plus Q est faible. Ainsi à chaque station, on peut associer deux grandeurs Q et m et les représenter par un point sur un plan à deux axes de coordonnées. A la répartition géographique des stations, on substitue une répartition climatique (EMBERGER, 1955).C'est le climagramme d'Emberger.

Il se calcule comme suit:

$$Q = \frac{P}{\frac{(M+m)(M-m)}{2}} \times 1000 = \frac{2000 P}{M^2 - m^2}$$

$M+m/2$ = Température moyenne annuelle.

Cet indice a été simplifié par STEWART (1969), et devient

$$Q = 3,43 \times \frac{P}{(M-m)}$$

Calculé pour la forêt de Tafat, ce quotient nous permet de placer cette zone d'étude dans l'étage bioclimatique allant du semi-aride au subhumide à hiver frais alors que la station de Sétif se situe dans l'étage bioclimatique semi aride à hiver frais (Fig : 9).

Le calcul de l'indice xérothermique de Gaussen permet d'obtenir les résultats suivants donnés en tableau 7.

Tableau 7 : Indice xérothermique de Gaussen

Années	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Indice	2,69	1,43	1,81	1,44	1,14	2,57

L'indice xérothermique exprime l'aridité. Il se calcule par la moyenne des précipitations estivales divisées par la moyenne des températures maximales des mois les plus chauds. Aussi au deçà de la valeur $S = 7$, cet indice caractériserait un été sec. Les résultats obtenus en tableau 7 montrent donc que la forêt de Tafat est soumise à un climat du type méditerranéen, c'est-à-dire à pluies concentrées sur les saisons fraîches et à journées courtes (LEHOUEIROU, 1973b), au cours des différentes années, avec un indice inférieur à 7.

Conclusion:

La situation de la forêt de Tafat dans l'étage bioclimatique semi-aride à subhumide lui permet de recevoir un minimum de précipitations chaque année. L'année 2008 présente une année de sécheresse courte et de ce fait fut une année où la forêt a pris un bel aspect.

Aussi le chêne vert (*Quercus ilex*), comme l'ensemble des chênes est un arbre qui se développe très bien dans les étages bioclimatiques subhumides et humides mais qui peut évoluer dans les étages semi-arides

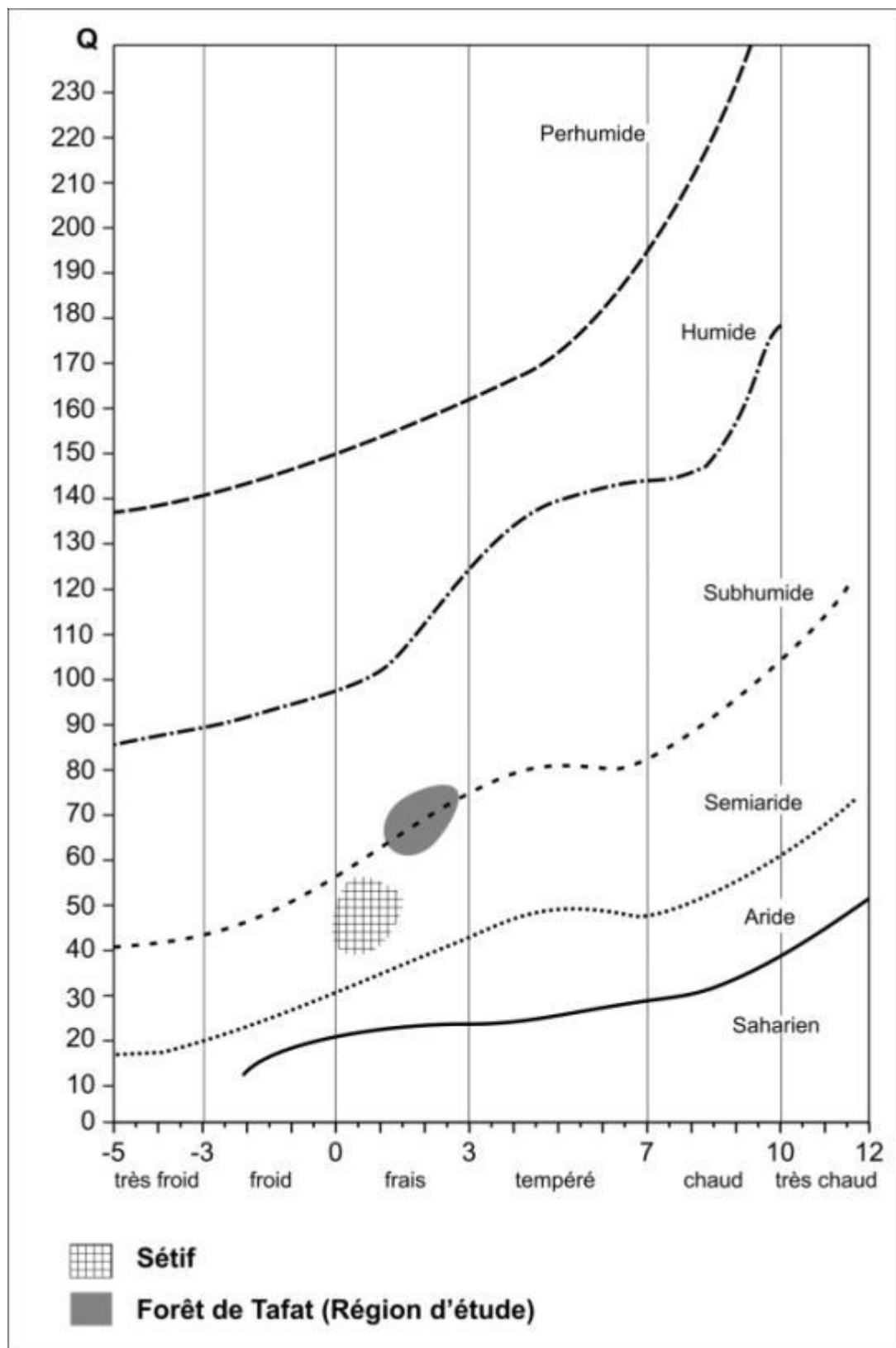


Fig. 9 : Climagramme pluviothermique d'Emberger

IV. Caractères floro-faunistique

IV.1. Aperçu phytosociologique

La plus ancienne association méditerranéenne connue a été définie en 1936, sous le nom de « *Quercetum illicis gallo provincialis* » (SEIGUE, 1985).

C'est BOUDY (1955) qui entreprit une étude phytosociologique du djebel Tafat. Mais les résultats sont restés préliminaires. En 1994, KHELOUFI-SOUICI en a fait une étude complète, et estime un total floristique de 245 espèces dont 98 sont annuelles et 147 espèces sont vivaces.

La végétation est représentée par des groupements végétaux qui seront définis selon plusieurs critères, dont le plus important est celui de la physionomie de la végétation.

Selon le même auteur, les types biologiques qui couvrent la forêt du djebel Tafat sont : les Phanérophytes (30 espèces), les Chaméphytes (19 espèces), les Hémicryptophytes (72 espèces), les Géophytes (26 espèces) et les Thérophytes (98 espèces).

Il est à remarquer toutefois, que la physionomie de la forêt de Tafat est très variée.

L'ensemble de la formation arbustive est à base de *Quercus ilex* (ou *Quercus rotundifolia*), qui représente 80% de recouvrement et qui constitue un paysage végétal en forme de bouquets et de bosquets. Il est à noter que l'espèce *Quercus rotundifolia* n'est qu'une variété méridionale de *Quercus ilex*, et que les deux espèces s'hybrident facilement entre elles, ce qui complique leur distinction.

En général, la forêt de Tafat se présente beaucoup plus sous l'aspect d'un matorral dense.

Ce matorral se présente sous deux types physionomiques :

D'une part un matorral élevé dense, rarement ouvert dominé physionomiquement par : *Quercus ilex*, *Juniperus oxycedrus*, *Calycotoma spinosa* et *Genista tricuspidata*. De place en place, se situent des végétaux tels : *Rhamnus alaternus*, *Lonicera implexa*, *Rhamnus licioides* et *Crataegus azarolus*. Dans les chênaies à couronnes jointives, l'auteur (K. SOUICI) note la prédominance d'*Acer monopessulanus* et la présence de *Rosa sempervirens* et de *Ronicera etrusca*.

D'autres part un matorral moyen à base de *Quercus ilex*, *Juniperus oxycedrus*, *Genista tricuspidata* et *Pistacia terebinthus*.

L'observation montre toutefois que le long des pistes d'accès, ouvertes par les services forestiers, et vers les bas versants, la végétation correspond à un matorral très dégradé à base de *Quercus ilex* et *Juniperus oxycedrus*. Au niveau du sous bois se rencontrent surtout *Calycotoma spinosa* et *Asphodelus microcarpus* avec de nombreux végétaux buissonneux broutés par le bétail.

En général la forêt subit de très fortes pressions anthropozoïques (pâturage, coupe de bois avec rudesse, incendies..) particulièrement vers les basses altitudes.

Malgré tout, les chênaies vertes de Tafat comptent parmi les plus belles formations de chêne vert d'Algérie.

IV.2. Aperçu faunistique

La faune de Tafat est très peu connue. Pratiquement aucune étude faunistique n'a été entreprise. Seules quelques observations aviaires des forestiers ont été relevées et ont remarqué la présence de la caille, de la fauvette, du chardonneret et de moineaux.

V. Caractéristiques de la flore arborée : Chêne vert (*Quercus ilex* L.)

Le chêne vert est une espèce méditerranéenne bien qu'il soit rencontré plus ou moins vers l'Europe. L'espèce *ilex* fait allusion à ses feuilles qui ressemblent à celles du houx (Fig. 10).

Le chêne vert (*Quercus ilex*), encore appelé Yeuse (mot emprunté à l'occitant, où cet arbre est appelé Euse) occupe dans la systématique de la flore la place suivante :

Règne : Végétal

Embranchement : Trachéophytes

Sous-Embranchement: Ptéropsidés

Classe : Angiospermes

Sous classe : Dicotylédones

Ordre : Fagales

Famille : Fagaceae

Genre : *Quercus*

Sous genre : Sclérophyllodys (Schwartz, 1936)

Espèce : *Quercus ilex* L, 1753 (section *ilex*, Endl, (1847) in DAHMANI, 1984).

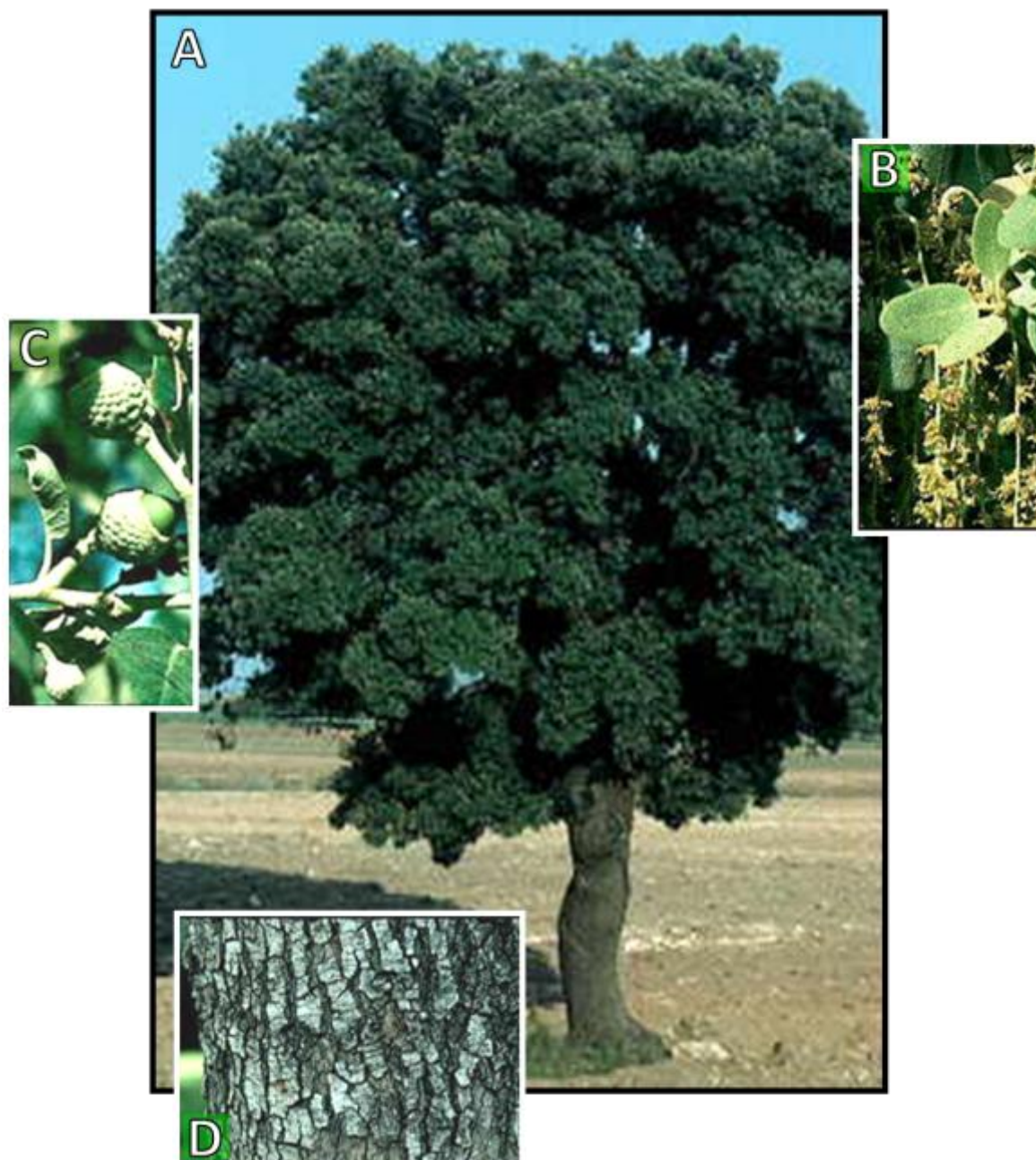


Fig. 10 : Aperçu d'ensemble du chêne vert (*Quercus ilex*)

A : chêne vert sur pied,

B : Fleurs (chatons),

C : fruit (gland),

D : écorce (tronc)

V.1. Caractères botaniques

Le chêne vert est un arbre de moyenne dimension, de 5 à 10 mètres de haut, mais qui peut atteindre 20 mètres en milieu humide. Il est micro à mésophanérophite. Il présente un tronc unique, trapu, tortueux et robuste, à écorce finement fissurée, de couleur brun grisâtre et qui apparaît sous forme de petits carrés (Fig.10).

Le chêne vert présente un système racinaire pivotant pouvant atteindre 10 mètres de profondeur et des racines latérales traçantes et drageonnantes.

Cet arbre présente un houppier ovale avec un couvert épais à ramifications serrées et denses (GIRARDET, 1980).

Les feuilles sont alternes, coriaces, petites (3 à 8 cm de long, 1 à 3 cm de large), de forme variable. Elles peuvent être entières, dentées ou épineuses, elliptiques, lancéolées, arrondies.

Elles sont luisantes, vert foncé sur le dessus, et pubescentes, blanchâtres à grisâtres dessous. Le pétiole est court 0,5 à 2 mm de longueur (SOMON, 1987). Comme leur durée de vie est de deux ans, et la répartition par âge aléatoire sur les rameaux, l'arbre est sempervirent (LECOEUR & al, 1996).

Les fleurs sont unisexuées (arbre monoïque), et la floraison ne s'effectue que sur la première pousse de l'année pour les fleurs femelles, mais peut se retrouver sur la pousse de l'année précédente pour les fleurs mâles. La floraison s'étend d'avril à mai (FLORET & al, 1992).

Les fleurs mâles sont très abondantes et se présentent sous forme de châtuns de 4 à 7 cm de long, avec une couleur jaunâtre à reflets roux.

Les fleurs femelles sont solitaires et se situent à l'aisselle des feuilles supérieures.

Les fruits sont des akènes appelés glands, de dimensions variant de 1 à 3 cm de long. Ils sont regroupés sur un pédoncule commun en nombre de 1 à 5. Les glands mûrissent en un an. Ils sont bruns striés et légèrement pointus au sommet. Ils sont coiffés à leur base arrondie d'une cupule hémisphérique à écailles rapprochées, courtes, de couleur grisâtre.

La fructification est annuelle et se fait du mois de Novembre au mois de Décembre, mais ne commence que lorsque l'individu atteint environ 12 ans. A partir de 25 – 30 ans, elle devient appréciable et finalement

abondante entre 50 et 100 ans (BOUDY, 1952). La pollinisation est effectuée par les insectes, mais les fruits sont dispersés par les animaux.

Selon BOUDY, (1952) la régénération du chêne vert est très lente et représente son principal handicap dans la concurrence avec les autres essences forestières. Mais sa vitalité est remarquable du fait qu'il rejette des souches jusqu'à un âge très avancé. Sa longévité moyenne est de 200 à 300 ans et plus.

V.2. Exigences édapho-climatiques

Le chêne vert présente plusieurs écotypes en fonction de la sécheresse ambiante. En milieu favorable ou l'humidité de l'air n'est pas un facteur limitant, il présente des feuilles à limites presque ovales, tandis qu'en milieu sec les feuilles seront pour la plupart dentées.

Selon SEIGUE (1985) le chêne vert est de loin le moins frileux des chênes méditerranéens à feuilles persistantes.

C'est aussi une espèce très plastique et se rencontre même sur des stations proches du Sahara où la pluviométrie est peu élevée (BARBERO & al. 1981).

Le chêne vert est une essence robuste et qui s'accommode à différents types de climats. Elle supporte autant les froids hivernaux que les grandes sécheresses estivales (QUEZEL & BARBERO, 1987 ; DAHMANI, 1984).

En effet cette essence peut supporter un indice xérothermique allant de 0 à 150. Cette large amplitude écologique vis à vis de l'eau le rattache aux étages de végétation thermo et méso-méditerranéens, et à l'étage supra-méditerranéen (DAHMANI, 1984).

Selon la classification d'Emberger, le chêne vert pousse dans les étages bioclimatiques semi-arides, subhumides et humides, dans leurs variantes froides, fraîches et tempérées et même très froides.

Sur le versant sud, il est en mélange avec les espèces thermophiles. De plus il est concurrencé par le chêne zeen sur sol profond où l'humidité est élevée, et en altitude par le cèdre.

Selon BARRY & al (1976), le chêne vert peut apparaître dans les conditions extrêmes de températures (m) et de pluviosité (P), avec $m = -15^\circ$ et $P = 250\text{mm}$ par an. Toutefois il résiste à des variations de températures allant de -3°C à $+7^\circ\text{C}$, et supporte des maxima pouvant atteindre 42°C . Il

prospère dans une tranche pluviométrique allant de 380 mm à 1460 mm par an (SAUVAGE, 1961).

Du point de vue altitudinal, le chêne vert fait son apparition au niveau du massif des Babors, vers 850 mètres jusqu'à 1160 mètres. Cette tranche altitudinale est variable selon les facteurs écologiques.

Sur l'atlas tellien, le chêne vert apparaît à partir de 400 mètres, et grimpe jusqu'à 1700 mètres d'altitude (QUEZEL, 1956). Par contre dans les Aurès, il se rencontre entre 1200 mètres et 1800 mètres d'altitude, et dans l'atlas saharien entre 1500 mètres et 2200 mètres (BARRY & al, 1976), QUEZEL. 1988).

Donc dans l'étage semi aride, il représente le type xérophile de la chênaie verte localisée en Algérie dans les Aurès et les montagnes du sud oranais. Mais il connaît son plein développement en peuplant les massifs forestiers dans la partie occidentale de l'Algérie (Theniet-El-Had, Miliana, Tlemcen), au niveau de l'étage subhumide et humide.

BARRY & al (1976) mentionnent le devenir du chêne vert en rapport avec l'étage bioclimatique qu'il occupe et précisent que dans l'étage subhumide le chêne vert évolue vers le stade forêt, alors qu'il tend vers la steppe arborée dans l'étage semi-aride.

Du point de vue édaphique, le chêne vert est indifférent à la composition chimique du substrat.

En Algérie, il se rencontre sur grès, calcaire, marno-calcaire, sur sols superficiels ou profonds. Cependant il fuit les substrats mobiles et les sols hydro-morphes (DAHMANI, 2002).

V.3. Etages de végétation

Le chêne vert est encore assez bien conservé en exposition Nord, et atteint son optimum dans le méso-méditerranéen, et il se rencontre également dans le montagnard méditerranéen.

En exposition Sud où les influences désertiques se font plus sentir, il est très dégradé et apparaît à l'étage méso-méditerranéen prés-steppique et en montagne pré-steppiques

V.4. Répartition géographique

Le chêne vert est connu depuis l'Oligocène mais ce n'est qu'au cours du Villafranchien qu'il est soumis à des conditions climatiques (la xéricité et le froid) comparables à celles qu'il rencontre actuellement en certaines régions d'Afrique du Nord (BARBERO & LOISEL, 1983).

L'aire du chêne vert s'étend sur l'ensemble du bassin méditerranéen c'est ce que traduisent les flores en qualifiant l'essence de circum méditerranéenne. Le chêne vert est très abondant en Algérie car il forme le fond de la forêt de montagne. Sur le versant nord du massif de Babor il se trouve sous ses formes arborées et taillis. Cette essence est également rencontrée à travers le monde, où son aire de répartition est assez élevée.

V.4.1. Répartition mondiale

Quercus ilex L. est originaire de la région méditerranéenne vers le Nord et le bassin de la Loire. En dehors de cette région, il est cultivé et parfois naturalisé, notamment en France septentrionale et en Angleterre méridionale (TUTIN & al. 1993).

Le chêne vert est une espèce à large répartition géographique. Selon BOUDY, (1950), cette essence s'étend depuis la Chine et l'Himalaya jusqu'en Grande - Bretagne, puis aux confins Sahariens.

Mais, c'est surtout une espèce méditerranéenne et selon SEIGUE (1985), l'aire de répartition du chêne vert s'étend sur l'ensemble du bassin méditerranéen et c'est dans le bassin occidental qu'il est le plus répandu (Fig.11)

Dans le midi français, il serait l'essence la plus dominante. Il est rencontré tout le long de la frontière Espagnole à celle de l'Italie. Il est abondant dans le secteur méridional du massif central, mais beaucoup moins dans les alpes maritimes (VERNET, 1972 ; MADJIDIEH, 1982).

En Espagne, il colonise toutes les provinces à l'exception de la Galice, mais il est particulièrement abondant en Andalousie occidentale (CANADELL & al. 1988).

Au Portugal, il est présent au Sud, et plus dispersé au Nord le long de la frontière espagnole (RIVAS- MARTINEZ, 1975).

En Italie, au Sud (en Calabre), le chêne vert est toujours présent au dessus de 1000 mètres, dans le supra méditerranéen (ACHHAL & al. 1979). Il

est également rencontré en Sicile, et occasionnellement au niveau de la côte sud de la mer noire (QUEZEL, 1980). En Sardaigne il forme de beaux peuplements en Ombrie et en Toscane (SUSMEL & al, 1976).

De même qu'en Corse, il est aussi bien développé dans les étages thermo et méso méditerranéen, qu'au centre, mais les forêts de chêne vert se font rares (GANISANS, 1976).

Dans sa variété de *Quercus ballota*, il est présent au Pakistan et en Afghanistan, mais l'impact anthropozoïque étant très important, les forêts sont très dégradées (BROWIEZ, 1982).

Le chêne vert est également présent en Yougoslavie, en Albanie, et au niveau du nord occidental de la Grèce.

Il est moins abondant en Crête où il occupe le méso et le supra méditerranéen et absent de Chypre (BARBERO & QUEZEL, 1979).

En Turquie il se rencontre dans la région d'Istanbul, sur la côte de la mer noire et sur la bordure montagneuse du plateau anatolien, sur le versant occidental du Zagros et aux limites de l'aire de l'Hindukuch (AKMAN & al, 1979). De même qu'il se raréfie en Syrie, en Jordanie et en Palestine occupée (KABAKIBI, 1992).

Il est à remarquer que bien que sa répartition géographique semble assez large, d'après SEIGUE (1985) le chêne vert est parfois disséminé, parfois mélangé, très souvent dégradé, si bien qu'il est difficile d'en faire une bonne répartition. Ceci mis à part le bassin occidental méditerranéen.

V.4.2. Répartition au niveau du Maghreb

Au Maghreb, le chêne vert est assez répandu. Au Maroc, il se situe au moyen atlas et les massifs forestiers d'El Ayat, situés sur le revers oriental du Maroc, et de la forêt d'Ait Hathem sise dans le plateau central. Il peut même être présent à 2800 mètres d'altitude. (ACHHAL, 1987).

En Tunisie par contre, il est peu représenté et caractérise particulièrement la continentalité.

En Lybie cette essence est contestée et confondue avec *Quercus coccifera*.

V.4.3. Répartition en Algérie

En Algérie, cette essence est présente de la frontière Tunisienne à celle du Maroc. Le chêne vert s'étend surtout dans la partie occidentale. Il couvrait une grande superficie (680 000 hectares selon BOUDY, (1950), alors que LETREUCH-BELLAROUCCI, (1991) indique une superficie de 354 000 hectares.

Dans l'Oranie, son expansion commence à l'Est des monts de Tlemcen où il constitue d'importants massifs forestiers allant de Sebdou à la frontière Algéro-marocaine.

Il constitue des formations mixtes avec les thuyas aux environs de Maghnia et de Sabra.

Dans la région de Tiaret notamment le massif de Tagdempt et des Sdamas (forêts du tell), se rencontrent des forêts importantes à base d'un mélange de chêne vert et de pin d'Alep (*Pinus halepensis*) (ZERAIA, 1978) et à El Hassania (Saida), il est rencontré à 1260 mètres d'altitude (BOUDERBA, 1989).

Au niveau de l'Algérois, les peuplements de chêne vert sont également assez importants. Cette essence est rencontrée dans le massif de Zaccar et forme un taillis qui descend jusqu'à Miliana. Dans celui de Boughar, elle est mélangée au pin d'Alep, alors que dans le massif de Theniet el Had et celui de Mouzaia, elle constitue le tapis végétal. Dans l'atlas Blidéen, sur les monts de Chréa, elle est rencontrée sous forme de maquis. Sa présence est également notée dans l'Ouarsenis.

A l'Est le chêne vert est présent sur les monts de Medjerda, sur les monts de Tébessa à Ain el Badie. Dans les Aurès, il se cantonne en zones steppiques sur les versants des djebels, souvent à des altitudes supérieures à 1200 mètres. Sur le massif du Chélia sont rencontrées des forêts mixtes de chêne vert et de cèdres. Sur les monts de Belezma, cette essence constitue des taillis sur la pente Nord, et des maquis à chêne vert et genévrier (*Juniperus oxycedrus*) sur la pente Nord-est. Le chêne vert se rencontre également dans le constantinois, de même qu'au niveau des massifs de Babor et Tababor où il occupe de grandes surfaces (GHARZOULI, 1989)

Au Sud c'est dans l'atlas saharien, notamment la région de Djelfa et du djebel Senalba que l'on rencontre le chêne vert. (Fig. 12).

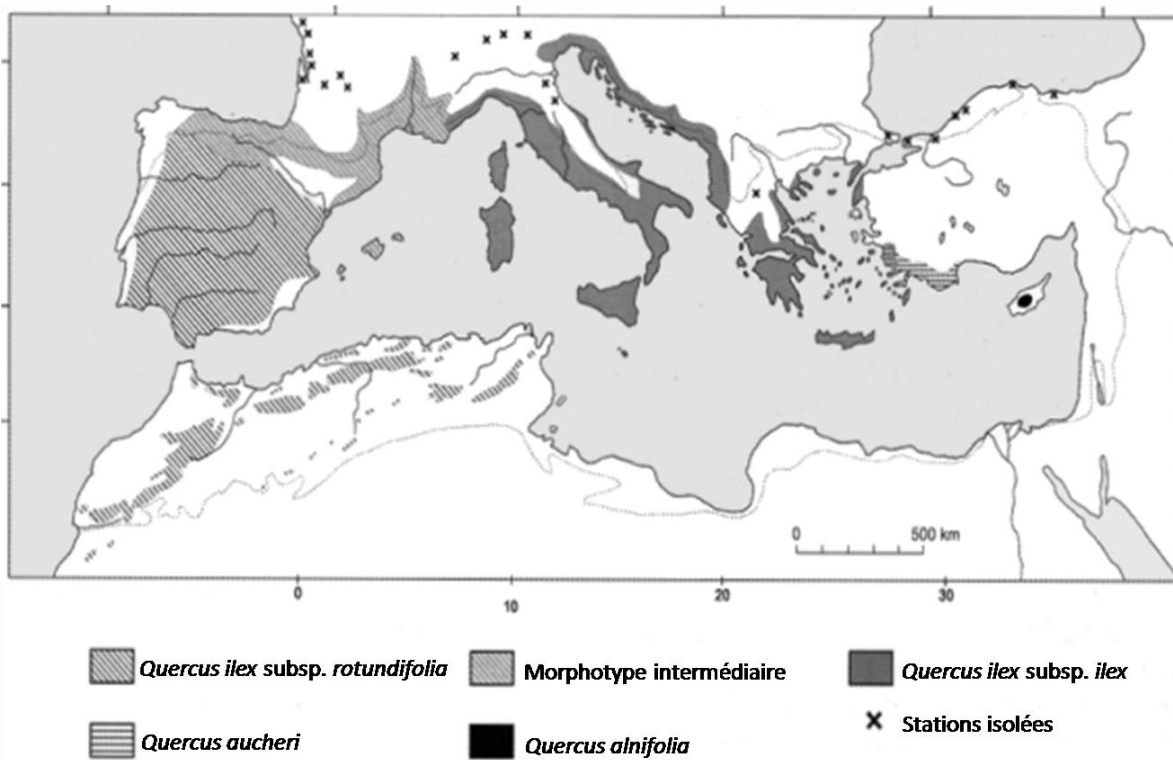


Fig. 11 : Répartition du chêne vert dans le monde (Michaud, 1995)



Fig. 12 : Répartition du chêne vert en Algérie (KADIK, 2002)

Il est toutefois clair que L'espèce *Quercus ilex* a son optimum dans l'Ouest et le centre de la méditerranée, plus particulièrement dans le Nord de l'Afrique, où il a l'habilité de coloniser de vastes aires, favorisé en plus par la faible compétition offerte par d'autres chênes et les résineux, tels les pins.

Enfin il est bon de savoir que *Quercus ilex* a été établi dans la région méditerranéenne à la fin du miocène, et son aire de distribution a connu plusieurs fluctuations dans le quaternaire. De plus durant les dernières glaciations, ce chêne forma d'importantes populations en Catalogne (Sud-est de l'Espagne) et en Afrique du Nord. Cependant que du coté Nord de la méditerranée, il était probablement un élément des forêts pré steppique avec *Pinus* et *Juniperus* .Sa large distribution spatiale est reflétée dans son existence avec plusieurs structures floristiques originales de végétation (QUEZEL, 1989).

VI. Les facteurs de dégradation

La plupart des paysages méditerranéens actuels sont bien loin de donner l'image d'une sylvie dense est protectrice. L'action millénaire de l'homme sur ces milieux fragiles, par le déboisement, le pâturage et le feu, a appauvri et érodé les sols dont les dynamiques ont longtemps échappées à tout contrôle. Nous distinguons les facteurs écologiques et les facteurs anthropiques.

VI.1. Les facteurs écologiques

VI.1.1. Le Feu

Le feu est un facteur écologique quasi-universel (SEIGUE, 1987). En région méditerranéenne, il est un facteur catastrophique lorsqu'il sévit à des intervalles très rapprochées et sur de grandes surfaces. En général la plupart des incendies qui ont eu lieu dans la forêt de Tafat sont dus à des causes naturelles et ont eu lieu durant la saison estivale où la sécheresse atteint son maxima.

VI.1.2. La neige

La neige dans la forêt de Tafat cause des dégâts non négligeables. En effet les jeunes branches se cassent sous le poids de la neige et on observe sur un seul arbre de nombreux rameaux morts.

VI.2. Les facteurs anthropiques

La forêt de Tafat et beaucoup de forêts de chêne vert auraient été dégradées par des abus de coupes, par les incendies, et par les pâturages. Cela se traduit par une modification plus ou moins rapide de la flore et un grand retard dans leur régénération.

Nombreux sont les délits au niveau de la forêt de Tafat. Ceci entraîne une dégradation progressive du couvert forestier et même de la strate arbustive.

VI.2.1. Les abattages illicites

Les riverains utilisent le bois du chêne vert comme chauffage en premier lieu, qu'ils appellent « kerrouch ». Puis pour l'ébénisterie et la phytothérapie, car le chêne vert est utilisé, grâce à ses glands et le tanin de son écorce, contre les ballonnements, les hémorragies, les plaies, et les diarrhées. De ce fait les coupes illicites sont nombreuses et désordonnées, sans aucun respect pour la forêt. Il est à remarquer également que les bergers cassent les branches sans scrupule pour en faire des bâtons. C'est ainsi que les arbres sont blessés et ces blessures seront les portes d'entrée des parasites. Le pourcentage des arbres coupés augmente considérablement en hiver et nouvellement au moment de l'Aïd el Adha (fête du mouton) pour en faire du charbon de bois.

VI.2.2. Les pâturages

Dans la forêt de Tafat, à certains endroits, la régénération est insignifiante à cause des surpâturages. La forêt est utilisée comme terrain de parcours de grands troupeaux bovins en liberté totale, malgré l'intervention des forestiers. Ces pâturages excessifs sont des facteurs majeurs de dégradation et risquent la destruction progressive de la forêt.

VI.2.3. Les incendies

Selon SCHOWALTER (1985), le feu est un élément perturbateur qui empêche l'évolution spontanée de la végétation. Mais c'est aussi, lorsqu'il est modéré, un agent qui, surtout en forêt, entretient l'hétérogénéité structurale indispensable au maintien de la biodiversité.

Le chêne vert est moins sensible à l'action du feu que d'autres essences, car le sous bois est moins bien développé, ce qui le rend beaucoup moins

inflammable. Les dégâts sont peu importants dans les futaies, mais le feu peut entraîner un retard de 5 à 6 ans de l'évolution du boisement (BOUDY, 1950).

Les incendies accidentels sont dus à la négligence humaine (barbecue allumé en forêt, randonneurs mal intentionnés..), ou à des pyromanes, ou naturels, dus à la sécheresse. Toutefois la forêt de Tafat n'a pas été jusqu'à présent le théâtre de grands incendies.

VI.3. Les maladies

Les maladies sont en général d'ordre cryptogamique. Dans la forêt de Tafat de nombreux sujets présentent des chancres corticaux en forme de plaques charbonneuses, qui sont dus à un champignon du genre *Hypoxylon*. Les dégâts du charbon de chêne, *Biscogniauxia mediterranea* (= *Hypoxylon mediterraneum*) sont connus depuis longtemps en Algérie et au Maroc (MALENÇON & MARION, 1951). C'est l'un des champignons les plus communément associé au dépérissement des chênes méditerranéens. De plus un autre champignon, *Ophistoma roboris* a été observé sous l'écorce (BENIA & al, 2004). Ce dernier attaque les arbres de l'intérieur et les détruit. Ces champignons sont apparus à la suite d'une période de sécheresse ayant duré trois années de suite (de l'année 2000 à 2002) et perdurent jusqu'à présent.

Selon IDJER & al (2004), l'impact du chancre sur le peuplement de chêne est considérable. Sur les jeunes sujets infectés, un fendillement de l'écorce s'observe, ce qui favorise les invasions des insectes. Cette observation est très remarquée dans la forêt de Tafat.

VI.4. Les déprédateurs

Le chêne vert n'échappe pas aux nombreux déprédateurs. Nous pouvons citer à titre d'exemple, les insectes phyllophages, particulièrement des Lépidoptères : (tortricidés, géométridés). Des insectes xylophages, surtout des Coléoptères cérambycidés. Des suceurs de sève (Hémiptères), qui réduisent la croissance des arbres, de plus ces insectes favorisent l'attaque des champignons et la pénétration de parasites et de virus, ce qui accentue l'affaiblissement de l'arbre.

Conclusion

Bien que le chêne vert soit un arbre robuste et résistant, les incendies, l'utilisation des terrains comme pâture et les abattages d'arbres répétés, peuvent arrêter la succession dès ses premiers stades. De ce fait une forêt en mauvais état est au moins dans certaines conditions favorable aux ravageurs.

Chapitre 2 :

Matériels et méthodes

Introduction

Afin de faire de bonnes observations et de récolter un maximum d'insectes sur terrain, l'utilisation d'un certain nombre de méthodes et de techniques est indispensable au niveau des différentes strates des végétaux.

I. Présentation des sites d'étude

Le site d'étude est représenté par la forêt de Tafat située sur le djebel de Tafat, surplombant la commune de Bougaa, localisée dans la zone nord sétifienne.

I.1. Critères de choix des sites et des arbres

Notre choix s'est porté sur ce site pour les raisons suivantes :

Aucune étude récente ou ancienne n'a été effectuée sur la forêt de Tafat du point de vue faunistique. Seules quelques observations faites par les forestiers, et cela du point de vue aviaire (oiseaux) ont été rapportées.

- L'entomologie par contre, n'a jamais été abordée sur ce site
- La promiscuité de la forêt (45km de la ville de Sétif)
- Le coté naturel de la forêt (forêt naturelle) (Fig.13)

De plus en 2002 commençaient à apparaître des signes de dépérissement sur l'ensemble de la forêt, ce qui a attiré particulièrement notre attention.

Après plusieurs prospections, nous avons orienté notre étude sur le chêne vert (*Quercus ilex*) qui constitue 80% de la flore arbustive de la forêt. Notons toutefois qu'au niveau de cette forêt le chêne vert est toujours associé au genévrier (*Juniperus oxycedrus*) dont le pourcentage (10 %) est plus élevé que les autres ligneux tels l'érable, le cèdre.

Au niveau du site choisi, soit la forêt de Tafat, nous avons opté pour quatre stations, situées à différentes altitudes. Deux stations denses situées simultanément à 1267mètres et 900mètres et deux stations claires (des clairières) situées à 1050 mètres et 700 mètres d'altitude (Fig.2et14).

Pour chaque station, nous avons pris en considération une trentaine d'arbres que nous avons marqués à la peinture rouge, afin de ne pas perdre les repères.



Fig. 13 : Vue générale de la forêt de Tafat

I.2. Caractérisation des stations

Station A : située à 1267 mètres, les arbres (*Quercus ilex*), sont serrés cinq à six pieds pour deux de *Juniperus oxycedrus*. Les frondaisons se touchent, son exposition est Nord, la pente est de 20%, la litière est épaisse.

Station B : 1050 mètres d'altitude, les arbres sont assez espacés, son exposition est Nord mais la pente est très abrupte (40%), le sol est érodé, et la litière peu importante. *Quercus* et *Juniperus* sont dans les mêmes proportions que pour la station A.

Station C : son altitude est de 900 mètres, mais si les frondaisons se touchent les arbres sont moins serrés que ceux de la station A, et la pente est de 10%. L'exposition est toujours Nord, et la litière est épaisse. La présence de *Juniperus* est beaucoup moins marquée que pour les stations A et B.

Station D : Au niveau de cette station le sol est très dégradé. Située à une altitude de 700 mètres, elle est très exposée aux facteurs anthropiques en particulier le pâturage qui y est constant. De plus la pente est assez abrupte (30%), et un abreuvoir est situé à une centaine de mètres des

groupements de *Quercus ilex*, éloignés les uns des autres, accompagnés de quelques pieds de *Juniperus oxycedrus*. Le sol est dénudé et la roche apparaît en de nombreux endroits



Fig. 14a : Représentation des stations A et B

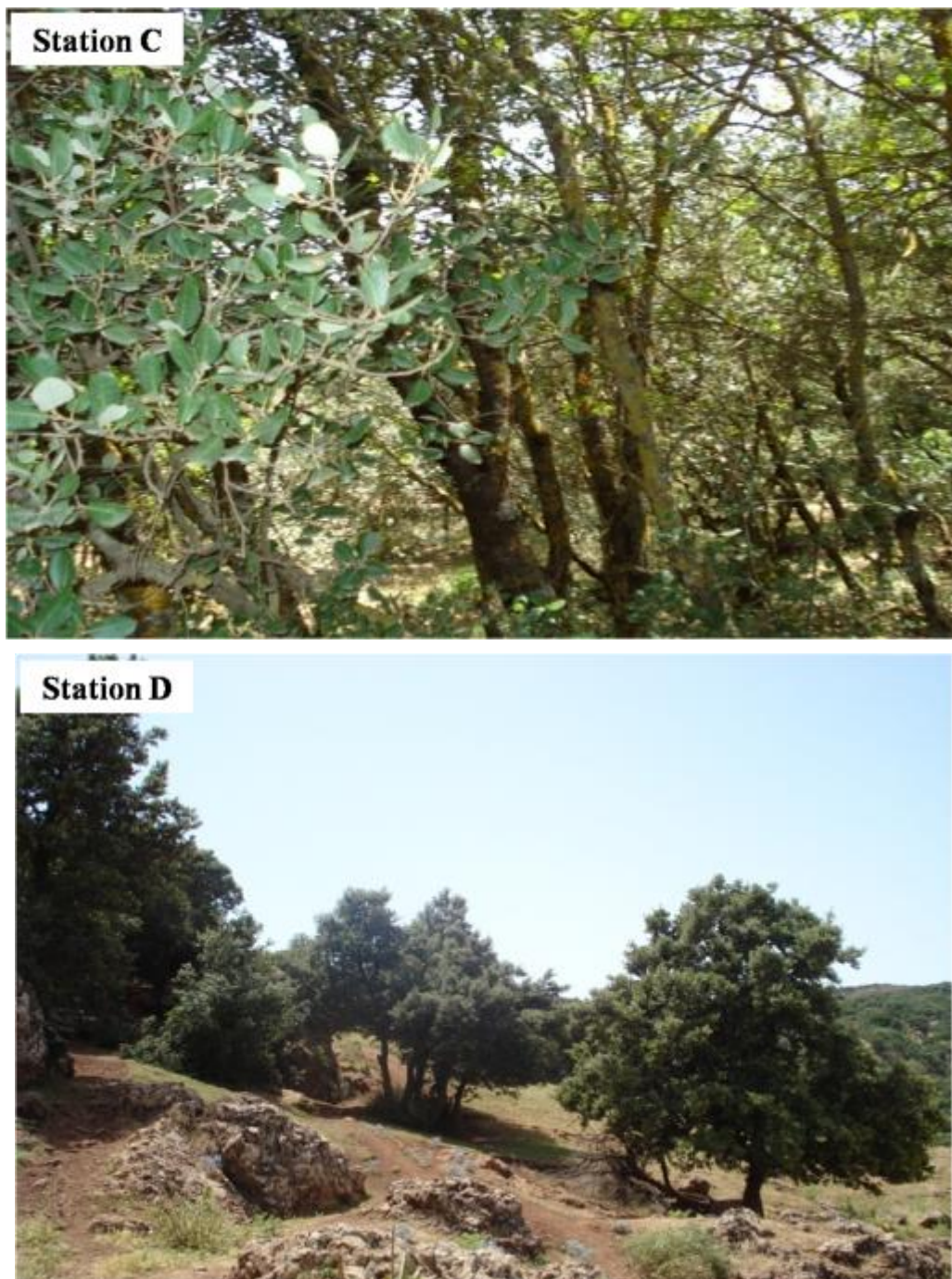


Fig. 14b : Représentation des stations C et D

II. Matériels utilisés

II.1. Sur terrain

- Le matériel que nous avons utilisé sur terrain est constitué de :
- Pots Barber
- Filet à papillon
- Le parapluie japonais
- Un bâton
- Piluliers
- Sécateur
- Des pièges constitués de boîtes en carton sont suspendus aux arbres
- Une loupe à main
- Sacs en plastique
- Un écorceur, des ciseaux et une pince

II.2. Au laboratoire

- Alcool (éthanol à 70°)
- Pincés
- Cutter
- Etaloir
- Tubes à essai et des étiquettes

III. Méthodes

III.1. Méthodes d'échantillonnage

Dans le but de capturer le maximum d'insectes plusieurs méthodes ont été utilisées et selon SOUTHWOOD (1966), afin de recueillir de manière significative l'entomofaune, il est nécessaire de recourir à un ensemble de pièges divers et des techniques de récolte permettant d'explorer le plus grand nombre possible d'habitats constituant le milieu d'étude.

III.1.1. Sur terrain

La fréquence des prélèvements a été effectuée selon le tableau 8. Toutefois il est à remarquer que nos sorties dépendaient beaucoup des conditions climatiques d'une part et de la disponibilité du véhicule et du personnel forestier d'autre part.

Les prélèvements ont été plus réguliers, particulièrement vers le mois d'Avril, Mai, Juin et début Juillet et cela au cours des années 2006 à 2008.

Les techniques d'échantillonnage sont :

- ***Le battage (parapluie japonais)***

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

Après la pose du parapluie japonais, placé sous le feuillage, qui pour notre part est constitué d'un tissu en drap blanc, jaune, rose et bleu, (selon les quatre stations) de 1 mètre de côté maintenu par un cadre en bois, les branches sont ensuite vigoureusement secouées à l'aide d'un bâton et parfois à la main. Les insectes tombent sur la toile qu'il faut rapidement ramasser afin d'éviter toutes pertes (KHELIL, 1995).

Nous avons donné dix coups de bâton par groupement de branches, selon les quatre points cardinaux soit environ quarante coups par arbre.

Pour chaque station un parapluie a été confectionné et ne sera utilisé que pour cette station. Les récoltes sont ensuite placées dans des sachets. Au laboratoire le tri sera effectué. Cette méthode permet de capturer tous les insectes présents sur les branches des arbres et arbustes.

Pour éviter toute perte d'insectes au cours du transport nous avons utilisé de l'insecticide.

- ***La chasse à vue***

En général la chasse à vue est assez délicate. Selon MARTIN (1983), la chasse à vue permet de mieux découvrir quelle espèce est associée à telle plante. De plus il y a l'acquisition de précieuses données biologiques.

La chasse à vue permet d'abord de voir l'insecte, de l'observer dans la mesure du possible dans son milieu, puis de le capturer. Les insectes sont échantillonnés à vue.

Nous avons utilisé la chasse à vue surtout pour les Hyménoptères formicidae et les insectes des arbres morts sur pied (chandelles) ou tombés (chablis) (troncs et rameaux). De même que pour les galles observées sur les feuilles, les pontes sur les rameaux, et les espèces mineuses des feuilles.

Parfois nous avons utilisé du scotch de « large dimension » pour capturer des espèces dont le déplacement est très rapide particulièrement les Blattidae. Selon PUJADE-VILLAR (com. perso), dans ce cas un aspirateur est mieux approprié (malheureusement nous n'avons pas pu l'utiliser).

- ***Le piégeage***

Le piégeage a été effectué par l'utilisation de pièges d'interception ou pots Barber. Ces derniers occupent une grande place dans l'étude quantitative des différentes caractéristiques du peuplement animal (MATHEY & al, 1984). L'efficacité de cette méthode n'a jamais été contestée. Les pièges utilisés sont des gobelets de 20 centilitres, en matière plastique et de couleur jaune.

06 pièges par station ont été mis en place, de façon à être hors de la vue des bergers et des personnes qui coupent le bois. Ces pièges sont placés de 1 à 3 mètres du pied des arbres et de manière aléatoire. Les pots Barber sont enterrés verticalement de façon à créer un puits dans lesquels les insectes marcheurs vont choir. Ensuite ils sont remplis au tiers de leur contenu avec un liquide conservateur (formaldéhyde à 4%) et quelques gouttes de détergent jouant le rôle d'un agent mouillant qui empêche les insectes de remonter le long des parois. Une plaque (pierre, tuile ou écorce), disposée à 1cm au dessus du bord supérieur du piège, protège de l'eau de pluie. Le contenu de ces pots est récupéré dans des bocaux étiquetés, datés, sans oublier le lieu de récolte et la façon dont les insectes ont été récoltés. Le tri se fait au laboratoire. Malheureusement ces pièges sont facilement localisés et détruits même par les animaux.

- ***Le filet fauchoir***

Ce matériel a été utilisé pour la capture de Lépidoptères adultes. Il est composé d'un manchon en fer léger de 2 mètres de long et portant à son extrémité un cercle en fil de fer sur lequel est attachée une poche en tissu léger 30cm de diamètre et de 60cm de profondeur. De plus ce filet nous a permis de capturer aussi des Diptères Tipulidés, et autres insectes volants. Selon COLAS (1974) il est préférable, en général, de faucher une espèce à la fois.

- *Autres moyens*

Afin de récolter des insectes de la canopée, en plus du battage, nous avons utilisé les pièges qui servent d'habitude à la capture de *Lymantria dispar* (par l'utilisation de phéromones).

Nous avons suspendu ces pièges aux branches, après les avoir enduit à l'intérieur de vaseline (sans phéromones) (Fig.15).

En général, ces pièges créés par MARTIN & al (2006) sont conçus pour la capture des adultes mâles du Bombyx disparate (*Lymantria dispar*), lépidoptère très nuisible particulièrement au chêne liège (*Quercus suber*). Ce sont des pièges munis de la phéromone sexuelle de synthèse appelée « disparlure ». Selon l'auteur cité précédemment, ces pièges sont excellents pour le suivi du vol et du niveau de population des ravageurs. Pour notre part, ces pièges nous ont permis d'obtenir une grande quantité de micro-insectes et de macro-insectes.

Les insectes sont ensuite récupérés à l'aide de pinces et placés dans l'alcool à 70°.



Fig. 15 : Piège suspendu à l'arbre

III.1.2. Au laboratoire

Au laboratoire, nous avons procédé au tri des insectes. De plus nous avons essayé de réaliser quelques élevages et particulièrement des espèces gallicoles, mais cela s'est avéré assez difficiles du fait du dessèchement des galles. Toutefois, nous avons pu suivre le cycle de vie de certains parasitoïdes : sur terrain et au laboratoire.

Elevage des chenilles : des pontes conservées sur des rameaux sont placées dans des cristallisoirs contenant du coton imbibé d'eau pour l'humidification et fermés par du tulle, seulement après éclosion des œufs, les chenilles n'ont pas survécu.

Le tri des insectes : les insectes récoltés sont séparés selon le mode de récolte : canopée, sur rameau, sur bois mort sur pied, ou « tombé », piège, au sol (pots Barber), feuilles, etc. Ceci étant très important pour la détermination.

Les galles sont séparées par type, une partie est placée dans des sacs en plastique perforés pour l'aération, et une partie est disséquée afin de récupérer l'insecte.

III.2. Détermination des insectes

Pour une meilleure détermination des micro-insectes, il est préférable de les coller à l'aide de la gomme arabique sur des étiquettes, mais il faut prendre soin de bien les étaler. Par contre pour beaucoup de groupes tels les Diptères, Coléoptères, il est préférable de les conserver dans l'alcool.

Après le tri des insectes, nous avons procédé aux déterminations des espèces.

Professeur DOUMANDJI du département de zoologie de l'institut national d'agronomie pour les Hyménoptères formicidés, Professeur PUJADE-VILLAR du laboratoire d'entomologie de l'université de Barcelone pour les Hyménoptères. Les Coléoptères ont été déterminés par le Dr AMADOR VIMOLAS du musée des Sciences Naturelles (Zoologie) de Barcelone. Les Collembolés ont été déterminés par le Dr EDUARDO MATEOS, les Hémiptères par le Dr MARTHA GOULA (Hétéroptères) de l'Université de Barcelone, et le Dr NICOLAS PEREZ (Homoptères) de l'Université de Barcelone.

Le Dr MIGUEL CARLES TOLRA HJORTH-ANDERSEN s'est intéressé aux Diptères. Le Dr DON-HERBISON EVANS s'est occupé de la détermination des Lépidoptères, tous deux de l'Université de Barcelone. Les Thysanoptères, Dermaptères, et autres ordres ont été déterminés par moi-même et confirmés par le Pr PUJADE, en utilisant les clés de détermination du manual entomologia (curso practico de Entomologia (2004), The immature insects de CHU (1946-1947), la faune de France volume IV et VIII de PERRIER, (1971), ZAHRADNIK & SEVERA, (1984) la grande encyclopédie des Insectes ZAHRADNIK (1991), NOVAC & SEVERA (1983).

III.3. Méthodologie statistique

III.3.1. Les indices écologiques

D'une façon générale il n'est pas possible de faire un dénombrement absolu des populations animales. On effectue en conséquence des estimations des effectifs qui demeurent la règle chaque fois que les évaluations absolues ne sont pas réalisables (RAMADE, 1984). Les indices utilisés sont : l'abondance (absolue et relative), et les indices de diversité et d'équitabilité.

III.3.1.1. l'abondance

L'abondance se présente sous deux formes : l'abondance absolue (A_a) d'une espèce ou d'un groupe qui est le nombre d'individus de cette espèce ou de ce groupe d'espèces récoltées dans un peuplement, alors que l'abondance relative (A_r) donne le pourcentage d'individus récoltés dans le peuplement (RAMADE, 1984)

L'abondance relative est calculée selon la formule :

$$A_r = A_a/N \times 100$$

N étant le nombre total d'individus récoltés.

L'abondance relative se mesure habituellement par des indices de diversité. L'un des plus connus est l'indice de Shannon-Weaver (H).

$$H = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

où p_i est la proportion d'individus dans la i -ème espèce

\ln indique le logarithme naturel

s est le nombre d'espèces.

Pour comparer les diversités de deux endroits, on compare leurs indices de Shannon respectifs grâce au test t de Student de la forme :

$$t = \frac{|H_1 - H_2|}{\sqrt{\text{Var}(H_1) + \text{Var}(H_2)}}$$

qui suit une loi de distribution de Student avec ν degrés de liberté, où

$$\nu = \frac{(\text{Var}(H_1) + \text{Var}(H_2))^2}{(\text{Var}(H_1))^2 / N_1 + (\text{Var}(H_2))^2 / N_2}$$

$$\text{Var}(H) = \frac{\sum p_i (\ln p_i)^2 - (\sum p_i \ln p_i)^2}{N} + \frac{S-1}{2N^2}$$

$\text{Var}(H)$ représente la variance de l'indice de Shannon

III.3.1.2. La fréquence

La fréquence Fr d'une espèce dans un peuplement est le pourcentage du nombre de prélèvements où l'espèce a été trouvée (F_1) par rapport au nombre total des prélèvements effectués (F_2)

$$F_r = F_1 / F_2 \times 100$$

F_r : fréquence relative

F_1 : nombre de prélèvements où l'espèce a été trouvée

F_2 : nombre total des prélèvements

III.3.1.3. Indice de diversité et d'équitabilité

Dans un peuplement animal la répartition des individus entre les espèces est inégale. Ainsi selon BARBAULT (1981), un peuplement peut être

caractérisé par sa densité, sa richesse spécifique (nombre d'espèces) et par sa diversité.

En général le peuplement est d'autant plus diversifié que le nombre des espèces est élevé et que la répartition des individus entre les espèces est homogène.

Aussi pour résoudre le problème de la répartition des individus entre les espèces et comprendre le degré de structuration des peuplements, entre plusieurs indices celui de Shannon-Weaver est le plus utilisé. Cet indice a l'avantage d'être indépendant de la taille de l'échantillon.

Selon DAGET, (1976) l'indice de diversité de Shannon-Weaver se calcule selon la formule suivante :

$$H_a = 3,322(\log Q - 1/Q \sum q_i \log q_i)$$

q_i : nombre d'individus par espèce

Q : nombre total d'individus

La valeur de l'indice de diversité est maximale lorsque toutes les espèces du peuplement sont représentées par le même nombre d'individus, cette valeur théorique (hypothétique) s'exprime en fonction de la richesse spécifique :

$$H_{\max} = \log_2 S \quad (3,322 \log S)$$

S : richesse spécifique de l'échantillon (richesse en espèces de l'échantillon).

A partir de cet indice, l'équitabilité exprime en pourcentage le rapport entre la diversité spécifique réelle et la diversité théorique maximale. Ce rapport permet de mesurer l'homogénéité de la répartition des individus entre les espèces. La formule qui exprime l'équitabilité est :

$$E = H/H_{\max} \times 100$$

L'équitabilité varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est représentée par une seule espèce. Elle tend vers 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance (BARBAULT, 1981)

Une valeur d'équitabilité supérieure à 0,80 est considérée comme l'indice d'un peuplement équilibré (DAGET, 1976), mais pour plusieurs auteurs, cette valeur est égale à 0,50.

III.3.1.4. Analyse de similitudes (coefficient d'affinité cœnotique, indice de Jaccard)

L'indice de Jaccard tient compte de la présence ou l'absence des espèces. Il permet de mettre en évidence les similitudes ou les différences (des peuplements) qui exercent la plus forte influence sur la répartition des espèces entre les stations.

Ce coefficient est le rapport exprimé en pourcentage entre les espèces communes aux deux stations, et le nombre total des espèces présentes dans ces dernières. Il s'exprime de la manière suivante :

$$J_{i+j} = a / (a+b+c) \times 100$$

J_{i+j} : coefficient cœnotique de Jaccard calculé entre les stations i et j

a : nombre d'espèces communes aux deux stations

b: nombre d'espèces propres à la station i

c: nombre d'espèces propres à la station j

Ce coefficient est donc utilisé pour comparer la composition spécifique des insectes dans les différentes stations, prises deux à deux

Les valeurs de l'indice de Jaccard sont comprises entre 0 et 100. Plus les valeurs sont proches de 100, plus les deux peuplements sont qualitativement semblables.

Les matrices de similitude de base obtenues sont interprétées par la méthode des dendrogrammes en utilisant l'algorithme de LANCE & WILLIAMS (1967).

$$J_{k,ij} = 0,625(J_{ki}+J_{kj})-0,25J_{ij}$$

$J_{k, ij}$: niveau de similitude entre k et le groupe ij

J_{ki} : niveau de similitude entre k et i

J_{kj} : niveau de similitude entre k et j

J_{ij} : niveau de similitude entre i et j

III.3.2. L'analyse de la variance à deux facteurs (ANOVA)

L'analyse de la variance a pour objectif d'étudier l'influence d'un ou plusieurs facteurs sur une variable quantitative. La présence de deux facteurs multiplie les situations possibles de l'analyse de la variance. Tout d'abord un effet interaction entre les deux facteurs s'ajoute en général à l'effet principal de chacun d'eux. Ensuite, on distingue les modèles croisés, où les deux facteurs interviennent de façon analogue, et les modèles hiérarchisés dans lesquels un facteur est subordonné à l'autre.

Il s'agit essentiellement de comparer les moyennes empiriques de la variable quantitative observée pour différentes catégories d'unités statistiques. Ces catégories sont définies par l'observation des variables qualitatives ou facteurs en prenant différentes modalités ou encore de variables quantitatives découpées en classes ou niveaux.

Il s'agit de savoir si un facteur ou une combinaison de facteurs (interaction) a un effet sur la variable quantitative.

Peut-on admettre, en acceptant un risque d'erreur de plus de 5%, que les facteurs étudiés ont une influence sur la variable à analyser ?

On montre techniquement que la variance de la variable de réponse, appelée variance totale, peut être décomposée en termes de sommes des variances dans chacun des groupes déterminés par les réponses aux variables présumées explicatives avec en surplus, la variance résiduelle. C'est le rapport de ces diverses variances dans la variance totale qui permet de faire les tests statistiques sur l'influence des variables explicatives sur la variable de réponse. Le facteur a un effet si, selon la valeur de la cellule du facteur, la réponse est différente selon la catégorie du facteur. Un facteur permet d'expliquer des différences dans les réponses (SAPORTA, 2006).

Les hypothèses à tester sont :

Hypothèse H_0 : Les moyennes sont identiques contre l'hypothèse H_1 : les moyennes ne sont pas identiques.

- Aspects mathématiques

Soit une expérience impliquant deux facteurs, un facteur A comprenant a niveaux et un facteur B comprenant b niveaux. Le modèle d'analyse de la variance à deux facteurs s'écrit alors sous la forme ;

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

$i=1,2,\dots, a$ (niveaux du facteur A)

$j=1,2,\dots, b$ (niveaux du facteur B)

$k=1,2,\dots, c$ (nombre d'observations recevant le traitement ij)

Où

Y_{ijk} est la k-ème observation recevant le traitement i du facteur A et le traitement j du facteur B ;

μ est la moyenne générale commune à tous les traitements ;

α_i l'effet du i-ème niveau du facteur A ;

β_j l'effet du j-ème niveau du facteur B ;

$(\alpha\beta)_{ij}$ l'effet de l'interaction entre α_i et β_j

ε_{ijk} l'erreur expérimentale de l'observation Y_{ijk} .

On se propose d'effectuer l'analyse de la variance à deux facteurs sur ce modèle. On peut alors tester trois hypothèses :

Il n'existe pas d'effet du facteur A. Ce qui consiste à tester

$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_a$ Contre H_1 : au moins un α_i est différent de $\alpha_j, i \neq j$

Il n'existe pas d'effet du facteur B. Ce qui consiste à tester

$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_a$ Contre $H_1 : \text{au moins un } \beta_i \text{ est différent de } \beta_j, i \neq j$

Il n'existe pas d'interaction entre les deux facteurs A et B. Ce qui consiste à tester

$H_0 : (\alpha\beta)_{11} = (\alpha\beta)_{12} = \dots = (\alpha\beta)_{1b} = (\alpha\beta)_{21} = \dots = (\alpha\beta)_{ab}$ Contre $H_1 : \text{au moins une des interactions est différente des autres.}$

Pour faire ces différents tests on définit les variances associées à chacun des tests.

- Variance du facteur A

Pour la variance du facteur A, on calcule la somme des carrés pour le facteur que nous noterons SC_A , qui s'obtient comme suit :

$$SC_A = bc \sum_{i=1}^a (\bar{Y}_{i..} - \bar{Y}_{...})^2$$

Où

$\bar{Y}_{i..}$ est la moyenne de toutes les observations du niveau i du facteur A.

$\bar{Y}_{...}$ est la moyenne générale de toutes les observations.

La variance du facteur A est alors :

$$S_A^2 = \frac{SC_A}{a-1}$$

- Variance du facteur B

Pour la variance du facteur B, on calcule la somme des carrés pour le facteur que nous noterons SC_B , qui s'obtient comme suit :

$$SC_B = ac \sum_{j=1}^b (\bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{...})^2$$

où

$\bar{Y}_{.j}$ est la moyenne de toutes les observations du niveau j du facteur B;

$\bar{Y}_{...}$ est la moyenne générale de toutes les observations.

La variance du facteur B est alors

$$S_B^2 = \frac{SC_B}{b-1}$$

- Variance de l'interaction AB

Pour la variance de l'interaction AB, on calcule la somme des carrés pour l'interaction que nous noterons SC_{AB} , qui s'obtient comme suit :

$$SC_{AB} = c \sum_{j=1}^b (\bar{Y}_{ij.} - \bar{Y}_{i..} - \bar{Y}_{.j.} + \bar{Y}_{...})^2$$

où

$\bar{Y}_{ij.}$ est la moyenne de toutes les observations du niveau ij de l'interaction AB ;

$\bar{Y}_{i..}$ est la moyenne de toutes les observations du niveau i du facteur A ;

$\bar{Y}_{.j.}$ est la moyenne de toutes les observations du niveau j du facteur B;

$\bar{Y}_{...}$ est la moyenne générale de toutes les observations.

La variance de l'interaction AB est alors

$$S_{AB}^2 = \frac{SC_{AB}}{(a-1)(b-1)}$$

- Variance résiduelle

Il faut calculer la somme des carrés à l'intérieur des groupes qui s'obtient de la façon suivante :

$$SC_R = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c (Y_{ijk} - \bar{Y}_{ij.})^2$$

La variance résiduelle est donc égale à :

$$S_R^2 = \frac{SC_R}{ab(c-1)}$$

On obtient la relation entre les différentes sommes des carrés, appelée équation d'analyse de la variance

$$SC_T = SC_A + SC_B + SC_{AB} + SC_R,$$

où SC_T est la somme des carrés totale. Elle est donnée par la formule :

$$SC_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c (Y_{ijk} - \bar{Y}_{...})^2$$

- Tests des différentes hypothèses

Pour tester l'hypothèse $H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_a$.

On forme le ratio F_A dont le numérateur est la variance du facteur A et le dénominateur la variance résiduelle :

$$F_A = \frac{S_A^2}{S_R^2}$$

Si la plus petite valeur de la probabilité p pour laquelle on rejette H_0 est inférieure à 5%, on rejette l'hypothèse H_0 et on conclut que le facteur A

a un effet significatif (p est le plus petit risque que l'on accepte de prendre pour rejeter l'hypothèse H_0).

Pour tester l'hypothèse $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_b$.

On forme le ratio F_B dont le numérateur est la variance du facteur B et le dénominateur la variance résiduelle :

$$F_B = \frac{S_B^2}{S_R^2}$$

Si la plus petite valeur de la probabilité p pour laquelle on rejette H_0 est inférieure à 5%, on rejette l'hypothèse H_0 et on conclut que le facteur B a un effet significatif (p est le plus petit risque que l'on accepte de prendre pour rejeter l'hypothèse H_0).

Pour tester l'hypothèse $H_0 : (\alpha\beta)_{11} = (\alpha\beta)_{12} = \dots = (\alpha\beta)_{1b} = (\alpha\beta)_{21} = \dots = (\alpha\beta)_{ab}$

On forme le ratio F_{AB} dont le numérateur est la variance du facteur AB et le dénominateur la variance résiduelle :

$$F_{AB} = \frac{S_{AB}^2}{S_R^2}$$

Si la plus petite valeur de la probabilité p pour laquelle on rejette H_0 est inférieure à 5%, on rejette l'hypothèse H_0 et on conclut qu'il existe une interaction entre les deux facteurs A et B (p est le plus petit risque que l'on accepte de prendre pour rejeter l'hypothèse H_0 (SAPORTA, 2006)).

Remarque

Si on aboutit au rejet de l'hypothèse H_0 testée, on procède alors à des comparaisons multiples 2 à 2 par le test de Student pour déterminer les moyennes qui sont significativement différentes afin d'identifier les groupes homogènes. Chaque groupe est formé des niveaux du facteur qui ont des moyennes égales par le test de Student.

Pour le facteur A, on calcule la statistique de Student définie par :

$$T_A = \frac{\overline{Y_{i.}} - \overline{Y_{.i.}}}{S_R \sqrt{\frac{2}{c}}}, \text{ pour } i \neq j,$$

Pour le facteur B, on calcule la statistique de Student définie par :

$$T_B = \frac{\overline{Y_{.j.}} - \overline{Y_{.j.}}}{S_R \sqrt{\frac{2}{c}}}, \text{ pour } j \neq j',$$

III.3.3. Régression linéaire multiple

La régression linéaire multiple a pour objectif d'étudier et de modéliser la relation linéaire entre une variable réponse (indépendante) Y et plusieurs variables explicatives (indépendantes) X_1, X_2, \dots, X_p , (SAPORTA, 2006).

III.3.3.1. Modèle

Le modèle s'écrit sous la forme :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + \varepsilon$$

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ sont appelés coefficients du modèle, ε est l'erreur commise lors de l'ajustement de Y par $\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p$.

On détermine les coefficients $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ à l'aide des données.

Nous indiquons par y_i ($i=1, \dots, n$) les valeurs de la réponse Y et par x_{ij} les valeurs des variables explicatives X_i $i=1, \dots, p, j=1, \dots, n$.

La méthode utilisée pour déterminer $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ consiste à les choisir de façon que la somme $\sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_{1i} - \beta_2 x_{2i} - \dots - \beta_p x_{pi})^2$ soit minimale. C'est la méthode des moindres carrés.

On notera $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \dots, \hat{\beta}_p$ les valeurs obtenues (estimateurs de $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$).

$\hat{y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{1i} + \dots + \hat{\beta}_p x_{pi}$, $i=1, \dots, n$ sont les réponses calculées et $\hat{\varepsilon}_i = y_i - \hat{y}_i$ $i=1, \dots, n$ sont les résidus (erreurs) du modèle.

On obtient la décomposition :

$$S^2(Y) = S^2(\hat{Y}) + S^2(\varepsilon)$$

où \hat{Y} est le vecteur des réponses calculées et ε celui des résidus (erreurs).

$S^2(Y)$ est la variance expliquée, $S^2(\varepsilon)$ la variance résiduelle et $S^2(\hat{Y})$ la variance expliquée par la régression.

Le coefficient de détermination est défini par

$$R^2 = \frac{S^2(\hat{Y})}{S^2(Y)}$$

Il possède les propriétés suivantes :

$$0 \leq R^2 \leq 1$$

Si R^2 est proche de 1, le modèle explique très bien la variable Y.

Si R^2 est proche de 0, les variables X_1, X_2, \dots, X_p ne contiennent pas d'information utile pour expliquer la variation de Y.

III.3.3.2. Tests

- Test sur les coefficients du modèle

Pour tester parmi les variables explicatives X_1, X_2, \dots, X_p qu'elles sont celles qui expliquent la variable réponse Y, on teste :

$$H_0 \ll \beta_j = 0 \gg \text{ contre } H_1 \ll \beta_j \neq 0 \gg$$

Ce test est basé sur la statistique de Student

$$T_{b_j} = \frac{\hat{\beta}_j}{\hat{\sigma}(\hat{\beta}_j)}$$

$\hat{\sigma}(\hat{\beta})$ étant l'écart-type associé à l'estimateur $\hat{\beta}_j$ de β_j .

Si la plus petite valeur de la probabilité p pour laquelle on rejette H_0 est inférieure à 5%, on rejette l'hypothèse H_0 et on conclut que la variable explicative X_j associée à β_j fait partie du modèle de régression (p est le plus petit risque que l'on accepte de prendre pour rejeter l'hypothèse H_0).

Si la plus petite valeur de la probabilité p pour laquelle on rejette H_0 est supérieure à 5%, on ne rejette pas l'hypothèse H_0 et on conclut que la variable explicative X_j n'explique pas la variable réponse Y .

- Test sur la validation du modèle

Pour valider le modèle entièrement, on teste :

$H_0 \ll \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0 \gg$ contre $H_1 \ll \exists j / \beta_j \neq 0 \gg$

Ce test est basé sur la statistique de Fisher définie par :

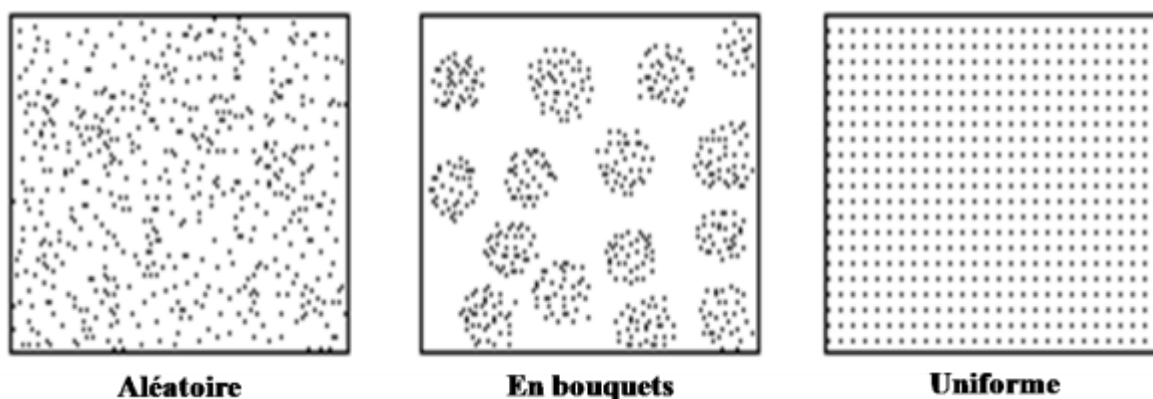
$$F = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \frac{n-p}{p-1}$$

- Si la plus petite valeur de la probabilité p pour laquelle on rejette H_0 est inférieure à 5%, on rejette l'hypothèse H_0 et on conclut que le modèle est validé (p est le plus petit risque que l'on accepte de prendre pour rejeter l'hypothèse H_0).
- Si la plus petite valeur de la probabilité p pour laquelle on rejette H_0 est supérieure à 5%, on ne rejette pas l'hypothèse H_0 et on conclut que le modèle n'est pas validé. Les variables explicatives X_1, X_2, \dots, X_p n'expliquent pas la variable dépendante Y .

III.3.4. Etude de la configuration spatiale (Loi de Poisson)

La distribution spatiale est une importante caractéristique des communautés écologiques. C'est habituellement l'une des premières caractéristiques que l'on observe lorsque l'on étudie une communauté et c'est l'une des propriétés les plus fondamentales de tout groupe d'organismes biologiques. Une fois qu'une configuration a été identifiée, l'écologiste peut proposer des hypothèses qui expliquent les causes profondes de cette configuration et les tester. Ainsi, en fin de compte, c'est principalement pour tirer des hypothèses concernant la structure des communautés écologiques que l'on cherche à identifier les distributions spatiales (SAPORTA, 2006). Nous allons décrire dans cette section l'utilisation de distributions statistiques pour détecter la distribution spatiale des espèces au sein des communautés.

Dans les communautés trois grands types de configuration : aléatoire, en bouquets et uniforme sont discernés.



Les mécanismes de causalité suivants sont souvent utilisés pour expliquer les répartitions observées dans les communautés écologiques. Dans une population d'organismes, la répartition aléatoire implique un environnement homogène et des comportements non sélectifs. En revanche, les configurations non aléatoires (regroupement en bouquets et uniformes) impliquent que des contraintes sont exercées sur la population.

De plus, il ne faut pas oublier le caractère multifactoriel de la nature de nombreux processus (biotiques et abiotiques) interdépendants qui peuvent favoriser les configurations.

La détection du mode de distribution, dans une communauté écologique, implique souvent de tester l'hypothèse " la distribution du nombre d'individus par unité d'échantillonnage est aléatoire "(loi de Poisson). Si l'hypothèse de la distribution aléatoire est rejetée, la distribution peut tendre vers le regroupement en bouquets (cas habituel) ou uniforme (exception). Si la direction tend vers une dispersion en bouquets, la concordance avec la distribution binomiale négative doit être testée

Avant de poursuivre, quelques réserves s'imposent. Tout d'abord, le non-rejet d'une hypothèse de distribution aléatoire signifie seulement qu'aucun caractère non aléatoire n'a été détecté à l'aide de l'ensemble de données spécifiées. Deuxièmement, les hypothèses proposées doivent être raisonnables, c'est-à-dire soutenables et fondées à la fois sur le bon sens et sur des connaissances biologiques. Ce second point est lié par d'importantes ramifications au premier. Il n'est pas rare qu'une distribution statistique théorique (ex. distribution de Poisson) ressemble à une distribution de fréquence observée (c'est-à-dire qu'il y a concordance statistique entre les deux), même si les hypothèses qui sous-tendent ce modèle théorique ne sont pas vérifiées par l'ensemble de données. Il s'ensuit que l'on peut accepter une hypothèse nulle même si elle n'a pas de justification biologique. Troisièmement, les conclusions ne doivent pas être basées uniquement sur les tests de signification. Toutes les sources d'information disponibles (écologiques et statistiques) devraient être utilisées ensemble. Ainsi, le non-rejet d'une hypothèse nulle, basée sur une petite taille d'échantillon, devrait être considéré comme une faible confirmation de ladite hypothèse. Enfin, il faut avoir présent à l'esprit que la détection d'une configuration spatiale et l'explication de ses causes possibles sont deux problèmes différents.

L'utilisation de la loi binomiale négative pour la vérification de configurations en bouquets est décrite ici. Le modèle binomial négatif est vraisemblablement la loi de probabilité la plus couramment utilisée pour les distributions en bouquets (également appelées distributions " contagieuses " ou " agrégatives ").

Lorsque deux des conditions requises pour l'emploi du modèle de Poisson ne sont pas vérifiées - à savoir la condition 1 (toutes les unités d'échantillonnage naturelles ont la même probabilité de contenir un individu) et la condition 2 (la présence d'un individu dans une unité d'échantillonnage est sans influence sur le fait qu'elle soit occupée par un autre individu) - on obtient en général un rapport variance- moyenne élevé

du nombre d'individus par unité d'échantillonnage. Comme on l'a vu plus haut, ceci laisse penser que l'on est en présence d'une configuration en bouquets. La loi binomiale négative est une loi de probabilité à deux paramètres k et α .

On utilise le test d'ajustement de Kolmogorov-Smirnov pour tester l'ajustement du nombre d'individus par une loi connue.

Ce test consiste à tester

H_0 « La loi du nombre d'individus suit une loi F_0 »

Contre l'hypothèse

H_1 « La loi du nombre d'individus ne suit pas la loi F_0 »

Ce test est basé sur la statistique de Kolmogorov-Smirnov qui est de la forme :

$$D_n = \sup_{x \in R} |F_n(x) - F_0(x)|$$

où $F_n(x)$ est la distribution empirique de l'échantillon et $F_0(x)$ la distribution connue (loi de Poisson, loi Binomiale négative, loi uniforme,...).

Si la plus petite valeur de la probabilité p pour laquelle on rejette H_0 est inférieure à 5%, on rejette l'hypothèse H_0 et on conclut que la variable nombre d'individus ne suit pas la loi F_0 (p est le plus petit risque que l'on accepte de prendre pour rejeter l'hypothèse H_0).

Si la plus petite valeur de la probabilité p pour laquelle on rejette H_0 est supérieure à 5%, on accepte l'hypothèse H_0 et on conclut que la variable nombre d'individus suit la loi F_0 (p est le plus petit risque que l'on accepte de prendre pour rejeter l'hypothèse H_0).

III.3.5. Analyse en composantes principales (ACP)

III.3.5.1. Objectif de l'Analyse en Composantes Principales

Etant donné un ensemble d'observations décrites par des variables exclusivement numériques $\{x_1, x_2, \dots, x_p\}$, l'ACP a pour objectif de décrire ce même ensemble de données par de nouvelles variables en nombre réduit. Ces nouvelles variables seront des combinaisons linéaires des variables originales, et porteront le nom de Composantes Principales (CP). Elle

permet au praticien de réduire l'information en un nombre de composantes plus limité que le nombre initial de variables.

En général, la réduction du nombre de variables utilisées pour décrire un ensemble de données provoque une perte d'information. L'ACP procède de façon à ce que cette perte d'information soit la plus faible possible, selon un sens précis et naturel que l'on donnera au mot "information".

Il s'agit d'une approche à la fois géométrique (représentation des variables dans un nouvel espace géométrique selon des directions d'inertie maximale) et statistique (recherche d'axes indépendants expliquant au mieux la variabilité - la variance - des données).

L'Analyse en composantes principales peut donc être vue comme une technique de réduction de dimensionnalité.

III.3.5.2. Propriétés des Composantes Principales

L'objectif de l'ACP est de n'utiliser qu'un petit nombre k de composantes principales sur les p variables originales. L'analyste décidera par la suite du nombre de Composantes à retenir. "Retenir k Composantes Principales" veut dire "Remplacer les observations originales par leur projections orthogonales dans le sous-espace à k dimensions défini par les k premières Composantes Principales".

Les Composantes Principales définissent des directions de l'espace des observations qui sont deux à deux orthogonales. Autrement dit, l'ACP procède à un changement de repère orthogonal, les directions originales étant remplacées par les Composantes Principales.

Les Composantes Principales sont des variables qui s'avèrent être deux à deux non_corrélées.

III.3.5.3. Analyse exploratoire des données

L'utilisation la plus commune de l'ACP est de fournir des données décrites par un grand nombre de variables quantitatives des représentations planes (et donc interprétables visuellement) aussi fidèles que possible. Pour cela, on projette ces données sur des plans factoriels, chaque plan étant défini par une paire de Composantes Principales prises parmi les premières CP.

De l'examen de ces projections, l'analyste tentera de retirer des informations sur la structure des données, par exemple :

L'existence et la localisation d'observations "exceptionnelles", ou "aberrantes", c'est à dire très éloignées de l'ensemble des autres observations.

L'existence de regroupements bien marqués ("classes", ou "clusters"), suggérant l'existence de plusieurs sous populations au sein de l'ensemble des observations.

III.3.5.4. Interprétation des Composantes Principales

Les Composantes Principales n'ont *a priori* qu'une définition mathématique. Une des marques du succès d'une ACP est de pouvoir donner des CP, des interprétations en termes de propriétés réelles, mais non mesurées des observations : Prétraitement de données, réduction de dimensionnalité (SAPORTA, 2006).

IV. Conclusion

La collecte des données et leur interprétation sont deux aspects pratiques majeurs des investigations scientifiques. Aussi, afin de mieux expliquer certains faits biotiques et abiotiques, quelques méthodes statistiques à importance non négligeable ont été utilisées.

Chaptire 3 :

Analyse biotique de la faune entomologique

Analyse biotique de la faune entomologique de la forêt de Tafat et étude biologique et écologique de *Mesopolobus lichtensteini* (Hyménoptère) et *Dryomyia lichtensteini* (Diptère)

Introduction

La forêt de Tafat, malgré son originalité tant sur le plan floristique que faunistique, reste toutefois un milieu pas ou mal connu. L'intérêt écologique et biogéographique d'un inventaire moderne et complet serait cependant considérable en raison de la grande richesse de la forêt. Aussi comme phase préliminaire à d'autres études plus spécialisées, un échantillonnage descriptif est nécessaire. De plus cet inventaire est accompagné de listes commentées d'espèces choisies parmi les plus représentatives, soit par leur abondance particulière, soit par leur étroite localisation au niveau national, soit encore par l'originalité de leur biologie.

I. Inventaire entomofaunistique

En général lorsqu'un milieu est vierge, il est nécessaire de faire avant tout un échantillonnage descriptif. C'est pour cette raison que nous nous sommes intéressés à l'ensemble de l'entomofaune de la forêt de Tafat. Cet inventaire représente les espèces récoltées au cours des sorties effectuées depuis l'année 2002 à 2008. Soit au total 41 sorties, dont 24 pour les années : 2006, 2007 et 2008 (Tab : 8).

Tableau 8 : Représentation du nombre de sorties par année et par mois

Années	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Janvier	0	0	0	1	0	0	0
Février	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	1	1
Avril	0	1	1	1	1	2	2
Mai	0	1	1	0	2	2	2
Juin	0	0	1	0	2	1	2
Juillet	0	0	0	0	1	1	1
Août	0	0	0	0	0	0	0
Septembre	1	1	0	0	1	0	0
Octobre	2	2	1	1	0	1	0
Novembre	1	2	1	1	1	0	0
Décembre	1	0	0	1	0	0	0
Total	5	7	5	5	8	8	8

I.1. Inventaire qualitatif

Cet inventaire nous permet de dresser une liste d'insectes que nous avons récoltés en utilisant les différentes méthodes de capture.

I.1.1. Résultat

Nous avons répertorié 14 ordres 125 familles et 231 espèces dont 170 sont déterminées et qui se répartissent comme suit :

Hymenoptera

Eurytomidae

Sycophila binotata (Fons Colombe, 1832)

Pteromalidae

Mesopolobus lichtensteini Mayr, 1903.

01 espèce indéterminée

Eulophidae

Necremnus sp

Crysocharis sp

Encyrtidae

01 espèce indéterminée

Eupelmidae

Eupelmus seculatus Ferrière, 1954.

Platygastridae

Synopeas sp

Braconidae

Apanteles sp

Microgasterinae

Microgaster sp

Blacinae

Taphaeus sp

Braconinae

Bracon sp

Diapriidae

Pantoclis sp (9 morphotypes)

Acusta sp

Zygota sp

Formicidae

Crematogaster scutellaris

Camponotus sp

Plagiolepis sp

Eumenidae

Eumeninae

Eumenes sp

Ichneumonidae

Criptinae

Phygadeuon sp

Megaspilidae

01 espèce indéterminée

Scellonidae

Telenomus sp

Myrmaridae

01 espèce indéterminée.

Torymidae

Monodontomerus sp

Megachilidae

Osmia sp

Bethylidae

Bethylus sp

Pompilidae

Priocnemus sp

Ceraphronidae

Aphanogmus sp

Orussidae

Orussus taorminensis (Trautman, 1922).

Cynipidae

Plagiotrochus amenti Kieffer, 1901.

Plagiotrochus coriaceus Mayr, 1882.

Plagiotrochus quercusilicis F, 1798.

Synergus clandestinus Ealy, 1952.

Plagiotrochus yeusei Barbotin, 1985

Plagiotrochus gibbosus Pujade Villar, 2003.

Synergus crassicornis (Curtis, 1838).

Plagiotrochus vilageliui Pujade-Villar, 2003.

Saphonicrus lusatinicus (Tavares, 1902).

Plagiotrochus razeti Barbotin, 1985.

Lepidoptera

Lymantriidae

Lymantria dispar (L, 1759)

01 espèce indéterminée

Tortricidae

Tortrix viridana (L, 1758.)

Pieridae

Pieris brassicae L.

Pieris rapae L.

Gonepteryx cleopatra

Collias croceus Fourcr.

Nymphalidae

Vanessa cardui L.

Vanessa polychloros L.

Lycaenidae

Plebejus argus L.

01 espèce indéterminée

Geometridae

Carcina quercana F.

Scopula sp

01 espèce indéterminée

Pyralidae

02 espèces indéterminées

Papilionidae

Iphiclides podalirius L.

Lychocolletidae

Phyllonorycter pseudojoviella Deschka, 1974.

Collemboles

Entomobryidae

Orchesella sp

Neanuridae

Collembola sp

Anurida maritima

Isotomidae

Isotoma viridis

Hypogastruridae

01 espèce indéterminée

Psocoptera

Peripsocidae

02 espèces indéterminées

Liposcelididae

Liposcelis sp

Epipsocidae

02 espèces indéterminées

Trichopsocidae

01 espèce indéterminée

Psocidae

01 espèce indéterminée

Nevroptera

Ascalaphidae

*Ascalaphus libelluloides**Palpares libelluloides*

Myrmeleonidae

*Myrmeleon formicarius***Hemiptera (Heteroptera)**

Alydidae

02 espèces indéterminées

Anthocoridae

Anthocoris nemorum L.

01 espèce indéterminée

Lygaeidae

Spilostethus pandurus (Scopoli, 1763).*Spilostethus militaris* F.*Lygaeus saxatilis**Lygaeus equestris* L.

Miridae

01 espèces indéterminées

Reduviidae

01 espèce indéterminée.

Tingidae

01 espèce indéterminée

Stenocephalidae

Dicranocephalus agilis

Coreidae

Coreomeris denticulatus Scop.

Syromastus rhombeus

Nabiidae

Himacerus (Aptus) mirmicoides

Microphysidae

Loricula (Loricula) freyi

Berytidae

Berytinus nortiragus

Hemiptera (Homoptera)

Aphididae

Lachninae

Lachnus roboris L.

Cinara sp

Pterochloroides persicae L.

Aphidinae

Hyperomyzus lactucae

Diuraphis noxia

Rhipalosiphum padi L.

Wahlgreniella (nervata)

Pemphiginae (Erisomatidae)

Paracletus

Thelaxinae

Thelaxes sp

Kermesidae (Cochenilles)

Kermococcus roboris Fourcroy, 1791.

Pseudococcus sp

Diaspidiidae(Cochenilles)

Lipidosaphes ulmi L.

Chionaspis salicis L.

Cicadellidae

Eupteryx sp

Cicadella viridis

Epiptera europea

Issidae.

Issus coleoptratus

Aleyrodidae

Aleurodes sp

Psyllidae

02 espèces indéterminées

Dermaptera

Forficulidae

Forficula auricularia L, 1758.

Dictyoptera

Ectobiidae

Ectobius sp

Blatella sp

Blatellidae

Loboptera decipiens

Thysanoptera

Phlaeothripidae

Haplotrys sp

Thripidae

Thrips fuscipennis

02 espèces indéterminées

Zygentoma

Lepismatidae

Lepisma lineata

Diptera

Anthomyidae

02 espèces indéterminées

Tephritidae

01 espèces indéterminées

Hybotidae

Platypalpus sp

01 espèce indéterminée

Tipulidae

Tipula sp

Psychodidae

01 espèce indéterminée

Heleomyzidae

Suillia variegata (Flow, 1862).

Suillia sp

Empididae

Rhamphomyia sp

Empis sp

Drosophylidae

Cantarinia ilicis kieffer, 1898.

Cecidomyiidae

Dryomyia lichtensteini Flow, 1858.

01 espèce indéterminée

Muscidae

Musca sp1

Musca sp2

Mycetophyllidae

01 espèce indéterminée

Bibionidae

Dilophus Meigen, 1803.

Bibio hortulanus (Geoffroy, 1762).

Calliphoridae

Calliphora sp

01 espèce indéterminée

Scatopsidae

01 espèce indéterminée

Phoridae

01 espèce indéterminée

Sciomycidae

Salticella sp

Chloropidae

01 espèce indéterminée

Sphaeroceridae

01 espèce indéterminée

Chironomidae

01 espèce indéterminée

Hybotidae

01 espèce indéterminée

Dryomyzidae

01 espèce indéterminée

Syrphidae

Eupeodes corollae Fabricius, 1794.

Sarcophagidae

Sarcophaga sp1

Sarcophaga sp2

Chyromyidae

01 espèce indéterminée

Dolichopodidae

Sciapus

01 espèce indéterminée

Trichoceridae

01 espèce indéterminée

Simulidae

01 espèce indéterminée

Coleoptera

Melolonthidae

Melolonthinae

Rhizotrogus sp

Rhizotrogus carduorum Erickson, 1841.

Rhizotrogus eleagnus

Aphodiidae

Aphodiinae

01 espèce indéterminée

Curculionidae

Entiminae

Otiorrhynchus

Balaninus sp

Polydrosinae

*Sitona sp**Phyllobius oblongus* L.*Attelabus nitens* Scop.

Scolytinae

*Orthotomicus sp**Xyleborus sp**Xyleborus monographus* Fabr.

0 1 espèce indéterminée

Apionidae

Apioninae

01 espèce indéterminée

Rhynchitidae

02 espèces indéterminées

Melyridae

Malachiinae

Colotes (Homoeodipnis) javeti Jacquelin du Val, 1852

Dasytinae

Dasytes

Rhadalinae

*Aplocnemus**Psilotrix*

Silvanidae

Silvaninae

01 espèce indéterminée

Anobiidae

Ptininae

Ptinus obesus Luc.*Ptinus sp*

Phalacridae

Phalacrinae

*Olibrus sp**Phalacrus* (Phalaceus sp)

Staphyllinidae

Staphylininae

*Staphylinus sp**Staphylinus olens* Null.*Ocypus*

Tachyporinae

01 espèce indéterminée

Aleocharinae

01 espèce indéterminée

Omaliinae

Omalium

Proteininae

Megarthrus

Chrysomelidae

Clytrinae

*Clytra sp**Clytra novempunctata* Olivier, 1808.

Alticinae

*Psylliodes sp**Chaetocnema**Longitarsus**Altica*

Lachneae

Lachnea vicina Lacord.

Leiodidae

Cholevinae

Catops coracinus Kellner, 1846

Catops erro Reiche, 1864

Latridiidae

Costicariinae

Corticaria sp

Cantharidae

Malthininae

Malthinus sp

Malthinus striatulus

Coccinellidae

Coccinellinae

Coccinula quatuordecimpustulata L, 1758

Bostrichidae

Xylopertha sp

Cholevinae

01 espèce indéterminée

Buprestidae

Buprestinae

Anthaxia sp

Anthaxia (Cratomerus) hungarica Scop, 1772

Agrilus viridis Isere

Merycidae

Malachiinae

Ebaeus sp

Dermestidae

Attagenus bifasciatus R.

Dermestes undulatus Brahm.

Histeridae

Histerinae

Hister

Nitidulidae

Meligethinae

Meligethes sp

Carpophilinae

Carpophilus hemipterus L.1758

01 espèce indéterminée

Carabidae

Calosoma inquistor L.*Metabletus fuscomaculatus* N.

Tachinae

Bembidium

01 espèce indéterminée

Cetoniidae

Cetoniinae

Aethiessa floralis Fabr, 1787

Scarabaeidae

Scarabaeinae

Scarabaeus cicatricosus Lucas, 1846*Cetonia funeraria* Gory*Geotrupes leavigatus* Latr.

Cryptophagidae

Cryptophaginae

Cryptophagus sp

01 espèce indéterminée

Cerambycidae

Cerambyx cerdo L.

Rhynchitidae

01 espèce indéterminée

Elateridae

01 espèce indéterminée

Tenebrionidae

Pimeliinae

Pimelia interstitialis Solier, 1836

Trichoptera

01 espèce indéterminée

Orthoptera

Acrididae

Oedipoda caerulescens L.

Gryllidae

Gryllus sp

Pamphagidae

Pamphagus sp

I.1.2. Discussion

Par rapport à l'ensemble des ordres

L'entomofaune échantillonnée fait ressortir que les ordres les plus représentatifs sont : l'ordre des Coléoptères avec 29 familles, 71 espèces, dont 57 sont déterminées, puis celui des Diptères avec 27 familles mais seules 18 espèces ont été déterminées sur 38. Les Hyménoptères sont représentés par un nombre élevé, 21 familles et sur 39 espèces, 4 seulement n'ont pas été déterminées. L'ordre des Hémiptères comporte 18 familles, 11 pour le sous ordre des Hétéroptères et 7 pour le sous ordre des Homoptères, avec respectivement 19 et 21 espèces dont respectivement 11 et 18 espèces déterminées. Les Lépidoptères sont peu représentés, 9 familles seulement, 18 espèces dont 13 sont déterminées. Viennent ensuite les Collemboles, les Thysanoptères, les Psocoptères, les Dictyoptères, les Dermaptères, les Zygentoma, les Névroptères, les Trichoptères et les Orthoptères dont le nombre est très faible inférieur à 10 (Tab. 9; Fig. 15).

Tableau 9 : Représentation du nombre d'espèces par ordre et pourcentage

ordres	Nombre d'espèces	pourcentage
Coléoptères	71	30
Hyménoptères	39	17
Diptères	38	17
Hémiptères	37	16
Lépidoptères	18	8
Psocoptères	7	3
Collemboles	5	2
Thysanoptères	4	2
Dictyoptères	3	1
Orthoptères	3	1
Névroptères	3	1
Dermaptères	1	0,5
Zygentoma	1	0,5
Trichoptères	1	0,5

Le tableau 9 montre que les résultats obtenus sont relativement importants en comparaison à d'autres inventaires effectués en Algérie sur chêne vert. A titre d'exemple, nous citons ceux de SAADOUN (1989), dans le massif de zaccar (région de Miliana), qui énumère 19 espèces réparties en quatre ordres à savoir les Coléoptères, les Hyménoptères, les Diptères et les Lépidoptères. MELIZI (1988) à répertorié 31 espèces pour 8 ordres au niveau du parc de Belezma (Batna), tandis que 110 espèces ont été citées par ATTAL-BADREDDINE (1994), dans le parc national de Chréa, et que SAYAH (2003) cite 95 espèces dans les yeuseraies de Bordj-Ghedir.

Sur d'autres chênes en particulier le chêne liège (*Quercus suber*) d'autres peuplements entomologiques ont été inventoriés avec une importance plus ou moins marquée, nous pouvons citer les travaux de GHANEM (1992) qui donne une liste de 52 espèces sur chêne liège au niveau de la forêt de Larbaatache (prés d'Alger), BENMECHRI (1994) note la présence de 76 espèces sur la même essence, dans la forêt de Tamentout (petite kabylie), 97 espèces sur chêne zeen et 102 espèces sur chêne afares. DEMNATI (1997) cite une centaine d'espèces dans la région d'El Kala, sur

chêne liège et BOUHRAOUA (2003) en dénombre 150 espèces. En France, en Provence l'entomofaune liée au chêne vert a été étudiée par FAVARD (1962) qui donne un résultat de 180 espèces réparties en 7 ordres et BIGOT & KABAKIBI (1987-1989) pour leur part, ont recensé 97 espèces sur chêne vert et 116 sur chêne liège dans le massif forestier des Maures, réparties en 11 ordres. VILLEMANT et FRAVAL (1993) ont dénombré plus de 150 espèces dans la suberaie de la Mamora au Maroc. Tous ces résultats montrent la grande diversité entomofaunistique des chênaies des différentes régions.

La figure 16 montre les différents ordres trouvés au niveau de la forêt de Tafat et leur richesse en espèces.

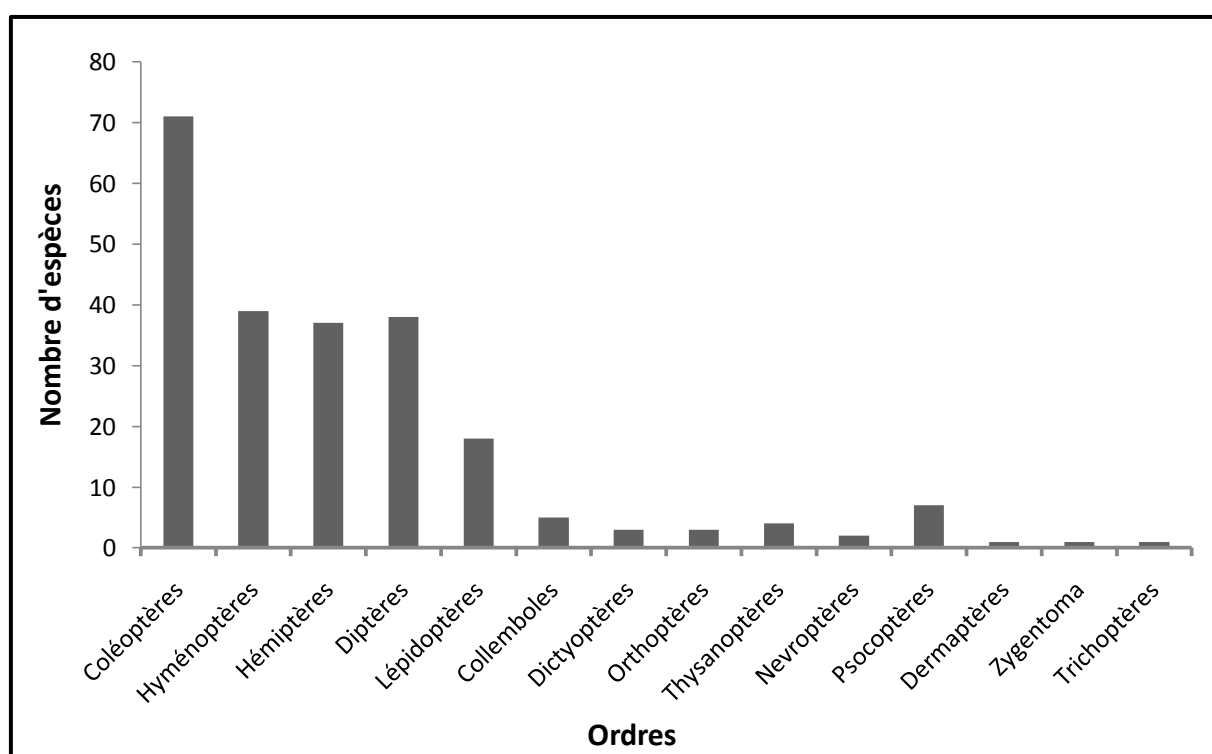


Fig.16 : Histogramme représentant l'importance relative des différents ordres (l'ensemble des espèces)

Cet histogramme (Fig. 16) met donc en évidence l'importance des différents ordres. Les plus représentatifs sont les Coléoptères en premier lieu puis les Hyménoptères, suivis des Hémiptères, puis des Diptères seulement leur détermination n'a pas été facile et pour cela les espèces déterminées sont peu nombreuses par rapport à la richesse du milieu. Les Lépidoptères suivent avec un pourcentage moins élevé. Les autres ordres sont de loin les moins représentés.

Si dans la plupart des résultats les Coléoptères occupent le premier rang, il n'en ait pas de même pour les Diptères où nous recensons 38 espèces.

FAVARD (1962) cite dans sa liste des insectes liés au chêne vert en Provence (France), 7 ordres avec un nombre de Coléoptères égal à 101 et de Diptères égal à 4. SAADOUN, (1989), dans son inventaire sur l'entomofaune du chêne vert dans la région de Miliana, recense 4 principaux ordres, les Coléoptères ne figurent qu'avec 9 espèces et les Diptères avec 3 espèces. SAYAH, (2003) pour sa part a répertorié 8 ordres, représentés par 51 espèces de Coléoptères, et seulement 8 espèces de Diptères dans les yeuseraies de Bordj-Ghedir. MELIZI (1988) dans le parc de Belezma a dénombré 7 ordres qui comprennent 8 familles de Coléoptères, parmi lesquelles 6 espèces ont été déterminées et 3 espèces de l'ordre des Diptères.

Dans la forêt de Tafat, nous avons également recensé un nombre important d'Hémiptères et d'Hyménoptères avec respectivement 37 et 39 espèces. SAADOUN (1989) cite seulement 6 espèces d'Hyménoptères et pas d'Hémiptères. SAYAH (2003) compte dans son inventaire, 8 espèces d'Hyménoptères et seulement 2 d'Hémiptères. FAVARD (1962), a cité 11 espèces d'Hyménoptères et le même nombre d'Hémiptères, et MELIZI (1988) cite 6 espèces d'Hyménoptères pour 4 familles et seulement 2 espèces d'Hémiptères. Par contre les Lépidoptères sont peu représentés dans la forêt de Tafat, ou plutôt ce n'est pas le manque d'espèces, mais nous n'avons pas pu déterminer les nombreuses chenilles et nous n'avons pas obtenu des adultes. Toutefois nous avons recensé 20 espèces, dont *Lymantria dispar* et *Tortrix viridana*, espèces en général retrouvées par les auteurs cités. FAVARD (1962) cite 38 espèces de Lépidoptères, SAADOUN, (1989) 1 seule espèce, SAYAH (2003) n'en cite que 15 espèces et MELIZI (1988) en a dénombré 9 espèces réparties en 4 familles. Les ordres restants sont peu représentés par l'ensemble des auteurs

Remarquons cependant que les Collembolés, les Zygentoma, les Dictyoptères, les Orthoptères, les Névroptères, les Thysanoptères, les Psocoptères et les Dermaptères ont toujours été représentés par un nombre peu important par les auteurs.

Cette première analyse de l'entomofaune de la forêt de Tafat montre que les Coléoptères représentent toujours le nombre d'espèces le plus élevé, 71 espèces. Les Hyménoptères viennent en seconde place avec 39 espèces, puis ce sont les Diptères avec 38 espèces, suivent les Hémiptères divisés en

17 espèces d'Hétéroptères et 20 d'Homoptères. Les Lépidoptères sont également assez bien représentés par 20 espèces. Nous pouvons également remarquer la présence des Psocoptères avec 7 espèces malheureusement peu ont été déterminées, les Collemboles représentées par 5 espèces, les Thysanoptères avec 4 espèces. Les Dictyoptères et les Orthoptères sont présents avec 3 espèces seulement, les Névroptères avec 2 espèces, et en dernier lieu se situent les Dermaptères, les Zygentoma et les Trichoptères avec 1 espèce.

-Par rapport aux espèces déterminées

Nous donnons en tableau 10 uniquement le nombre d'espèces déterminées

Tableau 10 : Représentation du nombre d'espèces par ordre et pourcentage (Espèces déterminées)

ordres	Nombre d'espèces	pourcentage
Coléoptères	57	33
Hyménoptères	35	21
Hémiptères	29	17
Diptères	18	11
Lépidoptères	13	8
Collemboles	4	3
Dictyoptères	3	2
Orthoptères	3	2
Névroptères	3	1
Thysanoptères	2	0,5
Psocoptères	1	0,5
Dermaptères	1	0,5
Zygentoma	1	0,5
Trichoptères	0	0

Les espèces déterminées ont entraîné des modifications au niveau du classement des ordres. Les Coléoptères restent en tête avec 57 espèces,

viennent ensuite les Hyménoptères qui comptent 35 espèces, les Hémiptères qui étaient classés après les Diptères, les précèdent après détermination et se classent en troisième position avec 29 espèces. Les Diptères sont représentés par 18 espèces seulement et les Lépidoptères viennent en dernier lieu avec 13 espèces (Fig : 17). Même au niveau des espèces peu représentatives, comme le cas des Psocoptères, parmi les 7 espèces capturées seule 1 espèce a été déterminée, et le Trichoptère, la seule espèce n'a pas pu être déterminée.

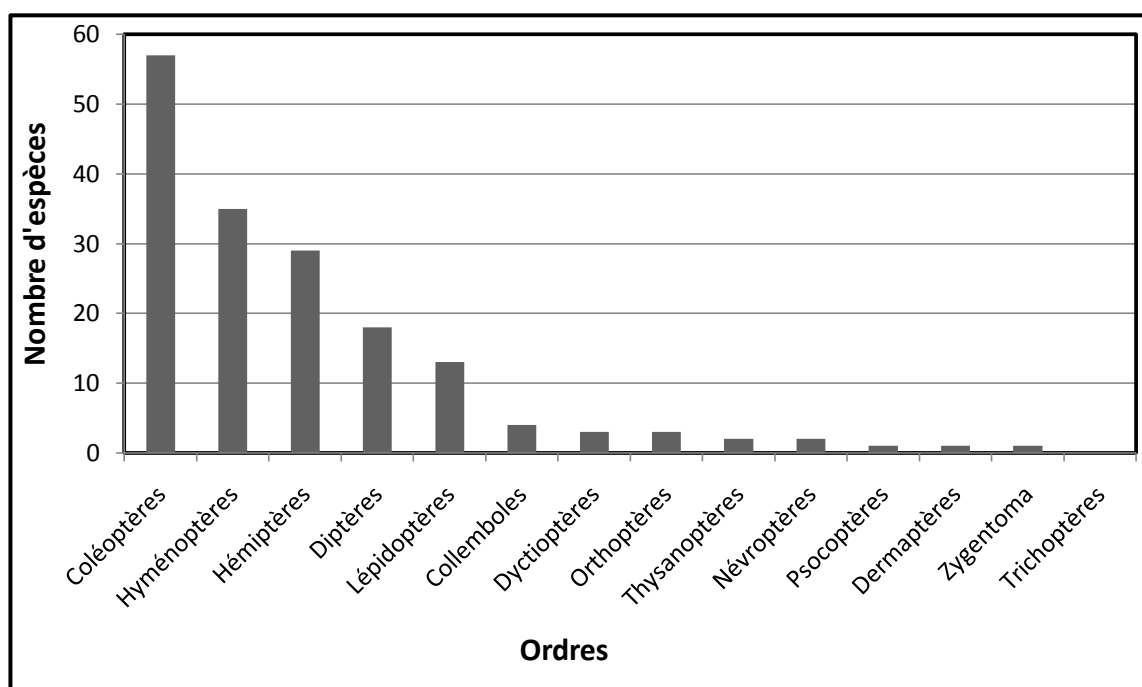


Fig. 17 : Histogramme représentant l'importance relative des différents ordres (Espèces déterminées)

Cette analyse de l'entomofaune de la forêt de Tafat, nous a permis de mettre en évidence la richesse de ce milieu, non encore exploité. Les ordres, tels les Collembolés, les Thysanoures, les Psocoptères, les Diclyptères, les Dermatères, les Zygentoma, les Névroptères, les Trichoptères et les Orthoptères sont peu représentatifs. De ce fait nous ne considéreront dans nos résultats que les ordres les plus importants en nombre d'espèces

-Par rapport aux principaux ordres

Les principaux ordres comptent à eux seuls 152 espèces. Ce sont les Coléoptères, les Hémiptères, les Hyménoptères, les Diptères et les Lépidoptères) (Fig. 18).

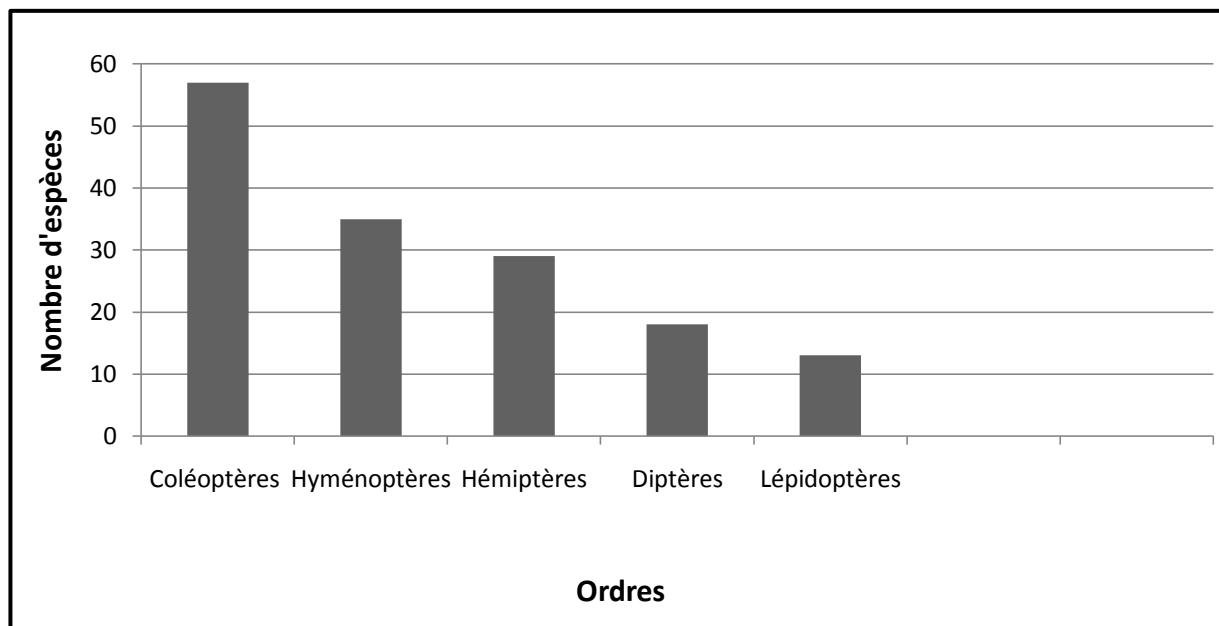


Fig.18 : Histogramme représentant l'importance relative des principaux ordres (Coléoptères, Hyménoptères, Hémiptères, Diptères, Lépidoptères), selon le nombre d'espèces.

En général les Coléoptères ont toujours été, dans tous les inventaires, les mieux représentés en nombre d'espèces, ainsi que les Lépidoptères. Par contre les Hyménoptères n'ont pas la même envergure. Dans la forêt de Tafat cet ordre est très bien représenté du point de vue nombre d'espèces et nombre d'individus. Nombreuses sont les familles de Coléoptères, mais le nombre d'espèces par famille est peu important. La famille la plus remarquable des Coléoptères est celle des Curculionidés avec 8 espèces, tandis que pour les Hyménoptères c'est la famille des Cynipidés avec 10 espèces, puis celle des Aphididés chez les Hémiptères, avec 9 espèces.

- Par rapport aux familles

Les familles pour les principaux ordres sont très représentatives. Seulement de nombreuses espèces non pas hélas été déterminées. Malgré tout, leur nombre est assez élevé.

Les Histogrammes suivants montrent l'importance relative des familles au niveau de chaque ordre (Fig.19, 20, 21, 22,23).

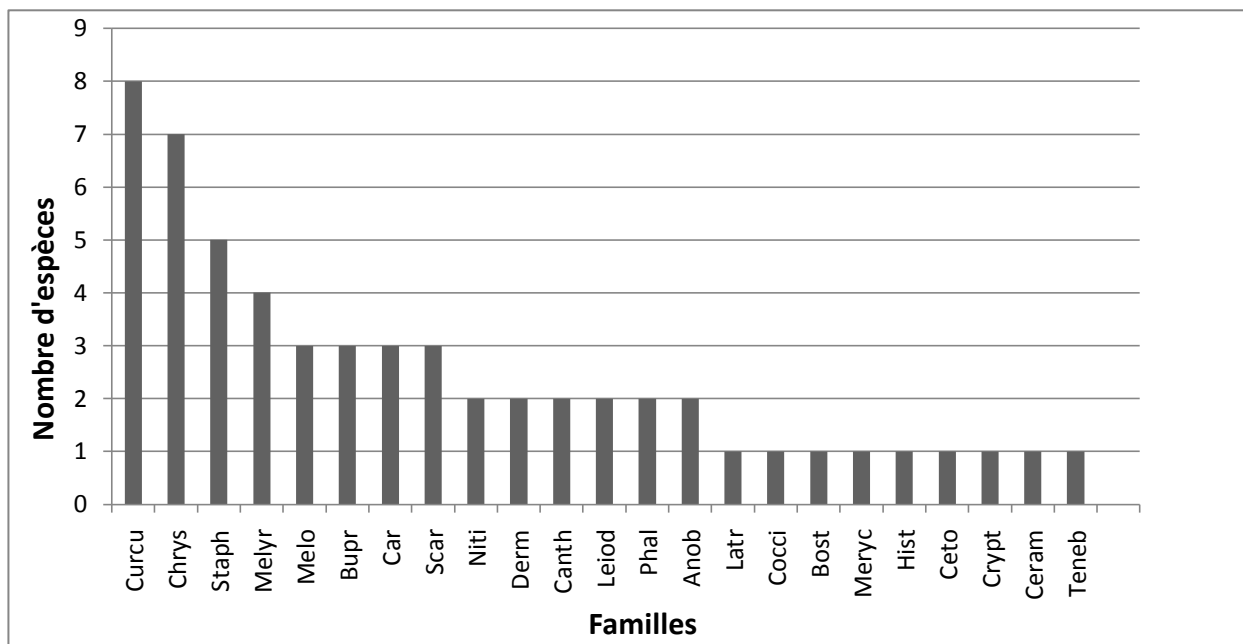


Fig.19 : Histogramme représentant l'importance relative des familles de Coléoptères.

Curcu=Curculionidae, Chrys=Chrysomelidae, Staph=Staphylinidae

Mely=Melyrida, Melo=Melolonthidae, Bupr=Buprestidae, Car=Carabidae

Scar=Scarabaeidae, Niti=Nitidulidae, Derm=Dermestidae,

Canth=Canthadae, Leiod=Leiodidae, Phal=Phalacridae, Anob=Anobiidae

Latr=Latriidae, Cocci=Coccinellidae, Bost=Bostrichidae,

Meryc=Merycidae, Hist=Histeridae, Ceto=Cetoniidae,

Crypt=Cryptophagidae, Ceram=Cerambycidae, Teneb=Tenebrionidae

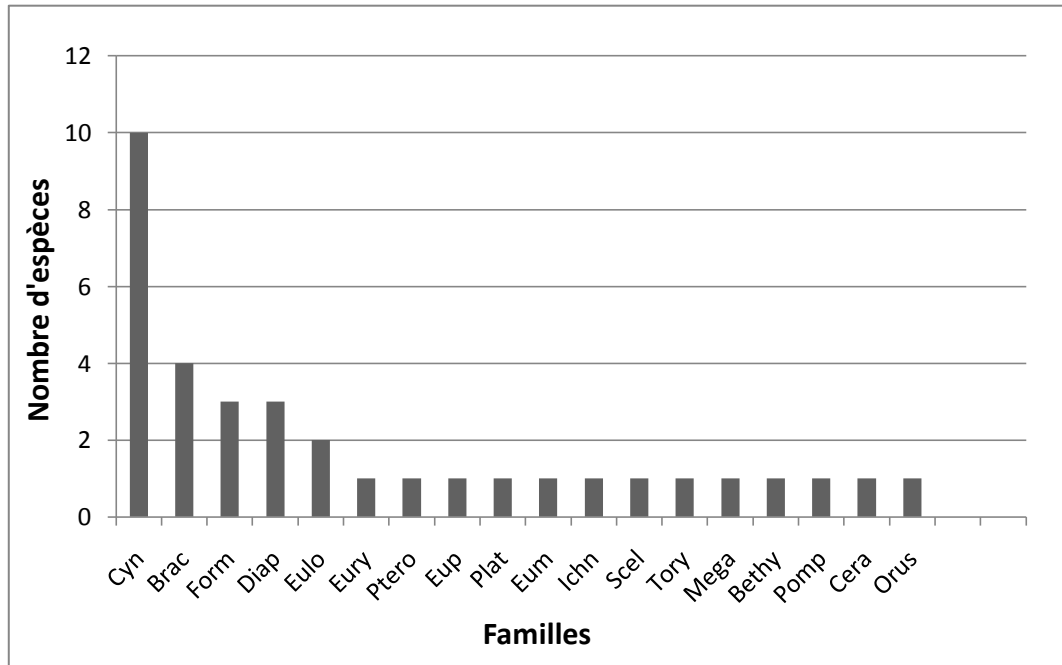


Fig. 20 : Histogramme représentant l'importance relative des familles des Hyménoptères

Cyn=Cynipidae, Brac=Braconidae, Form=Formicidae, Diap=Diapriidae
 Eulo=Eulophidae, Eury=Eurytomidae, Ptero=Pteromalidae
 Eup=Eupelmidae, Plat=Platygastridae, Eum=Eumenidae,
 Ichn=Ichneumonidae, Scel=Scelionidae, Tory=Torymidae,
 Mega=Megachilidae, Bethy=Bethylidae, Pomp=Pompilidae,
 Cera=Ceraphronidae, Oruss=Orussidae.

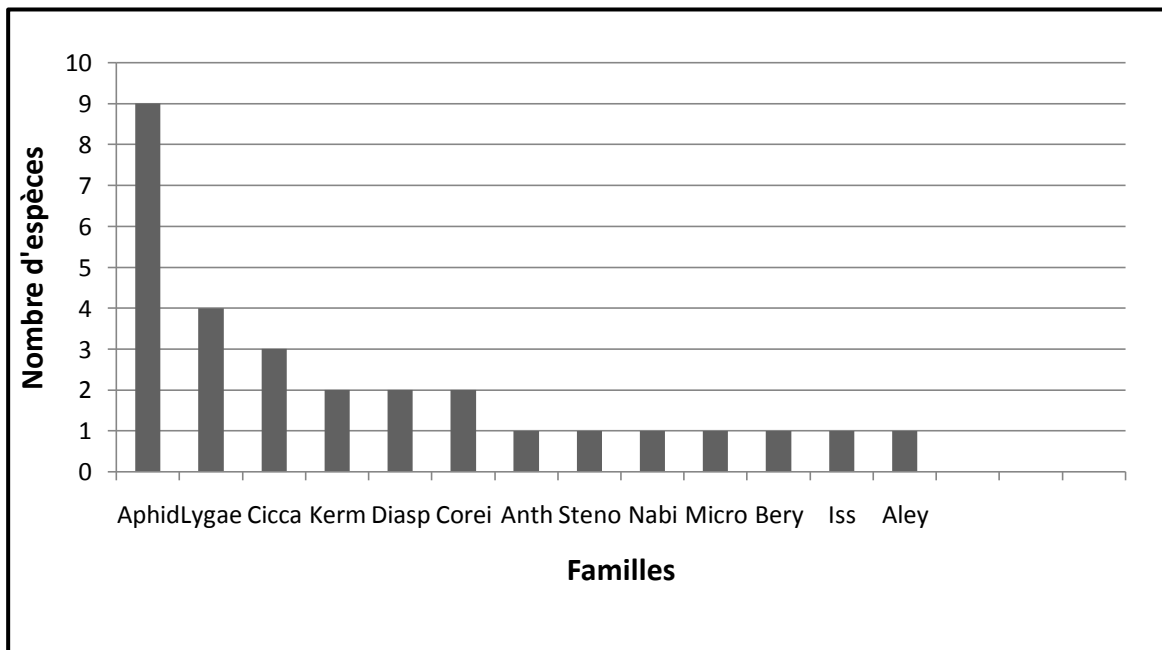


Fig. 21: Histogramme représentant l'importance relative des familles des Hémiptères

Aphid=Aphididae, Lygae=Lygaeidae, Cicca=Ciccadellidae,
 Kerm=Kermesidae, Diasp=Diaspidiidae, Corei=Coreidae,
 Anth=Anthocoridae, Steno=Stenocephalidae, Bery=Berytidae,
 Nabi=Nabiidae, Micro=Microphysidae, Iss= Issidae,
 Aley=Aleyrodidae

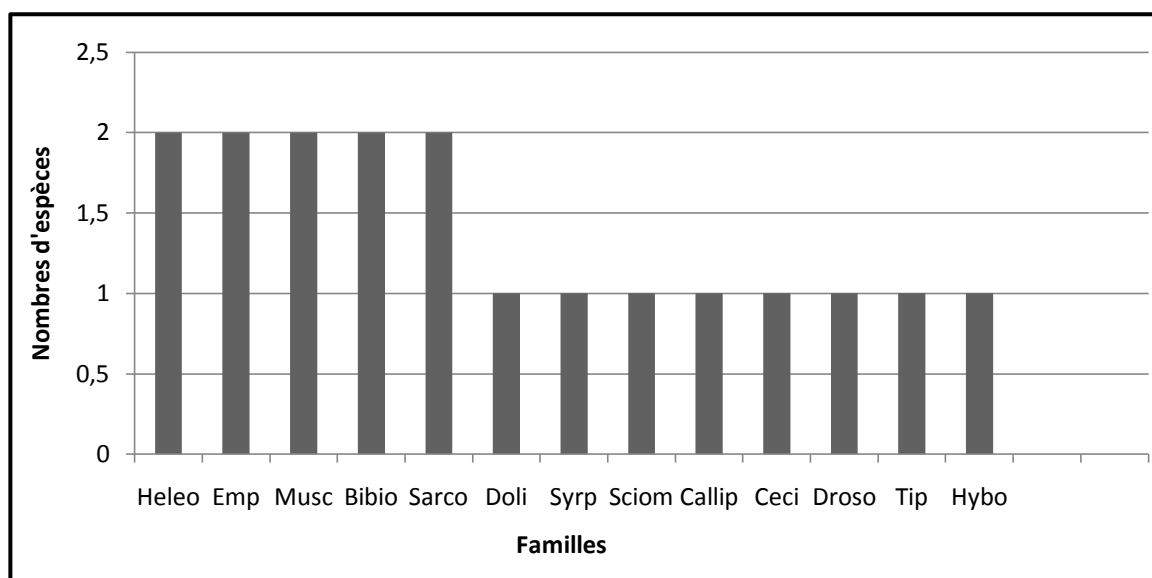


Fig. 22 : Histogramme représentant l'importance relative des familles de Diptères

Heleo=Heleomyzidae, Emp=Empididae, Musc=Muscidae

Bibio=Bibionidae, Sarco=Sarcophagidae, Doli=Dolichopodidae,

Syrp=Syrphidae, Sciom=Sciomycidae, Callip=Calliphoridae,

Ceci=Cecidomyidae, Droso=Drosophylidae, Tip=Tipulidae,

Hybo=Hybotidae

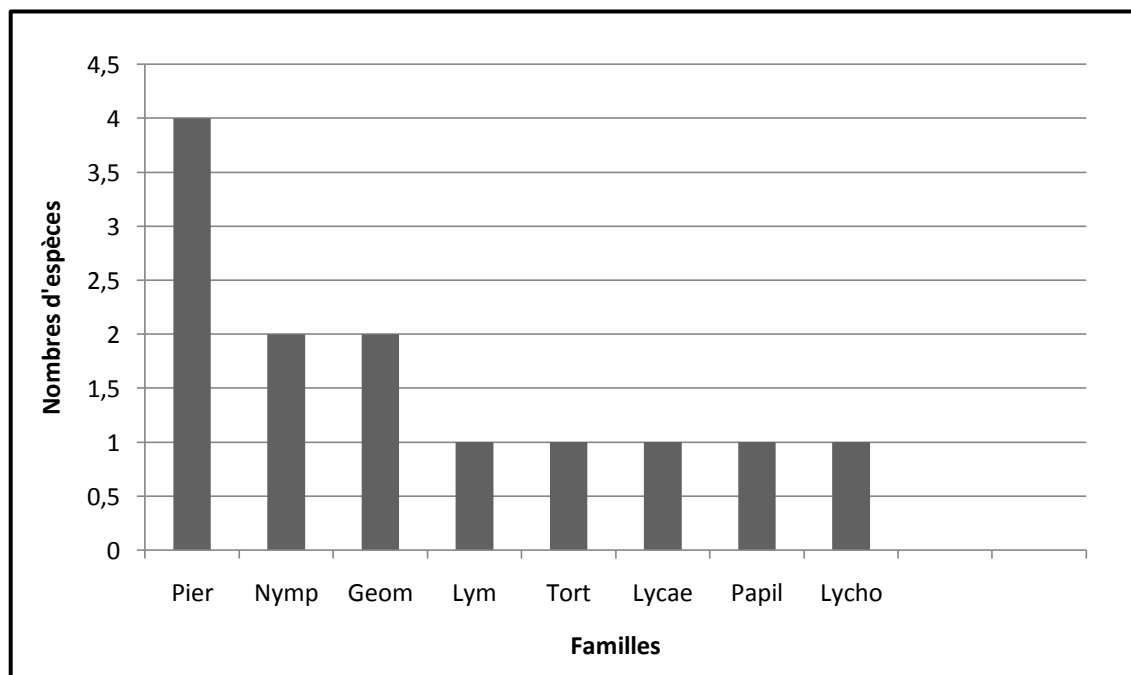


Fig.23 : Histogramme représentant l'importance relative des Familles de Lépidoptères

Pier=Pieridae, Nymp=Nymphalidae, Geom=Geometridae,
 Lym=Lymantridae, Tort=Tortricidae, Lycae=Lycaenidae,
 Papil=Papilionidae, Lycho=Lychocolletidae

De tous ces histogrammes, nous retiendrons que les familles les plus représentatives sont : pour les Coléoptères qui comportent 23 familles, les Chrysomelidae, les Staphylinidae et les Melyridae comptent respectivement 7, 5 et 4 espèces, et les Melolonthidae, Buprestidae, Carabidae, Scarabaeidae ne sont représentés que par 3 espèces et 1 seule espèce pour le reste des familles. Chez les Hyménoptères constitués de 18 familles, ce sont les Cynipidae qui sont en tête avec 10 espèces, suivis par les Braconidae qui comptent 4 espèces, les Formicidae et les Diapriidae avec 3 espèces puis les Eulophidae avec 2 espèces et les autres familles ne sont représentées que par une seule espèce. Les Hémiptères quant à eux avec 13 familles, ce sont les Aphididae qui sont le mieux représentés avec 9 espèces puis les Lygaeidae avec 4 espèces, les Cicadellidae avec 3 espèces, et toutes les autres familles ne comptent qu'une seule espèce. Les Diptères qui en comptent 13, selon les espèces déterminées, toutes les familles sont représentées par 1 et 2 espèces

seulement, de même que pour les Lépidoptères qui comptent 8 familles, les Pieridae sont représentés par 4 espèces, les Nymphalidae et les Geometridae par 2 espèces et le reste des familles par 1 seule espèce.

I.1.3. Conclusion

L'analyse des différentes familles permet d'avancer que pour la plupart des ordres, en tête se situent les Insectes considérés comme les plus nuisibles, et cela avec un nombre d'espèces élevé, cas des Chrysomelidae et des Cynipidae. Que pour les principaux ordres les Coléoptères viennent en tête et gardent la première place même en considérant tous les ordres dans leur ensemble, les Hyménoptères la seconde et les Lépidoptères la cinquième place.

Deux espèces appartenant à deux ordres différents, ont retenu notre attention par leur nombre élevé d'une part et leur relation d'autre part. Il s'agit d'un Diptère *Dryomyia lichtensteini* et d'un Hyménoptère *Mesopolobus lichtensteini*.

II. Etude biologique et écologique de deux espèces antagonistes

II.1. L'espèce *Dryomyia lichtensteini* F.Löw, 1878

De distribution méditerranéenne (SKUHRVA & al, 2006), *Dryomyia lichtensteini* est un insecte gallicole, de l'ordre des Diptères (Cecidomyiidae) (Fig. 24). Cet insecte provoque des cécidies (ou galles) en forme de petites bourses ovoïdes, sur la face inférieure des feuilles du chêne vert (*Quercus ilex*) et parfois sur la face supérieure également mais assez rarement (Fig : 25). Il provoque également des cécidies sur les feuilles de *Quercus suber* (SKUHRVA & al, 2006).

Ces cécidies mesurent de 2 à 3,5mm de longueur et 1,5 à 2mm de profondeur. Le nombre de cécidies est variable. Une feuille de 2,5cm sur 3,5 cm peut comporter jusqu'à 100 cécidies. Une même feuille peut contenir 15 et très rarement moins. Les cécidies s'ouvrent à la face supérieure des feuilles par une fente allongée légèrement incurvée, et dont la bordure est épaisse et plus foncée présente à l'une de ses extrémités une petite ouverture. De ce petit orifice sort l'adulte que nous remarquons en observant l'exuvie qui en émerge à moitié (Fig : 26).

En coupe la galle montre une cavité unique où vit une larve de *Dryomyia*. La larve généralement de couleur rougeâtre est également unique nous n'avons jamais trouvé deux dans une même cavité. Ce stade larvaire a été observé à la fin du mois de Mars et au début du mois d'Avril. Notons que cette larve est de couleur rougeâtre et mesure 0,25mm de long (Fig. 27). Son développement est assez lent puisque les adultes ne sont apparus que vers la fin du mois d'Avril et début du mois de Mai et le maximum est atteint à la mi de ce même mois. Selon DIEUZEIDE(1928), la ponte commence quelques heures après la sortie de l'imago. Seulement à la fin du mois de Mai il y eut l'apparition d'adultes d'un Hyménoptère de la famille des Pteromalidae, un chalcidien qui émergeait du même orifice que *Dryomyia* et dont le nombre est encore plus élevé. C'est l'espèce *Mesopolobus lichtensteini*.

II.2. L'espèce *Mesopolobus lichteinsteini* Mayr, 1903.

Mesopolobus lichtensteini est un parasitoïde des larves de nombreux groupes d'insectes dont les Diptères, et pour notre part, l'espèce *Dryomyia lichtensteini*. Les larves de *Mesopolobus* diffèrent de celles de *Dryomyia* par leur couleur qui est blanchâtre (PUJADE, 1994d) (Fig.28). Elles sont observées vers la fin du mois d'Avril et les adultes émergent à la fin du mois de Mai et atteignent leur maximum à la mi- Juin. Quelques individus cependant ont été observés à la fin du mois de Juin. Sur une même feuille il est possible de trouver des nymphes et des adultes vers la mi-Mai, mais au mois de Juin seuls les adultes sont présents (Fig.29). Au début du mois de Juillet les galles sont vides et commencent à être sclérosées. Il est à remarquer toutefois que le parasitoïde ne pond qu'un seul œuf par cécidie, et de ce fait nous avons observé parfois les deux larves sur une même feuille.

Il est à noter que les déformations des feuilles apparaissent dès la ponte. Seulement il ne nous a pas été possible de voir les œufs, les cécidies étant peu visibles.

Selon DIEUZEIDE (1928), il n'est pas étonnant de trouver des galles avec des larves âgées et des galles avec des larves jeunes. Les premières sont de l'année précédente et ne vont pas tarder à donner l'imago, et les secondes sont issues de cécidomyies sorties plus précocement. Cet auteur note également que la ponte se fait quelques heures après la sortie de l'imago et que la larve apparaît au bout de 48 heures à 72 heures.

Il en résulte que pour *Dryomyia lichtensteini* et *Mesopolobus lichtensteini*, le cycle de développement se fait en un an, ce sont donc des espèces univoltines (Tab : 11).

Tableau 11 : Cycle biologique de *Dryomyia lichtensteini* et son parasitoïde *Mesopolobus lichtensteini*

Mois Espèce	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
	D	O	O L	L N	N	A	O	O	O	O	O	O
M	O	O	O	L L	L N A	A	O	O	O	O	O	O

D= *Dryomyia lichtensteini*

M= *Mesopolobus lichtensteini*

O= œuf, L= larve, N= nymphe, A= adulte.

III. Interaction Insecte / Insecte

Dryomyia lichtensteini est un Diptère hôte de *Mesopolobus lichtensteini* qui est le parasitoïde entomophage. Ce dernier est un insecte dont la biologie, selon DAJOZ (2007), est intermédiaire entre celle des prédateurs et celle des parasites vrais.

Les adultes de *Mesopolobus* mènent une vie libre tandis que leurs larves vivent en parasites, aux dépens des larves hôtes de *Dryomyia* qui en général meurent lorsque les larves du parasitoïde terminent leur développement.

Mesopolobus détermine donc infailliblement la mort de son seul hôte (*Dryomyia*) aux dépens duquel il s'est développé. Aussi si le maximum des adultes de *Dryomyia* est atteint vers le début du mois de Mai, la fin de ce même mois laisse apparaître un nombre plus important de *Mesopolobus*.

Selon DAJOZ (2007), Les parasitoïdes se développent aux dépens d'un seul hôte et ont souvent une spécificité parasitaire plus ou moins marquée. Les prédateurs attaquent et dévorent plusieurs proies. La recherche de l'hôte par les Insectes parasitoïdes est le fait des adultes, tandis que les prédateurs recherchent leurs proies aussi bien au stade larvaire qu'au stade adulte.

IV. Interaction plante/insecte

La relation plante- Insecte concerne particulièrement l'espèce *Dryomyia lichtensteini*. En général les galles sont observées sur les feuilles situées sur les rameaux assez bas et les rejets de souches.

Les galles sont définies comme étant le fruit de l'action simultanée de deux êtres bien distincts, de deux patrimoines génétiques indépendants entrant localement en interaction intime (DAUPHIN & ANIOTSBEHERE, 1993,1997 ; BEGUINOT, 2001). Aussi il ya d'une part la structure souvent complexe et remarquablement organisée d'une galle qui correspond à une manifestation particulière du patrimoine génétique de l'espèce végétale concernée, et d'autre part l'éveil et l'évolution de cette morphogénèse végétale particulière, et entièrement et exclusivement sous dépendance de l'animal inducteur (mère pondeuse et larves locataires de la galle), et donc du patrimoine génétique de ce dernier (BEGUINOT,2000).

Conclusion

L'étude biologique et écologique de deux espèces *Dryomyia lichtensteini* et *Mesopolobus lichtensteini* permet d'avancer que ces deux espèces sont univoltines et que *Dryomyia* est gallicole tandis que *Mesopolobus* est parasitoïde de ce même insecte.



Fig. 24 : Adulte de *Dryomyia lichtensteini*



Fig. 25 : Cécidies sur feuille de *Quercus ilex* (Face inférieure)

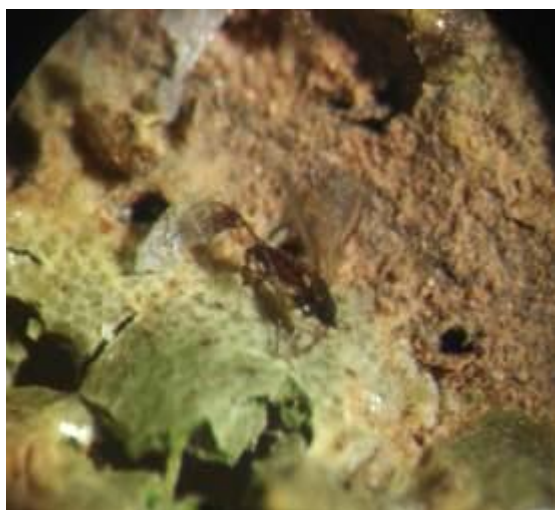


Fig. 26: Adulte et exuvies (*Dryomyia lichtensteini*) émergeant des cécidies de la face supérieure de la feuille de *Quercus ilex*

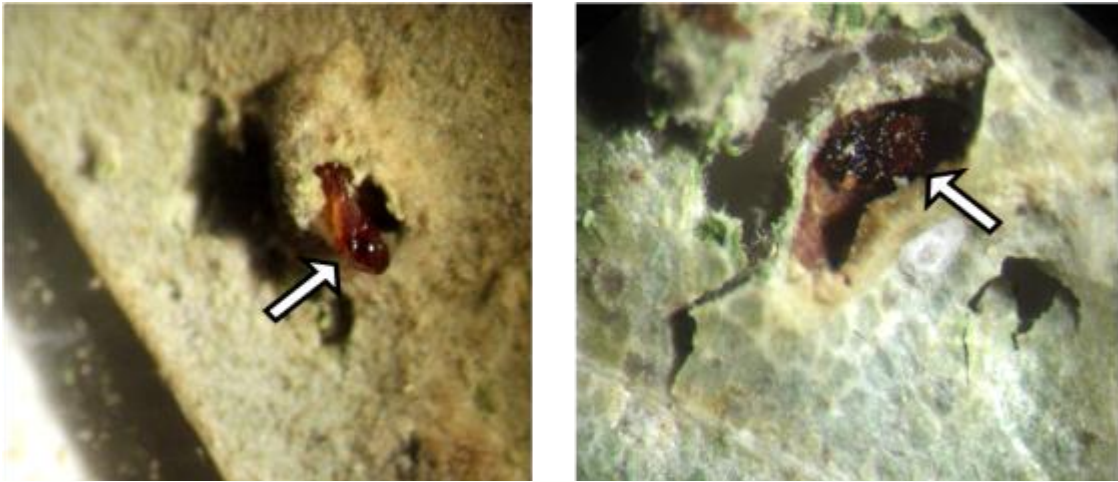


Fig. 27 : Larves de *Dryomyia lichtensteini*

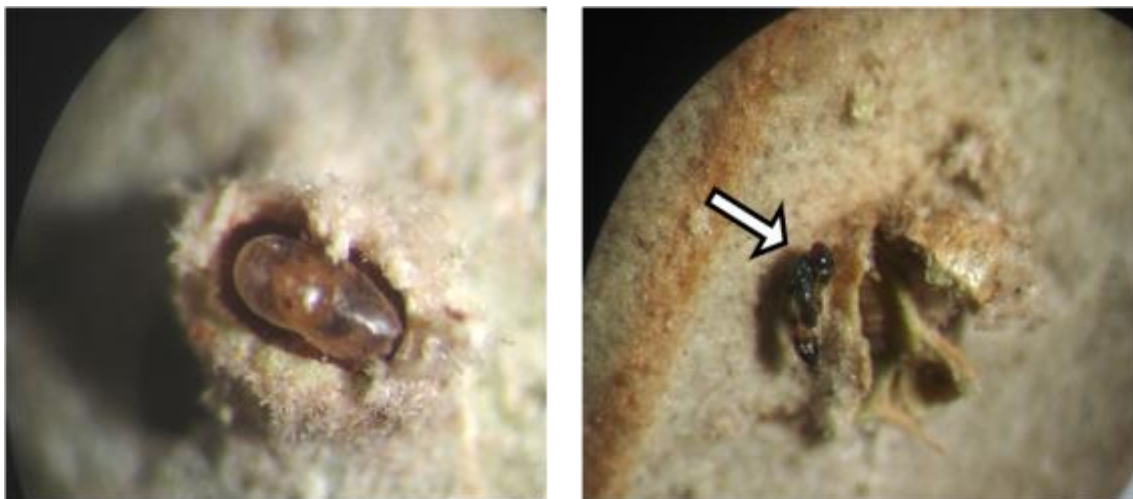


Fig. 28 : Larves et chrysalides de *Mesopolobus lichtensteini*

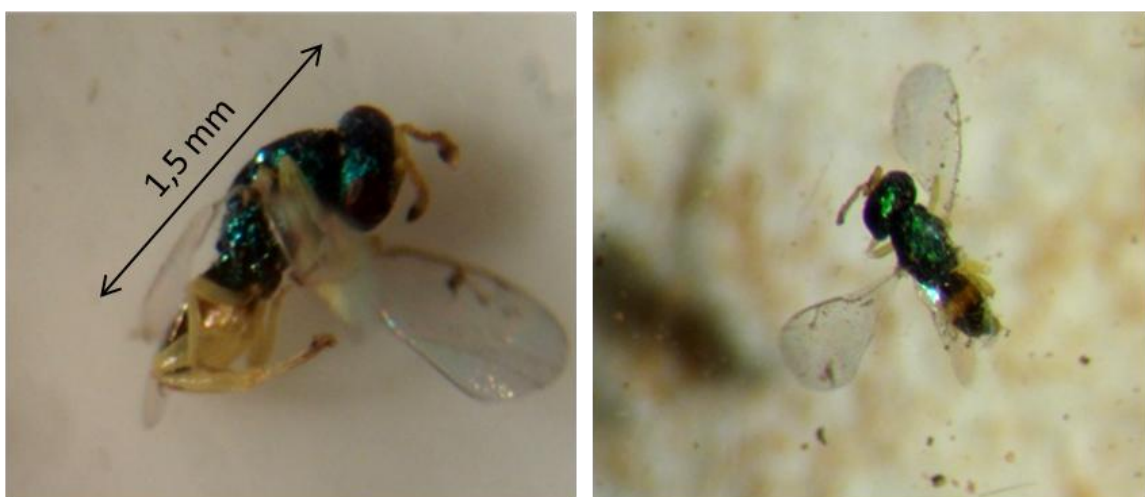


Fig. 29 : Adultes de *Mesopolobus lichtensteini*

Chapitre 4 :

Analyse des résultats et dynamique

des populations

Introduction

Une entomofaune riche et diversifiée se rencontre au niveau de différents écosystèmes, et celui de la forêt de Tafat n'échappe pas à cette règle. Seulement cette diversification compte de nombreuses espèces nocives pour les arbres particulièrement, et de ce fait, il est indispensable de les connaître et d'en dresser un inventaire. Bien que cet inventaire soit encore loin d'être complet, il n'en demeure pas moins qu'il est le premier dans ces stations.

I. Inventaire faunistique

Les cinq ordres les plus représentatifs rassemblent à eux seuls 152 espèces réparties en 57 espèces de Coléoptères, 35 pour les Hyménoptères 29 pour les Hémiptères, 18 espèces de Diptères et 13 pour les Lépidoptères.

I.1. Résultats

Le tableau 10 regroupe les différentes espèces à l'échelle des stations : A, B, C, D, placé en annexe.

I.2. Discussion

Les prélèvements effectués au cours des sorties nous ont permis de capturer 8919 individus composant seulement les Coléoptères, les Hyménoptères, les Hémiptères, les Diptères et les Lépidoptère, et ceci au cours des années 2006, 2007 et 2008. Le nombre total des individus tous les ordres confondus est de 9832, pour les mêmes années. Les espèces indéterminées n'ont pas été prises en considération. Je cite toutefois le nombre total des espèces déterminées et indéterminées de l'année 2003 à 2008 et qui est de 11643, tous les ordres confondus.

L'ordre des Hyménoptères vient en tête avec 4629 individus, suit de celui des Diptères qui est de 1668 et celui des Hémiptères est de 1416. Les Coléoptères, bien que leur nombre d'espèces soit élevé, celui des individus est bien faible par rapport à ceux cités précédemment, il est de l'ordre de 613, et en dernier lieu se situent les Lépidoptères avec seulement 533 individus. Toutes les espèces composant ces ordres se rencontrent au niveau de la forêt de Tafat à diverses strates du végétal (*Quercus ilex*) et peuvent

être parfois retrouvées sur d'autres végétaux qui se répartissent à travers toute la forêt. Certaines espèces n'ont été rencontrées qu'au niveau de la station A, telles *Ptinus obesus*, *Lachnea vicina*, *Catops coracinus* et *Colotes (H) javeti*, *Sycophila binotata*, *Pantoclis sp*, *Plagiotrochus amenti*, *Plagiotrochus coriaceus*, *Dicranocephalus agilis*, *Dilophus* et *Lymantria dispar*, *Pieris rapae*... D'autres dans la station B, c'est le cas de *Megarthritis*, *Corticaria sp*, *Taphaeus sp*, *Plagiotrochus yeusei*, *Bibio hortulanus*, *Issus cleoptratus*... Au niveau de la station C nous pouvons citer à titre d'exemple les espèces *Orthotomicus sp*, *Olibrus sp*, *Catops erro*, *Zygota sp*, *Taphaeus sp*, *Plagiotrochus quercusilicis*, *Spilosthetus pandurus*, *Coreomeris denticulatus*, *Collias croceus*... et au niveau de la station D, les espèces *Sarcophaga sp*, *Plabejus argus*... Certaines espèces sont rencontrées au niveau des quatre stations, par exemple les espèces *Mesopolobus lichtensteini*, *Pterochloroides persicae*, *Dryomyia lichtensteini*. La richesse de la station D est particulièrement due à la présence de l'espèce *Aleyrodes sp*.

Au niveau des autres stations cette espèce n'a pas été observée, et seul un nombre très restreint de pontes a été récolté sur les feuilles, au niveau de la station C.

I.3. Conclusion

Le nombre élevé d'individus de l'ordre des Hyménoptères est dû à la présence de l'espèce *Mesopolobus lichtensteini* et l'ordre des Diptères à celle de *Dryomyia lichtensteini*. Du point de vue distribution stationnelle, il existe donc aussi bien des espèces inféodées à une seule station que des espèces communes aux quatre.

II. Richesse spécifique et abondance stationnelle des espèces

II.1. Résultats

On entend par richesse spécifique stationnelle le nombre d'espèces récoltées au niveau de chaque station. Cette richesse varie d'une station à une autre selon les particularités de chacune d'elle. Les résultats sont mentionnés sur le tableau 12.

Tableau 12 : Représentation de la richesse spécifique et de l'abondance des espèces

Stations	A 1267mètres	B 1050mètres	C 900mètres	D 700mètres
Richesse Spécifique	80	67	92	29
Abondance (nombre d'individus)	2804	1969	3219	927

II.2. Discussion

La richesse spécifique est assez importante au niveau de la station C. Ceci s'explique par le fait que cette station est dense du point de vue arbres et de plus son altitude est de 900mètres.

La station A rejoint la station C par la densité des arbres, mais à une altitude assez élevée. Par contre les deux stations B et D où les arbres sont espacés la richesse est moindre. Cependant il est à noter que la station B (67 espèces) est toutefois plus riche que la station D (29 espèces), car cette dernière possède un sous bois complètement dénudé, le pâturage y est intense, et de ce fait la pauvreté de ce biotope est importante (Fig.30).

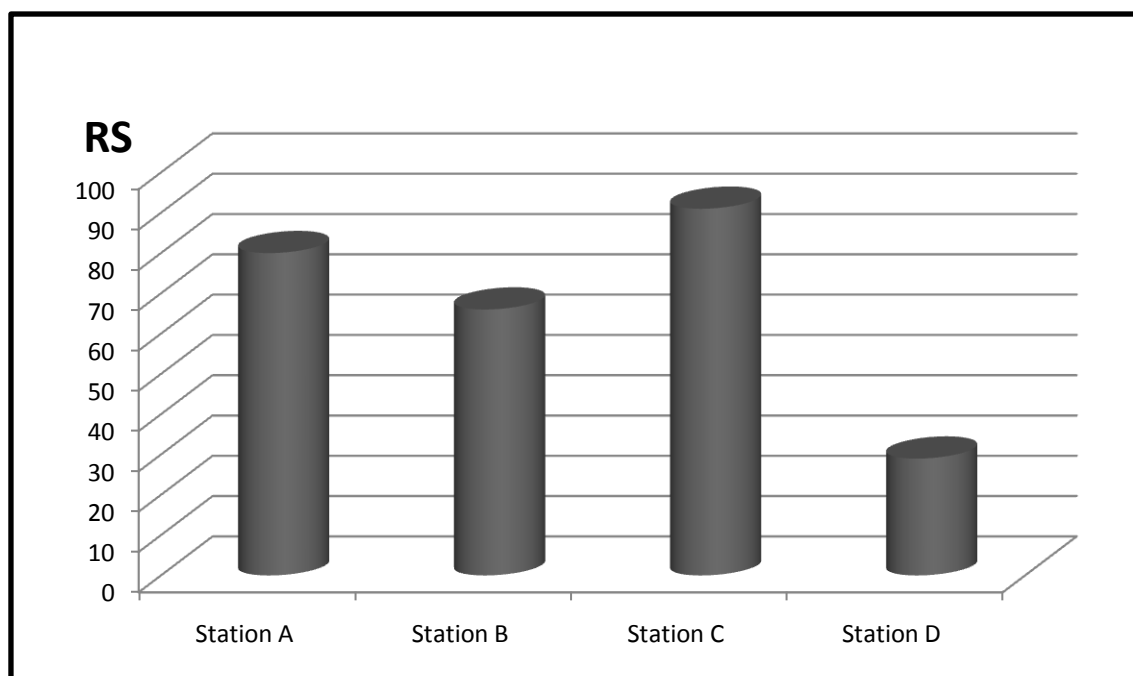


Fig. 30 : Richesse spécifique dans les différentes stations

L'abondance varie dans le même sens que celui de la richesse spécifique. Les stations A, B et C sont représentées par un effectif élevé par rapport à celui de la station D. Bien que la station B ne soit pas dense, il est à remarquer que par son altitude, elle échappe au surpâturage et conserve donc un sous bois non négligeable (Fig.31). De plus GASTON & LAWTON, (1988) pensent que les espèces de petite taille semblent plus répandues dans toutes les stations, que les espèces de grande taille. Tel est le cas de *Dryomyia lichtensteini* et *Mesopolobus lichtensteini* dont l'abondance est très marquée au niveau des quatre stations.

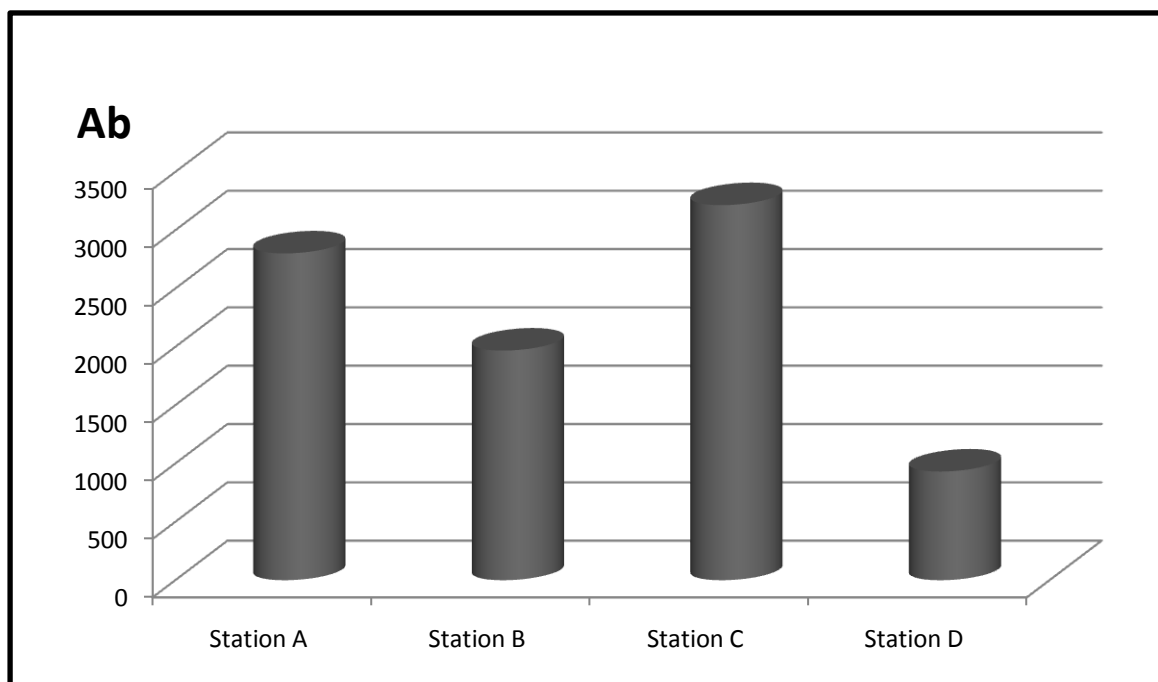


Fig. 31 : Abondance des individus dans les différentes stations

II.3. Conclusion

La station C est donc la plus riche avec 92 espèces et 3216 individus alors que la station A compte 80 espèces et 2802 individus. Ces deux stations se rapprochent, contrairement aux stations B et D, mais la station B comporte le double du nombre d'espèces de la station D, bien que les deux soient des stations claires. L'effectif de la station B est également élevé par rapport à celui de la station D qui par sa situation est soumise à de nombreux facteurs de dégradation.

III. Etude des coefficients écologiques

III.1. Abondance absolue, abondance relative et fréquence

Pour mieux structurer un peuplement, il est nécessaire d'étudier les valeurs de son abondance et de la fréquence de ses espèces. Ceci permettra en outre de comparer les diverses communautés et d'établir une hiérarchisation des constituants de ces communautés (SAPORTA, 2006).

L'abondance absolue et relative ainsi que la fréquence des différentes espèces sont consignées dans le tableau 13.

Tableau 13 : Valeurs des abondances et des fréquences des espèces au niveau des stations

code	Stations	A			B			C			D		
	espèces	Aa	F	Ar	Aa	F	Ar	Aa	F	Ar	Aa	F	Ar
	Coléoptères												
1	<i>Rhizotrogus sp</i>							10	11,76	0,11	9	11,76	0,10
2	<i>Rhizotrogus cardiorum</i>	5	11,76	0,06				9	23,53	0,10			
3	<i>Rhizotrogus eleagnus</i>							12	29,41	0,00			
4	<i>Otiorrhynchus</i>	2	11,76	0,02				4	11,76	0,04	2	5,88	0,02
5	<i>Sitona</i>	4	17,65	0,04	2	5,88	0,02	5	17,65	0,06			
6	<i>Phyllobius oblongus</i>	5	17,65	0,06				5	23,53	0,06			
7	<i>Attelabus nitens</i>	3	5,88	0,03				6	11,76	0,07	3	5,88	0,03
8	<i>Orthotomicus sp</i>							8	23,53	0,09			
9	<i>Xyleborus sp</i>	2	5,88	0,02				5	11,76	0,06			
10	<i>Xyleborus monographus</i>							9	17,65	0,10			
11	<i>Colotes(H) javeti</i>	4	11,76	0,04									
12	<i>Dasytes</i>	5	17,65	0,06							3	5,88	0,03
13	<i>Aplocnemus</i>				5	17,65	0,06	8	23,53	0,09			
14	<i>Psilotrix</i>							11	29,41	0,12			
15	<i>Ptinus obesus</i>	10	23,53	0,11									
16	<i>Ptinus sp</i>	3	11,76	0,03				4	17,65	0,04			
17	<i>Olibrus sp</i>							7	17,65	0,08			
18	<i>Phalacrus sp</i>	9	17,65	0,10				7	5,88	0,08			
19	<i>Staphylinus sp</i>	9	35,29	0,10				6	23,53	0,07			
20	<i>Staphylinus olens</i>	3	11,76	0,03				11	29,41	0,12			
21	<i>Ocypus</i>	4	17,65	0,04	3	17,65	0,03						
22	<i>Omalium</i>							7	11,76	0,08	4	5,88	0,04
23	<i>Megarthus</i>				3	11,76	0,03						
24	<i>Clytra sp</i>	12	35,29	0,13	13	17,65	0,15	10	29,41	0,11			
25	<i>Clytra novempunctata</i>	5	23,53	0,06	4	17,65	0,04	3	17,65	0,03			
26	<i>Psylliodes sp</i>	13	29,41	0,15	13	23,53	0,15						
27	<i>Chaetocnema</i>				3	5,88	0,03						
28	<i>Longitarsus</i>				5	23,53	0,06	10	23,53	0,11			
29	<i>Altica</i>				2	11,76	0,02				2	5,88	0,02
30	<i>Lachnea vicina</i>	5	29,41	0,06									
31	<i>Catops coracinus</i>	8	17,65	0,09	7	11,76	0,08						

code	Stations espèces	A			B			C			D		
		Aa	F	Ar	Aa	F	Ar	Aa	F	Ar	Aa	F	Ar
32	<i>Catops erro</i>						0,00	4	17,65	0,04			
33	<i>Corticaria</i>				11	17,65	0,12						
34	<i>Malthinus sp</i>				6	11,76	0,07						
35	<i>Malthinus striatulus</i>							7	17,65	0,08			
36	<i>C. quatuordecimpustulata</i>				12	17,65	0,13	5	11,76	0,06			
37	<i>Xylopertha sp</i>							16	58,82	0,18			
38	<i>Anthaxia sp</i>							5	11,76	0,06			
39	<i>Anth.(cratomeris) hungarica</i>							2	5,88	0,02			
40	<i>Agrilus viridis</i>							5	11,76	0,06			
41	<i>Ebaeus sp</i>							14	17,65	0,16			
42	<i>Attagenus bifasciatus</i>							9	23,53	0,10			
43	<i>Dermestes undulatus</i>										16	17,65	0,18
44	<i>Hister</i>							3	5,88	0,03	3	5,88	0,03
45	<i>Meligethes sp</i>							10	11,76	0,11			
46	<i>Carpophilus hemipterus</i>	2	5,88	0,02	2	11,76	0,02						
47	<i>Calosoma inquisitor</i>										10	41,18	0,11
48	<i>Metabletus fuscomaculatus</i>							11	17,65	0,12	9	17,65	0,10
49	<i>Bembidium</i>							6	17,65	0,07	8	29,41	0,09
50	<i>Aethiessa floralis</i>	3	11,76	0,03							5	17,65	0,06
51	<i>Scarabeus cicatricosus</i>	3	17,65	0,03	4	11,76	0,04				3	11,76	0,03
52	<i>Cetonia funeraria</i>	6	17,65	0,07	4	17,65	0,04	6	23,53	0,07			
53	<i>Geotrupes leavigatus</i>							13	29,41	0,15			
54	<i>Cryptophagus sp</i>	5	11,76	0,06	7	23,53	0,08	4	17,65	0,04			
55	<i>Cerambyx cerdo</i>							8	11,76	0,09			
56	<i>Pimelia interstitialis</i>	2	5,88	0,02	1	5,88	0,01	2	11,76	0,02			
57	<i>Balaninus sp</i>				2	11,76	0,02	6	11,76	0,07	2	5,88	0,02
	Hyménoptères												
58	<i>Sycophila binotata</i>	3	11,76	0,03									
59	<i>Mesopolobus lichtensteini</i>	1200	52,94	13,45	735	52,94	8,24	1415	52,94	15,87	172	41,18	1,93
60	<i>Necremnus sp</i>	3	11,76	0,03				7	23,53	0,08			
61	<i>Crysocharis sp</i>							6	11,76	0,07			
62	<i>Eupelmus seculatus</i>	3	11,76	0,03									
63	<i>Synopeas sp</i>				3	5,88	0,03				12	17,65	0,13
64	<i>Apanteles sp</i>	5	17,65	0,06	6	1,18	0,07	10	17,65	0,11			
65	<i>Microgaster sp</i>	9	23,53	0,10	6	23,53	0,07						

code	Stations espèces	A			B			C			D		
		Aa	F	Ar	Aa	F	Ar	Aa	F	Ar	Aa	F	Ar
66	<i>Taphaeus sp</i>			0,00				8	23,53	0,09			
67	<i>Bracon sp</i>	11	41,18	0,12	8	17,65	0,09						
68	<i>Pantoclis sp</i>	2	5,88	0,02									
69	<i>Acusta sp</i>				13	23,53	0,15				7	23,53	0,08
70	<i>Zygota sp</i>							6	11,76	0,07			
71	<i>Crematogaster scutellaris</i>	170	70,59	1,91	110	47,06	1,23	201	52,94	2,25			
72	<i>Camponotus sp</i>	93	58,82	1,04	84	41,18	0,94	108	47,06	1,21			
73	<i>Plagiolepis sp</i>	40	52,94	0,45	32	29,41	0,36	30	29,41	0,34			
74	<i>Eumenes sp</i>							9	23,50	0,10			
75	<i>Phygadeuon sp</i>							3	5,88	0,03			
76	<i>Telenomus sp</i>	2	5,88	0,02	7	11,76	0,08						
77	<i>Monodontomerus</i>				5	17,65	0,06	7	23,53	0,08			
78	<i>Osmia sp</i>	3	11,76	0,03				6	17,65	0,07			
79	<i>Bethylus sp</i>	3	5,88	0,03	10	17,65	0,11	5	11,76	0,06			
80	<i>Priocnemis sp</i>							5	11,76	0,06			
81	<i>Aphanogmus sp</i>				7	17,65	0,08				10	11,76	0,11
82	<i>Orussus taorminensis</i>										1	5,88	0,01
83	<i>Plagiotrochus amenti</i>	1	5,88	0,01									
84	<i>Plagiotrochus coriaceus</i>	4	11,76	0,04									
85	<i>Pl. quercus illicis</i>							1	5,88	0,01			
86	<i>Synergus clandestinus</i>				3	11,76	0,03						
87	<i>Plagiotrochus yeusei</i>				2	5,88	0,02						
88	<i>Plagiotrochus gibbosus</i>							2	5,88	0,02			
89	<i>Synergus crassicornis</i>				8	5,88	0,09						
90	<i>Plagiotrochus vilageliui</i>				2	5,88	0,02						
91	<i>Saphonicrus lusatinicus</i>							5	5,88	0,06			
92	<i>Plagiotrochus razeti</i>							2	5,88	0,02			
	Hémiptère -hétérop												
93	<i>Anthocoris nemorum</i>	9	41,18	0,10	5	17,65	0,06						
94	<i>Spilostethus pandurus</i>							7	11,76	0,08			
95	<i>Spilostethus militaris</i>	15	47,06	0,17				12	17,65	0,13			
96	<i>Lygaeus saxatilis</i>	12	47,06	0,13	11	17,65	0,12						
97	<i>Lygaeus equestris</i>				6	17,65	0,07	8	17,65	0,09			
98	<i>Dicranocephalus agilis</i>	11	17,65	0,12									
99	<i>Coreomeris denticulatus</i>							8	11,76	0,09			

code	Stations espèces	A			B			C			D		
		Aa	F	Ar	Aa	F	Ar	Aa	F	Ar	Aa	F	Ar
100	<i>Syromastus rhombeus</i>							9	11,76	0,10			
101	<i>H. (Aptus) mirmicoides</i>							10	17,65	0,11			
102	<i>Loricula (Loricula) freyi</i>	7	23,53	0,08				5	5,88	0,06			
103	<i>Berytinus nortiragus</i>	11	17,65	0,12				4	5,88	0,04			
	Hémiptère-homop												
104	<i>Lachnus roboris</i>	35	52,94	0,39	38	29,41	0,43	46	29,41	0,52			
105	<i>Cinara sp</i>	10	29,41	0,11	5	11,76	0,06						
106	<i>Pterochloroides persicae</i>	39	52,94	0,44	30	23,53	0,34	51	29,41	0,57	36	23,53	0,40
107	<i>Hyperomyzus lactucae</i>	8	41,18	0,09	12	11,76	0,13						
108	<i>Diuraphis noxia</i>				10	11,76	0,11						
109	<i>Rhopalosiphum padi</i>				5	5,88	0,06						
110	<i>Wahlgreniella nervata</i>	9	23,53	0,10	5	17,65	0,06	4	17,65	0,04			
111	<i>Paracletus</i>							7	29,41	0,08			
112	<i>Thelaxes sp</i>	10	23,53	0,11				3	11,76	0,03			
113	<i>Kermococcus roboris</i>	41	52,94	0,46				55	35,29	0,62	45	29,41	0,50
114	<i>Pseudococcus sp</i>	79	52,94	0,89	65	35,29	0,73	76	52,94	0,85			
115	<i>Lepidosaphes ulmi</i>	11	23,53	0,12	9	17,65	0,10	8	23,53	0,09	17	17,65	0,19
116	<i>Chionaspis salicis</i>	7	17,65	0,08				10	17,65	0,11			
117	<i>Eupteryx sp</i>	30	41,18	0,34	42	23,53	0,47	53	35,29	0,59			
118	<i>Cicadella viridis</i>	15	23,53	0,17				12	23,53	0,13			
119	<i>Epiptera europea</i>	11	17,65	0,12	8	17,65	0,09						
120	<i>Issus coleoptratus</i>				5	11,76	0,06						
121	<i>Aleurodes sp</i>										364	35,29	4,08
	Diptères												
122	<i>Platypalpus sp</i>	8	17,65	0,09				10	23,53	0,11			
123	<i>Tipula sp</i>	18	29,41	0,20				9	23,53	0,10	5	17,65	0,06
124	<i>Suillia variegata</i>				6	17,65	0,07	10	29,41	0,11			
125	<i>Suillia sp</i>				17	29,41	0,19	22	35,29	0,25			
126	<i>Rhamphomyia sp</i>				4	11,76	0,04	7	17,65	0,08			
127	<i>Empis sp</i>	10	11,76	0,11	5	11,76	0,06						
128	<i>Cantarinia ilicis</i>	21	23,53	0,24				16	23,53	0,18			
129	<i>Dryomyia lichtensteini</i>	307	64,71	3,44	292	64,71	3,27	403	64,71	4,52	125	29,41	1,35
130	<i>Musca sp1</i>	65	35,29	0,73	63	29,41	0,71	52	23,53	0,58			
131	<i>Musca sp2</i>	39	47,06	0,44				22	29,41	0,25			

code	Stations espèces	A			B			C			D		
		Aa	F	Ar	Aa	F	Ar	Aa	F	Ar	Aa	F	Ar
132	<i>Dilophus</i>	13	29,41	0,15									
133	<i>Bibio hortulanus</i>				17	23,53	0,19						
134	<i>Calliphora sp</i>	25	41,18	0,28	9	29,41	0,10						
135	<i>Salticella sp</i>	19	35,29	0,21									
136	<i>Eupeodes corollae</i>				11	1,76	0,12	6	11,76	0,07			
137	<i>Sarcophaga sp1</i>	17	41,18	0,19									
138	<i>Sarcophaga sp2</i>												
139	<i>Sciapus</i>	9	17,65	0,10	6	23,53	0,07						
	Lépidoptères												
140	<i>Lymantria dispar</i>	5	11,76	0,06									
141	<i>Tortrix viridana</i>	55	35,29	0,62	54	29,41	0,61	60	35,29	0,67			
142	<i>Pieris brassicae</i>	12	23,53	0,13	4	5,88	0,04						
143	<i>Pieris rapae</i>	10	17,65	0,11									
144	<i>Gonepteryx cleopatra</i>							12	17,65	0,13			
145	<i>Collias croceus</i>							11	11,76	0,12			
146	<i>Vanessa cardui</i>										27	29,41	0,30
147	<i>Vanessa polychloros</i>										20	17,65	0,22
148	<i>Plebejus argus</i>										8	11,76	0,09
149	<i>Carcina quercana</i>	42	41,18	0,47	21	23,53	0,24						
150	<i>Scopula sp</i>	21	17,65	0,24	20	17,65	0,22						
151	<i>Iphiclides podalirius</i>	6	11,76	0,07									
152	<i>Phyllonorycter pseudojoviella</i>	48	35,29	0,54	34	29,41	0,38	50	29,41	0,56	4	5,88	0,04

A_a=abondance absolue, F=fréquence, A_r=abondance relative

En tenant compte des classes de fréquence et d'abondance relative, une classification hiérarchique des espèces se dessine et de ce fait permet d'apprécier l'organisation du peuplement entomologique des différentes stations.

III.2. Classification hiérarchique

La classification hiérarchique des espèces permet d'avoir une idée précise sur l'organisation d'un peuplement. Cette classification qui a été proposée par KROGERUS (1932), puis reprise par DAJOZ (1966, 1967), puis par BIGOT & BODOT (1972), regroupe les coefficients d'abondance et de fréquence, et met en évidence quatre classes d'espèces selon leur degré d'inféodation au milieu. De ce fait nous distinguons :

- Les espèces fondamentales dont la fréquence est supérieure à 50%, et une abondance relative supérieure à 5%.
- Les espèces constantes à fréquence supérieure ou égale à 50%, mais dont l'abondance relative est inférieure à 5%.
- Les espèces accessoires, leur fréquence est comprise entre 25 et 50%
- Les espèces sporadiques quant à elles présentent une fréquence inférieure à 25%.

III.2.1. Résultats

Selon l'abondance relative et la fréquence, les espèces que nous avons récoltées au niveau de la forêt de Tafat sont réparties dans le tableau 14, suivant la classification hiérarchique.

Tableau 14 : Classification hiérarchique des espèces par station

Station \ Catégories	A	B	C	D
Fondamentales	<i>M.lichtensteini</i> <i>C.scutellaris</i> <i>Camponotus sp</i> <i>Pseudococcus sp</i> <i>D.lichtensteini</i>	<i>M.lichtensteini</i> <i>D.lichtensteini</i>	<i>M.lichtensteini</i> <i>C.scutellaris</i> <i>Pseudococcus sp</i> <i>D.lichtensteini</i>	
Constantes	<i>Plagiolepis sp</i> <i>Lachnus roboris</i> <i>P. persicae</i> <i>K. roboris</i>		<i>Xylopertha sp</i>	
Accessoires	21	10	17	7
Sporadiques	50	55	70	22

III.2.2. Discussion

Le tableau 14 permet de constater que les espèces sporadiques représentent les taux les plus élevés au niveau des stations et que les espèces accessoires sont moins bien représentées, mais avec toutefois des valeurs élevées. Les espèces constantes sont absentes des stations B et D, ceci s'explique par le fait que les deux stations sont des clairières et le vent dont le rôle est négatif sur les insectes, souffle très souvent dans cette région. Au niveau de la station A seules quatre espèces sont constantes : *Plagiolepis sp*, *Lachnus roboris*, *Pterochloroides persicae* et *Kermococcus roboris*. Au niveau de la station C seule une espèce *Xylopertha sp* est constante.

Les espèces fondamentales *Mesopolobus lichtensteini* et *Dryomyia lichtensteini*, sont retrouvées au niveau des stations A, B et C. Ces deux

espèces caractérisent l'attaque du chêne vert dont les feuilles présentent des malformations caractéristiques (cécidies) dues à l'action de ces deux espèces. Au niveau des stations A et C se trouvent en plus les espèces *Crematogaster scutellaris* et *Pseudococcus sp* qui caractérisent le milieu dense offert à ces espèces pour leur nourriture et leur développement. Au niveau de la station A s'ajoute l'espèce *Camponotus sp* dont le travail rejoint celui de la fourmi *Crematogaster scutellaris* dans la recherche des pucerons.

III.2.3. Conclusion

La présence des mêmes espèces fondamentales au niveau des stations A, B et C, montre que ces stations ne présentent pas une grande différence du point de vue richesse floristique. Les espèces fondamentales peuvent être considérées comme bio-indicatrices et dans ce cas elles peuvent caractériser un type de biotope donné.

IV. Structure du peuplement

IV.1. Coefficient d'affinité coenotique (indice de Jaccard)

Comme nous l'avons déjà indiqué, l'utilisation de l'indice de Jaccard permet de comparer les peuplements entre eux, deux à deux. De plus ce coefficient ne tient compte que de la présence ou l'absence des individus. Aussi son utilisation va nous permettre de mettre en évidence les facteurs qui exercent la plus forte influence sur la répartition des espèces à travers les différentes stations.

IV.1.1. Résultats

La matrice de similitude contient les indices de Jaccard. Les résultats sont consignés sur les tableaux 15, 16 et 17, des matrices de similitude. La figure 24 représente le dendrogramme interprétatif des matrices de similitude établies à partir du coefficient de Jaccard.

La méthode de similitude de base est interprétée par la méthode des plus proches voisins. Méthode qui consiste sur la base de la matrice de similitude de regrouper les 4 stations en classes. Les classes sont des

groupes constitués de variables qui ont des caractéristiques de Jaccard similaires. Pour former les classes, la procédure commence avec chaque variable dans un groupe séparé. Elle combine ensuite les deux variables qui sont les plus proches pour former un nouveau groupe. Après avoir recalculé les distances entre les groupes, on détermine les groupes similaires.

Tableau 15 : Première matrice de similitude entre les peuplements de Coléoptères, Hyménoptères, Hémiptères, Diptères et Lépidoptères des différentes stations

Station	D	C	B	A
A	0,200	0.441	0.528	1
B	0.227	0,456	1	
C	0.200	1		
D	1			

On constate que les stations les plus ressemblantes (probabilité 0.528) sont les stations A et B. Si on les regroupe ensemble :

- similitude entre C et {A, B} est $\text{Max} \{0.441, 0.456\} = 0.456$
- similitude entre D et {A, B} est $\text{Max} \{0.200, 0.227\} = 0.227$

On obtient la nouvelle matrice de similitude représentée par le tableau 16

Tableau 16 : Seconde matrice de similitude entre les peuplements de Coléoptères, Hyménoptères, Hémiptères, Diptères et Lépidoptères des différentes stations

Station	D	C	A-B
A-B	0,227	0.456	1
C	0,200	1	
D	1		

A partir de cette seconde matrice de similitude, on constate que les stations {A, B} et C se ressemblent (probabilité 0,456). On peut alors les regrouper. Dans ce cas :

Similitude entre D et {A, B, C} est $\text{Max}\{0.227, 0.200\}=0.227$.

On obtient la nouvelle matrice de Similitude Tableau 17

Tableau 17 : Troisième matrice de similitude entre les peuplements de Coléoptères, Hyménoptères, Hémiptères, Diptères et Lépidoptères des différentes stations

Station	D	A-B-C
A-B-C	0,227	1
D	1	

On constate à partir de cette méthode des matrices de similitude, que deux groupes similaires peuvent ainsi être formés : le groupe constitué des stations {A, B, C} et le groupe formé de la seule station D.

Le dendrogramme suivant basé sur la méthode des plus proches voisins, confirme la classification obtenue (Fig: 32).

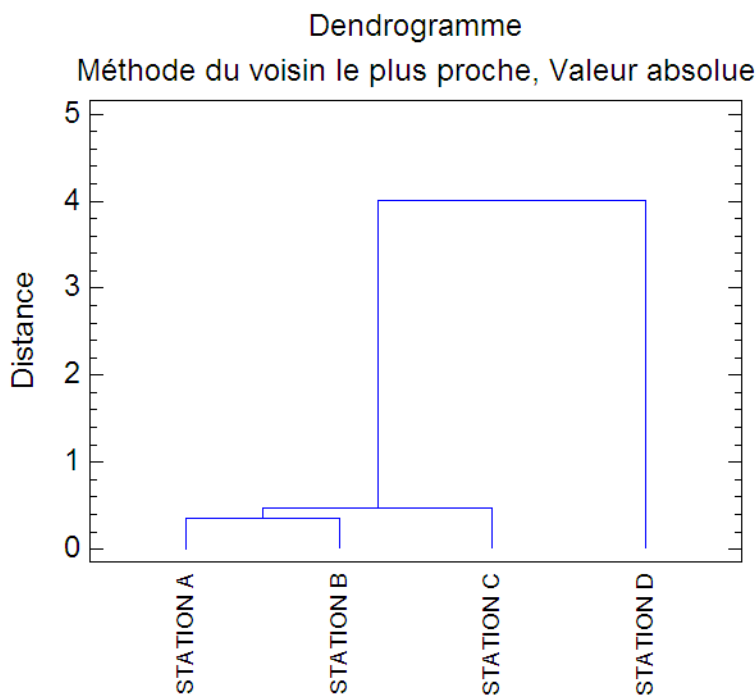


Fig. 32 : Dendrogramme interprétatif des matrices de similitude à partir du coefficient de Jaccard

IV.1.2. Discussion

En analysant les matrices de similitude et le dendrogramme interprétatif de ces matrices, nous pouvons constater que le taux de similitude le plus élevé est celui observé entre les stations A et B (0,528) à ce même groupe peut s'intégrer la station C avec un taux de similitude de 0,456. De ce fait deux ensembles peuvent ainsi être dégagés. Le premier dont la similitude est plus ou moins faible entre les stations A, B et C, et le second ensemble dont la similitude est plus faible (0,227) et qui est représenté par la station D. Ceci peut s'expliquer par le fait que les trois stations présentent une certaine homogénéité faunistique d'une part et floristique d'autre part. De plus ces stations se situent à différentes altitudes. En effet certains auteurs (MAHARI, 1980 ; MOUNA, 1982 ; BENKHELIL, 1991), attribuent les faibles similitudes des stations d'étude à des facteurs bien définis, à savoir le bioclimat qui peut être différent, l'exposition, l'altitude et la structure de la végétation qui peuvent expliquer la localisation des espèces dans les stations et la similitude de ces dernières. D'autres auteurs en plus des facteurs cités rajoutent celui de la pollution dont l'influence sur la forêt et sur les insectes

est très importante et que les changements climatiques pourront modifier les aires de répartition des insectes (WILLIAM & LIEBHOL, 1995). C'est ainsi que certaines espèces adaptées aux basses altitudes pourront être retrouvées en haute altitude. Aussi nous remarquons que les stations A, B et C (dont les altitudes sont différentes) ont en commun 22 espèces représentées principalement par des frondicoles. Nous pouvons citer les espèces : *Eupteryx sp*, *Lepidosaphes ulmi*, *Wahlgreniella nervata*, *Pterochloroides persicae*, *Lachnus roboris*, *Pseudococcus sp*, *Phyllonorycter pseudojoviella*, *Tortrix viridana*, *Dryomyia lichtensteini*, *Bethylus sp*, *Mesopolobus lichtensteini*, *Clytra novempunctata*, *Clytra sp*, *Apanteles sp*. Sur le tronc nous retrouvons *Camponotus sp*, *Crematogaster scutellaris*, *Plagiolepîs sp* et *Cetonia funeraria*... L'espèce *Sitona sp* a été récoltée sur le tronc à ras du sol. Si nous regardons les espèces communes aux stations A, B, C et D, seules 5 espèces sont capturées, *Mesopolobus lichtensteini*, *Pterochloroides persicae*, *Lepidosaphes ulmi*, *Dryomyia lichtensteini* et *Phyllonorycter pseudojoviella*.

La similitude est seulement de 22,7%, ce qui correspond à une station dégradée dont le sol est en grande partie nu. Notons toutefois que 41 espèces sont communes aux stations A et B, et 43 espèces entre les stations A et C. Ces stations se situent dans un environnement typiquement forestier à sous bois riche et à espèces liées à une même essence forestière. Si on utilise les absences-présences, la station B est plus similaire à la station A (taux de similitude égal à 0,525) qu'elle ne l'est avec la station C (taux de similitude égal à 0,456). Elle se situe toutefois toujours entre A et C qui ne partagent ensemble que 0,44% de similarité. L'absence des espèces *Carcina quercana* et *Scopula sp*... modifie légèrement la valeur de la similarité.

IV.1.3. Conclusion

L'étude des matrices de similitude a permis de mettre en évidence des caractéristiques similaires entre les différentes stations. C'est ainsi que deux ensembles sont dégagés et distincts.

Un ensemble avec une similitude comprise entre 50% et 45% (stations A, B, C), et un ensemble avec une similitude de 22% (station D). En général, les espèces liées à l'ensemble des stations à valence écologique large, sont celles qui définissent le mieux les similitudes entre les stations.

IV.2. Analyse en composantes principales (ACP).

L'Analyse en Composantes principales peut être vue comme une technique de réduction de dimensionnalité. Aussi Une analyse en composantes principales sur les effectifs des différentes stations (A-B-C et D) confirme les résultats obtenus par la méthode de classification des plus proches voisins (Fig.33).

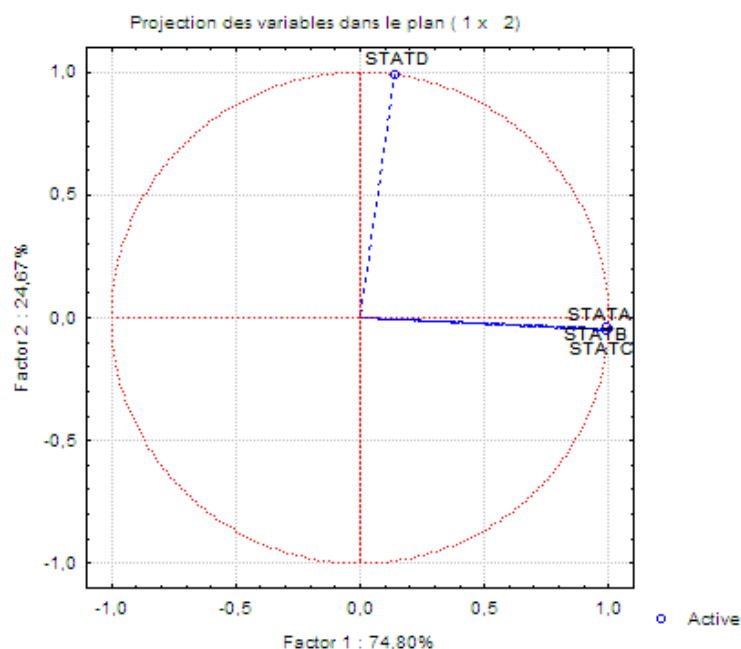


Fig. 33 : Représentation graphique des deux axes principaux de l'ACP

En effet, on constate au niveau du graphique des deux axes principaux de l'ACP que les stations A, B et C sont fortement corrélées avec le premier axe qui contient 74,80% de l'information totale. Seule, la station D est corrélée avec le second axe qui ne contient que 24,67% de l'information.

Les deux ensembles distincts formés sont d'une part les stations A, B, C et d'autre part la station D. Ceci montre donc la dégradation de la station D et de ce fait sa pauvreté en espèces et les trois autres stations qui sont toutes situées dans un biotope forestier bien conservé, riche et non dégradé.

De cette étude, deux groupes ont été formés. Le groupe dont le taux de similitude se rapproche de 0,5, et qui est formé par les stations A, B et C et

le groupe qui comporte la station D dont le taux de similitude est éloigné de 0,5 et où la végétation est presque absente.

IV.3. Etude des Indices de diversité et de l'équitabilité

L'un des plus connus des indices de diversité est l'indice de Shannon-Weaver (H). Aussi Pour comparer les diversités de deux endroits, on compare leurs indices de Shannon respectifs grâce au test t de Student. Cet indice est relativement indépendant de la taille de l'échantillon, en sachant que l'échantillonnage consiste essentiellement à tirer des informations d'une fraction d'un grand groupe ou d'une population, de façon à tirer des conclusions au sujet de l'ensemble de la population. Son objectif est donc de fournir un échantillon qui représentera la population et reproduira aussi fidèlement que possible les principales caractéristiques de la population étudiée. (JAYARAMAN, 1999).

L'étude de l'équitabilité des différentes espèces permet d'avoir une idée de la structuration du peuplement. On obtient les résultats suivants.

IV.3.1. Résultats

Les valeurs des diversités et des équitabilités calculées pour les espèces de Coléoptères, Hyménoptères, Hémiptères, Diptères et Lépidoptères des quatre stations sont représentées dans le tableau 18.

Tableau 18 : Valeurs de l'indice de Shannon et de l'équitabilité

Station	Richesse Spécifique	Abondance (nombre d'individus)	Indice de Shannon H	Indice de Shannon théorique $H_{th} (H_{max})$	Rapport Equitabilité $E=H/H_{max}$
Station A	80	2804	2.679	4.382	0.611
Station B	66	1969	2.703	4.189	0.645
Station C	91	3219	2.637	4.510	0.584
Station D	29	927	2.133	3.367	0.633

IV.3.2. Discussion

Nous constatons, par l'examen du tableau 18, que les valeurs les plus élevées de l'indice de diversité se rencontrent au niveau des stations A, B et C. Alors que la valeur minimale est observée au niveau de la station D.

Ceci montre que les peuplements sont plus homogènes au niveau des stations A, B, C et les niches écologiques sont plus ou moins diversifiées. La station D par contre présente une certaine hétérogénéité de la répartition des espèces et présente un nombre d'individus élevé pour un nombre d'espèces peu élevé. THIENNEMAN (1932), pense que « lorsque les conditions de vie, dans un milieu donné sont favorables, de nombreuses espèces sont observées et chacune d'elle est représentée par un petit nombre d'individus et l'indice de diversité est alors élevé. Lorsque les conditions sont défavorables, un petit nombre d'espèces est trouvé, mais chacune d'elles est représentée par un grand nombre d'individus et la valeur de la diversité est ainsi faible ». Selon BARBAULT (1981) l'une des causes de la diversité de certains peuplements d'insectes est la diversité spécifique des plantes. De même NEUVONEN & NIEMELÄ (1983) trouvent que la quantité des espèces végétales disponibles joue un rôle non négligeable sur le cortège animal. De ce fait nous remarquons que le sous bois des stations A, B et C est assez riche pour avancer que leur richesse spécifique est en effet en relation non négligeable avec le chêne vert en premier lieu puis avec les plantes « secondaires ». De plus les valeurs élevées de l'équitabilité traduisent une meilleure stabilité et une répartition homogène des individus entre les espèces, cas des stations A et B.

IV.3.3. Conclusion

L'indice de Shannon fait ressortir que les stations A, B et C et D sont plus ou moins homogènes et possèdent un sous-bois riche et non dégradé par le surpâturage et autres dégâts d'ordre anthropique tandis que la station D possède un sous-bois négligeable et donc pauvre en végétaux, de plus les arbres sont espacés et par conséquent les insectes sont peu présents. Notons que les stations présentent des équitabilités supérieures à 50 et de ce fait il existe un certain équilibre entre les populations entomologiques.

IV.4. Evolution spatio-temporelle des différents peuplements (années 2006, 2007, 2008)

IV.4.1. Résultats (année 2006)

Les tableaux 19, 20 et 21 résument l'ensemble des indices à savoir la richesse spécifique, l'abondance, la diversité et l'équitabilité, au cours des années 2006, 2007, 2008 et les indices de prélèvement effectués au cours des mois d'avril, mai, juin, et juillet. Feront suite à ces tableaux les courbes des variations saisonnières de la richesse spécifique et de l'abondance au niveau des stations et au cours des différentes années, représentées par les figures, 34, 35, 36, 37, 38, 39.

Une étude de la dynamique de l'entomofaune de la forêt de Tafat nous permettra de mieux comprendre les variations de l'organisation de sa richesse en espèces d'une part et d'autre part d'essayer de mettre en évidence les affinités écologiques entre les espèces au cours des prélèvements.

Tableau 19 : Présentation des indices écologiques au cours de l'année 2006

Année 2006						
Station	Indice de prélèvement	Richesse spécifique	Abondance	Indice de Shannon (H)	Indice de Shannon théorique (Hmax)	Equitabilité
A	AVRIL	3	38	1.064	1.098	0.969
	MAI	9	98	1.880	2.197	0.855
	JUIN	11	287	2.061	2.397	0.859
	JUILLET	3	27	0.988	1.098	0.900
B	AVRIL	3	10	1.054	1.098	0.960
	MAI	7	97	1.640	1.945	0.842
	JUIN	8	163	1.837	2.079	0.883
	JUILLET	2	14	0.598	0.693	0.863
C	AVRIL	3	34	1.082	1.098	0.985
	MAI	10	157	2.114	2.302	0.918
	JUIN	13	303	2.295	2.564	0.894
	JUILLET	4	36	1.126	1.386	0.812

Année 2006						
Station	Indice de prélèvement	Richesse spécifique	Abondance	Indice de Shannon (H)	Indice de Shannon théorique (Hmax)	Équitabilité
D	AVRIL	1	3	0	0	/
	MAI	3	18	1.060	1.098	0.956
	JUIN	5	97	1.503	1.609	0.934
	JUILLET	2	11	0.655	0.693	0.945

IV.4.2. Discussion

Le tableau 19 montre que pour l'année 2006, la richesse spécifique est maximale au mois de Juin pour toutes les stations. Toutefois la différence est très minime entre les mois de Mai et Juin, avec respectivement 9 et 11 espèces pour la station A, 7 et 8 espèces pour la station B, 10 et 13 espèces pour la station C et 3 et 5 espèces pour la station D. Les valeurs minimales se rencontrent au cours des mois d'Avril et de Juillet. Au niveau de la station A seulement 3 espèces ont été récoltées au cours du mois d'Avril et de Juillet. Pour la station B, respectivement 3 et 2 espèces. Pour la station C, 3 et 4 espèces et la station D 1 et 2 espèces. Cette pauvreté des stations en espèces au cours des mois d'Avril s'explique par le fait qu'au cours de ce mois pendant l'année 2006 les facteurs abiotiques, (à savoir une basse humidité et la présence de la neige) ont favorisé l'absence d'espèces. Même les mois de Mai et Juin n'enregistrent que peu d'espèces et les abondances observées au cours de ces mêmes mois (Mai et Juin) sont dues à l'apparition de *Mesopolobus lichtensteini* et *Dryomyia lichtensteini* ainsi que *Pseudococcus sp*).

Les indices de diversité et d'équitabilité calculés pour chaque prélèvement, afin de mieux suivre la structure du peuplement, montrent que les valeurs élevées de l'équitabilité sont obtenues en général sur des échantillons de faible taille, ce qui devrait traduire une meilleure stabilité du peuplement. Nous remarquons au niveau des quatre stations que les mois de Mai et de Juin présentent des diversités élevées en particulier le mois de juin où elles atteignent plus de 2bits. Nous pouvons également avancer que pour toutes les stations les équitabilités sont supérieures à 0,80, ceci traduit

donc un peuplement stable. Notons toutefois que l'écart entre diversité réelle et maximale est peu important entre les prélèvements ceci s'explique par le fait qu'au cours de ces périodes il ya un déséquilibre négligeable de la répartition des individus entre les différentes espèces sauf pour le mois de Juillet des stations B et D qui présentent des indices faibles donc il ya un léger déséquilibre entre la répartition des espèces. Remarquons que pour la station D le mois d'Avril présente une diversité de 0 bits, ceci vient du fait que la totalité des effectifs correspond à une seule espèce. Les figures 34 et 35 montrent la répartition de la richesse spécifique et de l'abondance au cours des différents mois.

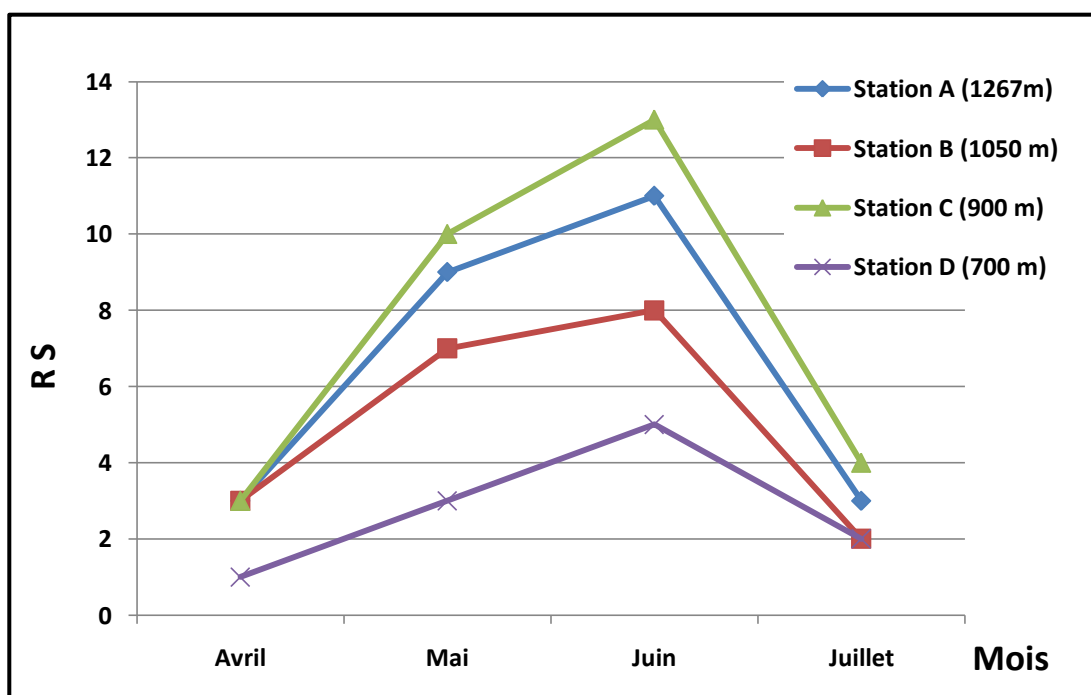


Fig. 34 : Représentation graphique de la richesse spécifique dans les différentes stations (année 2006)

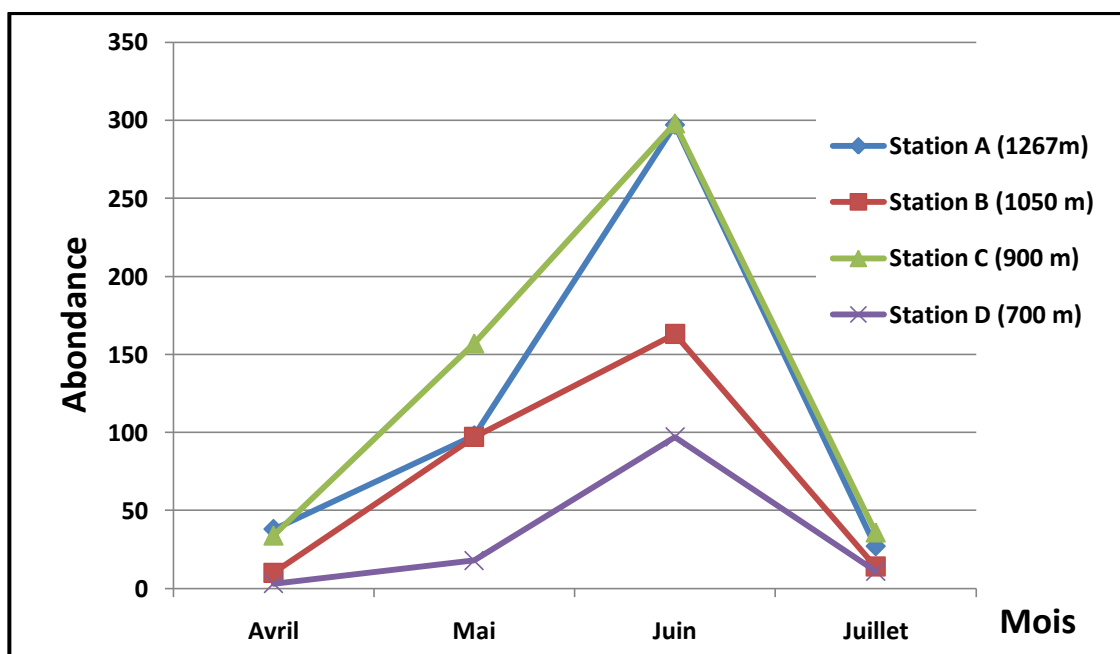


Fig. 35 : Représentation graphique de l'abondance dans les différentes stations (année 2006)

IV.4.3. Conclusion

Les prélèvements effectués au cours de l'année 2006, ont permis de mettre en évidence la structure des peuplements des insectes au niveau des quatre stations. Les valeurs élevées des équitabilités (supérieures à 0,80 %) pour la plupart des mois traduisent un milieu qui tend vers un équilibre et une stabilité des espèces. Les pics de la richesse spécifique et de l'abondance sont observés au mois de Mai et Juin sauf pour la station D.

IV.4.4. Résultats (année 2007)

Le tableau 20 représente les résultats des indices au cours de l'année 2007.

Tableau 20 : Présentation des indices écologiques au cours de l'année 2007

Année 2007						
Station	Indice de prélèvement	Richesse spécifique	Abondance	Indice de Shannon (H)	Indice de Shannon théorique (Hmax)	Equitabilité
A	AVRIL	4	109	1.050	1.386	0.757
	MAI	12	211	2.248	2.484	0.905
	JUIN	15	387	2.276	2.708	0.840
	JUILLET	4	55	0.850	1.386	0.613
B	AVRIL	7	83	1.678	1.945	0.862
	MAI	6	97	1.572	1.791	0.877
	JUIN	9	247	1.866	2.197	0.849
	JUILLET	2	22	0.398	0.693	0.574
C	AVRIL	9	131	2.083	2.197	0.948
	MAI	13	349	2.424	2.564	0.945
	JUIN	9	307	2.087	2.197	0.949
	JUILLET	2	35	0.692	0.693	0.999
D	AVRIL	1	27	0	0	/
	MAI	3	97	0.953	1.098	0.867
	JUIN	5	171	1.038	1.609	0.644
	JUILLET	1	9	0	0	/

IV.4.5. Discussion

Le tableau 20 représente les résultats des prélèvements durant l'année 2007. Les richesses spécifiques sont représentatives au cours des mois de Mai et Juin, sauf pour la station B où nous remarquons que la richesse spécifique est plus élevée au mois d'Avril au lieu de Mai. Ceci se traduit par l'apparition de l'espèce *Issus coleoptratus*, mais sans aucune prolifération. Au niveau de la station C, la richesse est identique pour les mois d'Avril et de Juin, mais leurs abondances n'évoluent pas dans le même sens, un effectif de 131 individus est enregistré pour le mois d'Avril, alors que pour Juin il

est de 307. Cette valeur élevée de l'abondance au mois d'Avril est due à l'apparition des Formicidae, mais qui demeure toutefois assez faible. Les mêmes observations sont relevées au niveau des autres stations au cours des mêmes mois. Le calcul de l'indice de diversité montre qu'au niveau de la station A, il est élevé et égal à 2bits et l'équitabilité varie de 0,90 à 0,80. Ceci montre donc qu'il y a un bon équilibre entre les espèces. Ces résultats rejoignent ceux de la station C et permettent d'avancer que les peuplements sont stables tout au long des mois sauf pour le mois de juillet où les faibles valeurs des indices de diversité et d'équitabilité prouvent une déstabilisation de l'entomofaune au cours de ce mois. En effet de nombreuses espèces ont atteint l'âge adulte et ont disparu, en particulier les Homoptères Aphididae, les Cochenilles et les chenilles des Lépidoptères dont *Tortrix viridana*. Ces espèces sont apparues surtout au moment du débourrement de *Quercus ilex*. La station D, quant à elle, indique un indice de diversité nul pour les mois d'Avril et Juillet, ce qui dénote la rareté des espèces et leur diversification puisque le total de l'effectif est représenté par une seule espèce, Au cours des mois d'Avril, vers la fin de ce même mois, et de Juillet, l'espèce *Aleyrodes sp* est assez répandue et durant le mois de Mai et Juin également. Les indices de diversité et l'équitabilité sont faibles ce qui traduit le déséquilibre de cette station dû principalement au manque de sous-bois et aux végétaux tel *Asphodelus microcarpus*, broutés par le bétail. Notons que l'écart entre diversité réelle et maximale au cours des différents prélèvements est peu marqué, ce qui montre l'absence d'un déséquilibre prononcé entre la répartition des différentes espèces. La représentation graphique de la richesse spécifique et de l'abondance pour l'année 2007, est donnée en figures 36 et 37.

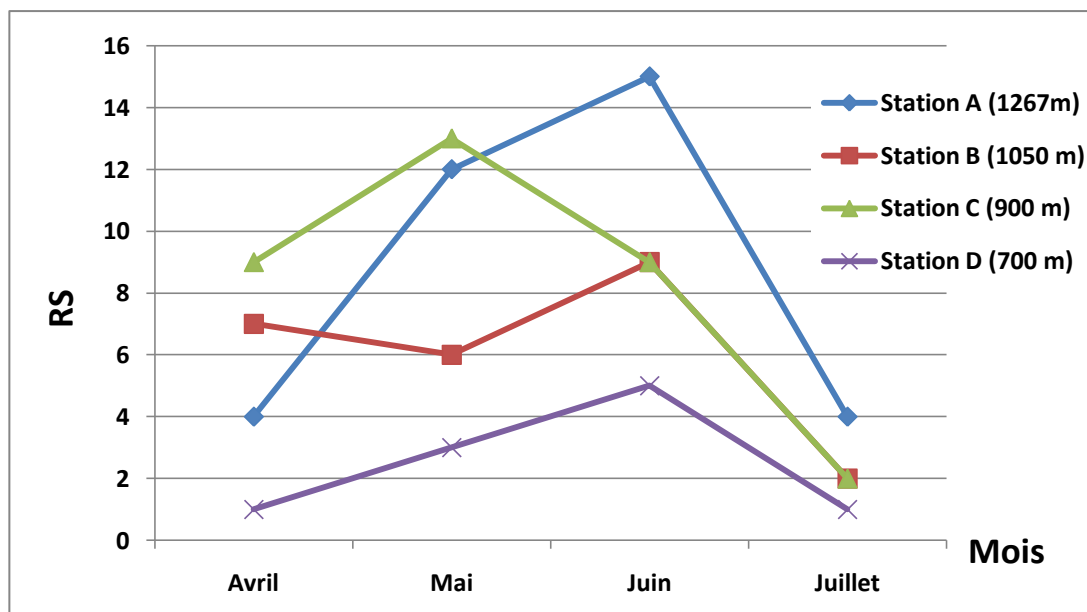


Fig. 36 : Représentation graphique de la richesse spécifique dans les différentes stations (année 2007)

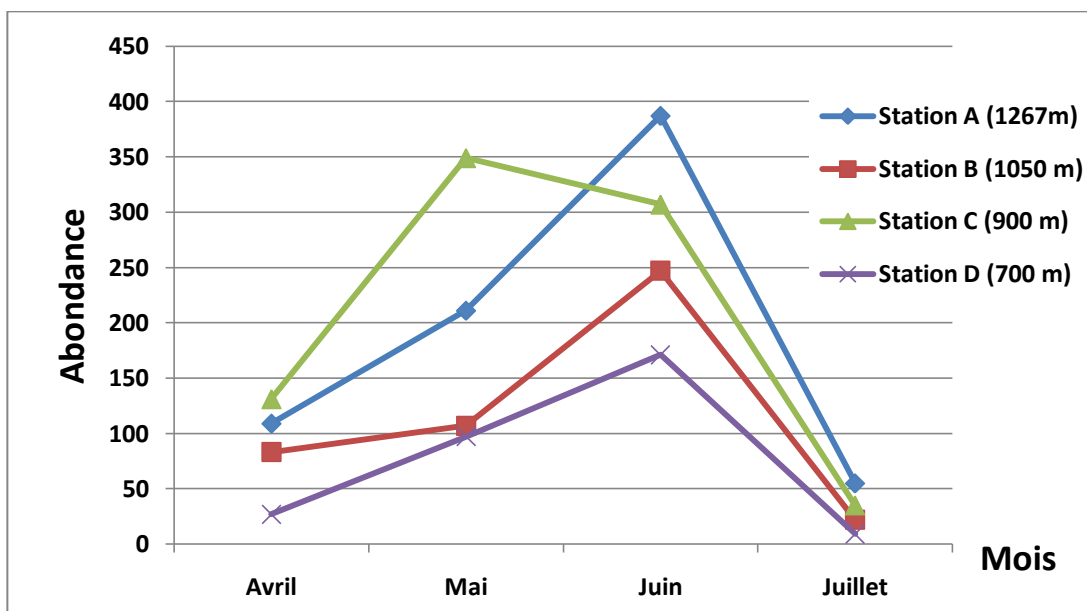


Fig. 37 : Représentation graphique de l'abondance dans les différentes stations (année 2007)

IV.4.6. Conclusion

C'est au cours des mois de Mai et Juin que les peuplements montrent leur maximum de développement. Notons que pour l'année 2007 les

prélèvements effectués au cours du mois d'Avril présentent des effectifs assez élevés en comparaison avec ceux de Juillet. Ceci est en rapport avec la pluviométrie qui entraîne une élévation de l'humidité en particuliers au niveau des stations denses A et C et donc un développement de la végétation et une apparition des insectes, non négligeable. Le mois de juillet au cours de cette année a été sec et de nombreuses plantes ont disparu. Ceci a influé sur de nombreuses espèces d'où le faible nombre récolté.

IV.4.7. Résultats (année 2008)

Les indices calculés pour l'année 2008 sont représentés au niveau du tableau 21.

Tableau 21 : Présentation des indices écologiques au cours de l'année 2008

Année 2008						
Station	Indice de prélèvement	Richesse spécifique	Abondance	Indice de Shannon (H)	Indice de Shannon théorique (Hmax)	Equitabilité
A	AVRIL	11	104	2.100	2.397	0.876
	MAI	23	494	2.377	3.135	0.758
	JUIN	34	1362	2.549	3.526	0.722
	JUILLET	8	211	2.023	2.079	0.973
B	AVRIL	10	106	2.017	2.302	0.876
	MAI	16	393	2.088	2.772	0.753
	JUIN	23	1023	2.288	3.135	0.729
	JUILLET	5	71	0.982	1.386	0.708
C	AVRIL	10	78	2.147	2.302	0.932
	MAI	28	728	2.468	3.332	0.740
	JUIN	41	1430	2.455	3.713	0.661
	JUILLET	6	44	1.679	1.791	0.937
D	AVRIL	3	52	0.431	1.098	0.392
	MAI	8	191	1.429	2.079	0.687
	JUIN	10	306	1.685	2.302	0.731
	JUILLET	4	32	1.166	1.386	0.841

IV.4.8. Discussion

Les prélèvements effectués au cours de l'année 2008, représentés sur le tableau 21 montrent des richesses spécifiques et des abondances non négligeables et sont représentatives au cours des mois de Mai et Juin pour toutes les stations. Au niveau de la station A, les richesses spécifiques sont de 23 et 34 respectivement pour le mois de Mai et de Juin. La station B présente une richesse spécifique de 16 au mois de Mai et 23 au mois de Juin. La station C est bien représentée, sa richesse spécifique est de 28 au mois de Mai et de 41 au mois de Juin et pour la station D, elle est respectivement de 8 et de 10. Les abondances varient dans le même sens que les richesses spécifiques, avec des valeurs très élevées particulièrement au cours des mois de Mai et Juin. Les mois d'Avril et de Juillet ne sont pas aussi pauvres. Ils présentent des effectifs et des richesses spécifiques non négligeables, sauf pour la station D, sachant que cette dernière est composée d'arbres très espacés et un sous bois pour la plupart brouté par le bétail.

Au niveau des stations A, B et C la richesse spécifique est plus élevée au mois d'Avril et presque d'égale valeur (11 en station A, et 10 en stations B et C). Mais les abondances sont différentes (104 en A, 106 en B et 78 en C). Ceci s'explique par le fait qu'au niveau des stations A et B les espèces qui sont apparues au cours de ce mois sont représentées surtout par *Cinaria sp*, *Hyperomyzus lactucae*, *Catops coracinus* et *Bracon sp* en plus des *Formicidae*. Leur apparition est précoce par rapport aux autres espèces des mois de Mai et Juin.

Au mois de Juillet la richesse présente une valeur peu élevée en rapport avec l'abondance, pour les stations B, C et D, mais en station A l'abondance est toutefois plus élevée en Juillet par rapport au mois d'Avril, avec un effectif de 211 pour une richesse de 8 espèces, marquée par la présence des Diptères en particulier *Salticella sp*, *Sarcophaga sp₂* et du chrysomelide *Lachnea vicina*.

L'étude des indices de diversité et d'équitabilité montrent que les stations A et C présentent des indices élevés de 2bits, pour chacun des mois, sauf pour le mois de Juillet de la station D. L'équitabilité variant entre 0,72 et 0,97 pour la station A, prouve une certaine stabilité au sein de cette station. Au niveau de la station B, l'indice de diversité est également élevé, mis à part le mois de Juillet où la richesse spécifique est faible et l'équitabilité au niveau de cette station variant entre 0,70 et 0,87. Toutefois

ces résultats permettent d'avancer que le biotope atteint une certaine stabilité.

Au niveau de la station C par contre, nous notons une équitabilité variable dans le temps, avec une valeur faible au mois de Juin, là où l'abondance est la plus élevée. Ceci indique la dominance de certaines espèces à un moment donné. Ces espèces sont représentées en particulier par *Mesopolobus lichtensteini*, *Phyllonorycter pseudojoviella* et *Pseudococcus sp.* Cette même observation peut être appliquée au mois de Mai avec l'apparition de *Tortrix viridana*, *Musca sp.*, *Dryomyia lichtensteini*, *Kermococcus roboris*... Notons que la station A et C se rapprochent du point de vue richesse spécifique et abondance en particulier au cours des mois de Mai et Juin.

La station D quant à elle, montre un indice très faible de 0,43 au mois d'Avril et une équitabilité égale à 0,39. Ce résultat démontre un déséquilibre dans la répartition des espèces, mais au cours des mois de Mai, Juin, et Juillet, une stabilisation du biotope est à remarquer, bien que l'équitabilité au niveau du mois de Mai soit faible mais l'abondance est du moins élevée. L'écart entre diversité réelle et maximale, pour les différentes stations, est peu élevé particulièrement au mois de Mai et Juin. Autrement dit les individus ne sont pas bien répartis entre les différentes espèces et certaines espèces sont dominantes en nombre par rapport à d'autres. A titre d'exemple citons l'espèce *Crematogaster scutellaris*, *Camponotus sp.* *Tortrix viridana*, *Pseudococcus sp.*, *Musca sp.*, *Eupteryx sp.*...

En figures 38 et 39 sont mentionnées la richesse spécifique et l'abondance mettant ainsi en évidence le pic observé au cours du mois de Juin.

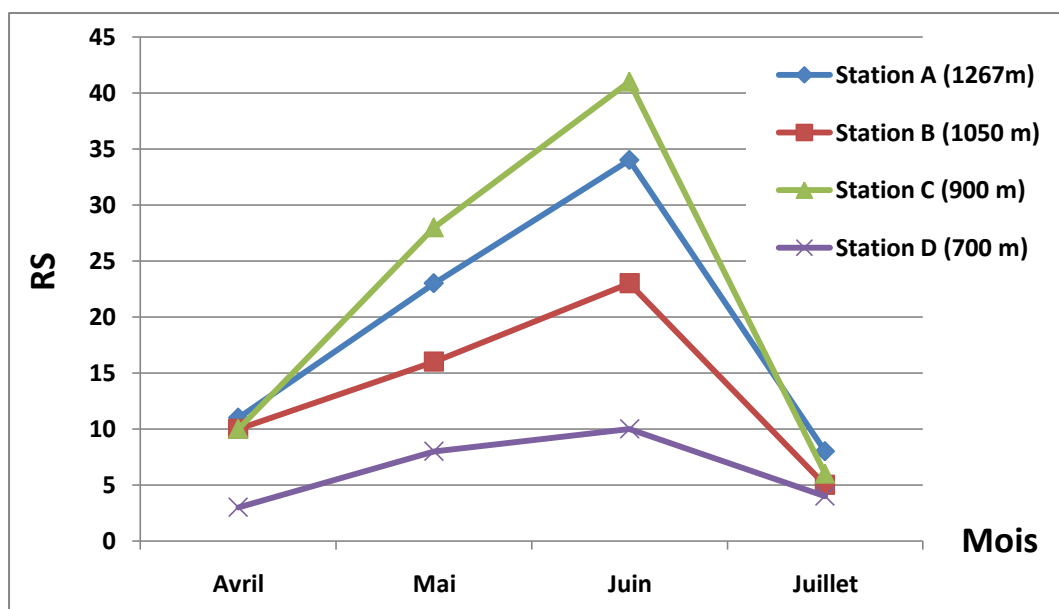


Fig. 38 : Représentation graphique de la richesse spécifique dans les différentes stations (année 2008)

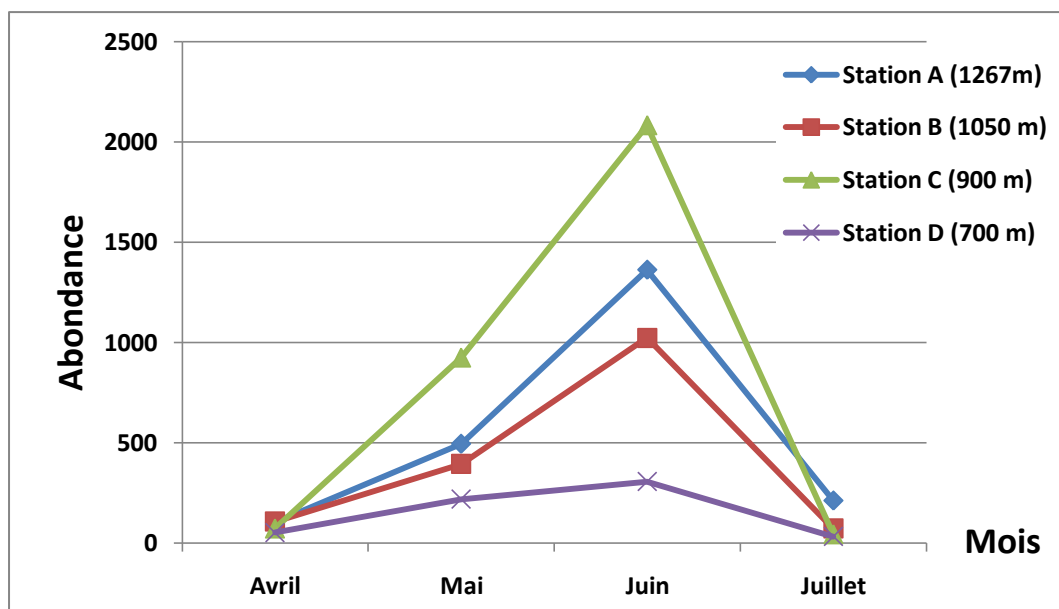


Fig. 39 : Représentation graphique de l'abondance dans les différentes stations (année 2008)

IV.4.9. Conclusion

Les richesses spécifiques les plus basses sont observées au cours du mois de Juillet, mis à part la station D, où en plus l'espèce *Calosoma*

inquisitor a été récoltée seulement au niveau de cette station. Les pics pour toutes les stations sont observés durant les mois de Mai et de Juin, avec une nette prédominance en richesse spécifique et en abondance pour le mois de Juin. Les équitabilités relativement variables pour les stations C et D traduisent une légère déstabilisation du biotope au cours des différents prélèvements, sans grande influence sur la répartition des espèces.

V. Analyse de la variance à deux facteurs (ANOVA)

V.1. Application de l'ANOVA à l'ensemble des ordres

Cette méthode statistique a été choisie et utilisée pour étudier l'effet du maximum de facteurs sur la variable nombre d'insectes. Tous les ordres ont été pris en considération, mais seulement pour les années 2006-2007 et 2008.

Une analyse de la variance à deux facteurs sur la variable nombre d'insectes sera faite. Les facteurs étudiés sont : Ordre (15 niveaux : Hym, Coleo, Dipt, Hémip (Homo, Hétéro), Lepi, Coll, Derm, Thys, Pscop, Dict, Zyg, Plani, Trich, Orth), Stations (4 niveaux : Altitude : station A (1267m), Station B (1050m), Station C (900m), Station D (700m)), Densité (2 niveaux : Dense, Clairière) et Année (3 niveaux : 2006, 2007, 2008).

V.1.1. Résultats

- Existence de l'effet du facteur Ordre

$F= 8.720$, avec $p=0.000$.

$p=0.0000$ (<0.05), il y a donc un effet du facteur Ordre. L'ordre à un effet significatif sur le nombre d'insectes (il y a une différence significative entre les différents ordres) (Tab : 22).

Tableau 22 : Tableau des moyennes et des groupes homogènes du facteur ordre

Ordres	Moyenne	Groupes homogènes
Hym	377	X
Col	36	X
Dipt	130	X
Homo	40	X
Hétéro	11	X
Lépi	18	X
Coll	27	X
Derm	21	X
Thys	15	X
Psocop	10	X
Dict	15	X
Zyg	2	X
Nevro	1	X
Trich	1	X
Orth	3	X

Chaque ordre est représenté par un nombre d'espèces qui lui est propre. L'ordre où la moyenne des effectifs est la plus élevée est celui des Hyménoptères, il constitue un groupe homogène isolé. L'ordre des Diptères représenté par une moyenne de l'effectif égale à 130 constitue aussi un groupe homogène isolé. Les ordres suivants à savoir les Coléoptères, Homoptères, Hétéroptères, Lépidoptères, Collembolés, Dermaptères, Thysanoptères, Psocoptères, et Dycioptères dont la moyenne est comprise entre 40 et 10 constituent un ensemble homogène et les Zygentoma, les Névroptères, les Trichoptères, et les Orthoptères forment à eux seuls un groupe homogène. Aussi comme il y a différence entre les ordres, on peut grâce au test de Student, former quatre groupes homogènes: Le groupe formé de {Hym}, le groupe formé de {Dipt}, le groupe formé de {Coléo, Homo, Hétéro, Lépi, Coll, Derm, Thys, Psocop, Dict} et le groupe formé de {Zyg, Nevro, Trich, Orth}. La figure 40, représente l'importance du nombre d'insectes par rapport aux ordres.

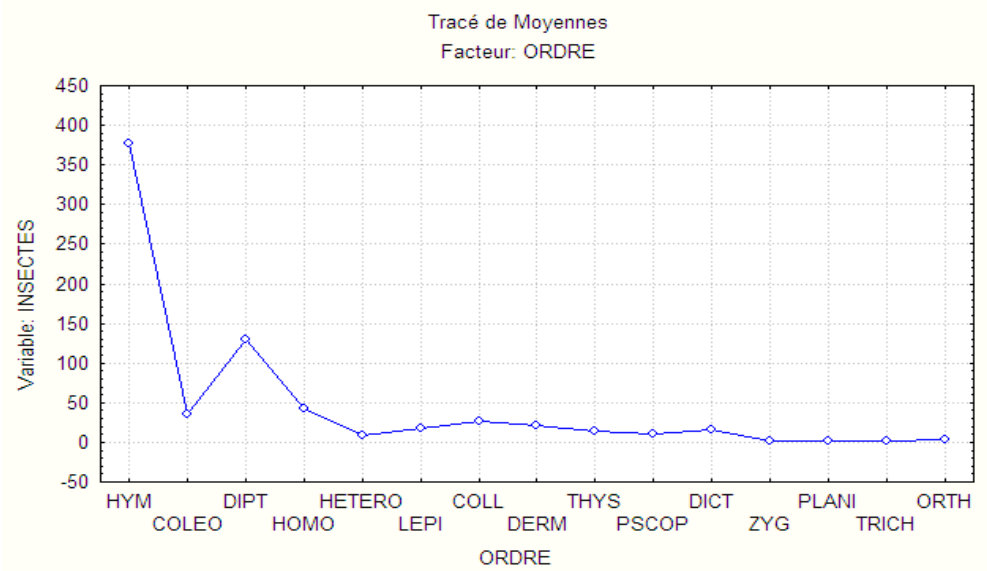


Fig. 40 : Courbe représentant les moyennes du facteur Ordre sur la variable nombre d'insectes.

Nous remarquons deux pics au niveau de la courbe, celui formé par l'ordre des Hyménoptères représenté principalement par l'espèce *Mesopolobus lichtensteini* à laquelle s'ajoute *Crematogaster scutellaris*, *Camponotus sp* et *Plagiolepis sp* et celui constitué par les Diptères représenté en particulier par *Dryomyia lichtensteini*. Les autres ordres sont plus ou moins représentatifs.

- Existence de l'effet du facteur Altitude (station)

$F= 1.787$, avec $p=0.047$

$p=0.047$ (<0.05), il y a un effet du facteur Altitude. Le nombre d'insectes est influencé par les altitudes (Tab : 23).

Tableau 23 : Tableau représentant les moyennes et les groupes homogènes du facteur Station (altitude).

Station	Moyenne	Groupes homogènes
Station A	58	X
Station B	41	X
Station C	71	X
Station D	17	X

La station A, située à 1267 mètres possède une moyenne de l'effectif égale à 56, c'est une station riche et qui possède de nombreuses espèces, telles *Lachnea vicina*, *Ptinus obesus*, *Sycophila binotata*, *Plagiotrochus amenti*, *Limantria dispar*... que nous n'avons pas rencontrées au niveau des autres stations. La station B est à 1050 mètres d'altitude, sa moyenne est de 41, et de nombreuses espèces la caractérisent, nous citons à titre d'exemple *Synergus clandestinus*, *Plagiotrochus yeusei*, *Synergus crassicornis*, *Plagiotrochus vilageliui*, *Bibio hortulanus*... et la station C est à 900 mètres avec 71 de moyenne, représentée par de nombreuses espèces : *Orthotomicus sp*, *Anthaxia sp*, *Agrius viridis*, *Cerambyx cerdo*, *Plagiotrochus gibbosus*, *Spilostethus pandurus*, *Plagiotrochus razeti*... Chaque station possède un nombre bien déterminé d'espèces influencées par l'altitude. Toutefois leur moyennes sont considérées comme proches et de ce fait, on peut grâce au test de Student, former deux groupes homogènes : Le groupe formé des stations {A, B, C} et le groupe formé de la station D. En effet la station D ne possède qu'une moyenne de 17 et elle est marquée surtout par la présence de l'espèce *Aleurodes sp* dont le nombre est élevé. Malgré tout elle demeure bien loin des autres stations. La courbe de la figure 41, représente les moyennes du facteur altitude.

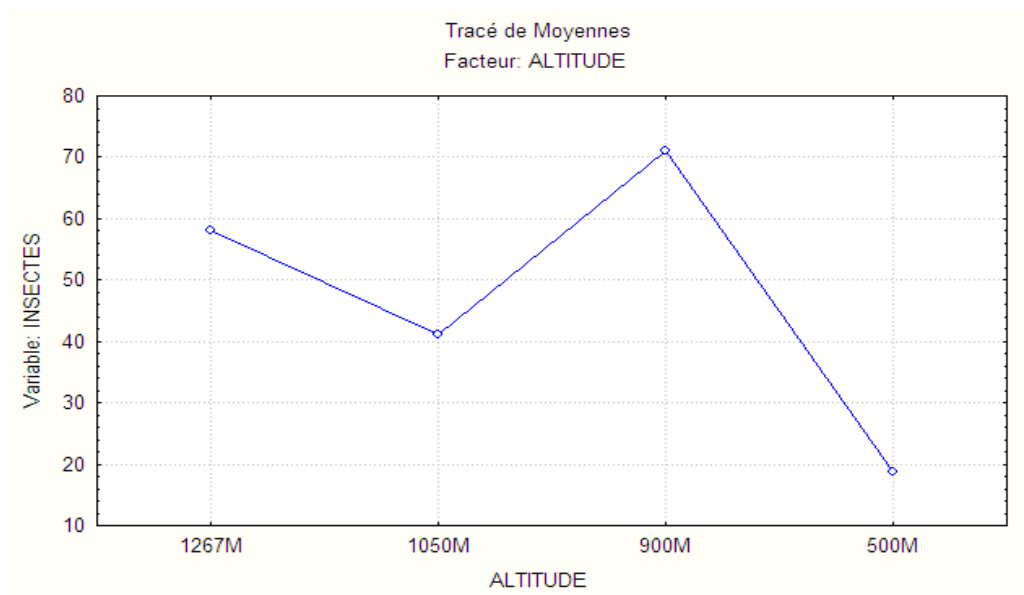


Fig. 41 : Courbe représentant les moyennes du facteur Altitude

La courbe montre donc un pic pour la station C, le second pic est représenté par la station A, moins élevée est la valeur de la station B et la plus basse est celle de la station D. C'est à une altitude de 900m que l'effectif est le plus élevé.

- Existence de l'interaction entre les deux facteurs Ordre et Altitude

$$F= 0.685, \text{ avec } p=0.919$$

$p=0.919 (>0.05)$, Il n'y a donc pas d'effet interaction entre les deux facteurs Ordre et Altitude (Fig : 42).

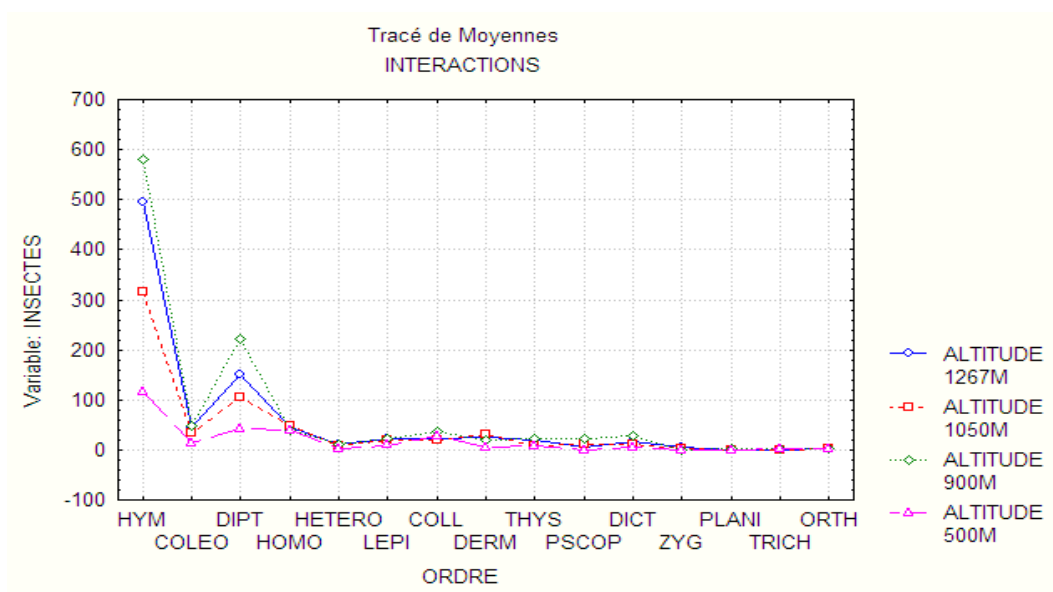


Fig. 42 : Courbe représentant les moyennes des interactions Ordre-Altitude.

La courbe représentant les moyennes des interactions Ordre/Altitude montre un pic pour l'ordre des Hyménoptères au niveau des quatre stations, de même que pour l'ordre des Diptères. Les autres ordres sont tous plus ou moins situés à un niveau presque égal. L'évolution de la courbe se faisant dans le même sens pour toutes les stations, les espèces appartenant aux différents ordres sont rencontrées aussi bien au niveau de la station A, qu'au niveau des autres stations. Il n'existe donc pas d'interaction entre les deux facteurs Ordre/altitude.

- Existence de l'effet du facteur Densité

$F = 4.957$, avec $p = 0.0274$

$p = 0.0274$ (< 0.05), il y a donc un effet du facteur Densité. La densité des stations a un effet significatif sur le nombre d'insectes (Tab 24).

Tableau 24 : Tableau des moyennes et des groupes homogènes pour le facteur Densité

Densité	Moyenne	Groupes homogènes
Dense (Station A et C)	64	X
Clairière (Station B et D)	30	X

Les stations A et C sont constituées d'arbres dont les cimes sont jointives, et sont donc des stations denses. Les stations B et D quant à elles sont formées d'arbres espacés, les cimes ne se touchent pas, ce sont des clairières ou trouées. Le tableau 23 montre que les deux stations A et C possèdent une moyenne d'effectif égale à 64, ce sont des stations riches tandis que celle des stations B et D n'est égale qu'à 30, ce sont des stations moins riches, en particulier la station D, car les arbres à ce niveau sont plus espacés que pour la station B.

Comme il y a différence entre les densités, grâce au test de Student, deux groupes peuvent être ainsi formés : Le groupe formé de {Dense}, ce sont les stations A et C, le groupe formé de {Clairière}, ce sont les stations B et D. (Tab 24).

Le graphe des moyennes du facteur densité est représenté en figure 43

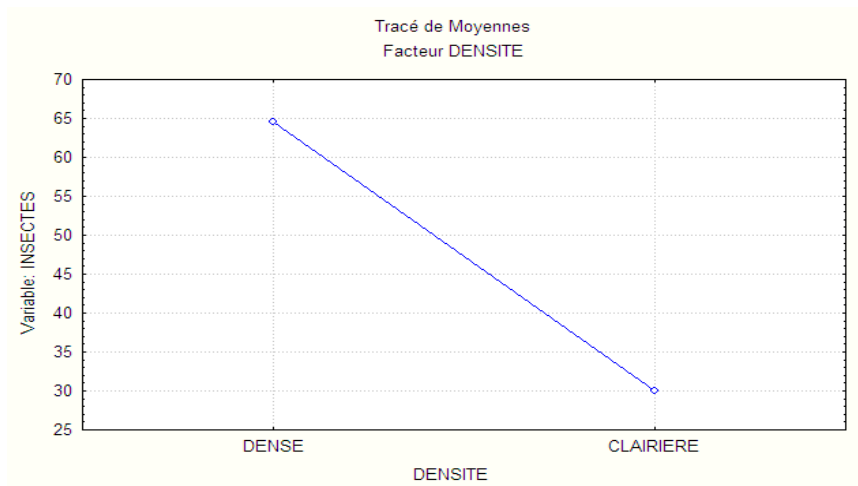


Fig. 43 : Courbe représentant les moyennes du facteur Densité

La courbe en figure 41 montre que la valeur de la variable insectes est représentée par un pic au niveau du facteur densité et que la valeur minimale est représentée par le facteur clairière.

- Existence de l'interaction entre Ordre et Densité

$$F=1.964, \text{ avec } p=0.0241$$

$p=0.0241 (<0.05)$, il y a donc une interaction entre les deux facteurs Ordre et Densité (Fig. 44 et 45).

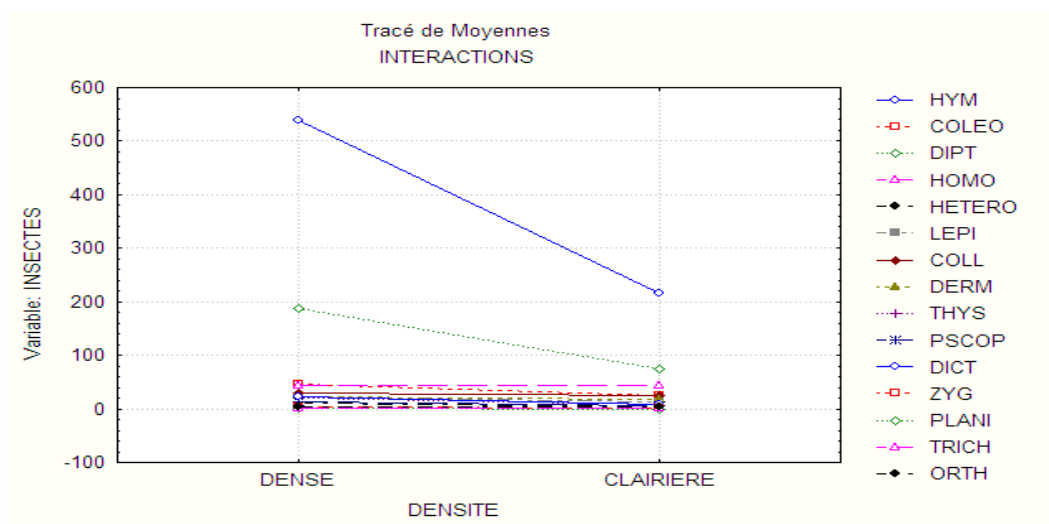


Fig. 44 : Courbe représentant les moyennes des interactions Densité-Ordre

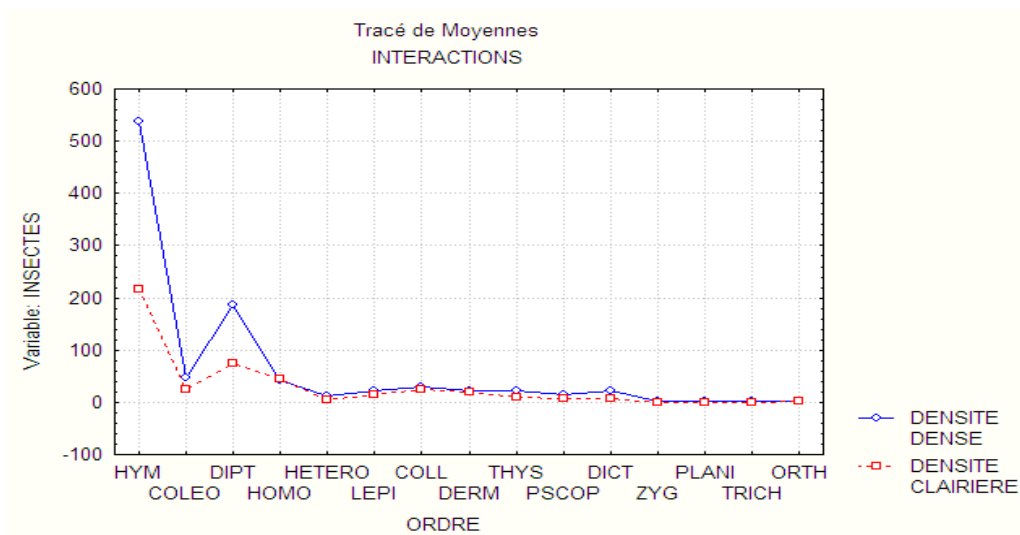


Fig. 45 : Courbe représentant les moyennes des interactions Ordre-Densité

Les interactions entre les deux facteurs densité/ordre montrent que l'ordre des Hyménoptères est le mieux représenté au niveau des stations denses (A et C), et il est suivi de loin par l'ordre des Diptères. Les autres ordres sont par contre répartis de manière homogène aussi bien pour les stations denses que pour les stations claires.

- Existence de l'effet du facteur Année

F= 18.222, avec p=0.000

p=0.000 (<0.05), il y a donc un effet du facteur année. Les années ont un effet significatif sur le nombre d'insectes (il y a une différence significative entre les différentes années) (Tab : 25).

Tableau 25 : Moyennes et groupes homogènes pour le facteur année

Année	Moyenne	Groupes homogènes
2006	15	X
2007	34	X
2008	95	X

Les valeurs des moyennes des années 2006 et 2007 sont très faibles par rapport à l'année 2008 dont la moyenne est de 95. Ceci s'explique par le fait que l'année 2008 fut une année pluvieuse (373,8mm en moyenne de pluie), les facteurs abiotiques qui sont intervenus au cours de cette année ont permis le développement d'une abondante végétation qui a offert des abris à certaines espèces comme les Homoptères, et avec le débourrement de *Quercus ilex* au mois de Mai, il y eut une émergence des insectes et une prolifération importante. L'année 2007 fut également assez riche en espèces et l'année 2006 l'est moins, du fait du manque de précipitations (328mm de pluie) malgré ses 13jours de neige mais elle fut marquée par 16 jours de sirroco.

Aussi comme il y a différence entre les années, on peut former grâce au test de Student, deux groupes homogènes : le groupe formé des années {2006, 2007} qui se rapprochent et le groupe formé de l'année {2008}.

La figure 46 montre les moyennes du facteur année.

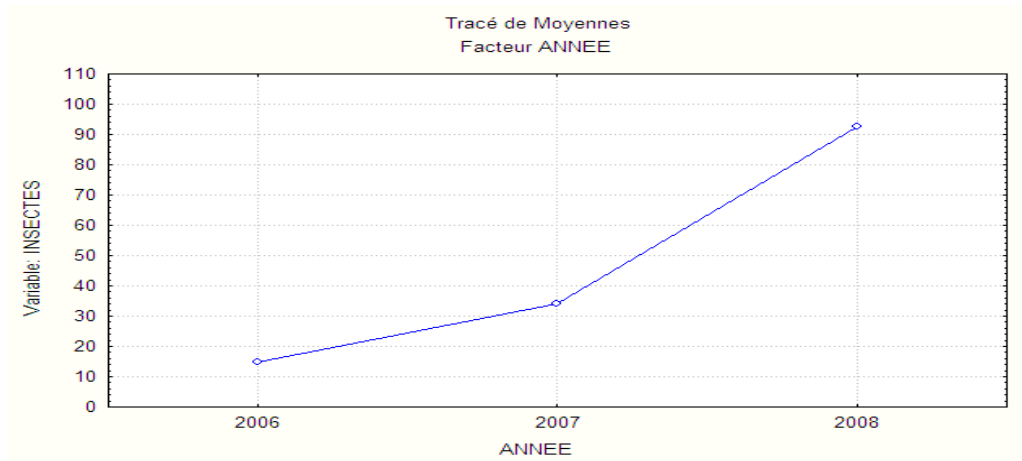


Fig. 46 : Courbe représentant les moyennes du facteur année

La courbe représentant le facteur année par rapport à la variable insectes montre un pic pour l'année 2008, et la plus basse valeur est relevée au cours de l'année 2006. Remarquons que l'année 2007 se rapproche plus de l'année 2006 que de l'année 2008.

- Existence de l'effet interaction entre Ordre et Année

$$F= 6.906, \text{ avec } p=0.000.$$

$p=0.000 (<0.05)$, Il y a donc effet interaction entre les deux facteurs ordres et années (Fig. 47 et 48). Cette interaction est bien marquée en figure 47.

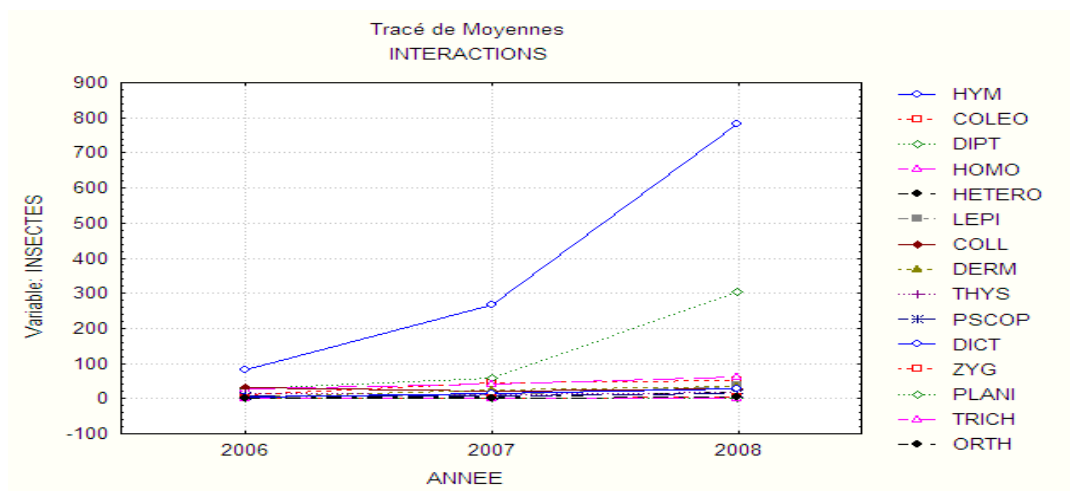


Fig. 47 : Courbe représentant les moyennes des Interactions Année-Ordre.

L'ordre des Hyménoptères est le plus représentatif au cours de l'année 2008, il l'est moins en 2007 et beaucoup moins en 2006. Ceci s'explique par le fait que *Quercus ilex* a été envahi par les Hémiptères Aphididae et donc la présence des Formicidae a été importante au cours de l'année 2008, de plus les Hyménoptères gallicoles sont apparus particulièrement au cours de cette année, pour la plupart. L'ordre des Hyménoptères est également représentatif au cours de l'année 2007, mais de façon moindre et il est peu remarquable au niveau de l'année 2006. L'ordre des Diptères est aussi important au cours de l'année 2008, mais pour les années 2006 et 2007 cet ordre représente approximativement la même valeur que les autres ordres. Toutefois il ya des variations au niveau du facteur ordre par rapport aux années.

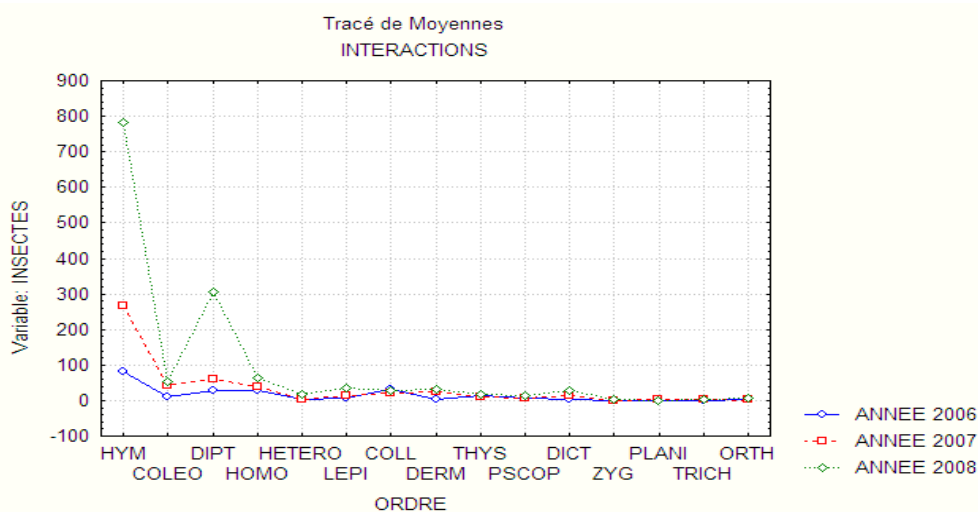


Fig. 48 : Courbe représentant les moyennes des interactions Ordre –Année.

V.1.2. Discussion

L'analyse de la variance à deux facteurs sur la variable nombre d'insectes, en prenant en compte tous les ordres, a montré que l'effet du facteur ordre sur le nombre d'insectes est significatif avec $p=0,000$, donc inférieur à 0,05. Entre les ordres, il existe une différence significative, chacun des ordres possède un nombre d'insectes déterminé et celui des Hyménoptères représente le nombre le plus élevé avec une moyenne de 377 individus, il est suivi par l'ordre des Diptères avec un nombre d'individus égal à 130. Chacun de ces ordres constitue à lui seul ce que l'on appelle un groupe homogène. Les ordres dont le nombre d'insectes est situé entre 10 et 40 constituent un groupe homogène et enfin les ordres ayant un nombre d'insectes compris entre 10 et 1, forment également un groupe homogène. De ce fait, comme il y a une différence entre les ordres, quatre groupes peuvent ainsi être formés grâce au test de Student. Le groupe formé par les Hyménoptères, celui formé par les Diptère celui constitué par les Coléoptères, Hémiptères, Lépidoptères, Collembolés, Psocoptères, Thysanoptères, Dermaptères Dictyoptères, et le quatrième groupe formé par les Zygentoma, les Trichoptères, les Orthoptères et les Névroptères.

Le facteur altitude avec $p=0,047$ (inférieur à 0,05), a un effet sur le nombre d'insectes c'est-à-dire que le nombre d'insectes est influencé par l'altitude. Cependant il n'y a pas d'interaction entre les facteurs ordre et altitude car le niveau de signification $p=0,919$ est supérieur à 0,05. Les différents ordres peuvent être rencontrés aussi bien en station A qu'en station C ou B ou D.

L'effet du facteur densité sur le nombre d'insectes donne $p=0,0274$ (inférieur à 0,05). La densité a donc un effet significatif sur le nombre d'insectes. Les stations A et C sont plus riches que les stations B et D. Il y a interaction entre l'ordre et la densité, p étant égal à 0,0241.

Les années ont également un effet significatif sur le nombre d'insectes ($p=0,000$), et il y a une différence bien nette entre les différentes années. Deux groupes homogènes se constituent : le groupe formé des années 2006 et 2007 et le groupe formé de l'année 2008. Il y a également un effet interaction ordre – années ($p=0,000$).

V.1.3. Conclusion

L'application de l'ANOVA sur la variable nombre d'insectes quand tous les ordres sont pris en compte, a permis de montrer que les facteurs ordre, Station (Altitude), densité et années ont un effet significatif sur le nombre d'insectes.

V.2. Application de l'ANOVA aux principaux ordres.

On étudie l'effet du maximum de facteurs sur la variable nombre d'insectes sur les principaux ordres, mais seules les années 2006-2007 et 2008 ont été prises en considération.

On fait une analyse de la variance à deux facteurs sur la variable nombre d'insectes. Les facteurs étudiés sont : Ordre (5 niveaux : Hym, Coleo, Dipt, Hémi (Homo, Hétéro), Lepi), Altitude (4 niveaux : Station A (1267m), Station B (1050m), Station C (900m), Station D (700m) et Année (3 niveaux : 2006, 2007, 2008).

V.2.1. Résultats et discussions

- Existence de l'effet du facteur : Ordre

$$F= 367.902 \text{ avec } p=0.039$$

$p=0.039$ (<0.05) donc le facteur ordre a un effet statistiquement significatif sur le nombre d'insectes. Il y a une différence significative entre les différents ordres. En effet le nombre d'insectes diffère d'un ordre à un autre et celui des Hyménoptères est le plus représentatif avec une moyenne égale à 1157. L'ordre des Diptères se place en deuxième position avec une moyenne de l'effectif de 417, il est suivi de celui des Hémiptères, puis celui des Coléoptères et en dernière position celui des Lépidoptères (Tab : 26). L'ordre des Coléoptères est le plus riche en espèces mais leur effectif est peu élevé, tandis que celui des Lépidoptères est le moins représentatif et son effectif est dû principalement à la présence de l'espèce *Tortrix viridana*.

Tableau 26 : Moyenne et groupes homogènes pour le facteur ordre

Ordres	Moyenne	Groupes homogènes	
Hyménoptères	1157	X	
Diptères	417		X
Hémiptères	369		X
Coléoptères	153		X
Lépidoptères	133		X

Comme il y a différence entre les différents ordres, la comparaison en appliquant le test de Student (deux à deux) permet de former deux groupes d'ordres homogènes: Le groupe formé de l'ordre {Hyménoptères} et le groupe formé des ordres {Diptères, Hémiptères, Coléoptères et Lépidoptères}.

La courbe de la figure 49 met en évidence la relation de l'effectif des insectes et les ordres.

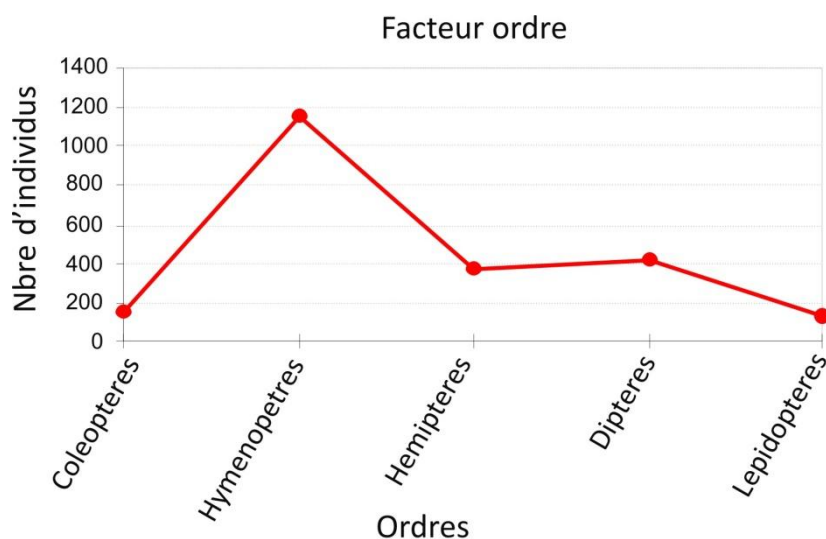


Fig. 49 : Courbe représentant la moyenne des différents ordres

La courbe montre un pic pour l'ordre des Hyménoptères qui se démarque nettement des autres ordres. L'ordre des Diptères et celui des Hémiptères se rapprochent. La moyenne des Diptères est représentée principalement par l'espèce *Dryomyia lichtensteini* tandis que celle des

Hémiptères par les Aphididae. L'ordre des Coléoptères et celui des Lépidoptères sont peu représentatifs.

- Existence de l'effet du facteur altitude

$$F = 107.537, \text{ avec } p=0.041$$

$p=0.041 (<0.05)$, ce résultat montre que le facteur altitude a un effet statistiquement significatif sur le nombre d'insectes. Il y a une différence significative entre les différentes stations (altitude). La plus forte moyenne se rencontre au niveau de la station C qui est située à l'altitude de 900 mètres. La station A située à l'altitude la plus élevée possède un nombre moindre d'insectes, suivie de la station B et en dernière position se situe la station D (Tab : 27). En fait la station D, dont l'altitude est la plus basse, possède peu d'espèces et son effectif est marqué principalement par la présence d'un Hémiptère (Homoptère) : l'espèce *Aleurodes sp.*

Tableau 27: Moyenne et groupes homogènes pour le facteur altitude

Modalités	Moyenne	Groupes homogènes
STATION C	643	X
STATION A	560	X
STATION B	393	X
STATION D	186	X

La comparaison (test de Student), entre les différentes altitudes, permet de former deux groupes homogènes : Le groupe formé par les altitudes représentées par les stations {C, A, B}, et le groupe formé par l'altitude représentée par la station D. Ce résultat est illustré par la figure 50 qui représente la moyenne des différentes altitudes.

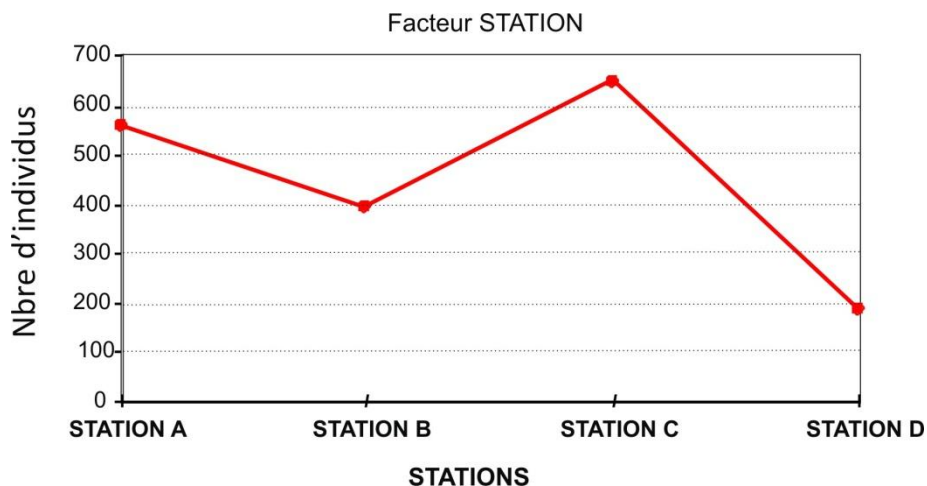


Fig. 50 : Courbe représentant la moyenne des différentes altitudes

La courbe montre que c'est au niveau de l'altitude de la station C que se situe le pic le plus élevé, et que la valeur la plus basse se rencontre au niveau de l'altitude de la station D qui est égale à 700mètres.

- Existence de l'interaction entre les deux facteurs : Ordre/Altitude

L'étude de l'interaction entre les facteurs ordres et altitude (station) donne un résultat tel que $F=46,352$ avec $p=0,114$ ($> 0,05$) ce qui montre que statistiquement il n'y a pas d'interaction significative entre ces deux facteurs et que les ordres (Hyménoptères, Diptères, Hémiptères, Coléoptères et Lépidoptères peuvent être rencontrés aussi bien en haute altitude (station A) à 1267mètres, qu'en basse altitude (station D) à 700mètres. Les courbes en figures 51 et 52 représentent les moyennes des interactions : Altitude - ordre et Ordre-Altitude.

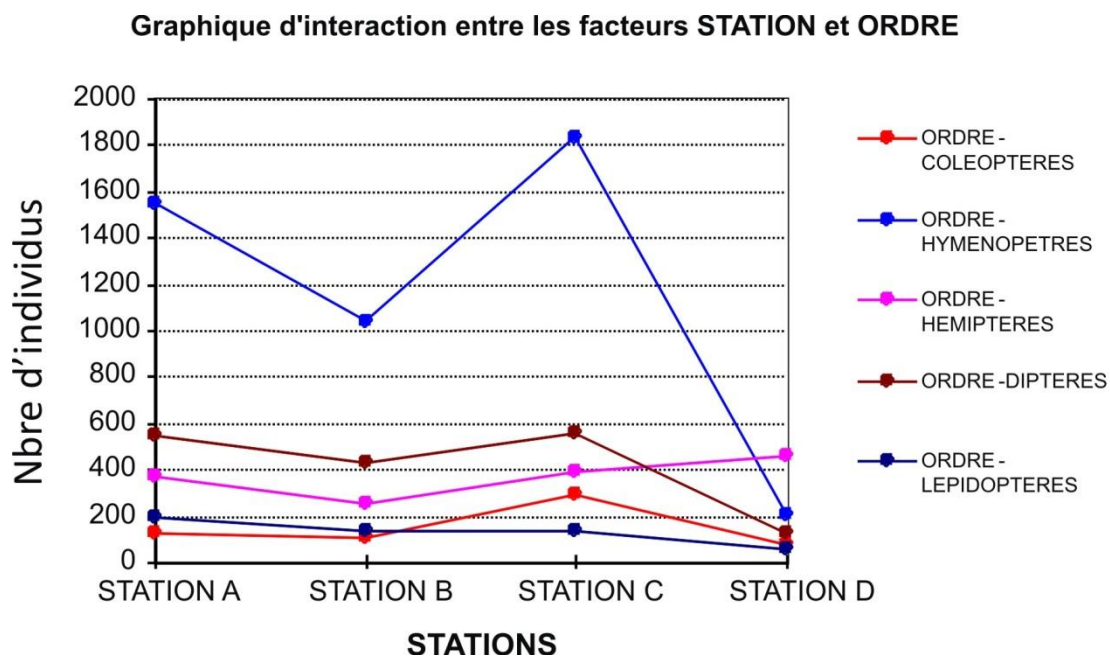


Fig. 51 : Courbe représentant la moyenne des interactions Altitude (station)-
Ordre

Le graphique d'interaction entre les facteurs station (altitude) et ordre montre que la station C comporte les pics les plus élevés représentés par les ordres des Hyménoptères, Diptères, et Coléoptères. L'ordre des Lépidoptères est le mieux représenté au niveau de la station A, et celui des Hémiptères en station D. Les valeurs les plus basses sont observées au niveau de la station D pour l'ordre des Lépidoptères, Diptères, Coléoptères et Hyménoptères. Au niveau de la station B c'est l'ordre des Hémiptères qui est le moins représentatif.

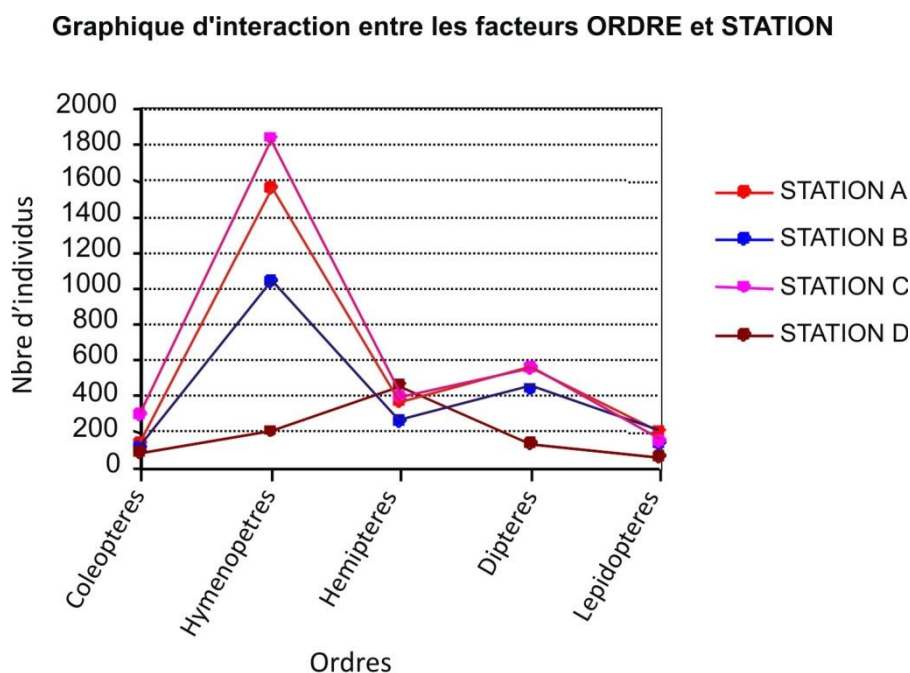


Fig. 52 : Courbe représentant la moyenne des interactions Ordre –Altitude (station)

Le graphe de la figure 52, montre que l'ordre des Hyménoptères est le plus représentatif du point de vue individus, pour les stations A, B et C, tandis que pour la station D, c'est surtout l'ordre des Hémiptères qui est le plus important et l'ordre des Diptères en ce qui concerne la station C.

- Existence de l'effet du facteur : Année

Avec $F= 10.489$ et $p= 0,011 (<0,05)$, le facteur année a un effet statistiquement significatif sur le nombre d'insectes. Il y'a une différence significative entre les années (Tab : 28).

Tableau 28 : Tableau représentant la moyenne et les groupes homogènes pour le facteur Année

Modalités	Moyenne	Groupes homogènes	
2008	1300	X	
2007	587		X
2006	348		X

Comme les années sont différentes, la comparaison, par l'utilisation du test de Student (deux à deux), nous permet de former deux groupes d'années homogènes. Le groupe formé de l'année 2008 et le groupe formé des années 2007 et 2006. En effet l'année 2008 est représentée par la moyenne la plus élevée égale à 1300 et constitue un groupe homogène, et les années 2007 et 2006 représentent des moyennes respectives de 587 et 348 et ensembles forment un groupe homogène. La courbe de la figure 53, illustre ces résultats.

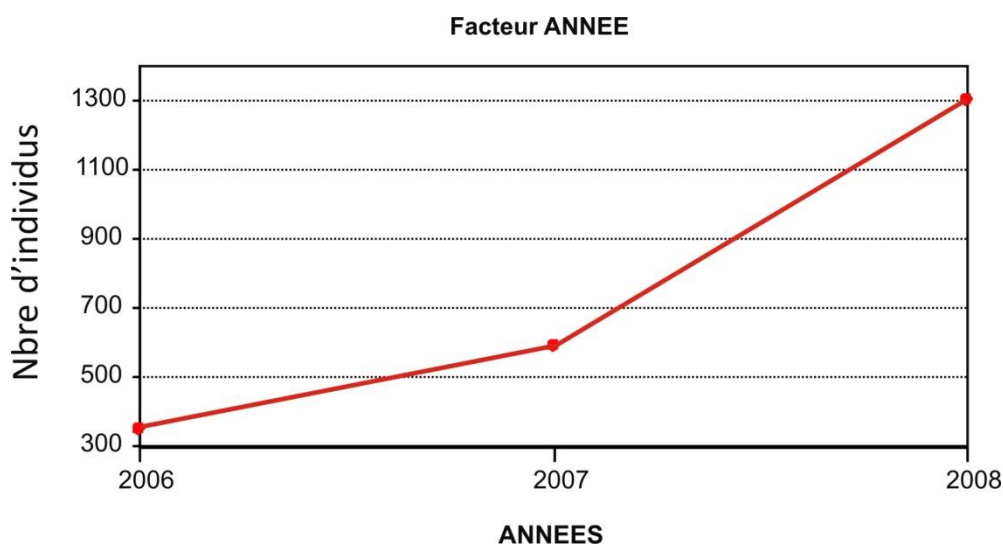


Fig. 53 : Courbe représentant la moyenne des différentes années.

La courbe ci-dessus montre que l'effectif le plus bas se rencontre au niveau de l'année 2006, et le plus élevé, au niveau de l'année 2008. L'année 2007 par son effectif est plus proche de 2006 que de 2008.

V.2.2. Conclusion

Les facteurs : ordre, altitude, densité et année, ont un effet statistiquement significatif sur le nombre d'insectes. En somme l'ordre des Hyménoptères est représenté par la moyenne la plus élevée et celui des Lépidoptères par la moyenne la plus basse. La station C située à une altitude de 900mètres compte le nombre d'insectes le plus élevé.

La densité des arbres a un effet significatif sur le nombre d'insectes. Le nombre d'insectes est élevé au niveau des stations denses. La station A et C possèdent respectivement 2802 et 3216 individus tandis que les stations B et D qui sont les stations dont les arbres sont espacés possèdent respectivement 1969 et 932 individus. Les années ont également un effet significatif sur le nombre d'insectes. L'année 2008 est l'année au cours de laquelle le nombre d'individus est le plus remarquable.

VI. Etude de la configuration spatiale

Dans cette section, nous allons essayer de détecter la distribution spatiale des espèces au sein des communautés.

Dans les communautés trois grands types de configuration sont discernés: aléatoire, en bouquets et uniforme.

VI.1. Résultats

Ajustement par une loi de Poisson

On veut ajuster la variable «Nombre d'individus» par une loi de Poisson (F_0) de paramètre $\lambda=556$ (le paramètre de la loi de Poisson est estimé par la moyenne empirique de la variable)

On obtient

$$D_n = \sup_{x \in R} |F_n(x) - F_0(x)| = 2.895, \text{ avec } p=0.0001$$

$P=0.0001 < 0.05$, par conséquent, la variable nombre d'insectes ne suit pas une loi de Poisson. Ce qui signifie que " la distribution du nombre d'individus par unité d'échantillonnage n'est pas aléatoire ".

Ajustement par une loi Binomiale négative

On veut ajuster la variable « Nombre d'individus» par une loi Binomiale négative (F_0) de paramètres $k=1$ et $\alpha=0.002$.

On obtient

$$D_n = \sup_{x \in R} |F_n(x) - F_0(x)| = 0.610, \text{ avec } p=0.851$$

$p=0.851 > 0.05$, par conséquent, la variable nombre d'insectes peut suivre une loi binomiale négative. Ce qui signifie que " la distribution du nombre d'individus par unité d'échantillonnage est en bouquets (également appelées distributions " contagieuses " ou " agrégatives ") (Fig. 54).

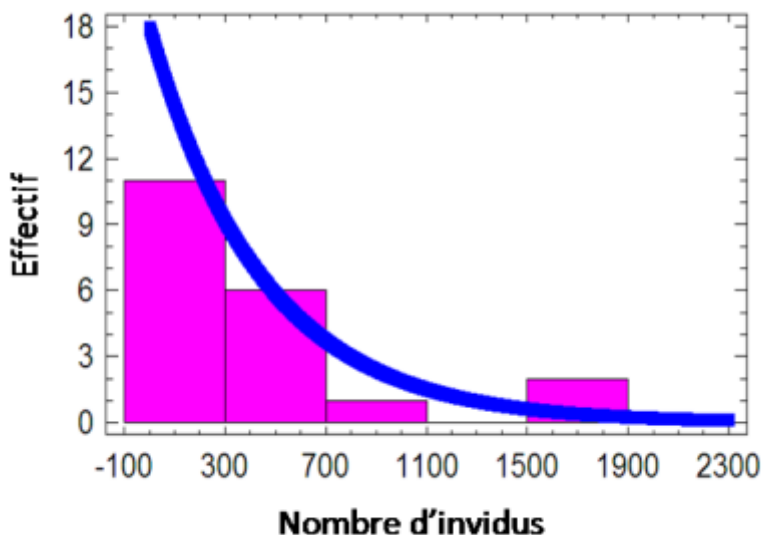


Fig. 54 : Ajustement de la variable « Nombre d'individus »

La courbe de la figure 54 représente bien la distribution du nombre d'individus, qui dans notre cas suit la loi binomiale négative.

VI.2. Discussion

La distribution du nombre d'individus par unité d'échantillonnage n'étant pas aléatoire, elle ne répond pas à la loi de Poisson ceci montre que les insectes ne se trouvent pas au niveau de la forêt de Tafat par hasard, mais parce qu'il existe des relations plante/insecte bien définies, relation entre *Quercus ilex* et la grande majorité des insectes qui lui sont inféodés en particuliers les phytophages. La répartition aléatoire signifie que le milieu est homogène et que le comportement des espèces est non sélectif. Ce qui n'est pas applicable aux espèces associées au chêne vert, cas des

Hyménoptères gallicoles par exemple. Par contre La distribution du nombre d'individus par unité d'échantillonnage en bouquets, qui répond à la loi binomiale négative, explique le fait que des contraintes sont exercées sur les populations, telles la relation entre « hôtes et parasites », l'effet des facteurs abiotiques, les plantes du sous-bois, qui sont autant de processus interdépendants qui peuvent favoriser la configuration. De plus la configuration en bouquets laisse penser que les individus sont regroupés dans les endroits les plus favorables, ce qui est le cas des espèces liées au chêne vert, soit par leur comportement, soit par rapport à l'hétérogénéité de l'environnement, vue la richesse du sous-bois et des ligneux, soit par leur mode de reproduction et leur développement, tel est le cas de l'espèce *Tortrix viridana* qui apparaît avec le débourrement du chêne.

VI.3. Conclusion

Les résultats obtenus selon la configuration spatiale rejoignent ceux de l'ANOVA, et montrent que les insectes récoltés au niveau du chêne vert répondent à une loi bien définie, la loi binomiale négative et ne sont pas présents dans la forêt de Tafat de façon aléatoire, mais parce qu'ils sont liés à la végétation ligneuse d'une part et arbustive et herbacée d'autre part.

VII. La régression linéaire multiple

La régression linéaire multiple a pour objectif d'étudier et de modéliser la relation linéaire entre une variable réponse Y qui est représentée par « le nombre d'individus » et plusieurs variables explicatives, X_1 , X_2 , X_3 , X_4 , X_5 et X_6 qui sont représentées par :

X_1 : Vitesse du vent.

X_2 : Humidité moyenne mensuelle.

X_3 : Température moyenne maximale mensuelle.

X_4 : Température moyenne minimale mensuelle.

X_5 : Température moyenne mensuelle.

X_6 : Pluviométrie mensuelle.

VII.1. Résultats et discussion

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 29.

Tableau 29 : Tableau représentant les résultats de la régression linéaire

Variabes	Coefficient $\hat{\beta}_j$	Ecart-Type $\hat{\sigma}(\hat{\beta}_j)$	Statistique de Student T_{b_j}	Niveau p
Constante	-10509,2	5653,991	-1,858	0,100
X ₁	0,362	0,260	1,391	0,201
X ₂	1,983	0,750	2,643	0,029
X ₃	-1,088	3,001	-0,362	0,726
X ₄	0,796	1,408	0,565	0,587
X ₅	1,905	2,312	0,823	0,433
X ₆	-1,092	0,421	-2,594	0,031

Les résultats de la régression linéaire multiple donnés par le tableau 36, nous permettent d'avancer que seules les variables X₂ (humidité moyenne mensuelle) et X₆ (Pluviométrie mensuelle) sont significatives car leur niveau p est égal, respectivement à 0,029 et 0,031, donc inférieur à 0,05. En effet l'humidité et la pluviométrie jouent un rôle non négligeable sur le développement des insectes et de ce fait sur leur effectif.

Le modèle final s'écrit alors sous la forme :

$$Y = 1,893X_2 - 1,092X_6 + \varepsilon$$

Ceci permet d'obtenir le coefficient de détermination $R^2 = 0,926$, qui signifie que 92,6% de l'information se trouve dans le modèle obtenu qui explique très bien la variable Y « nombre d'individus ». Aussi le calcul de la statistique de Fisher donne $F = 78,463$, avec un niveau $p = 0,000001$, ce qui signifie que le modèle est validé.

Conclusion

L'application de la régression linéaire multiple au nombre d'insectes dans la forêt de Tafat, a mis en évidence le rôle de l'humidité et de la pluviométrie sur cette entomofaune. Sachant que le rythme d'activité de beaucoup d'insectes forestiers est sous le contrôle de facteurs climatiques comme l'humidité (cas de l'espèce *Cerambyx cerdo*), et la pluviométrie.

Chapitre 5 :
Etude écologique et biologique
des espèces

Introduction

Pendant longtemps l'entomologie forestière a été consacrée presque exclusivement à l'étude des espèces nuisibles dans la forêt, et à la recherche des méthodes de lutte.

A l'heure actuelle un certain aspect de l'entomologie forestière se développe. Il consiste à étudier la biologie et l'écologie de tous les insectes forestiers et à rechercher quel est leur rôle dans le fonctionnement de l'écosystème.

Aussi la nocuité d'une espèce donnée procède du fait que ses populations dépassent (quelquefois localement ou temporairement seulement) un niveau insupportable. Ce « seuil de tolérance » économique ou biologique varie selon les espèces d'insectes, selon le végétal, selon son âge, la nature des dégâts et selon l'organe attaqué, donc du régime alimentaire de l'espèce.

La Plupart des espèces que nous avons récoltées sont frondicoles, donc vivent dans le feuillage des arbres, mais leur mode de vie est différent. Nous distinguons des défoliateurs qui dévorent les feuilles et parfois les minent de l'intérieur, des suceurs de sève, des producteurs de galles, d'autres recherchent des organismes épiphytes qui poussent sur les arbres et les feuilles. Mais il existe aussi des insectes qui recherchent seulement dans le feuillage un abri temporaire. D'autres vivent au niveau du tronc, des branches et des racines. Toutes ces espèces ont des parasites et des prédateurs qui les accompagnent.

Nous essayerons de donner un aperçu bibliographique sur les différentes familles et les espèces au niveau de chaque ordre, et nous ajouterons nos résultats personnels. Nous développerons principalement les Hyménoptères pour la particularité de leur biologie.

I. Ordre des Hyménoptères

Cet ordre est peut être le plus intéressant et le plus varié du point de vue biologique. Il y a chez les Hyménoptères des végétariens vrais, des parasites d'autres Arthropodes, des prédateurs qui paralysent leurs proies et des omnivores. Les familles que nous avons rencontrées au niveau de la forêt de Tafat sont :

I.1. Famille Eurytomidae

Cette famille constitue l'une des plus importantes en termes de ravageurs et d'auxiliaires de l'agriculture (parasitoïdes), et de contrôle biologique de certaines plantes envahissantes. Les Eurytomidés se développent presque toujours aux dépens ou en association avec les hôtes endophytes. En général les espèces de cette famille sont étroitement apparentées aux guêpes sociales. Dans leur nid elles déposent un œuf et y ajoutent des larves d'insectes qu'elles ont paralysées et qui serviront de nourriture. L'espèce *Sycophila binotata* (planche 1) que nous avons récoltée par battage est entomophage ectoparasite de Coléoptères, d'Hyménoptères (cynipidés), Diptères (en particulier de la famille des Tephritidae), de Lépidoptères et d'Orthoptères. Les larves sont carnivores alors que les adultes sont floricoles. En général le genre *Sycophila* Walker est distribué au niveau de l'holarctique oriental, la région paléarctique (PUJADE-VILLAR, 1994).

I.2. Famille Pteromalidae

Les Hyménoptères de cette famille sont de petits chalcidiens, parasites solitaires ou grégaires de larves de pupes de Diptères ou de Coléoptères, d'Hyménoptères de Lépidoptères et de Siphonaptères. Mais la grande majorité est constituée d'insectes entomophages parasitoïdes d'autres insectes ou Arthropodes. *Mesopolobus lichtensteini* appartenant à cette famille, est un parasitoïde du Diptère *Dryomyia lichtensteini* dont la biologie et la relation entre ces deux espèces ont été traitées dans le chapitre précédent. Notons toutefois que *M. lichtensteini* est une espèce très commune dans les galles de *D. lichtensteini*.

Sa distribution est circumméditerranéenne, et suit la distribution de *Quercus ilex*, de *Quercus coccifera* et de *Quercus suber*. Elle est citée en France, Italie, Espagne et Algérie (PUJADE-VILLAR, 1994)

I.3. Famille Eulophidae

La grande majorité des espèces de cette classe sont parasites de larves âgées ou de nymphes d'insectes holométaboles, et sont solitaires ou grégaires (ÇIKMAN, 2006). Ces larves sont complètement paralysées ou tuées par les piqûres multiples de la femelle pondreuse qui s'alimente aux dépens des sucs de l'hôte. Ils sont généralement hyperparasites

d'Hyménoptères (YEFREMOVA, 2007). Deux espèces ont été récoltées par battage : *Necremnus sp* et *Crysocharis sp*.

Le genre *Necremnus* contient une trentaine d'espèces (NOYES, 1998), distribuées dans les régions du paléarctique, du néotropical et de l'oriental. Ces espèces sont des ectoparasites des larves de Lépidoptères en particulier les tortricidés (*Tortrix viridana*) et les noctuidés (ASKEW & BOUCEK, 1968 ; ZEROVA, 1992), et des larves et pupes de Coléoptères (chrysomélidés et curculionidés). *Necremnus sp* est rencontré en Angleterre, Finlande, Australie, Slovénié, Suède, Australie, Pologne, Hongrie, Roumanie, Turquie, (ASKEW & BOUCEK, 1968), Italie, Suisse, Russie (YEFREMOVA, 2002.), et aux USA (LASALLE & SCHAUFF, 1992). De même l'espèce *Crysocharis sp* s'attaque aux œufs et larves de Lépidoptères et de Coléoptères.

En général les espèces de cette famille ont été utilisées en lutte biologique contre divers ravageurs des cultures.

I.4. Famille Eupelmidae

Cette famille renferme des espèces d'Hyménoptères chalcidoidea, qui sont des parasitoïdes de divers ordres d'insectes ou, pour certaines d'araignées. Ce sont des endoparasites de Lépidoptères, d'Homoptères, d'Hyménoptères, de Coléoptères, Névroptères, Orthoptères, ainsi que de blattes. L'espèce *Eupelmus seculatus* (planche 1) que nous avons obtenue par battage est une espèce paléarctique de distribution principalement méditerranéenne (BOUCEK, 1977). Elle a été rencontrée en Azerbaïdjan et en Espagne, citée par plusieurs auteurs BOUCEK, (1977) ; PUJADE-VILLAR, (1989) à Barcelone ; PUJADE-VILLAR & ROS-FARRE (1998) à Barcelone et Tarragona ; SEGU-LOPEZ & PUJADE-VILLAR (2000) à Valence, Alicante et au Portugal ; ASKEW & NIEVES-ALDREY (2000) à Madrid ; ASKEW & al, (2001) à Zaragoza in PUJADE & HANSON, 2006). De plus, PUJADE-VILLAR, (1991), LOPEZ-SEBASTIEN & al (2002) citent *Eupelmus seculatus* comme une espèce ooparasitoïde associée à la processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa*.

Le genre *Eupelmus* compte approximativement 265 espèces en tout dans le monde (GIBSON, 1995) incluant dans le paléarctique 13 espèces de parasitoïdes, généralement polyphages et d'autres appartenant à la

communauté parasitoïde associée aux galles des cynipidés (ASKEW et NIEVES-ALDREY, 2000).

I.5. Famille Platygasteridae:

Cette famille compte des espèces importantes pour trois raisons : Elles sont fréquemment utilisées comme agents de contrôle biologique d'une frange d'espèces considérées comme une peste, elles sont extrêmement importantes dans la balance écologique et elles sont souvent utilisées comme modèle de recherche fondamentale. (VIKBERG, 1986). L'espèce *Synopeas sp* a été récoltée au niveau de la frondaison de *Quercus ilex*, par battage Mais en général elle est souvent rencontrée sur d'autres plantes herbacées.

I.6. Famille Braconidae

Les Braconidae forment un vaste groupe qui parasite surtout des larves et des nymphes mais parfois aussi des adultes. Ce sont des endoparasites ou des ectoparasites. Ils exercent une fonction très importante dans la régulation des effectifs de nombreux autres insectes pour la plupart nuisibles aux cultures. L'espèce *Apanteles sp* de la sous famille des microgasterinae est un important microhyménoptère parasitoïde de larves de Lépidoptères en particulier les chenilles des sphingidés (Fig. 55). C'est un entomophage parasite qui pond soit sur les œufs, soit sur les larves ou les imagos des parasites de plantes (surtout les rouleurs de feuilles), qui servent de nourriture à sa progéniture. Cette espèce est très utilisée en lutte biologique (BRUNNER, 1993) A cette même sous famille appartient l'espèce *Microgaster sp* que nous avons récoltée par battage sur *Quercus ilex* et qui est une femelle. Cette espèce tue ses hôtes par parasitisme (œufs, larves et pupes), en particulier elle s'attaque aux Coléoptères nitidulidae du genre *Melegethes* (Coléoptère que nous avons également récolté).

L'espèce *Taphaeus sp* (également des femelles), qui appartient à la sous famille des Helconinae est un braconide parasite de Coléoptères scarabeidae mineurs, qui creusent des galeries dans le bois. Alors que l'espèce *Bracon sp* (femelle) s'attaque également aux larves xylophages de Coléoptères et de Diptères. (BRUNNER, 1993).

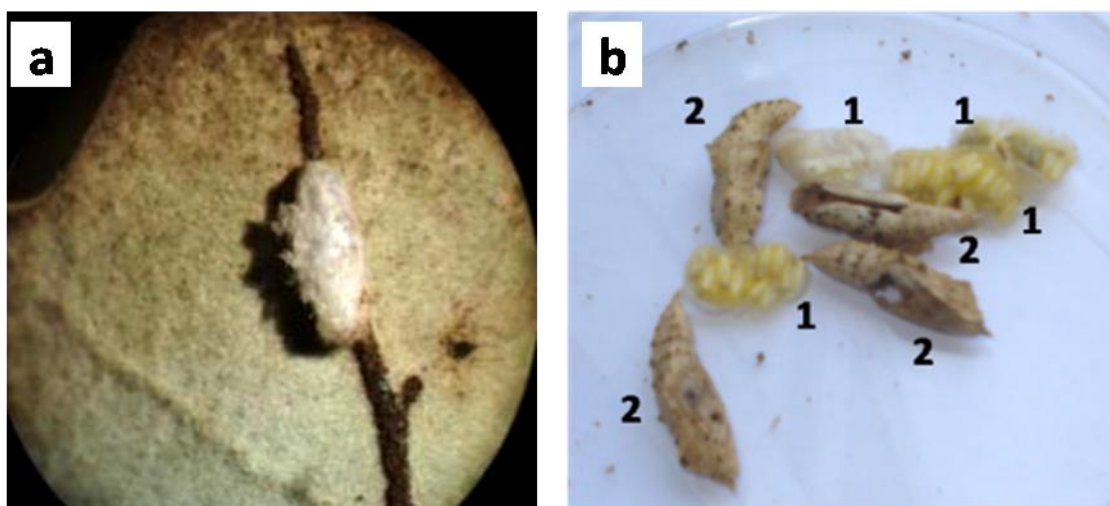


Fig. 55 : a :Cocon d'*Apanteles sp*, b : Chrysalides paralysées par *Apanteles sp* (1=Œufs d'*Apanteles sp*, 2=Chrysalides de Sphingidés)

I.7. Famille Diapriidae

Les espèces de cette famille sont rencontrées un peu partout dans le monde. De petite taille, environ deux millimètres de long, elles ne sont pas facilement remarquées. Parasites, ces espèces se développent en mangeant leur hôte qu'elles finissent par tuer. Ce sont des guêpes parasites. La plupart des Diapriidae dont les mœurs furent étudiés vivent généralement à l'état larvaire aux dépens de larves et des pupes de Diptères (BLANCHOT,1992). Certaines espèces sont connues pour attaquer les fourmis (LOIACONO, 1987), et les Coléoptères Staphylinidae.

Les espèces que nous avons récoltées *Pantoclis sp*, *Acusta sp* et *Zygota sp* sont frondicoles, de ce fait c'est par battage qu'elles ont été capturées (planche 1).

I.8. Famille Formicidae

Les fourmis sont nombreuses dans la canopée et elles forment une partie non négligeable de la faune des autres milieux. Trois espèces ont été rencontrées lors de nos prospections. Au niveau du tronc des chênes situés en bordure des stations en particulier, c'est l'espèce *Camponotus sp* que nous avons observée dans un incessant va et vient entre les feuilles et le bois mort. En effet cette grosse fourmi construit son nid dans le bois mort. Bien que le pin soit son bois de prédilection. Son nid est creusé sous forme

de galeries longitudinales qui constituent le corps même de la fourmilière. Selon FRONTIER & PICHOD-VIALE, (1998) cette espèce est omnivore et s'alimente en général d'insectes, de graines et de miellat sécrété par les pucerons. Ce même régime alimentaire est rencontré chez l'espèce *Plagiolepis sp*, espèce terricole mais qui a été observée dans la frondaison et au niveau du tronc des chênes. De taille minuscule (2 mm) son observation n'est pas facile sur terrain. Cette fourmi, très ubiquiste, supporte les pâturages, l'érosion, et la proximité de l'homme. Au niveau de ses fourmilières, dans les forêts de chêne liège, il a été observé des myrmécophiles variés (Isopodes, Acariens, Lépisemes) (CAGNIANT, 1973).

Toutefois il est à remarquer que plusieurs fourmis ont un impact indéniable sur la dégradation du bois mort. *Crematogaster scutellaris* est l'espèce que nous avons trouvée sous l'écorce des arbres, au niveau du tronc, constituant une guilde impressionnante en individus. De plus nous l'avons observée durant le mois de Mars, Avril et Mai, de toutes les années d'étude. Les individus ont été retrouvés rassemblés particulièrement sur les arbres attaqués par le champignon *Biscogniauxia mediterranea* (*Hypoxylon mediterraneum*).

Les ouvrières de *C. scutellaris* présentent un corps brun-noir à tête rouge. Elles sont relativement petites (1 mm à 5mm). Elles sont reconnaissables à leur façon caractéristique de relever leur abdomen cordiforme au dessus de leur tête. De plus, présentent dans la plupart des subéraies de l'Europe méditerranéenne, et en Afrique du nord sur le chêne liège (*Quercus suber*), elles font perdre une grande partie de la valeur marchande au liège (VILLEMANT, 1991). C'est une fourmi pastorale recherchant et exploitant les colonies de pucerons arboricoles de la frondaison des chênes. Mis à part le miellat des Homoptères, la nourriture de la « fourmi du liège », se compose essentiellement d'insectes vivants ou morts. L'espèce s'attaque à l'occasion aux jeunes chenilles parasitées et aux chrysalides molles des défoliateurs en particulier *Porthetria dispar* (VILLEMANT, 1991).

I.9. Famille Eumenidae

De la super famille des Vespoidae, les Eumenidae sont également appelés « les guêpes maçonnes », à cause du nid qu'elles construisent pour

leur progéniture. L'espèce *Eumenes sp* nourrit ses larves de proies paralysées, généralement des chenilles, d'où l'appellation de « chasseur de chenilles ». Elle détruit également une quantité considérable de mouche, moustiques, larves de Coléoptères, Hyménoptères et autres insectes, d'où une indéniable utilité. Les adultes par contre se nourrissent de nectar et de matière sucrée (ZHRADNIK, 1991).

I.10. Famille Scelionidae

Cette famille regroupe les espèces de petite taille. Ce sont des parasitoïdes oophages de divers groupes d'insectes et d'araignées, et attaquent tous les âges de développement de l'œuf. L'espèce *Telenomus sp* (femelle) est inféodée aux Lépidoptères. Selon VASQUEZ (2006), elle est utilisée en lutte contre les ravageurs qui affectent les cultures, c'est un bio-régulateur. De plus ce groupe utilise fréquemment le phénomène de phorésie qui consiste en un transport du parasite par son hôte. Ainsi dès que celui-ci pond, le scelionide parasite la ponte de son hôte fraîchement déposée (MASNER, 1980).

I.11. Famille Torymidae

La majorité des espèces de cette famille sont des ectoparasites des habitants des galles des plantes. Plusieurs espèces attaquent les larves des insectes trouvées dans les galles des cynipidés des chênes (ASKEW, 1965, 1966). Plusieurs espèces de *Monodontomerus* sont connues pour être des parasitoïdes de Diprionides, de Tenthredes et de Sphécidés, alors que d'autres attaquent les Coléoptères scolytidés et curculionidés (GRISSEL, 1995).

I.12. Famille Ichneumonidae :

Les Ichneumonidae constituent l'un des groupes d'Hyménoptères les plus importants. 60000 espèces environ dans 35 familles à travers le monde, et dans la zone paléarctique, on connaît un peu plus de 7920 espèces réparties en 665 genres (PUJADE-VILLAR & FERNANDEZ-GAYUBO, 2004), Toutefois leur biologie est loin d'être bien connue. Ce sont des espèces qui parasitent surtout les insectes holométaboles et en particulier les Lépidoptères. Un seul œuf en général est pondu sur chaque hôte. Les espèces

endoparasites émergent après la formation de la chrysalide de l'hôte. Autres insectes (Hyménoptères symphytes, Coléoptères xylophages en particulier) et araignées sont des hôtes possibles pour divers Ichneumonidés (CHINERY, 1988). L'espèce *Phygadeuon sp* de la sous famille des Criptinae que nous avons récoltée semble parasiter uniquement les Diptères (BLANCHOT, 1992). Selon LEGNER & OLTON (1977), cette espèce, aux Etats Unis vit aux dépens de la mouche domestique (*Musca domestica*). En général les Ichneumonidae sont de précieux alliés pour les agriculteurs et les forestiers en particulier.

I.13. Famille Pompilidae

Cette famille est divisée en 3 sous familles (pepsinae, pompilinae et ceropalinae). Les pompiles sont des guêpes qui chassent les araignées pour leur progéniture à raison d'une proie par larve. L'espèce *Priocnemis sp* (de la sous famille des pepsinae) qui est donc un prédateur des araignées, après avoir paralysé sa proie, il l'enfouit dans un terrier et y dépose un œuf (BERLAND, 1976).

I.14. Famille Bethylidae :

Les espèces de cette famille sont de petites guêpes mesurant quelques millimètres. Les femelles aptères rappellent des fourmis ou de minuscules staphylins. De mœurs très primitives, elles sont prédatrices de larves de Coléoptères ou de chenilles. Elles paralysent leurs proies souvent plus grandes qu'elles mêmes, mais contrairement aux autres hyméaculéates, elles déposent plusieurs œufs sur le corps de leurs victimes qu'elles traînent ensuite dans un abri de fortune, sans construire de nids (WAHIS, 2006). Cosmopolites, sont aussi parasites de Coléoptères de denrées stockées (PAULY, 1984). Dans notre récolte nous n'avons rencontré que des femelles de *Bethylus sp* (planche 1).

I.15. Famille Megachilidae

Ce sont des abeilles solitaires qui utilisent des cavités variées pour pondre leurs œufs (dans la terre, le bois, les coquilles vides d'escargots, et même des galeries d'autres insectes). L'espèce *Osmia sp* que nous avons récoltée est un mâle. Les espèces de cette famille sont héliophiles et sont caractérisées par la présence d'une brosse ventrale pour la récolte du pollen. (MC GAVIN, 2000).

I.16. Famille Ceraphronidae

Les Ceraphronidae constituent une petite famille de 14 genres et seulement environ 350 espèces sont connues par rapport à plusieurs non encore décrites.

Certaines espèces sont des parasites de Diptères, de Thysanoptères, de Lépidoptères et de Névroptères et d'autres sont des hyperparasitoïdes de braconidés parasites d'aphidés (MC GAVIN, 2000). Les espèces d'*Aphanogmus sp* que nous avons récoltées sont toutes des femelles obtenues par battage.

I.17. Famille Orussidae

La famille des Orussidae regroupe des hyménoptères symphytes. Les informations sur la biologie des espèces de cette famille sont peu connues, mais ce qui est évident, c'est qu'elles sont parasitoïdes de larves d'Hyménoptères et de Coléoptères (GOULET, 2003). Selon VILHELMSSEN (2003a), les Orussidae ont un style de vie parasitoïde en relation avec l'anatomie de leurs larves qui ressemblent aux larves des Apocrites, sauf qu'elles ont un appareil buccal, sensoriel et locomoteur réduit (VILHELMSSEN, 2003b). De plus leurs hôtes sont localisés dans le bois mort et sont les larves de buprestidés en premier lieu, et en second lieu les larves de cérambycidés (VILHELMSSEN & al, 2001).

Environ 80 espèces appartenant à 16 genres différents ont été décrites (VILHELMSSEN, 2003, 2007). En Afrique du nord, ont été cités les genres *Orussus* LATREILLE, 1796 ; *Chalinus* KONOW, 1897 et *Pseudoryssus* GUIGLIA, 1954. En Algérie les espèces connues sont : *Orussus smithi* et *Pseudoryssus henschii* MOCSARY (1910) (BLANK & al, 2006).

L'espèce *Orussus taorminensis* que nous avons capturée dans la forêt de Tafat, par battage, a été citée comme une espèce circumméditerranéenne occidentale, sud de l'Espagne, sud de la France, Italie (en incluant la Sicile) et le Maroc. La biologie de cette espèce est peu connue et PESARINI & TURRISI (2003), ont mentionné qu'elle attaque les larves de deux espèces de cérambycidés. Dans notre étude l'espèce *Orussus taorminensis* (Trautmann, 1922) est citée pour la première fois en Algérie et pour la seconde fois au niveau du continent Africain (BENIA & al, 2009).

I.18. Famille Cynipidae

Les Cynipidae constituent une famille composée d'environ 75 genres et 1400 espèces distribués à travers le monde (LILJEBLAD & RONQUIST, 1990 ; RONQUIST, 1999). Ce sont des insectes de petite taille (1 à 6 millimètres) de coloration variable bien que jamais métallique. Excepté en Australie cette famille se rencontre dans tous les continents, surtout dans les zones tempérées de l'hémisphère nord et peut être également étendue jusqu'aux tropiques et l'hémisphère sud. En Australie, le peu d'espèces citées ont été introduites par l'homme (PUJADE-VILLAR & HANSON, 2006). En dépit du nombre d'espèces chez cette grande famille, elle est absente du grand secteur du néo tropical où les plantes hôtes manquent (PUJADE-VILLAR & HANSON, 2006).

Les Cynipidae sont également les guêpes cécidogènes, formatrices de galles. Une galle selon PUJADE-VILLAR & HANSON (2006) peut être définie comme un « cancer végétal » qui produit une réorganisation et une restructuration plus ou moins intense des tissus végétaux, de sorte que certains d'entre eux durcissent, changent de position et même de composition chimique et d'épaisseur. Les galles des cynipidés présentent des structures morphologiques qui non seulement diffèrent qualitativement des organes végétaux, mais les tissus exhibent en plus un degré élevé de différenciation. Il est à remarquer que si la larve meurt prématurément, la croissance de la galle s'arrête de même que sa différenciation (TRIGGERSON, 1914 in PUJADE -VILLAR & HANSON, 2006).

Les espèces de Cynipidae que nous avons récoltées appartiennent à deux tribus : les Cynipini qui englobent le genre *Plagiotrochus* et les Synergini qui renferment le genre *Synergus* (planche 1)

Les espèces de la tribu Cynipini forment des galles sur les Fagacées, spécialement sur le genre *Quercus*. Bien que la majorité de cette tribu puisse former des galles sur différentes espèces de *Quercus*, elle est normalement restreinte à une seule section taxonomique de ce genre (PUJADE-VILLAR & DIAZ, 2001 ; STONE & al, 2002). De plus la plupart des espèces de Cynipini présentent une alternance de générations, avec une génération donnant des femelles et des mâles (bisexuelle), et une génération ne donnant que des femelles (unisexuelle). La première est chargée de préserver la variabilité

génétique, tandis que la seconde contribue à augmenter le potentiel reproducteur (PUJADE-VILLAR & DIAZ, 2001).

Sept espèces de *Plagiotrochus* ont été collectées dans la forêt de Tafat, par battage des branches. Ce sont :

Plagiotrochus coriaceus qui forme des galles sur les feuilles de *Quercus ilex* et *Quercus coccifera*. Cette espèce est citée dans divers pays du circumméditerranéen occidental. C'est une espèce également connue en Algérie (HOUARD, 1922).

Plagiotrochus gibbosus : les galles de cette espèce sont rencontrées sur les rameaux de *Quercus coccifera* et *Quercus ilex*. C'est une espèce qui est citée seulement en Espagne (NIEVES-ALDREY, 2001 ; PUJADE-VILLAR, 2003), et citée pour la première fois au niveau du continent Africain (BENIA & al, 2010)

Plagiotrochus quercusilicis : ses galles se trouvent sur les feuilles et les chatons de *Quercus ilex* et *Quercus coccifera*. C'est l'espèce la plus commune du genre *Plagiotrochus*. Distribuée sur toute la zone circumméditerranéenne, c'est une espèce connue en Algérie d'après DALLA-TORRE & KIEFER (1910).

Plagiotrochus razeti : Les galles de la génération sexuée se localisent dans les bourgeons et les galles de la forme sexuée dans les tiges. Les deux générations se rencontrent sur *Quercus ilex*. L'alternance de générations a été démontrée par BARBOTIN (NIEVES-ALDREY, 2001). Cette espèce est connue en Espagne et en France (ROS-FARRE & PUJADE-VILLAR, 1998 ; NIEVES-ALDREY, 2001) et en Andorra (PUJADE-VILLAR, 1994a, b ; BELLIDO & PUJADE-VILLAR, 1999). Elle est citée pour la première fois dans le continent Africain (BENIA & al, 2010).

Plagiotrochus vilageliui : Les galles se localisent à l'intérieur des rameaux de *Quercus ilex* et *Quercus coccifera*. Cette espèce est connue seulement en Espagne et en Corse (PUJADE-VILLAR & al, 2000). Elle est citée pour la première fois au niveau du continent Africain (BENIA & al, 2010).

Plagiotrochus yeusei : c'est au niveau des rameaux annuels de *Quercus ilex* que se trouvent les galles. C'est une espèce connue en Espagne (NIEVES-ALDREY, 2001), en Andorra (PUJADE-VILLAR, 1994a, b), en France (BARBOTIN, 1985) et pour la première fois dans le continent Africain (BENIA & al, 2010).

Plagiotrochus amenti : Cette espèce a une grande valeur économique car les galles qu'elle forme sur *Quercus suber* seulement, font perdre à cette essence sa valeur. Deux femelles ont été récoltées au niveau de la forêt de Tafat, appartenant à deux générations différentes. L'une sexuée et l'autre asexuée. Mais toutes les deux entraînent des dégâts importants (NIEVES-ALDREY, 1985). La forme asexuée provoque des galles localisées dans les branches âgées de deux ou trois années. Le nombre et la situation de ces galles entraînent une impossibilité d'extraire le liège d'une part et d'autre part s'ensuit la mort de l'arbre. Si le nombre de chambres larvaires est peu élevé cela entraîne tout de même l'affaiblissement du chêne et la mort de la branche touchée. Si les attaques sont massives, les canaux conducteurs de sève sont interrompus et de ce fait l'arbre meurt. Les galles provoquées par les individus de la génération sexuée sont localisées sur les chatons, les branches annuelles, la nervation principale et le pétiole des feuilles du chêne liège. Elles produisent autant de dégâts que ceux de la forme asexuée. Il est à remarquer que cette espèce n'est rencontrée qu'au niveau de *Quercus suber*, et que sa présence sur *Quercus ilex* est sûrement due au vent qui l'a transportée des forêts avoisinantes (à savoir la forêt de Tamentout qui est située à environ 80km au Nord-Est de Sétif et à environ 45km de Bougaa). Il est donc très important de surveiller l'évolution de cette espèce, qui existe sûrement, car c'est en quelque sorte une « peste » pour le liège.

Native de l'ouest de la région méditerranéenne, *Plagiotrochus amenti* a été introduite en Californie (U.S.A) et en Argentine. Dans la péninsule Ibérique, cette espèce a été citée dans plusieurs provinces espagnoles (NIEVES-ALDREY, 1985 ; PUJADE-VILLAR, 1991) et au Portugal (province de l'Algarve) (TAVARES, 1902b, 1905a-1922-1926 in PUJADE-VILLAR (1992) ; PUJADE-VILLAR & al, 2000) ; NIEVES-ALDREY, 2001). Elle est citée pour la première fois en Algérie (BENIA & al, 2009).

Dans la tribu des Synergini, la majorité des espèces sont incapables de produire des galles. De ce fait, elles déposent leurs œufs dans les galles des Cynipini. C'est la raison pour laquelle elles sont appelées les « locataires ». Mais en fait ce sont des commensaux (ou inquilins). Leurs larves ne sont pas nourries de la larve de l'hôte, mais du tissu nourricier de la galle. Dans la majorité des cas étudiés, la présence du commensal provoque la mort du cynipide cécidogène originel. Ceci s'explique par, soit une concurrence entre les larves ou bien parce que la femelle synergini, tue la larve cynipini avec son ovipositeur (SHORTHOUSE & ROHFRITSCH, 1992).

Trois espèces ont été récoltées dans la forêt de Tafat. L'espèce *Synergus crassicornis* a été retrouvée dans les galles de *Plagiotrochus yeusei*. C'est une espèce de distribution centro-occidentale, et a été citée dans la province de Barcelone (Espagne) par NIEVES-ALDREY & PUJADE-VILLAR (1985). Alors que pour l'espèce *Synergus clandestinus*, c'est un mâle que nous avons trouvé par battage des rameaux. Cette espèce se rencontre dans les galles de Cynipini inféodées aux feuilles persistantes de *Quercus spp.* Elle est rencontrée en Europe et citée pour la première fois en Catalogne (Espagne), dans la province de Barcelone (PUJADE-VILLAR, 1992). La troisième espèce, *Saphonecrus lusitanicus* est une espèce commensale du genre *Plagiotrochus*, sur *Quercus ilex*, *Quercus coccifera* et *Quercus suber*. Elle est présente dans la péninsule ibérique et en France (TAVARES, 1920 in PUJADE-VILLAR, 1992 ; PUJADE-VILLAR & NIEVES-ALDREY, 1990) ; et au Portugal (TORRES-WEDRAS & NIEVES-ALDREY, 2001 a in PUJADE-VILLAR & HANSON, 2006).

Conclusion

Les espèces d'Hyménoptères que nous avons rencontrées au niveau de la forêt de Tafat sont donc pour la plupart des parasites ou parasitoïdes. Peu sont prédatrices alors que les gallicoles représentent un nombre assez important. Parmi ces derniers nous avons récolté les espèces *Plagiotrochus yeusei* et *Plagiotrochus quercusilicis* sous forme de galles, alors que les autres espèces ont été trouvées sous forme d'individus. Toutes sont des femelles, et les Synergini que des mâles. Toutefois il est à remarquer le nombre élevé d'individus par rapport aux autres ordres.

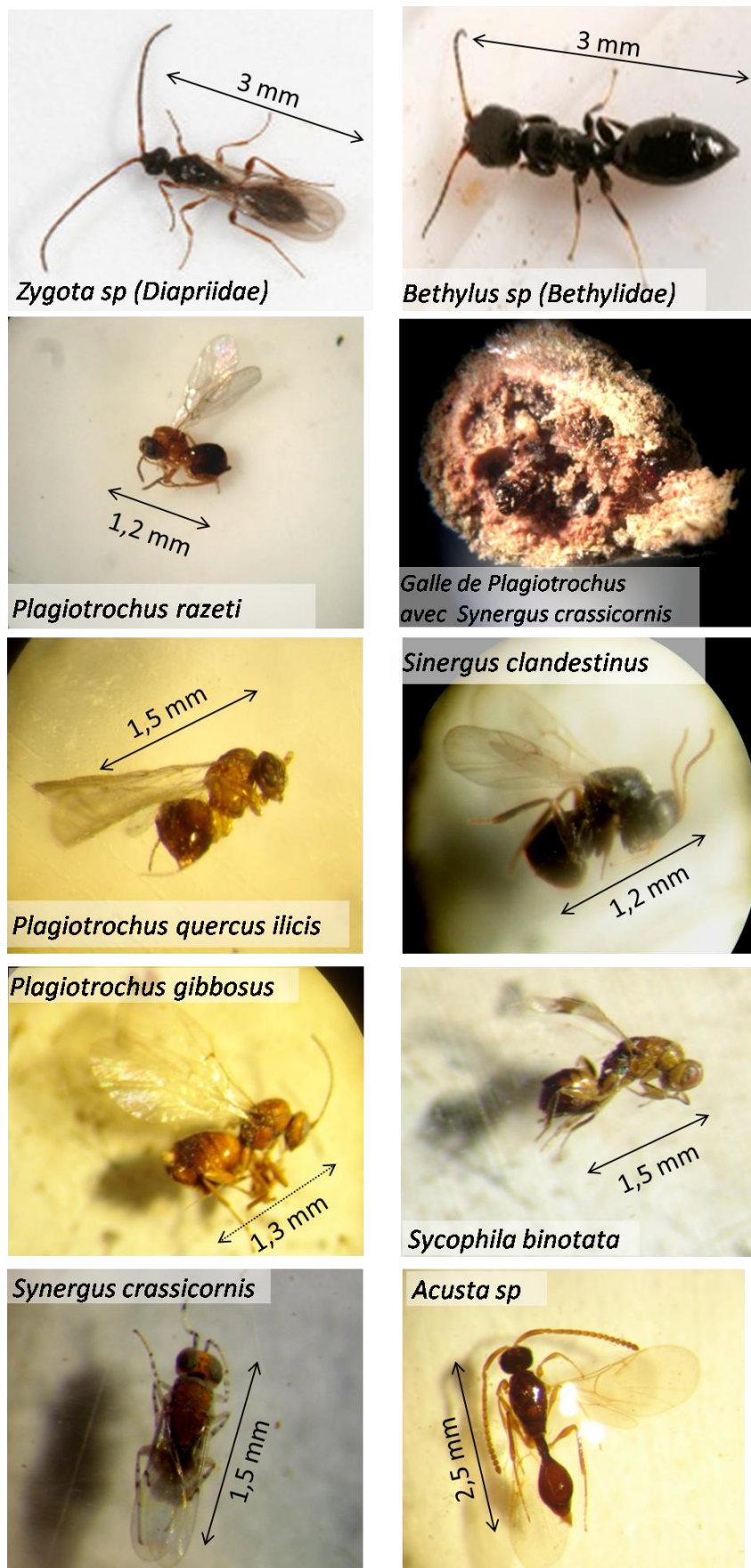


Planche 1 : Photos de quelques Hyménoptères

II. Ordre des Coléoptères

Les Coléoptères représentent le plus grand nombre d'espèces mais les individus sont peu nombreux en comparaison aux Hyménoptères. La diversité des espèces représentées donne une idée assez satisfaisante pour une somme relativement réduite. Elles ne sont certainement pas représentatives de la quantité qui doit peupler la forêt de Tafat. Toutefois c'est parmi les Coléoptères que l'on dénombre le plus grand nombre d'espèces xylophages.

II.1. Famille Buprestidae

Les espèces de cette famille se développent dans le bois ou dans les tiges de plantes herbacées et parfois même dans les feuilles où elles creusent des galeries. Beaucoup d'espèces ont des larves saproxylophages ou phytophages. Les larves des espèces *Anthaxia sp* et *Anthaxia hungarica* vivent aux dépens du bois vivant ou mort, alors que les espèces d'*Agrilus viridis* que nous avons trouvées dans le bois du chêne vert sont polyphages et répandues dans les forêts de chênes et de hêtres et cette espèce est connue d'Europe et signalée en Algérie (CAILLOL, 1913 ; In VILLEMANT, 1991).

II.2. Famille Cerambycidae :

Appelés aussi longicornes (capricornes), leurs larves sont saproxylophages et creusent des galeries dans le bois des chênes. Ils s'attaquent surtout aux arbres affaiblis, mais préfèrent également la sève sur des arbres blessés. En général les adultes sont floricoles (BARBALAT, 1997). La larve de l'espèce *Cerambyx cerdo* Mirbecki, apode à mandibules noirâtres et puissantes a été rencontrée dans le bois mort et cela au cours des années 2006 à 2008, mais seulement au niveau de la station C, car le bois mort n'a pas été retiré. (Fig. 56). Les adultes m'ont été remis par les forestiers.



Fig. 56 : Larve et adulte de *Cerambyx cerdo* (manque une antenne)

II.3. Famille Curculionidae :

C'est la mieux représentée avec un nombre d'espèces égal à sept. La famille des Curculionidae compte de nombreuses espèces qui vivent le plus souvent aux dépens des végétaux herbacés et des feuilles des arbres. La plupart des espèces que nous avons récoltées sont phytophages. L'espèce *Phyllobius oblongus* possède des larves qui mangent les racines, alors que les imagos rongent les feuilles, mais attaquent parfois les bourgeons et les pétales de fleurs, donc peut se rencontrer aussi bien sur les arbres que sur d'autres plantes herbacées. De même que l'espèce *Otiorrhynchus sp* dont les larves se nourrissent de radicules et les adultes de feuilles (DAJOZ, 2007). *Attelabus nitens* espèce phytophage et appelé également « cigarier », est un petit charançon reconnaissable à la couleur rougeâtre de son corps et une tête et des antennes noires. Ce découpeur de feuilles, que la femelle enroule pour pondre ses œufs, peut causer néanmoins des dégâts non négligeables. Les adultes ont été récoltés vers la fin du mois de juin, particulièrement durant l'année 2008. Le genre *Sitona sp* joue un rôle particulier, cette espèce se nourrit de nodules au niveau des racines et par conséquent réduit l'azote atmosphérique fixé par le sol (SCHOTT, 1994). Trois espèces de la sous famille des Scolytinae ont été récoltées au niveau du chêne vert, et sont corticoles, xylophages. L'espèce *Orthotomicus sp* (Fig. 57) fait partie des ravageurs secondaires qui attaquent l'arbre déjà attaqué par un autre destructeur. L'arbre est de ce fait affaibli, en voie de décrépitude ou de sénescence (SCHVESTER, 1986) de même que *Xyleborus sp* et *Xyleborus monographus* (fig. 58, 59), particulièrement ce dernier provoque les « piqures noires » du chêne semblables à celles de *Platypus cylindrus* (DAJOZ, 2007). De plus *Xyleborus monographus* est une espèce polyphage,

attaquant de nombreux feuillus, et selon toutes les observations, c'est un xylophage secondaire, qui vit uniquement aux dépens d'arbres affaiblis ou malvenants (CHADIGAN, 1990 ; WALKER, 2008). L'espèce *Balaninus sp* n'a été récoltée que sous forme de larve et selon BOUHRAOUA (2003) le genre *Balaninus*, coléoptère cléthrophage, est reconnaissable à ses grosses larves blanches.

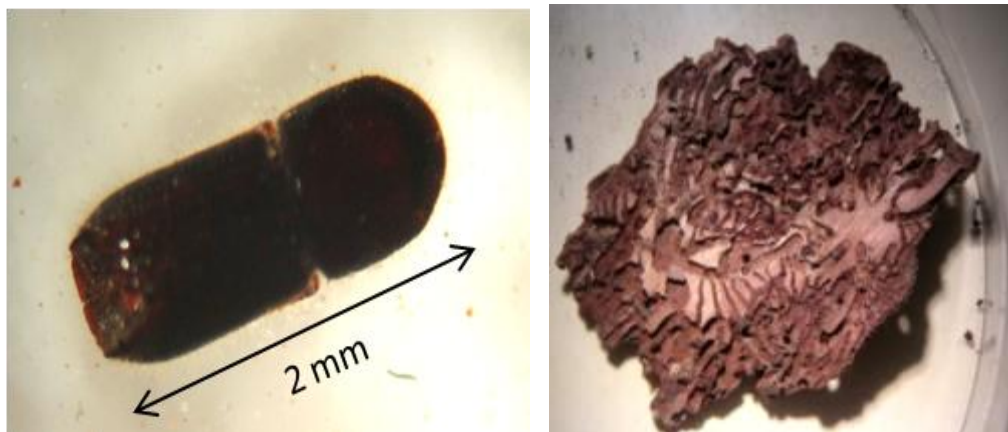


Fig. 57 : *Orthotomicus sp* et ses galeries

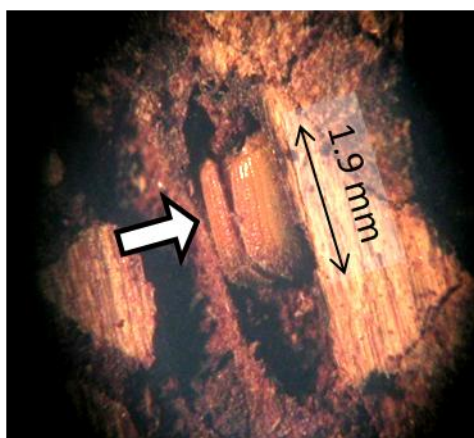


Fig. 58 : *Xyleborus monographus*



Fig. 59 : *Xyleborus sp*

II.4. Famille Chrysomelidae

Avec les Curculionidae cette famille est assez représentative avec sept espèces récoltées au niveau du feuillage du chêne vert de la forêt de Tafat en particulier au niveau des stations (A et C). Selon GRASSÉ (1975), tous les Chrysomelidae sont phytophages, et se nourrissent de feuilles, de racines ou de brindilles. Toutefois les adultes comme les larves provoquent des dégâts non négligeables aux végétaux, et un grand nombre d'espèces peut être rencontré sur le feuillage des essences forestières dont les Fagacées (BALACHOWSKY, 1963).

Les Clytrinae ne sont phytophages qu'à l'état adulte et s'attaquent aux jeunes feuilles et parfois aux bourgeons à fleurs de nombreux arbres forestiers. Alors que leurs larves sont myrmécophiles et se nourrissent des provisions des fourmis, surtout les matières végétales rapportées par celles-ci (VILLEMANT, 1991). *Clytra sp* et *Clytra novempunctata* sont deux espèces polyphages. Les Alticinae sont également phytophages, l'espèce *Psilliodes sp* a été surtout rencontrée au niveau de la litière, tandis que *Longitarsus* et *Altica* sur les feuilles. *Altica* est une espèce de petite taille, qui saute et qui est un grand ravageur des cultures, elle est souvent trouvée sur les crucifères. Parmi les Lachnaea, l'espèce que nous avons rencontrée est *Lachnaea vicina*. Cette espèce est nuisible dans la mesure où elle est phytophage et a été observée sur les bourgeons de *Quercus ilex* au début du mois de Mai en particulier. Selon BALACHOWSKY (1963), *Lachnaea vicina* a déjà été signalée par DELLASUS & al, (1933) comme étant un insecte à l'origine de grands dégâts sur les feuilles de vigne, en Algérie. DE LEPINEY & MIMEUR (1932), avancent que cette espèce est inféodée au *Quercus ilex* et *Rosa sp*.

II.5. Famille Staphylinidae

Les Staphylins sont pour la plupart des prédateurs. Toutefois leur régime alimentaire est très varié. Ils sont détritiphages, végétariens, carnassiers, nécrophages, guanophiles, mycophages, myrmécophiles. L'espèce *Staphylinus olens* que nous avons récolté au niveau des pièges Barber, et dont le nombre d'individus était élevé, est un grand staphylin noir qui redresse son abdomen à la manière d'un scorpion, quand il est inquiet. Le genre *Ocypus* trouvé de la même manière compte parmi les grands prédateurs. Leurs larves chassent des proies qui sont surtout des insectes et autres arthropodes, et de ce fait ils détruisent les larves de nombreux

ravageurs. Ils jouent donc un rôle bénéfique et font donc partie de la « police sanitaire » de la nature (BACHELIER, 1978)

II.6. Famille Coccinellidae

L'espèce *Coccinula quatuordecimpustulata* est la seule coccinelle que nous avons capturée, elle mesure 3mm (planche 2). Elle est très friande de pucerons et surtout de Psylles. C'est une espèce dont la distribution est rare. Les Coccinellidae en général sont utilisés en lutte biologique, et imagos et larves se nourrissent de pucerons et de cochenilles (HEMPTINE & MAJERUS, 2005).

II.7. Famille Cantharidae

Les espèces de cette famille sont prédatrices et se nourrissent de petits insectes et de leurs larves, mais mangent aussi souvent du pollen. Les larves des Cantharidae mènent une existence souterraine et capturent des invertébrés. Les espèces *Malthinus sp* (planche 2) et *Malthinus striatilis* sont de grands prédateurs de pucerons et complètent leur nourriture par le nectar et le pollen (AKOA & SVATOPLUK, 1990).

II.8. Famille Bostrichidae

Au niveau de cette famille nous n'avons capturé qu'une seule espèce *Xylopertha sp* que nous avons prélevée dans le bois mort tombé. Les adultes et les larves de cette espèce forent des galeries dans le bois et la femelle pond ses œufs sous la surface du bois (BRUSTEL & al, 2004).

II.9. Famille Carabidae

Les Carabidae sont des espèces prédatrices, qui pour la plupart ont une digestion extracorporelle, par projection de leurs sucs digestifs sur leur proie. Ils attendent que sa chair soit liquéfiée et l'absorbent ensuite. Parmi les Trechinae, les larves et les adultes du genre *Bembidium* sont charognards. Alors que pour les Carabinae, l'espèce *Calosoma inquisitor* adultes et larves chassent les chenilles de nombreux papillons et vont parfois même les chercher dans les arbres (THIELE, 1977)

II.10. Famille Histeridae

Les adultes des Histeridae sont prédateurs. Les larves sont saproxylophages, coprophages et nécrophages. Le genre *Hister* que nous avons capturé à l'aide des pots Barber, larves et adultes consomment d'autres insectes notamment les asticots et les larves des Coléoptères. Mais de nombreuses espèces sont rencontrées sur les charognes, et aussi sur la matière organique en décomposition, les champignons pourrissants et également sur la sève de divers arbres endommagés (MC GAVIN, 2000)

II.11. Famille Nitidulidae

Les adultes des Nitidulidae sont de petite taille (2 à 4 mm). Adultes et larves consomment de la sève, du nectar et du pollen (MC GAVIN, 2000). Quelques espèces sont prédatrices de Scolytidae et les larves sont souvent saprophages (DAJOZ, 1980). L'espèce *Meligethes sp.*, nous l'avons récoltée par battage seulement, alors que *Carpophilus hemipterus*, par battage et sur les chatons. Selon BRODEUR (2008) plusieurs espèces du genre *Meligethes* et *Carpophilus* s'attaquent aux fruits secs et aux graines et que les larves de *Carpophilus hemipterus* sont endophytes, séminovores ou corticoles.

II.12. Famille Anobiidae

Les Anobiidae (autrefois appelés Ptinidae) sont également appelés « Vrillettes ». Cette famille réunit un millier d'espèces dont la taille ne dépasse guère 5 à 6 mm. Elles sont presque toutes xylophages et elles se développent dans le bois mort même très sec qu'elles transforment en poussière. Le genre *Ptinus* est très souvent observé sous les écorces. Toutefois quelques espèces sont de redoutables ravageurs de denrées alimentaires, (DAJOZ, 2007). L'espèce *Ptinus obesus* que nous avons récoltée sur le feuillage et sur le tronc du chêne vert est, selon ARAHOU (2008), inféodée à cette essence, et elle est saprophyte (planche 2).

II.13. Famille Cetoniidae

C'est sur le tronc que nous avons trouvé l'espèce *Aethiessa floralis*. Les larves des Cetoniidae sont saproxylophages, alors que les adultes sont en général floricoles. Les larves consomment également les matières

végétales pourrissantes, les excréments et le bois. Les adultes consomment surtout la sève, le pollen et les fruits (TAUZIN, 2005)

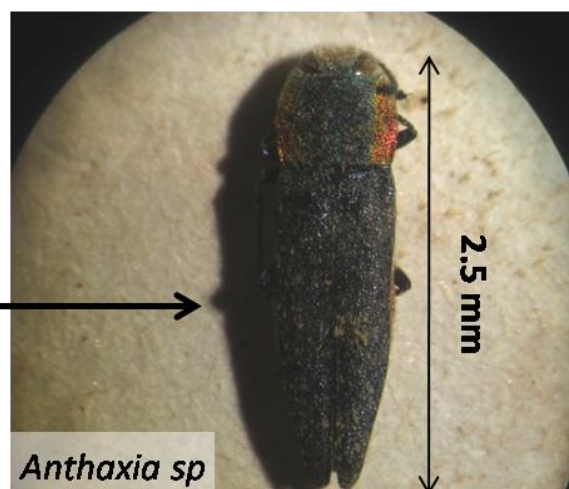
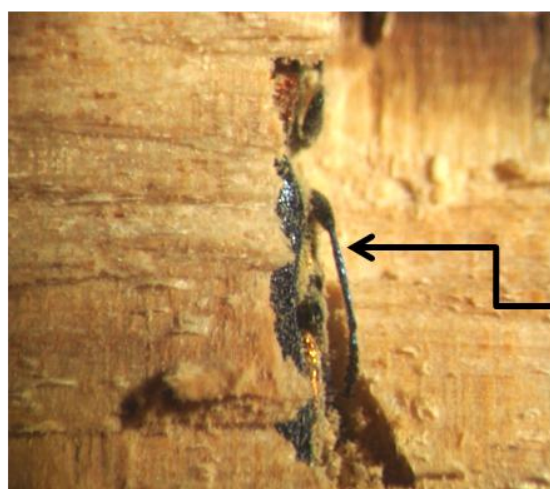
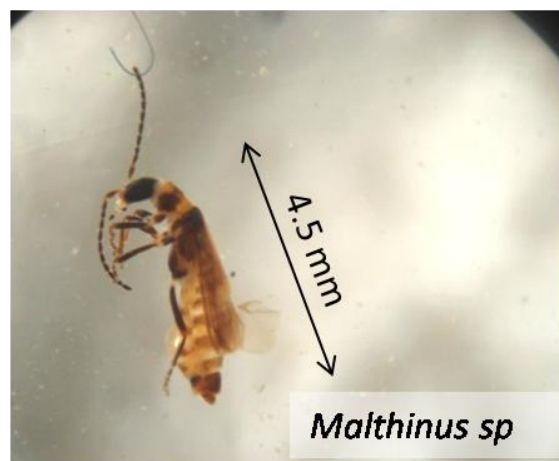


Planche 2 : Photos de quelques Coléoptères

III. Ordre des Hémiptères

L'ordre des Hémiptères renferme deux sous ordres : les Hétéroptères et les Homoptères. En général les espèces des deux groupes sont le plus souvent des phytophages.

Les Hétéroptères sont des punaises qui pour la plupart sont des suceurs de sève, bien que certaines espèces soient prédatrices. Les familles les plus remarquables sont les Anthocoridae et les Lygaeidae.

III.1. Famille Anthocoridae

Cette famille comprend plusieurs espèces pouvant jouer un rôle dans le contrôle des ravageurs. Les Anthocoridae sont utilisées pour lutter contre les pullulations d'Aphidiens, de Thrips, de Lépidoptères et d'Acariens (MC GAVIN, 2000). Ce sont des punaises à corps aplati, allongé ou ovale, pouvant atteindre 5mm de long. L'espèce *Anthocoris nemorum* a été capturée par battage, elle se rencontre donc au niveau de la frondaison. Son corps présente une longueur de 3,5 à 4,5 mm, et les antennes dépassent le scutum et le scutellum pris ensemble. Cette punaise se rencontre sur un grand nombre d'arbres, le plus souvent des feuillus, et s'attaque à des proies variées : Psylles, Pucerons, Thysanoptères, Lépidoptères ou Acariens. Elle se rencontre dans toute la région paléarctique (DAJOZ, 2007). Certaines espèces sont hématophages. De plus en cas de disette on a vu cette espèce aspirer le sang de l'homme (ZAHRADNIK, 1991).

III.2. Famille Lygaeidae

Quatre espèces ont été capturées pour cette famille. Les Lygaeidae sont des espèces généralement phytophages, rarement prédatrices ou saprophages. L'espèce *Spilostethus pandurus* est phytophage, granivore, parfois prédatrice et hématophage de rongeurs. L'espèce *Lygaeus saxatilis* (ou *Spilostethus saxatilis*) est suceur de sève de diverses plantes, sans qu'on puisse affirmer quelle soit inféodée à une espèce précise (PERICART, 1998). De même que *Lygaeus equestris* qui est une punaise méso-xerophile, et dont les larves et les imagos se nourrissent de graines d'un grand nombre de plantes et sont également suceurs de sève de diverses plantes. *Lygaeus equestris* est rencontrée en Europe, Afrique du nord et les régions tempérées d'Asie (ZAHRADNIK, 1991). Peu de données sont fournies pour *Spilostethus*

militaris que nous avons capturé de la même manière que les espèces précédentes.

III.3. Famille Nabidae

Larves et imago sont prédateurs. Les Nabidae sont des punaises prédatrices, voraces et s'accommodent de proies variées. L'espèce rencontrée sur les feuilles du chêne vert est *Himacerus (Aptus) mirmicoides*. Elle se nourrit d'Acariens, et petits insectes capturés sur les arbres, à savoir, des chenilles et des pucerons. Divers Nabidae très communs constituent d'utiles auxiliaires pour l'agriculture (PERICART, 1987).

III.4. Famille Coreidae

Toutes les espèces sont végétariennes, phytophages. Les deux espèces obtenues par battage, *Coreomeris denticulatus* et *Syromastes rhombus* comptent parmi les espèces qui peuvent causer d'importants dégâts (MOULET, 1995).

III.5. Famille Microphysidae

Cette famille regroupe des espèces d'Hétéroptères de petite taille représentée dans notre prélèvement par battage, par l'espèce *Loricula (Loricula) freyi*, dont la longueur du corps ne dépasse guère 2mm (planche 3) est qui par son stylet piqueur suceur aspire la sève, et constitue un danger non négligeable.

Les Homoptères sont représentés surtout par les Aphididae qui comptent neuf espèces, par rapport aux autres familles. Ils sont pour la plupart suceurs de sève, et de ce fait possèdent un appareil buccal piqueur suceur.

III.6. Famille Aphididae

Représentée par les pucerons ou Aphidiens. Ils sont reconnaissables à la paire de cornicules portées par l'abdomen sur la face dorsale, et desquelles, une substance sucrée, appelée miellat est sécrétée pour repousser

les prédateurs. De plus c'est une substance très appréciée des fourmis qui protègent même ces Homoptères (BERNARD, 1969).

Vu leur énorme potentiel reproductif les pucerons sont en mesure d'effectuer de gros dégâts aux arbres, en plus de la transmission des virus. Mais en général, ils ne provoquent pas de défoliations. Cependant les prélèvements de sève élaborée atteignent des valeurs non négligeables lors d'infestations importantes (DAJOZ, 1980). L'espèce *Lachnus roboris* est le puceron des rameaux et les colonies se développent sur les pousses et les branches, particulièrement pendant l'été. C'est un puceron noir, parfois à reflets métallisés, très mobile et visité par les fourmis (REMAUDIÈRE & VICTORIA SECO FERNANDEZ, 1990). Il est inféodé aux chênes, dont *Quercus ilex* (LAURENT, 1967). *Cinara sp* ne vit que sur un seul hôte et, est observé sur feuilles, rameaux et tronc. De plus cette espèce préfère les zones ombragées (sombres). Elle joue un rôle non négligeable sur l'arbre. Elle diminue la production et la qualité de la sève, ainsi que la capacité photosynthétique de la plante et sa respiration. La plante perd de sa vigueur (LAURENT, 1967). Deux espèces ont été récoltées pour la première fois en Algérie, il s'agit de *Hyperomyzus lactucae* et *Wahlgreniella nervata* (en préparation).

III.7. Les Cochenilles

Comme tous les Homoptères, les Cochenilles sont des suceurs de sève. Ce sont des insectes de petite taille et beaucoup n'atteignent pas le millimètre. La famille des Coccoidae est représentée par l'espèce *Kermococcus roboris* qui est une cochenille à carapace et *Pseudococcus sp*, de forme oblongue sécrète une cire filamenteuse ou farineuse qui la recouvre (BONNEMAISON, 1976). Dans la forêt de Tafat, la première a été observée sur rameaux, mais elle est bien visible surtout vers le mois de Mai et Juin, et particulièrement au cours des années 2005, 2007 et 2008. La seconde espèce par contre a été observée surtout au mois de Juin sur les feuilles et en particulier durant l'année 2008. La famille des Diaprididae quant à elle comporte de nombreuses espèces qui ravagent les cultures. Les espèces que nous avons récoltées : *Lepidosaphes ulmi* et *Chionaspis salicis*, mais particulièrement *L. ulmi* constitue des colonies qui forment des encroûtements sur les branches, les rameaux et les feuilles. De plus ces colonies provoquent l'éclatement de l'écorce et un dessèchement progressif de la plante. La présence de substance toxique dans la salive de cette

cochenille provoque une nécrose des feuilles qui commence sur le bord du limbe et qui s'étend peu à peu à la nervure médiane (DE GROAT, 1967).

III.8. Famille Issidae

Toutes les espèces ont été obtenues par battage, et toutes sont nuisibles dans la mesure où elles sont dotées d'un appareil buccal piqueur-suceur développé et de ce fait sucent la sève élaborée (DELLE GIUSTINA, 1989). Les espèces *Issus coleoptratus* et *Hysteropterum sp* ont été récoltées durant toutes les années d'observation, et en nombre d'individus important. Il est à noter que certaines nymphes d'*Issus coleoptratus* étaient parasitées par un hyménoptère Dryinidae parasitoïde, et ceci se remarque au sac formé sous les ébauches des ailes de l'Homoptère (planche 3). Par contre l'espèce *Epiptera europea* juvénile n'a été observée qu'au cours de l'année 2008 vers le mois de Mai et seulement en nombre très restreint (trois individus) (planche 3).

III.9. Famille Cicadellidae

En forêt la strate supérieure représente un habitat permanent pour les Cicadelles (CLARIDGE & WILSON, 1982). En effet les espèces *Eupteryx sp* et *Cicadella viridis* ont été obtenues par battage. Toutes deux sont suceuses de sève. Les premiers stades larvaires de l'espèce *Eupteryx sp* ont été observés dès le mois de Mars et suivis jusqu'à l'adulte qui apparaît à la fin du mois de Juin, après passage par cinq stades larvaires. Cette espèce a été observée au cours de toutes les années.

III.10. Famille Aleyrodidae

Les Aleurodes ou mouches blanches causent des dégâts importants sur de nombreux végétaux. Ce sont des suceurs de sève qui sont polyphages (LHONORE & BOUGET, 2003). L'espèce *Aleyroda sp* a été observée sur le chêne vert, dans la forêt de Tafat en nombre très élevé, mais seulement au niveau de la station D située à une altitude de 700 mètres. Les pontes ont été observées dès le mois d'Octobre et les adultes à la fin du mois de Mai et au cours du mois de Juin (planche 3).

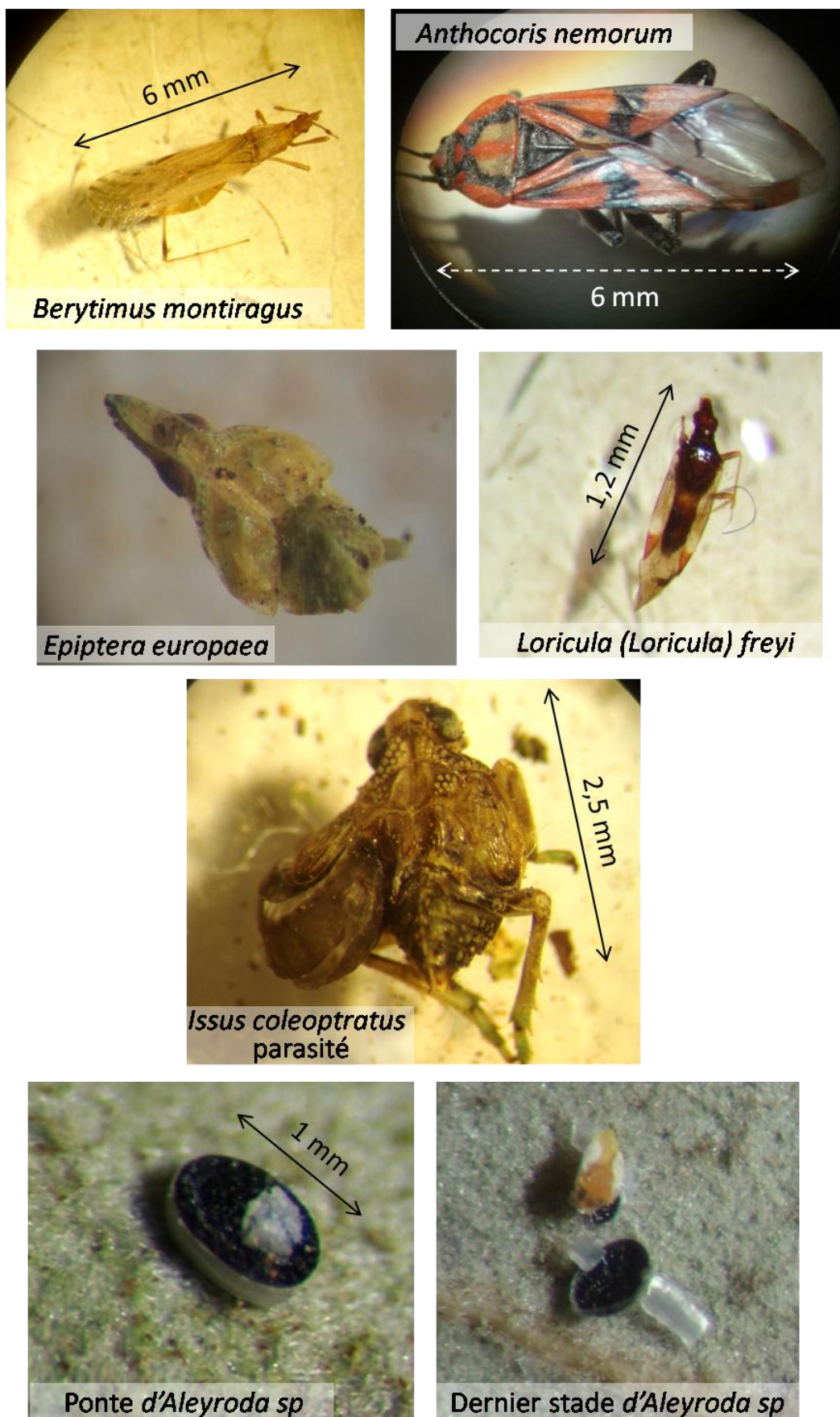


Planche 3 : Photos de quelques Hémiptères

IV. Ordre des Diptères

Les Diptères de la forêt de Tafat ont été capturés à l'aide des pots Barber pour la majorité des espèces, et d'autres sur les troncs et les feuilles. C'est toutefois un groupe assez important par le nombre d'espèces et le nombre d'individus que nous avons rencontrés. De nombreuses espèces appartenant à différentes familles n'ont pas été déterminées. Notons que la super famille des Empidoidea comprend des espèces dont les larves sont toutes exclusivement prédatrices de mouches, moucheron et moustiques, et la majorité des adultes aussi. Trois familles Dolichopodidae, Empididae et Hybotidae appartenant à cette super famille ont été capturées.

IV.1. Famille Dolichopodidae

Ce sont de petites mouches prédatrices à l'état adulte et larvaire. Selon BORROR & al (1989), à partir de l'observation des Dolichopodidés, on peut caractériser l'état d'un milieu, naturel ou perturbé, sain ou pollué. A un même type de milieu donné correspondent des espèces caractéristiques. L'espèce *Sciapus sp* a été récoltée au mois d'Avril. Selon PARENT (1938) cette espèce est prédatrice de petits insectes mous.

IV.2. Famille Empididae

Les Empididae sont des mouches à longues pattes, et dont la trompe est bien développée. L'espèce *Empis sp* est prédatrice de larves de Cochenilles et d'Acariens. Ses larves vivent dans l'humus et le bois en décomposition. L'espèce *Rhamphomyia sp* se rapproche beaucoup de *Empis sp*, de plus ses larves sont prédatrices et vivent dans le sol (TREHEN, 1970).

IV.3. Famille Hybotidae

Cette famille rassemble les espèces qui rejoignent les familles précédentes par leur prédation. L'espèce *Platypalpus sp* est prédatrice de petits Diptères par ses larves et floricole par ses adultes (BOIVIN, 1999).

IV.4. Famille Bibionidae

Les Bibionidae sont des diptères nématocères, dont les larves jouent un rôle non négligeable au niveau du sol. Elles jouent un rôle important dans la litière en décomposant la matière végétale et se développent dans le bois

humide. Les deux espèces *Bibio hortulanus* et *Dilophus sp* sont apparus au mois d'Avril. En général leurs larves se nourrissent indifféremment de tout organe végétal souterrain, ce qui entraîne des dommages au niveau des racines (TREHEN, 1970).

IV.5. Famille Tipiludae

C'est une famille de Diptères importante numériquement. Les adultes sont inoffensifs du point de vue médical. Les larves sont essentiellement saprophages ou détritiphages, et se développent dans la matière organique en décomposition. *Tipula sp* a été récoltée sur les feuilles des rameaux bas. Il est possible que les larves de cette espèce soit nuisibles aux cultures en détruisant le système racinaire des cultures maraîchères et de graminées. Les Tipulidae se rencontrent partout, mais surtout en forêt où les arbres maintiennent une certaine humidité (PIERRE, 1924)

Les autres familles des Diptères, dont les espèces pour la plupart n'ont pas été déterminées jouent un rôle non négligeable au niveau de la forêt. Notons toutefois que la famille des Cécidomyidés qui compte parmi les plus importante des Diptères défoliateurs est représentée au niveau de la forêt de Tafat par l'espèce *Dryomyia lichtensteini*, espèce gallicole qui par ses attaques répétées pourrait entraîner un ralentissement de la photosynthèse.

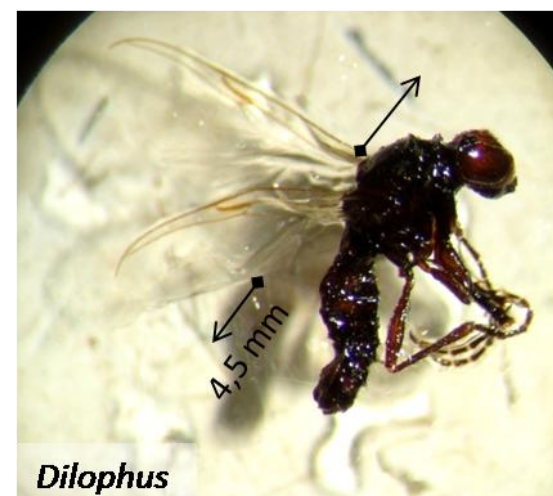
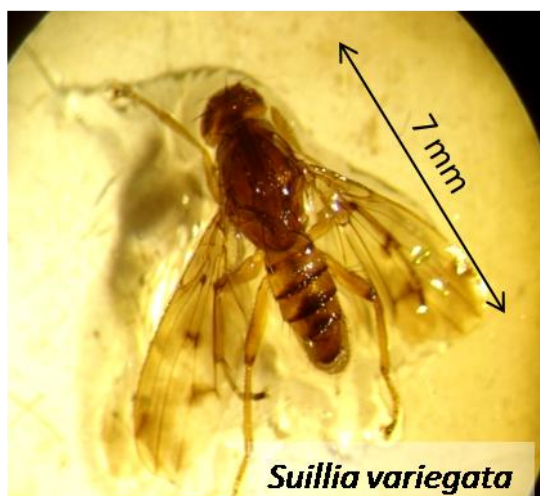
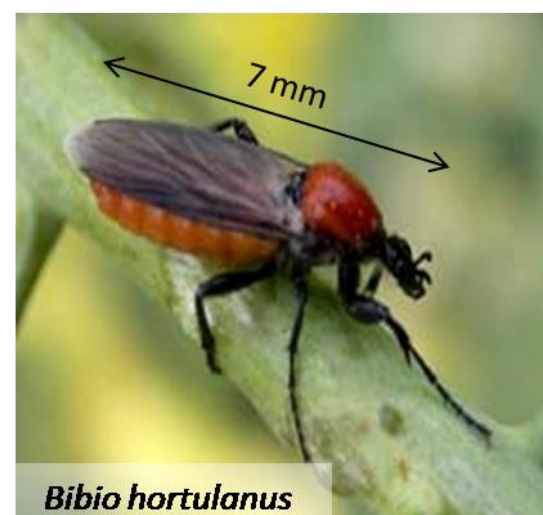
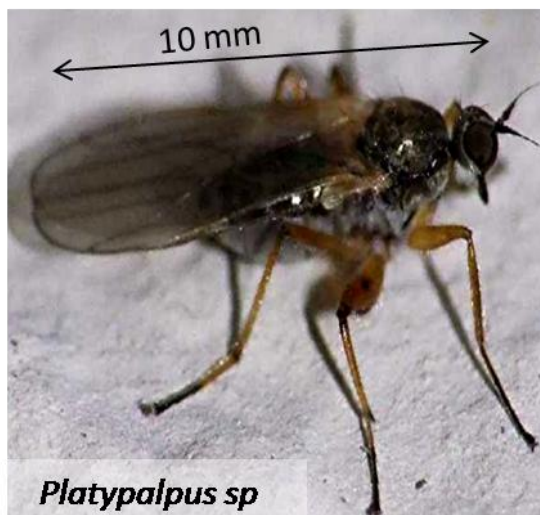
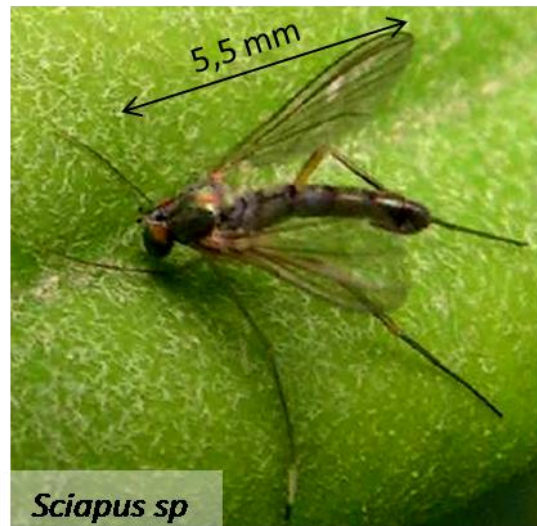
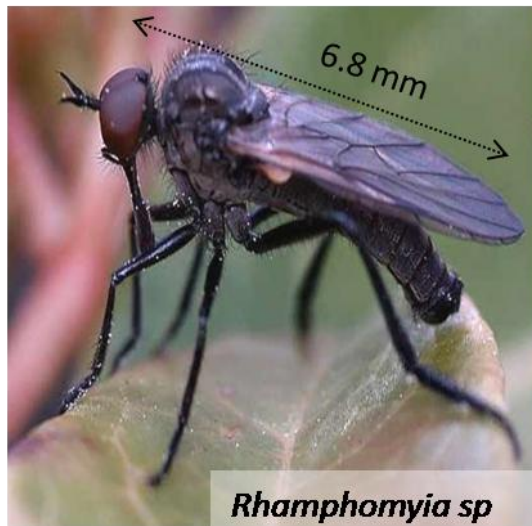


Planche 4 : Photos de quelques Diptères

V. Ordre des Lépidoptères

Les Lépidoptères que nous avons capturés à la fin du mois d'Avril et au mois de Mai-Juin sont pour la plupart des chenilles. Pour cela il a été difficile de les déterminer. Parmi les quelques familles, les principales sont :

V.1. Famille Lymantridae

C'est au mois de Juin 2008 que nous avons trouvé dans la collecte des insectes par battage l'espèce *Lymantria dispar*. Le nombre d'individus est peu élevé, une dizaine de chenilles, au niveau de la station A et B. Selon FRAVAL & EL YOUSFI (1989), le vent est l'agent naturel de la dispersion de l'espèce, il entraîne les chenilles nouveau-nées vers de nouveaux hôtes. Il est à remarquer que la forêt de chêne-liège, de Tamentout est située à 80 kilomètres au Nord-Est de Sétif et que depuis l'année 2006, elle est la proie de ce lépidoptère défoliateur. En Juin 2009, la forêt est quasiment dénudée. Une désolation qui selon VILLEMANT (1991) dure peu et que trois semaines plus tard les arbres débourrent de nouveau.

Lymantria dispar est un lépidoptère qui provoque les dégâts les plus spectaculaires parmi tous ceux qui vivent aux dépens du feuillage du chêne liège (*Quercus suber*). Cependant cette espèce est capable d'attaquer une très grande variété de plantes, mais le chêne liège est son hôte préféré. Les autres espèces de *Quercus* (notamment le chêne vert) servent de nourriture à *Lymantria dispar* sans doute d'un écotype différent (VILLEMANT, 1991).

V.2. Famille Tortricidae

Les Tortricidae ou « Tordeuses » sont des ravageurs phytophages dont de nombreuses espèces sont nuisibles aux arbres fruitiers, aux arbres forestiers, aux vignes et aux céréales. Leur nom vient du fait que leurs chenilles ont l'habitude d'enrouler ou de tordre, à l'aide de fil de soie, les feuilles des plantes dont elles se nourrissent. Parmi ces ravageurs, comme pour *Lymantria dispar*, c'est sous forme de chenilles que nous avons récolté l'espèce *Tortrix viridana*, au mois de Mai, mais le nombre d'individus est beaucoup plus élevé. Les dégâts de cette espèce sur chênes auxquels elle est strictement inféodée, sont liés à une coïncidence phénologique stricte entre le débourrement du chêne et l'évolution des jeunes larves (DU MERLE, 1981 ; 1983a). Ces dégâts dépendent aussi de l'impact des nombreux

ennemis naturels (DAJOZ, 1980), dont la fourmi *Crematogaster scutellaris* prédatrice des pontes de *Lymantria dispar* et de celles de *Tortrix viridana* (VILLEMANT, 1989a). Toutefois ce défoliateur présente également des pullulations mais de façon beaucoup moins cyclique (SCHVESTER, 1985). Selon ABGRALL (1990) c'est un défoliateur discret. *Tortrix viridana* est répandue dans toute l'Europe et l'Afrique du Nord et elle s'étend à l'Est jusqu'à l'Iran.

V.3. Famille Géométridae

Les chenilles des Géométridae sont également appelées « arpeuteuses » en raison de leur démarche. Elles ont un corps mince et allongé et elles avancent en s'arc-boutant à la fois sur leur pattes thoraciques situées à l'avant du corps et sur leurs pattes abdominales réduites à deux paires et situées à l'extrémité du corps. Certaines de leurs chenilles sont « fortement défeuillantes » et peuvent causer des dégâts importants aux forêts de feuillus. Une grande variété de Géométridae s'attaque au genre *Quercus* (SORIA, 1987). L'espèce *Carcina quercana* retrouvée sur le chêne est en général inféodée au genre *Quercus*, mais vit aussi sur le hêtre et le poirier qui sont ses plantes nourricières. Elle est rencontrée en Europe, Afrique du Nord, l'Asie mineure et Amérique du Nord (ROBINEAU, 2007).

V.4. Famille Gracillariidae

Ce sont des microlépidoptères dont les chenilles sont mineuses de feuilles. Selon BALACHOWSKY (1966) les chenilles des Lépidoptères de la famille des Gracillariidae vivent en endophytes mineuses jusqu'à la première mue puis, à partir du stade II, elles deviennent externes donc ectophytes. L'espèce *Phyllonorycter pseudojoviella* de la sous famille des Lithocolletidae a été observée sur les feuilles basses du chêne vert dans la forêt de Tafat, et cela au cours de toutes les années. Les chenilles vivent à l'intérieur des mines en formes spécifiques creusées à l'intérieur des feuilles (Fig. 60). Nous observons sur les feuilles des mines plates ou plaques légèrement boursouflées et de couleur brunâtre.

Certaines espèces du genre *Phyllonorycter* vivent dans les écorces vertes des arbres, et de nombreuses espèces mineuses de la sous famille des Lithocolletidae s'attaquent aux arbres forestiers (DAJOZ, 1980).

Remarque

Les espèces des Familles Pieridae, Nymphalidae, Lycaenidae, Papilionidae, ont été capturées sous forme d'imagos. C'est au mois de Juin que nous avons observé le maximum d'individus. Si par leurs larves elles sont nuisibles, les adultes par contre fréquentent les arbres et les buissons, butinant le nectar de leurs fleurs. C'est le cas par exemple, du Papilionidae : *Iphiclides podalirius*, ou des Pieridae : *Pieris brassicae*, *Gonepteryx cleopatra* ou encore des Lycaenidae : *Plebejus argus*.



Feuilles de *Quercus ilex* minées par *Phyllonorycter pseudojoviella*



Fig. 60: Espèce *Phyllonorycter pseudojoviella* Deschka Microlépidoptère du chêne vert (*Quercus ilex* L.)

VI. Ordre des Collemboles

Dans la forêt de Tafat Quatre familles de Collemboles ont été répertoriées. En général les Collemboles sont inféodés à la litière, et ne sont abondants que lorsque l'humidité est suffisante, toutefois les espèces de la famille des Hypogastruridae, de coloration gris bleue ont été trouvées sous l'écorce et ressemblent à ceux de la litière. D'autres Collemboles tels les petits Isotomidae, *Isotoma viridis*, les Entobryidae *Orchesella sp* et les Neanuridae, *Collembola sp* et *Anurida maritima* ont été récoltés par battage. Les Collemboles peuplent des biotopes très divers et malgré tout sont sensibles aux variations des conditions ambiantes (PESSON, 1980).

VII. Ordre des Psocoptères

Les Psocoptères vivent sur les feuilles des arbres et ont été obtenus par battage, les Psocoptères sont très nombreux dans la frondaison (MAHARI, 1980). Cinq familles ont été répertoriées au niveau de la forêt de Tafat, les Peripsocidae, Liposcelidae, Epipsocidae, Trichopsocidae et Psocidae. Les espèces de ces familles sont des insectes qui pour la plupart sont bossus et se nourrissent davantage de champignons parasites que de tissus foliaires. Certaines espèces vivent sous les écorces des arbres et se nourrissent de lichens, de moisissures, de spores de champignons et de débris divers (MC GAVIN, 2000). C'est le cas de l'espèce *Liposcelis sp* que nous avons récoltée et qui est très polyphage, peut se nourrir de matériaux très variés d'origine animale ou végétale. Cette espèce dévore le pollen, les cadavres d'insectes, et les œufs d'autres espèces (VILLEMANT, 1991). Les Psocoptères se révèlent de bons indicateurs de pollution, ceci car la pollution atmosphérique modifie beaucoup leur répartition, par l'intermédiaire de son action sur les épiphytes (SCHNEIDER, 1989). Notons que les troncs et les rameaux des arbres de la forêt de Tafat sont parfois complètement recouverts de Lichens

VIII. Ordre des Névroptères

Les Névroptères et surtout leurs larves sont des auxiliaires. Les Ascalaphidae et les Myrmeleontidae (fourmilions) dévorent des moucheron à l'état adulte et leurs larves qui sont carnassières et possèdent des « crocs » suceurs se nourrissent de fourmis (SEMERIA & BERLAND, 1988). Les

espèces *Ascalaphus libelluloides* et *Palpares libelluloides* (Ascalaphidae) et *Myrmelion formicarius* sont présents sur le chêne vert, mais le Myrmeleonide *Myrmeleon formicarius* était représenté par trois individus seulement et a été récolté vers la fin du mois de Juin.

IX. Ordre des Dermaptères

C'est dans les pièges à phéromone de Martin que nous avons trouvé l'espèce *Forficula auricularia* avec un nombre d'individus assez élevé. Les Dermaptères Forficulidae, en plus des matières végétales, mangent de petites chenilles, des Aphidiens et autres petits insectes (MC GAVIN, 2000). De ce fait il est fort probable que de nombreux insectes contenus dans le piège, aient été dévorés par ces derniers (observation personnelle). C'est une espèce cosmopolite qui se nourrit aussi de racines, bourgeons, fleurs, feuilles et fruits (CAUSSANEL & ALBOUY, 1990).

X. Ordre des Thysanoptères

Les Thysanoptères sont également appelés Thrips. Dans la chênaie de Tafat, les Thrips sont surtout présents dans la frondaison. Ils sont prédateurs ou phytophages. Possédant des pièces buccales du type piqueur-suceur, ils occasionnent des dégâts notamment aux cultures (MC GAVIN, 2000). Les espèces qui vivent dans la litière, sous les écorces ou dans les galeries des xylophages, ont le plus souvent un régime mycétophage (VILLIERS, 1977). L'espèce *Thrips fuscipennis* ou thrips commun de la famille des Thripidae a été observé au cours de toutes les années et récolté par battage. Adultes et jeunes sucent la sève des végétaux, mais certains consomment des moisissures, et même aspirent le suc d'autres insectes. La même observation est faite pour l'espèce *Haplotrys sp* (BACHELIER, 1978)

XI. Ordre des Dictyoptères

Les espèces ont été récoltées sur le tronc des arbres morts debout et sur bois mort tombé. C'est surtout sous les écorces qu'ils se cachent, ce qui montre que ce sont des espèces lucifuges et de plus ils se déplacent très rapidement, ce sont de bons coureurs. *Ectobius sp* et *Blatella sp* font partie de la famille des ectobiidae. L'espèce *Ectobius sp* est une espèce détritivore

et peut être rencontrée le plus souvent dans la litière de même que l'espèce *Loboptera decipiens* qui en plus se cache sous les pierres également.

Peu d'espèces ont été répertoriées mais les individus sont nombreux et de plus se déplacent très rapidement. Ce sont des consommateurs de toute une gamme de matière organique.

XII. Ordre des Zygentoma

Autrefois Thysanoures (concept désormais absolète), les Zygentomes ou poisson d'argent, sont rencontrés dans toutes les régions, mais recherchent les milieux chauds et relativement secs. Les espèces présentent un corps aplati, ce qui leur permet de circuler aisément sous l'écorce, et de ce fait rechercher des débris divers pour se nourrir (VILLEMANT, 1991). C'est à ce niveau que l'espèce *Lepisma lineata* de la famille des Lepismatidae, fut récoltée. Selon MC GAVIN (2000), les Zygentomes sont rencontrés aussi bien dans la canopée que sous les pierres, dans les grottes, dans les maisons ou dans les nids d'oiseaux, les fourmilières et les termitières. ROSS-ARNETT (2000), pense que c'est probablement le groupe le plus en avance des insectes primitifs aptérygotes.

XIII. Ordre des Orthoptères

Très peu d'Orthoptères ont été rencontrés dans la forêt de Tafat. Végétariens, ils ont été rencontrés en particulier sur le tronc, et ont été capturés par la méthode de la chasse à vue. Une espèce de la famille des Acrididae : *Oedipoda caerulescens*, une espèce de Gryllidae, *Nemobius sylvestris* qui vit parmi les feuilles sèches surtout dans les forêts de chêne (CAMPAN, 1965), et une espèce de Pamphagidae, *Pamphagus sp.* En général peu d'espèces de ce groupe sont liées au milieu forestier dans les régions tempérées (DAJOZ, 2007). De plus leur vagilité leur permet de fuir rapidement d'un milieu qui ne leur convient pas et d'en coloniser un autre conforme à leur exigence (DEFAUT, 1997c).

XIV. Ordre des Trichoptères

Les Trichoptères appelés également Phryganes sont des papillons ternes et sans écailles. Une seule espèce indéterminée a été récoltée au niveau de la station D. Si les adultes mènent une vie terrestre, en volant lentement et en parcourant de petites distances, les larves par contre sont aquatiques et vivent dans des étuis en général tubulaires qu'elles fabriquent (MC GAVIN, 2000).

Conclusion

De ces 14 différents ordres, il en ressort, que chacun est représenté par un nombre de familles et d'espèces, dont le rôle au sein de la forêt est remarquable et non négligeable non seulement vis-à-vis des espèces elles-mêmes mais également vis à vis du végétal ligneux (*Quercus ilex*) auquel elles sont inféodées.

Discussion générale

La forêt est un écosystème dans lequel les arbres prédominent. Mais il existe également des arbustes, des arbrisseaux, des végétaux herbacés, des cryptogames. La forêt de Tafat n'échappe pas à cette règle. De ce fait une faune entomologique variée et spéciale, tant du point de vue systématique qu'importance économique et régime alimentaire, s'installe dans ce milieu qui possède une structure complexe et en particulier une stratification verticale caractéristique. Aussi des liens de dépendance nombreux existent dans cet ensemble en raison de la grande richesse en espèces. En effet dans cette chênaie à *Quercus ilex*, vit une entomofaune riche et variée. L'inventaire des insectes liés à cette essence, en ayant utilisé diverses techniques de récolte décrites, nous a permis de recenser la présence de 170 espèces réparties sur 14 ordres, dont les plus représentatifs sont les Coléoptères, les Hyménoptères, les Hémiptères, les Diptères et les Lépidoptères. En comparant nos résultats avec ceux d'autres inventaires effectués en Algérie et dans d'autres pays, nous pouvons avancer qu'ils présentent une part relativement importante. En Algérie, nous pouvons citer les travaux de MELIZI (1988) qui a recensé 31 espèces dans le parc de Belezma (Batna), de SAADOUN (1989) avec 19 espèces dans le massif de Zaccar (Miliana), de ATTAL-BADREDDINE (1994) avec 110 espèces au niveau du parc de Chréa, de SAYAH (2003) avec 95 espèces dans les yeuseraies de Bordj-Ghedir. Dans d'autres pays en particulier en France, sont mentionnés FAVARD (1962) qui a inventorié 177 espèces en Provence (France), BIGOT & KABAKIBI (1989) avec 97 espèces dans le massif des Maures (Var, France), ARAHOU (2008) a prélevé 310 espèces sur chêne vert dans le moyen Atlas marocain et cela de 1983 à 1987 tout en précisant que les espèces attachées au sous bois sont plus abondantes que les espèces liées à l'essence forestière elle-même.

Si nous regardons les inventaires effectués sur d'autres chênes, nous remarquons une importance de peuplement entomologique peu différente. Sur chêne-liège les travaux de GHANEM (1992) ont montré la présence de 52 espèces dans la forêt de Larbaatache (Alger), BENMECHRI (1994) a recensé dans la forêt de Tamentout (petite kabylie) 76 espèces sur chêne liège, 97 sur chêne zeen et 102 sur chêne Afarès. DEMNATI (1997) a présenté 100 espèces dans la région d'El-Kala et BOUHRAOUA (2003) dans son étude

portant sur différentes forêts de l'Ouest note la présence de 144 espèces dans la forêt de M'sila, 37 dans celle de Nesmoth, 43 à Zarieffet et 64 à Hafir. En France BIGOT & KABAKIBI (1989) ont relevé un peuplement de 116 espèces dans le massif des Maures (France), VILLEMANT & FRAVAL (1991) recensent 350 espèces dans la subéraie de la Mamora (Maroc) et cela pendant plusieurs années tout en pensant que cet inventaire est encore loin d'être complet.

Les peuplements entomologiques associés au chêne vert dans la forêt de Tafat ont été récoltés sur différentes parties de l'arbre. En général il existe une diversité des régimes alimentaires, d'habitats et de mode de vie qui permettent de distinguer des ensembles d'espèces ou guildes qui cohabitent et qui exploitent la même ressource. De plus chaque espèce d'insecte est spécialisée pour consommer une partie bien déterminée du végétal. De ce fait il ya donc une répartition des espèces qu'il est indispensable de connaître afin de mieux cerner l'étude quantitative. Notre étude nous a permis de distinguer les insectes frondicoles qui vivent dans la frondaison, parmi le feuillage des arbres, dans un milieu appelé fréquemment la canopée. Ce sont les phytophages qui ont différentes manières d'exploiter les feuilles. Selon SCHVESTER (1985) tout insecte phytophage est potentiellement ravageur. Toutefois dans la frondaison peuvent également s'y trouver des espèces prédatrices que d'espèces simplement attirées par la floraison ou seulement venues chercher refuge dans le feuillage. Dans l'iliçaie de Tafat, il y a dominance des phytophages sur les prédateurs, tout en sachant que parmi les phytophages de la frondaison se rencontrent également des espèces inféodées aux plantes du sous-bois dont la composition floristique détermine pour une large part la diversité du peuplement frondicole des chênaies (BIGOT, 1983 ; BIGOT & KABAKIBI, 1987 ; MAHARI, 1992 ; ARAHOU, 2008). Les Coléoptères phytophages sont représentés principalement par les curculionidés et les chrysomélidés avec respectivement 8 et 7 espèces. Selon la littérature, ce sont les groupes les mieux représentés aussi bien au niveau des chênaies vertes que des subéraies, BIGOT & KABAKIBI (1989), VILLEMANT & FRAVAL (1991), BENMECHRI (1994), SAYAH (2003).

A ce groupe se joignent les Hémiptères dont la majorité est également phytophage. Ce sont les suceurs de sève Homoptères, dont la famille qui regroupe le plus grand nombre d'espèces est celle des Aphididae avec 9 espèces : *Lachnus roboris* et le genre *Thelaxes* ont été également signalés sur chêne liège (GHANEM, 1992 ; BENMECHRI, 1994 ; BOUHRAOUA, 2003).

Les Cochenilles (Kermestidae et Diaspidiidae) regroupent 4 espèces de même que les Cicadellidae (3espèces) et les Issidae avec 1 seule espèce (*Issus coleoptratus*). Les Homoptères Aleyrodidae sont également des suceurs de sève très nuisibles si le seuil est dépassé, seulement cette famille n'a été rencontrée qu'au niveau de la station D. Les Hétéroptères phytophages sont représentés par 8 espèces, la famille des Coreidae comprend 2 espèces *Coreomeris denticulatus* et *Syromastes rhombeus* qui peuvent être à l'origine de grands dégâts et la famille des Lygaeidae en compte 4 dont la nuisibilité est aussi importante. Notons que le Lygaeide *Spilosthetus paudurus* a été récolté par ARAHOU (2008) sur chêne vert dans le moyen Atlas marocain. Les Stenocephalidae et les Microphysidae comptent respectivement 1 espèce phytophage. D'autres suceurs de sève ont été récoltés par battage, il s'agit des Thrips, en particulier l'espèce *Thrips fuscipennis*.

Les phyllophages rencontrés sur chêne vert dans la forêt de Tafat sont peu nombreux. Ce sont les Lépidoptères qui renferment 2 espèces qui sont considérées comme défoliatrices *Carcina quercana* (Geometridae) et *Tortrix viridana* (Tortricidae). Cette dernière fréquente aussi bien le chêne vert que d'autres chênes (VILLEMANT & FRAVAL, 1991 ; BENMECHRI, 1994 ; ARAHOU, 2008). Tout comme le curculionide *Attelabus nitens*, *Tortrix viridana* peut être à l'origine de défoliations importantes, mais cela n'a jusqu'à présent jamais eu lieu dans la forêt de Tafat. A ces deux espèces s'ajoutent les Lépidoptères mineurs de feuilles représentés dans notre inventaire par une seule espèce *Phyllonorycter pseudojoviella* non citée dans la littérature en Algérie.

Les frondicoles gallicoles sont surtout des Hyménoptères Cynipidae particulièrement le genre *Plagiotrochus*. Sur les 7 espèces récoltées, 4 sont nouvelles pour le continent Africain et 1 pour l'Algérie. Notons toutefois que mise à part l'espèce *Plagiotrochus amenti* qui s'attaque à *Quercus suber*, en particulier, les autres Cynipidés ont le plus souvent un rôle économique faible. Par contre les Diptères gallicoles rencontrés sont représentés par la famille des Cécidomyiidae qui dans notre inventaire ne comporte qu'une seule espèce *Dryomyia lichtensteini* et malgré le nombre élevé de feuilles attaquées, cela ne semble pas influencer sur l'aspect général de la forêt. C'est une espèce qui a été citée dans presque toutes les forêts algériennes dont l'entomofaune a été étudiée.

Les mangeurs de fruits qui ravagent les glands sont presque absents de la forêt de Tafat, seul *Balaninus sp* à été récolté sous forme de larves. Il est à remarquer que les charançons du genre *Balaninus* ont des larves qui vivent dans les fruits de divers arbres d'essences forestières comme le noisetier, le châtaignier et les chênes, à l'exception de *Balaninus villosus* qui se développe dans les galles du Cynipide *Biorrhiza pallida* (DAJOZ, 2007).

Les xylophages sont également présents aussi bien sur bois vivant en sève que sur bois mort en chandelles ou tombé. Ce sont des espèces du tronc et des rameaux. Ils sont représentés par un nombre d'espèces assez important. Ce sont les Scolytides (3 espèces), les Bosthrichides (1 espèce), les Buprestides (3 espèces), les Cerambycides (1 espèce), les Anibiidae (1 espèce). Notons que le scolyte *Xyleborus monographus* a été cité sur chêne liège dans les forêts de l'Ouest par BOUHRAOUA (2003). En général ce sont des espèces corticales stricts, mangeurs de phloème, alors que les xylophages stricts s'attaquent au bois (ou xylème) et peuvent se rencontrer parmi les Hyménoptères, dont la fourmi *Crematogaster scutellaris* citée par plusieurs auteurs VILLEMANT (1991) ; BENMECHRI (1994) ; BOUHRAOUA (2003) en particulier sur chêne liège, et parmi les Coléoptères Ptinides l'espèce *Ptinus sp*. Les espèces xylophages ont été rencontrées surtout au niveau de la station C où les arbres morts sont nombreux.

Les espèces saproxylophages sont surtout représentées par les larves cas des Coléoptères : genre *Hister* et l'espèce *Aethiessa floralis*.

Les insectes auxiliaires récoltés au niveau de la forêt de Tafat sont surtout des prédateurs et en seconde position les parasites, Selon DAJOZ (1980) ces deux groupes sont très nombreux en forêt. Les Coléoptères comptent le plus grand nombre. Les plus remarquables sont les Carabidae représentés par *Calosoma inquisitor*, espèce peu mentionnée dans la littérature au niveau des chênaies vertes. Les Coccinellides représentés par une seule espèce et de plus, est rare *Coccinella quatuordecimpustulata*. Les familles Cantharidae, Staphyllinidae avec l'espèce *Ocypus* à rôle très bénéfique. Les Hyménoptères comptent également de nombreux prédateurs appartenant aux différentes familles (Bethylidae, Pompilidae, Eumenidae...), les Névroptères représentées par 2 familles importantes (Ascalaphidae et Myrmeleontidae), des parasites (Ichneumonidae, Ceraphronidae, Diapriidae, Braconidae...) et des parasitoides tels les Scelionidae, Orussidae... tous frondicoles.

D'autres insectes prélevés sur *Quercus ilex* dans la forêt de Tafat mais sont inféodés à d'autres végétaux, notamment les Coléoptères *Phyllobius oblongus* qui peut se rencontrer aussi bien sur les arbres que sur d'autres plantes herbacées. Dans le sud de la Finlande, cette espèce est considérée comme un défoliateur très fréquent sur le bouleau (ROUSI & al, 1997), tandis que l'espèce *Sitona sp* se nourrit des nodules des racines en particulier des légumineuses (ARAHOU, 2008) et *Otiorrhynchus sp* dont les larves mangent les radicelles et les adultes les feuilles d'arbres fruitiers (BONNEMAISON, 1962).

Les insectes de la litière sont bien représentés dans l'iliciaie par les Aptérygotes (Collemboles : 4 espèces), mais aussi par des Coléoptères (Ptinidae..) et des Diptères (Bibionidae...) caractéristiques du milieu forestier.

En somme les insectes nuisibles vrais sont peu représentés à peine 6 espèces. Ce résultat rejoint celui de DECOURT & al (1981) qui estime qu'en général les espèces véritablement nuisibles constituent moins de 1 pour cent de la totalité des espèces présentées et que dans tous les types de forêts très peu d'espèces, de 1 à 6 le plus souvent, agissent comme des ravageurs principaux. Mais en général est considérée comme nuisible toute espèce pouvant occasionner des dégâts sur l'arbre même de peu d'importance. La figure 61 montre la distribution de la faune entomologique nuisible du chêne vert selon le régime alimentaire.

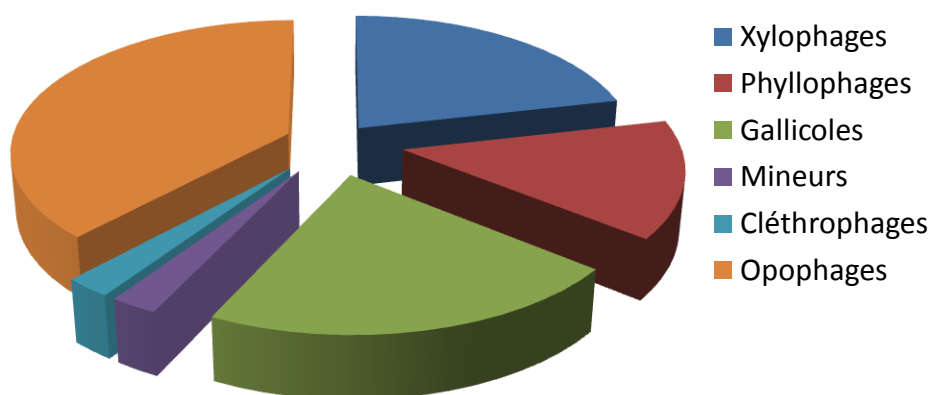


Fig. 61 : Distribution de la faune entomologique nuisible au chêne vert selon le régime alimentaire

En se référant à nos résultats nous pouvons avancer que les phytophages constituent les 2/3 de la faune et que les prédateurs le 1/3 restant. Des résultats analogues ont été publiés par DAJOZ (1967), MATEU (1972) et BIGOT & BODOT (1972). Les phytophages prolifèrent avec le débourrement du chêne, en particulier les Lépidoptères, et sont donc considérés comme des consommateurs primaires qui sont à l'origine des dégâts causés sur les feuilles, les bourgeons les fruits..., mais qui sont freinés par les prédateurs et les parasites, consommateurs secondaires, qui contribuent à la limitation des populations de ces ravageurs qui finissent par être affaiblis ou anéantis.

Conclusion générale

La forêt de Tafat est un milieu non connu sur tout le plan faunistique et particulièrement entomologique. Aussi notre principal objectif était de remédier, du moins en partie, à cette insuffisance en essayant dans un premier temps de dresser un inventaire partiel des espèces que nous avons pu capturer et dans un deuxième temps d'essayer de mettre en évidence le rôle joué par ces insectes sur une essence dominante le chêne vert *Quercus ilex*.

Le chêne vert constitue 80% du recouvrement. Cet arbre robuste et résistant est malgré tout soumis à de multiples facteurs de dégradation dont ceux des insectes. Le cortège entomologique associé à cet arbre nous a permis de dresser un inventaire pas très exhaustif mais qui joue toutefois un rôle non négligeable sur la santé de toute la forêt. Aussi par notre contribution nous avons pu répertorier 14 ordres divisés en 125 familles réparties en 231 espèces dont 170 sont déterminées. Les ordres les plus importants sont représentés par les Coléoptères, les Hyménoptères, les Hémiptères, les Diptères et les Lépidoptères avec respectivement 57, 39, 29, 18 et 13 espèces. Ces ordres regroupent à eux seuls 152 espèces déterminées. Les différentes méthodes de capture sont aussi importantes les unes que les autres, elles se complètent avec une légère préférence pour le battage qui nous a permis de récolter un maximum d'insectes phytophages et donc capables de défeuiller les arbres si le seuil est dépassé.

L'analyse des résultats nous permet d'avancer que les richesses spécifiques sont en relation étroite avec la diversité de la végétation et les conditions écologiques qui en découlent, au niveau des stations. C'est ainsi que la station C et A sont les plus riches avec un nombre d'espèces respectivement égal à 91 et 80 tandis que la station D, au sol en grande partie dénudé, ne renferme que 29 espèces.

Les matrices de similitude établies à partir du coefficient de Jaccard et interprétées par le dendrogramme basé sur la méthode des plus proches voisins, permettent de différencier deux classes. L'une formée par les stations A, B, C avec un taux de similitude proche de 0,5 et l'autre par la station D dont le taux est 0,2. Le premier ensemble est riche en arbres et en sous-bois et le second est pauvre et soumis à de nombreux facteurs de dégradation.

Les valeurs de diversité et d'équitabilité calculées à partir de l'indice de Shannon, pour les cinq principaux ordres, font ressortir que les stations A, B et C présentent des peuplements homogènes, diversifiés, tandis que la station D traduit une certaine instabilité.

La dynamique des richesses spécifiques et des abondances au cours des années 2006, 2007 et 2008, montre que les effectifs sont représentatifs à la fin du printemps et le début de l'été, soit le mois de Mai et le début du mois de Juin, pour l'année 2006, mais pour les années 2007 et 2008, l'activité entomologique débute dès le mois d'Avril et se poursuit jusqu'à la fin du mois de Juin. Ceci peut s'expliquer par le fait que l'année 2006 fut moins pluvieuse que les deux autres années, et que les conditions de développement se réalisent au mois de Mai jusqu'à la fin de Juillet. C'est au cours de cette période que les peuplements atteignent leur maximum de développement.

L'application de l'analyse de la variance à deux facteurs (ANOVA) sur le nombre d'insectes et par rapport à tous les ordres montre que les facteurs ordre, densité et année ont un effet significatif sur l'abondance par contre le facteur altitude n'a pas d'influence sur cette même variable. Appliquée aux principaux ordres, les résultats obtenus sont les mêmes.

En complémentarité, l'étude de la configuration spatiale, confirme les résultats de l'ANOVA, et montre que la répartition des insectes n'est pas aléatoire, elle est du type agrégatif, les individus ayant tendance à vivre plus ou moins regroupés, qu'ils sont bien associés à l'essence forestière dominante et que cette répartition s'ajuste bien à une distribution binomiale négative. La régression linéaire multiple appliquée au nombre d'individus et au nombre d'espèces montre que parmi les facteurs abiotiques, la pluviométrie et l'humidité jouent un rôle prépondérant et ont un effet significatif.

L'analyse en composantes principales (A C P) montre que l'humidité moyenne et la pluviométrie jouent un rôle non négligeable sur le nombre d'espèces.

L'étude bio-écologique de deux espèces *Dryomyia lichtensteini* et *Mesopolobus lichtensteini* permet d'avancer que ces deux espèces sont univoltines et que *Dryomyia* est gallicole tandis que *Mesopolobus* est parasitoïde de ce même insecte. Le nombre élevé d'individus de l'ordre des Hyménoptères est dû à la présence de l'espèce *Mesopolobus lichteinsteini* et l'ordre des Diptères à celle de *Dryomyia lichtensteini*. Du point de vue

distribution stationnelle, il existe donc aussi bien des espèces inféodées à une seule station que des espèces communes aux quatre.

De l'étude écologique et biologique de cet ensemble entomofaunistique, nombreuses sont les espèces qui jouent un rôle non négligeable dans la forêt de Tafat. Sont rencontrées dans ce riche biotope des espèces phyllophages dévastatrices, cas de *Tortrix viridana*, de *Attelabus nitens*, de *Clytra novempunctata* et tous les chrysomèles. D'autres sont peu nuisibles comme *Blatella sp*, *Ectobius sp*, la majorité est prédatrice cas de *Staphylinus olens* et la plupart des Coléoptères, suceuses de sève cas de *Lachnus roboris*, *Pseudococcus sp*, sans oublier les espèces xylophages *Cerambyx cerdo* et le scolyte *Orthotomicus sp* dont les dégâts sont aussi importants que ceux des phyllophages. Toutefois la distribution et l'abondance des insectes phytophages sont essentiellement contrôlées par la compétition, la prédation et le parasitisme.

Des différentes espèces rencontrées, celles de la famille des Cynipiae de l'ordre des Hyménoptères est remarquable par sa particularité. La plupart sont des espèces gallicoles, et leurs galles peuvent se situer aussi bien au niveau des feuilles qu'au niveau des rameaux et provoquer ainsi des dégâts considérables (cas de *Plagiotrochus amenti*). Parmi ces gallicoles, pour la première fois ont été citées au niveau du continent Africain les espèces *Plagiotrochus gibbosus*, *Plagiotrochus razeti*, *Plagiotrochus vilageliui*, *Plagiotrochus yeusei* accompagnée de son commensal *Synergus crassicornis* non connu dans le même continent. L'espèce *Plagiotrochus amenti* citée pour la première fois en Algérie et très nuisible, est inféodée au chêne liège, mais retrouvée sur le chêne vert, transportée par le vent et l'espèce *Orussus taorminensis* de la famille des Orussidae parasitoïdes des larves de Coléoptères dont les Buprestidae et d'Hyménoptères, est également citée pour la première fois en Algérie et pour la seconde fois sur le continent Africain.

D'autres ravageurs importants dont dépend la survie de la forêt, tels les Coléoptères *Xyleborus monographus* dont le rôle se rapproche de celui de *Platypus cylindrus* par ses « piqures noires » ne sont pas à négliger.

Cette étude, nous a permis de contribuer à la connaissance des insectes de la forêt de Tafat, milieu encore vierge, et de montrer les relations existant entre les différentes espèces et la plante hôte. Il est à remarquer que *Quercus ilex* n'a pas échappé à l'invasion du champignon *Biscogniauxia mediterranea* (*Hypoxylon mediterraneum*) dont les dégâts n'ont encore bien

visibles peuvent toutefois se propager. Notons que la forêt de Tafat est soumise en plus, à des contraintes d'ordre anthropique qui peuvent perturber la flore et la faune et par là l'équilibre établi dans le temps.

Enfin des études s'imposent afin de mesurer l'importance des actions des facteurs biotiques sur l'ensemble des communautés animales et végétales.

Bibliographie

- ABGRALL, J.F., SOUTRENON, A. & BARTHOD, C., 1990.- Guide technique du forestier méditerranéen français (extrait : protection phytosanitaire). CEMAGREF. Aix en Provence.45p.
- ACHHAL, H., AKABLI, O., BARBERO, M., BENABID, A., M'HIRIT O.PEYRE, C., QUEZEL, P. & RIVER- MARTINEZ, S., 1979 – A propos de la valeur bioclimatique et dynamique de quelques essences forestières du Maroc. *Ecol. Medit*, 5 :211-249.
- ACHHAL, H., 1987.- Etude phytosociologique et dendrométrie des écosystèmes forestiers du bassin versant du N'fis (haut atlas central). Thèse Univ-Aix-Marseille III. 1- 188.
- AIDOUD, A., 1989.-Contribution à l'étude des écosystèmes pâturés (hautes plaines Algéro-oranaises, Algérie). Thès. Doc. Etat. Univ. Tech. H. Boumediène, Alger. 210p + ann.
- AKMAN, Y., BARBERO, M. & QUEZEL, P., 1979. - Contribution à l'étude de la végétation forestière d'Anatolie méditerranéenne. *Phytocoenologia* 5(1):1- 79 et 5(2):189-276 et 5(3):277-346.
- AKOA, N., SVATOPLUK, B., 1990.- Coléoptères. Ed.Grund. Paris. 221p.
- ARAHOU, M., 2008.-Catalogue de l'entomofaune du chêne vert du Moyen Atlas. Maroc. Document de l'Inst.Sci.Rabat.N° : 22.
- ASKEW, R. R., 1965.- The biology of the British species of the genus *Torymus* Dalman associated with galls of Cynipidae on oak,with special reference to alterrrrnation of forms.*Transactions of the society for British Entomology*,16:217-232.
- ASKEW, R. R., 1966.- Observations on the British species of *Megastigmus* Dalman (Hymoptères, Torymidae) which inhabit Cynipid oak galls.*Entomologist*. 99: 124-128.
- ASKEW. R. R. & BOUCEK, C., 1968 – Index of Palearctic Eulophidae (excl. Tetrastichinae), Index of entomophagous Insects. Ed: Delucchi V., & Remaudière G. 3: 9-954.
- ASKEW, R. R. & NIEVES- ALDREY, J.L, 2000 - The genus *Eupelmus* Dalman, 1620 (Hymenoptère, Chalcidoidea, Eupelmidae) in peninsular

- Spain and Canary Island, with taxonomic notes and descriptions of new species. *Graellsia*, 56: 49-61. .
- ATTAL-BADREDINE, A., 1994.-Contribution à l'étude de l'entomofaune du chêne vert (*Quercus ilex* L.) dans le parc national de Chr ea. Th ese. Mag. Inst.Nat.Agr. El Harrach. 97p.
- BACHELIER, G., 1978.- La faune des sols, son écologie et son action. Initiations. Ed. Doc. Tech.O.R.S.T.O.M. Paris. 391p.
- BALACHOWSKY, A.S., 1963.-Entomologie appliquée à l'Agriculture. Coléoptères (Chrysomelidae). Ed. Masson. Paris. (1). 1 : 569-1391
- BALACHOWSKY, A.S., 1966.-Entomologie appliquée à l'Agriculture. Les Lépidoptères. Ed. Lechevalier. Paris. T.11, Vol.11. 1055p.
- BAGNOULS, F., & GAUSSEN, H., 1953.-Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Hist. Nat.Toulouse.*,88(3-4). 184-239.
- BARBALAT, S., 1997.- Faunistique de 47 Cerambycid s (Col. Cerambycidae) capturés dans les gorges de l'Areuse (Neuchâtel, Suisse). *Bull. Soc. Neuchâteloise Sc.Nat.*, 120 :99-119.
- BARBAULT, R., 1981.- Ecologie des populations et des peuplements. Ed. Masson. Paris. 200p.
- BARBERO, M. & QUEZEL, P., 1979.- La végétation forestière de la Cr te.*Ecol. Medt.* 5 : 175- 210.
- BARBERO, M., QUEZEL, P. & RIVAS-MARTINEZ, S., 1981.-Contribution à l'étude des groupements forestiers et pr forestiers du Maroc. *Phytocoenologia* : 9(3) : 311-442.
- BARBERO, M., & LOISEL, R., 1983.- Les chênaies vertes du Sud-Ouest de la faune Méditerranéenne. Valeurs phytosociologiques, dynamiques et potentielles. *Phytocoenologia* 11(2) : 225-244.
- BARBOTIN, F., 1985.- Description de trois espèces nouvelles se rapportant au genre *Plagiotrochus* (Hymenoptera, Cynipoidea, Cynipidae). *Revue Française d'Entomologie*,(N.S) 7 (2) : 55-59.
- BARRY, J.P., CELLES, J.C. & FAUREL, L., 1976.-Carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques.Feuilles d'Alger, 1/100000. Soc.Hist.Nat.d'Afrique du Nord.Alger.
- BAUCE, E., 2005.-Entomologie forestière. Cours, 17p.

- BEGUINOT, G., 2000.- Catalogues des zoocécidies de Saône- et –Loire, première réactualisation. Bull.Soc. Hist.Nat.Autun, 173 :11-21.
- BEGUINOT, G., 2001.- Souplesse d'adaptation, écologie comparée chez 2 espèces d'Acariens, cécidogènes, *Aceria ilicis* et *Aceria achilleae*. Bull.Soc.Hist.Nat.Creusot, 49 : 25-26.
- BELLIDO, D. & PUJADE- VILLAR, J., 1999.- Especies asociadas agallas de cinipidos a del pirineo andorrano (Hym. Cynipoidea, Chalcidoidea, Ichneumonidea). Bolt. Asoc. Esp. Ent, 23 (1-2) : 277-291).
- BENIA, F., BOUNECHADA, M. & KHELIL, M.A., 2004.-Le chêne vert (*Quercus ilex* L.) et ses ravageurs dans la région de Sétif (Nord- Est Algérien).Integrated Protection in Oak Forests. IOBC.Bull. 28 (8):111-112.
- BENIA, F., KHELIL, M.A.& PUJADE-VILLAR, J., 2009.- *Orussus taorminensis* (TRAUTMANN, 1922) encontrada por primera vez en Argelia (Hymenoptera: Orussidae). Boln.Asoc.esp.Ent.33. (1-2):267-269.
- BENIA, F., KHELIL, M.A.& PUJADE-VILLAR, J., 2009.- *Plagiotrochus amenti*, une espèce gallicole potentiellement dangereuse pour le chêne- liège (*Quercus suber* L.) trouvée pour la première fois en Algérie. (Hymenoptera, Cynipidae).Nouv. Rev.Ent. (N.S).23 (4) :291-206.
- BENIA, F., KHELIL, M.A. & PUJADE-VILLAR, J., 2010.- Espèces de *Plagiotrochus* Mayr, 1881 ; collectées en Algérie (Hymenoptera : Cynipidae). Nouv. Rev. Ent. (N.S). (In press).
- BENKHELIL, M.L., 1991.- Contribution à l'étude synécologique des Coléoptères du massif de Babor. Thèse. Mag. Univ. Sétif. 131pp.
- BENMECHERI, S., 1994.-Etude bioécologique des insectes phyllophages et des mangeurs de glands de trois chênaies : Suberaies-Afareçaises et Zeenaie de la forêt de Tamentout. Thèse.Mag.Univ. Annaba.92p.
- BENSLIMANE, M., HAMIMED, W., EL ZEREY, W., KHALDI, A. & MEDERBAL, K., 2008.- Analyse et suivi du phénomène de la désertification en Algérie du Nord. Rev. Scien. Env, 18 (3). 9p.
- BERLAND L., 1976.- Atlas des Hyménoptères de France. Belgique.Suisse. Atlas Entomol. Boubée.Paris. 1. 157pp ; 2. 198pp.

- BERNARD F., 1969.- Les Fourmis de la forêt de la Mamora (Maroc).
Rev.Ecol.Biol.Sol.6(4), 483-513. In Villemant C. et Fraval A., La faune
du chêne -liège. Actes-Editions.Rabat.191-194.
- BIGOT, L. & BODOT, P., 1972.- Contribution à l'étude biocénotique de la
garrigue à *Quercus coccifera*. II- Composition biotique du peuplement
des Invertébrés. Vie et Milieu, 32 (2), Serie C, 229-249.
- BIGOT, L. & KABAKIBI, M., 1987.- Evolution spatio-temporale de la
composition et de la structure du peuplement frondicole sur chêne-
liège dans le massif des Maures (Var). Bull. Ecol. 16 (3), 157-168.
- BIGOT, L. & KABAKIBI, M., 1989.- Evolution spatio-temporale de la
composition et de la structure de la communauté frondicole des
Arthropodes du chêne vert dans le massif des Maures(Var).Bull. Ecol.
20 (2). 163- 171.
- BIGOT, L., BONIN, G. & ROUX, M., 1983.-Variation spatio-temporelles
entre la communauté des Coléoptères et Psocoptères frondicoles et la
végétation dans le massif de la Sainte Baume (Provence). Ecol. Médit.
IX,3-4, 173-191.
- BLANCHOT, P., 1992.- Nouveau répertoire bibliographique et nouvelles
données biologiques sur les parasites de *Musca domestica* (Diptère,
Muscidae).EPHT, Biol.Evol. Insects, 5. 1-54.
- BLANK, S.M., KAUS, M. & TAEGER, A., 2006. -*Orussus smithi*. sp.n. and
notes on other West Palearctic Orussidae (Hymenoptera). Recent
Sawfly Research. Synthesis and Prospects. 265-278.
- BOIVIN, G., 1999.- La recherche sur les entomophages. Etat de la situation.
Ann. Soc.Ent.France (n.s). 35. 348-355.
- BONNEMAISON, L., 1962.- Les ennemis animaux des plantes cultivées et
des forêts. SEP. Paris, 3. 413p
- BONNEMAISON, L., 1976.- Les ennemis animaux des plantes cultivées et
des forêts. Ed. Sol. Paris. T. 11, 497p.
- BORROR, D. J., TRIPLEHORN, C.A. & JOHNSON, N.A., 1989.- An
introduction to the study of insects .Sixth edition, Saunders College
Publishing. **PAGE**
- BOUCEK, Z., 1977. A faunistic review Jugoslavian Chalcidoidea (parasitic
Hymenoptera). J. Ent. Jugosl. 13 suppl: 145p

- BOUDY, P., 1950. Economie forestière Nord Africaine. Tome(2) Fasc.1. Monographie et traitement des essences forestières. Ed. Larose, Paris, 525p.
- BOUDY, P., 1952.- Guide du forestier en Afrique du Nord. Ed. La Maison Rustique, Paris. 505p.
- BOUDY, P., 1955.- Economie forestière Nord-Africaine. Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Tome IV. Ed. Larose.Paris.483p.
- BOUDERBA, D., 1989.- Contribution à la connaissance d'un taillis à chêne vert. Biomasse, structure, productivité et régénération. Rapport interne.
- BOUHRAOUA, R.T., 2003.- Situation sanitaire de quelques forêts de chêne liège de l'Ouest Algérien. Etude particulière des problèmes posés par les Insectes. Thèse.Doc.Univ.Tlemcen. 220 p.
- BOUNECHADA, M., 1991.Contribution à l'étude des Chrysomelidae (Coléoptères) de la région de Sétif. Thèse. Mag.Inst. Biol. Sétif. 160p
- BRODEUR, J., 2008.- Principes et application de la lutte biologique. Actes du colloque « Protéger la forêt naturellement » St Georges. Beauce, pp:10-13.
- BROWIEZ, K., 1982. - Chorology of trees and shrubs in South- West Asia. Polish Acad of Sc, 1. Warzoga: 1- 172.
- BRUNNER J.F., 1993. Orchard pest management. (Originally published).
- BRUSTEL, M., VALLADARES, L. & VANMEER, C., 2004.-Contribution à la connaissance de Coléoptères saproxyliques remarquables des Pyrénées et des régions voisines (Coleoptera). Bull. Soc. Ent. France, 109 (4) :413-424.
- CAMPAN, R., 1965.- Etude du cycle biologique du grillon *Nemobius sylvestris* dans la région toulousaine.Bull.Soc. H.N. Toulouse.100 :1-8.
- CANADELL, J., RIBA, M., & ANDRES, P., 1988.- Biomass equations for *Quercus ilex* L. in the Montseny Massif,Northeastern Spain.Forestry, 61,2: 137-147.

- CAGNIANT, H., 1973. Les peuplements des Fourmis des forêts Algériennes. Ecologie, biocénose, essai biologique. Thèse.Doc.Sci.Nat.Univ.Paul Sabatier. Toulouse, 467p.
- CAILLOL, H., 1913.-Catalogue des Coléoptères de Provence. 2^e partie.Publ. Soc. Linn. Provence.In Villemant.C., & Fraval.A., 1991.-La faune du chêne liège. Actes Ed.
- CAUSSANEL, CL. & ALBOUY, V., 1990.- Faune de France. Les Dermaptères (perce-oreilles). 245p.
- CHACALI, G., BENMATI, F. & DERBAL, K., 2001.- Les ravageurs des chênes en Algérie. Journées techniques phytosanitaires.INPV.Alger. 344-354.
- CHADIGAN, M., 1990.-Les facteurs du dépérissement du chêne-liège (*Quercus suber* L.) associés à l'installation des xylophages en forêt de la Mamora. D.E.S. Ecol.Fac.Sci.Univ.Rabat.167p.
- CHARA, S., 1987.- Etude comparée de la Biologie et de l'Ecologie de *Calliptamus barbarus* et *Calliptamus wattenwyllianus* (Orthoptera, Acrididea) de l'Ouest Algérien. Thèse. Doc.Ing.Univ.Droit écon.Sci.Aix-Marseille. 190p.
- CHAUMONT, M. & PAQUIN, C., 1971.-Carte pluviométrique de l'Algérie. 4 feuilles au 1/50 000. Notice explicative 24 p. Bull. Hist. Nat .Afr.du Nord. Alger.
- ÇIKMAN, E., BEYARSLAN, A. & CIVELEK, H.S., 2006.-Parasitoids of leafminers (Diptera, Agromyzidae) from Southeast Turkey with 3 New Records. Turk.J. Zool. Tubitak. 30: 167-173.
- CLARIDGE M.F. & WILSON M.R., 1982.- Insect herbivore guilds and species area relationships: leaf-miners on British trees.Ecol. Ent. 7: 19-30.
- CHINERY, M., 1988.- Insectes d'Europe occidentale. Ed: Arthaud. 317p
- CHU, H.F., 1946.-1947.The immature Insects. Ed. WM. C. Brown Company Publisher.
- COLAS, G., 1974.-Guide de l'Entomologie. Ed. Boubée et Cie. Paris.323p
- DAGET P., 1976.- Les modèles mathématiques et écologiques. Ed. Masson.Paris. 478 p.

- DAHMANI-MEGREROUCHE, M., 1984.- Contribution à l'étude des groupements à chêne-vert (*Quercus rotundifolia* Lamk.) des monts de Tlemcen (Ouest-Algérien) : Approche phytoécologique et phytosociologique. Thèse. Doc.3^e Cycle, Inst.Biol.Univ. Sc.Tech.Houari Boumediène, Alger, 238p + Ann.
- DAHMANI-MEGREROUCHE, M., 2002.- Typologie et chênaies vertes en Algérie. Forêt méditerranéenne. XXIII (2) :15p.
- DAJOZ, R., 1966.- Ecologie et biologie des Coléoptères xylophages de la hêtraie. (1ere partie). Vie et Milieu, 17, 325-636.
- DAJOZ, R., 1967.- Ecologie et biologie des Coléoptères xylophages de la hêtraie. (2eme partie). Vie et Milieu, 17, serie C. 523- 763.
- DAJOZ, R., 1980.- Ecologie des Insectes forestiers.Ed. Gauthier-Villars.489p.
- DAJOZ, R., 1985.- Répartition géographique et abondance des espèces du genre *Triplax* Herbst (Coléoptères, Erotylidae). L'Entomologiste, 41 :pp.241-250.
- DAJOZ, R., 2007.- Les insectes et la forêt. Rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier.2^E Ed.Tec et Doc.Lavoisier.
- DALLA TORRE, A, & W., KIEFFER, J, J., 1910. - Cynipidae. Das Tierreich, 24. 891p. In Pujade-Villar, J., & al. 2000. Cynipidae associated with *Quercus* collected in Corsica with the description of a new *Plagiotrochus* species (Hymenoptera, Cynipoidea). Zoosystema, 22 (4): 835-846.
- DAUPHIN P. & ANIOTSBEHERE J.C., 1993, réed. 1997.- Les galles de France. Mem.Soc.Linn.Bordeaux, 2, 316p.
- DECOURT, N., BECKER, M. & CHARLES, R.S., 1981.- Bases écologiques du développement des ressources sylvicoles. In Les connaissances scientifiques écologiques et le développement et la gestion des ressources et de l'espace. Paris. CNRS., 193-217.
- DEFAUT, B., 1997c.- Localités intéressantes en France continentales. L'Entomologiste: 53 (1) : 1-8.
- DEGROAT, R. C., 1967.- Twig and branch mortality of American beech infested with oystershell scale. Forest Science 13: 448-455

- DELLE GIUSTINA, W., 1989.-Homptères Cicadellidae.Faune de France 73. Feder. Fr. Soc. Sci.Nat.INRA, Paris.
- DELLASUS, M., LEPIGRE, A. & PASQUIER, R., 1933.-Les ennemis de la vigne en Algérie et les moyens pratiques de les combattre. Les parasites animaux.Tome 1.Imprimerie Jules Carbonel. Alger. 249p.
- DE LEPINEY, J., & MIMEUR, J.M., 1932.-Notes d'entomologie agricole et forestière du Maroc.Mem. Soc. Sci. Nat Maroc.31, 195p :In Bounechada, M., 1991.- Contribution à l'étude des Chrysomélidae (Coléoptères) de la région de Sétif. Thèse. Mag.Inst. Biol. Sétif. 160p.
- DEMNATI, F., 1997.- Contribution à l'étude de l'entomofaune du chêne-liège dans la région d'El -Kala.Thèse. Mag.Inst.Nat.Agro. El Harrach, 70p.
- DERBAL, R., 2000.- Contribution à l'étude des insectes des glands dans les yeuseraies de la région de Ras- El- Oued (Bordj-Bou-Arréridj).Mem.Ing. Inst.Nat.Agro. El Harrach, 64p.
- DIEUZEIDE, R., 1928.- Sur deux Hyménoptères parasites des *Dryomia* des chênes des environs d'Alger. Bull.Sci.Hist.Nat de l'Afrique du Nord.T XVIII, Pl VIII.
- DREUX, P., 1980. -Précis d'écologie Ed. Press.Univ. Paris VI. 229p.
- DU MERLE P., 1981. Variabilité génétique et adaptation à l'hôte chez *Tortrix viridana* L (Lep. Tortricidae). Comptes rendus hebdomadaires. Acad. Sci. Paris.292 (3) 519-522.
- DU MERLE P., 1983a. Phénologie comparée du chêne pubescent, du chêne vert et de *Tortrix viridana* L (Lep, Tortricidae).Mise en évidence chez l'insecte de deux populations sympatriques adaptées chacune à l'un des chênes. Acta oecol., Oecol. app., 4(1). 55-74.
- EMBERGER, L., 1955.- Une classification biogéographique des climats. Rev .Labo.Bot.Géol.Zoo.Fac.Sci.Montpellier. 7. 1-43.
- EMBERGER, L., 1971.- Travaux de Botanique et d'Ecologie. Ed. Masson et Cie. France. 120pp.
- FAVARD P., 1962.- Contribution à l'étude de la faune entomologique du chêne vert de Provence. Thèse. Doc. Univ .Aix-Marseille.138p.

- FLORET, C., GALAN, M.J., LE-FLOCH, E. & ROMANE, F., 1992.- Dynamics of holm oak (*Quercus ilex* L.) coppices after clearcutting in southern France. *Veg.* 99 (100) : 97-105.
- FRAVAL, A. & EL YOUSFI, M., 1989. Dispersion active et passive de *Lymantria dispar* (L.), cas de la suberaie marocaine atlantique. *Z. Angew. Entomol.*, 108,335-346.
- FRONTIER, S. & PICHOD-VIALE, D., 1998.- Ecosystèmes, Structure fonctionnement, Evolution. 2^e Ed. Dunod. Paris, 447p.
- GAMISANS, J., 1976.- La végétation des montagnes Corses. *Phytocoenologia* 3 : 425-498 et 4 : 35-179 et 317-432.
- GASTON, K. J. & LAWTON, J. H., 1988.- Patterns in the distribution and abundance of insect populations. *Nature*, 331, 709-711.
- GHANEM, A., 1992.- Contribution à l'étude de l'entomofaune du chêne-liège (*Quercus suber* L.) dans la région de Larbatache (Boumerdès). Thèse Ing. Inst.Nat. Agro. El Harrach. 43p.
- GIBSON, G. A., 1995. Parasitic wasps of the subfamily Eupelmidae : Classification and revision of world genera (Hymenoptera : Chalcidoidea. Eupelmidae). *Memoirs on Entomology, International*, 5:1-421.
- GIRARDET, P., 1980.- Chêne vert (*Quercus ilex*). Bull. Vulg. Ed.C.A.V.I.F. (Secrétariat d'état aux forêts et à la mise en valeur des terres). Alger. 6pp.
- GHARZOULI, R., 1989.-Contribution à l'étude de la végétation de la chaîne des Babors. (Analyse Phytosociologique des Djebels Babors et Tababors).Thèse. Mag. Univ.Sétif. 235p.
- GOULET, H., 2003.-Superfamilies Cephoidea, Megalodontoidea, Orussoidea, Siricoidea, Tenthredinoidea and Xyeloidea. In : Goulet, H et Hubert. J.T., (Ed): *Hymenoptera of the World. An identification guide to families*: 101-129.
- GRASSE, P.P., 1975.- *Traité de Zoologie. Anatomie Systématique Biologie*.T 9. Insectes. Ed. Masson et Cie-X.Paris. 1120pp.
- GRISSELL, E.E., 1995.-Toryminae (Hym. Chalcidoidea, Torymidae) a redefinition, genetic classification and annotated world catalogue of species. *Memoirs on Entomology, international* 2: 474 p.

- HEMPTINE, J. L. & MAJERUS, M., 2005.- Les Coccinelles: description, mœurs, reproduction, cohabitation, observation. Ed. Delachaux et Niestlé. 189p.
- HOUARD, C., 1922.-Les zoocédies des plantes d'Afrique, d'Asie et d'Océanie. Libr.Sci. Hermann, Paris, (1) ,426p.
- IDJER, G., CHAIBDRAA, F. & LOUNACI, Z., 2004.- Rapport de mission effectué au niveau des wilayates de Sétif et Oum el Bouaghi, INRF, Bainem, Alger. 5p.
- JAYARAMAN, K., 1999.-Manuel de statistique pour la recherche forestière. Ed : Peechi, Thrissur, Kerala. (Inde). 342p.
- KABAKIBI, M., 1992. Etude de la communauté frondicole des Arthropodes du chêne sclérophylle *Quercus calliprenus* de la Syrie. Rapport. 10p.
- KADIK, L., 2002.- Cartes d'occupation des terres des zones forestières et préforestières du semi-aride algérien. CRSTRA.INCT.
- KERRIS, T., 1997.-Les principaux ravageurs des chênes : La spongieuse *Lymantria dispar* L. Communication : Journée d'étude. CFATS- Jijel.
- KHELIL, M.A., 1995.- Abrégé d'entomologie. Ed : OPU. Alger. 103p.
- KHELOUFI-SOUICI, N., 1994.- Contribution à l'étude des groupements végétaux des Djebels Anini, Tafat et Megress. Thèse. Mag. Inst. Biol.Sétif.156.
- KROGERUS, R., 1932.- Über die Ökologie und Verbreitung der Arthropoden des Tribsangebiets an den Küsten Finnlands. Acta. Zoolog. Fennica, 12 (12),1-310p.
- LASALLE, J. & SCHAUFF, M.E., 1992.-Preliminary studies on Neotropical Eulophoridae (Hymenoptera, Chalcidoidea), Ashmed, Cameron, Howard and Walker species. Contribution of the American Entomological Insitute, 27.
- LANCE, G. N. & WILLIAMS, W. T., 1967.- A general theory of classificatory sorting strategies. 1. Hierarchical systems. Comp. J., 9,373-380.
- LAURENT, J. E., 1967.- Contribution à la connaissance des Aphididae (Hom) des forêts de France.Bull. Ecole Nat. Sup.Agro. Nancy. Tome IX. Fasc II.

- LE COEUR, C., AMAT, J. P., DORIZE, L. & GAUTIER, E., 1996.- Eléments de géographie physique. Coll. Grand Amphi. Breal: 416p.
- LEGNER, E.F. & OLTON, G, S., 1977.-Distribution and relative abundance of Dipterous pupae and their parasitoids in accumulation of domestic animal manures in the Southwestern United States.Higardia.40: 508-535.
- LE HOUEROU, H.N., 1973b.- Ecologie, démographie et production agricole dans les pays méditerranéens du tiers monde.Option Méditerranée, Paris. 17 :53-61.
- LETREUCH-BELAROUCI, N., 1991.- Les reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir. Vols.1-2.O.P.U, Alger. 641p.
- LHONORE, J. & BOUGET, C., 2003.- Les invasions d'insectes. Pour la Science, 310: 40-43.
- LILJEBLAD, J & RONQUIST, F., 1990. - Aphylogenetic analyses of higher level gall wasp relationships (Hymenoptera, Cynipidae). Systematic Entomology. 23: 229-252.
- LOIACONO, M, S., 1987. –Un nuevo diaprido (Hymenoptera) parasitoide de larves de *Acromyrme xambiguus* (Emery) (Hymenoptera, formicidae) en el Uruguay, Revista de la Sociedad Entomologica,Argentina,44 :129-136.
- LOPEZ-SEBASTIEN E., SELFA J., PUJADE-VILLAR J. & JUAN-MARTINEZ M.J., 2002.- Primera cita de *Eupelmus seculatus* (Ferrière, 1954) (Hymenoptera, Chalcidoidea Eupelmidae) para el complejo a parasitoides de la processionaria d'el Pino. Bol.S.E.A.n°31(notas breves). 181-182.
- MAC GAVIN G., 2000.- Insectes, Araignées et autres Arthropodes terrestres. Ed. Bordas. 255p.
- MADJIDIEH, H., 1982.- Contribution à l'étude taxonomique du chêne vert (*Quercus ilex* L.) dans le Sud –Ouest de la France. Thèse. Doc. 3^e cycle, Univ. Aix- Marseille III : 1-9+ annexes.
- MAHARI, S., 1980.- Etude de la communauté des Insectes frondicoles dans la forêt de la Mamora (Maroc). Thèse 3eme cycle.Univ. Aix-Marseille. 1-200.
- MAHARI, S., 1992.- Etude synécologique des niveaux de peuplements arthropodiens de l'écosystème chêne-liège dans les suberaies de la

- Mamora et de Benslimane (Maroc).Thèse. Doc. Univ. Sc. Aix. Marseille.259p.
- MALENÇON, G. & MARION, J., 1951.- Un parasite des suberaies Nord-Africaines, *Hypoxylon mediterraeum* (D.Ntrs) ; et Ntrs- Rev. For. Fr. 11 :682-686.
- MARTIN, J.E.H., 1983.- Les Insectes et les Arachnides du Canada.1^{ere} partie : Récolte, préparation et conservation des insectes, des acariens et des araignées. Canada Agriculture, 11- 86.
- MARTIN, J.C., BONNET C., JEAN F. & MAZET R., 2006.- Données techniques sur le piégeage phéromonal du Bombyx disparate, *Lymantria dispar*.Protection intégrée des forêts de chênes. 5ieme Meeting. OILB .Univ. Tlemcen. Algérie.
- MASNER, L., 1980.- Key to genera of Scelionidae of the holarctic region, with descriptions of new genera and species (Hym Proctotrupoidea). Memoirs of the Entomological Society of Canada. 113, 1-54.
- MATHEY W., DELLASANTA E. & WANNENMACHER C., 1984.- Manuel Pratique d'Ecologie. Ed: Payot, Lausanne, Suisse. 20-207.
- MATEU, J., 1972.- Les insectes xylophages des Acacias dans les régions sahariennes. Inst. Zool. Fac. Cien. Porto. 714p.
- MELIZI, N., 1988.- Contribution à l'inventaire de l'entomofaune du chêne vert (*Quercus ilex* L) dans le parc national de Belezma (Batna).65p.
- MICHAUD H., L. TOUMI, R. LUMARET, T.X. LI; F. ROMANE & F. DI GIUSTO 1995.- Effect of geographic discontinuity on genetic variation in the holm oak (*Quercus ilex* L.). Evidence from enzyme polymorphism. *Heredity* 74: 590-606
- MOULET, P., 1995.- Faune de France. No61. Hémiptères Coreoidea Eur-méditerranéens.336p.
- MOUNA, M., 1982.-Recherches écologiques sur le peuplement frondicole des insectes du cèdre dans le moyen atlas marocain. Thes. Doc. Spec.Uni. Aix-Marseille. 121p.
- NEUVONEN S. & NIEMELÄ P., 1983.- Species richness and fauna similarity of arboreal insects herbivores. *Oikos*, 40. 451- 459.

- NIEVES-ALDREY, J.L., 1985.- La colección de cinípidos gallicolas (Hym., Cynipidae) del Instituto Español de Entomología. *Graellsia* 61:113-124.
- NIEVES-ALDREY, J.L. & PUJADE- VILLAR J., 1985.- Sobre las especies ibéricas de la Sección I (MAYR, 1872) del género *Synergus* Htg. (Hym., Cynipidae. Cynipinae). *Eos*, 61 : 219-237.
- NIEVES-ALDREY, J.L., 2001.- Hymenoptera, Cynipidae. In: Fauna ibérica. Vol.16.Ramos, M, A et al. Ed: Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid. 636 p.
- NOVAC, I. & SEVERA, F., 1983.- Le multiguide nature des papillons d'Europe. Ed : Bordas. Paris.
- NOYES, J, S., 1998.- Catalogue of the Chalcidoidea of the world. Electronic publication (CD-ROM), ETL, Amsterdam, Netherlands.
- OZENDA, P., 1955. – La température, facteur de répartition de la végétation de montagne. *Ann. Biol.* 3^e série. T. 31, 294-311.
- PARENT, O., 1938.- Diptères Dolichopodidae. In Faune de France (35). Ed Lechevalier. Paris, 720p.
- PAULY, A., 1984.- Les Bethylidae en Belgique (Hymenoptera). *Bulletin et Annales de la société entomologique de Belgique*, 120 : 55-59.
- PERICART, J., 1987.- Faune de France (71), Hémiptères Nabidae d'Europe occidentale et du Maghreb. 186p.
- PERICART, J., 1998.- Faune de France (84). Lygaeidae Euro-méditerranéens. (1). 418p.
- PERRIER, R., 1935.- La faune de la France, (4). Ed. Delagrave, Paris. 221p.
- PERRIER, R., 1937.- La faune de France, (8). Ed. Delagrave. Paris. 152p.
- PESSARINI F. & TURRISI G.F., 2003.- *Orussus taorminensis* (Trautmann, 1922) (Hymenoptera, Orussidae), new to Iberian Peninsula and to Africa. *Boln. Asoc. Esp.*, 27 (1-4): 93-98.
- PESSON, P., 1980.- Actualités d'écologie forestière. Sol, flore, faune. Ed. Gauthier-Villars. 256p.
- PIERRE, C., 1924.- Faune de France. Diptères, Tipulidae. Ed : Lechevalier. Paris. 159p.

- PUJADE-VILLAR, J., 1989. Primeros datos sobre los Eupelmidae asociatos a agallas en Catalonia. (Hym. Chalcidoidea, Eupelmidae) con la descripción del macho de *Macroneura seculata* (Ferrière, 1954). Orsis, 4 : 151-160.
- PUJADE-VILLAR, J. & NIEVES-ALDREY J.L., 1990.- Revision de las especies europeas del género *Saphonecrus* Dalla Tarre & Kieffer, 1910 (Hymenoptera, Cynipidae : Cynipinae). Bulletí de la Institució Catalana d'Historia Natural sec. Zool. 58 :45-55.
- PUJADE-VILLAR, J., 1991.-Contribució al coneixement dels cinípids cecidogens dels arbres i arbusts de Catalunya dels cinípids associats a aquests i dels seus parasits. Ph.D.Memory. University of Barcelona, Barcelona; Spain, 1128p.
- PUJADE -VILLAR, J., 1992.- Sobre *Synergus ilicinus* (Barbotin, 1972) n.comb.y otras especies de *Synergus* Htg.en el Nordeste de la Península Iberica (Hym., Cynipidae, Synergini).Bolt. Asoc. Esp. Entom. 16 :129-148.
- PUJADE-VILLAR, J., 1994.- Sobre les espècies de *Sycophila* Walker,1871 relacionades amb cinipo-cecidis recol·lectats sobre *Quercus* i *Rosa* a Catalunya (Hymenoptera : Chalcididae : Eurytomidae). Bull. Inst. Hist. Nat. Seccio Zool, 61 : 69-79.
- PUJADE-VILLAR, J., 1994a.-Formes cinipo-cecidògenes detectades o que poden detectar-se, en les flors i els fruits de les Fagàcies a Andorra, (Hym, Cynipidae, Cynipinae). Annals de l'Institut d'Estudis Andorrans.1994(1992) :137-162.
- PUJADE-VILLAR, J., 1994b.- Rels i tiges de fagacies a Andorra, atacades per cinípids (Hym.Cinipidae). Annals de l'Institut d'Estudis Andorrans, (1993) : 93-108.
- PUJADE-VILLAR, J., 1994d.- Especies de *Mesopolobus* (Hym, Pteromalidae) asociadas a agallas de Cynipini (Hym, Cynipidae) del nordeste iberico y notas sobre la validez de *M. lichtensteini* (Mayer, 1909) EOS (1993), 69 :63-73.
- PUJADE-VILLAR, J. & ROS-FARRE, P., 1998.- «Inquilinos y parasitoides de las agallas del género *Plagiotrochus* Mayr colectadas en el Nordeste de la Península Iberica »Bolt.Asoc.Esp. Ent. 22 (1-2) :115-143.

- PUJADE-VILLAR, J., VILLEMANT, C. & ANDREI-RUIZ, M.C., 2000.- Cynipidae associated with *Quercus* collected in Corsica with the description of a new *Plagiotrochus* species (Hymenoptera, Cynipoidea). *Zoosystema*, 22 (4): 835-846.
- PUJADE-VILLAR, J. & DIAZ, N., 2001.-Cinipidos galigenos introducidos en America del sur (Hymenoptera : Cinipidae). *Rev. Entomol. Argent.* 60(1-4) :209-214.
- PUJADE-VILLAR, J., 2003.- Descrpcion d'una nova espècie de cinipid per a la península Ibèrica : *Plagiotrochus gibbosus* n.sp. (Hym., Cynipidae). *Butll. Inst. Cat.Hist. Nat.* 71 : 109-115.
- PUJADE-VILLAR, J. & FERNANDEZ GAYUBO, S., 2004.- Hymenöpteros : Curso practico de entomologia. pp :813-854
- PUJADE-VILLAR J. & HANSON P., 2006- Hymenoptera del Neotropico. Familia Cynipidae (Las avispa cecidogenas). *Memoirs of the American Entomological Institute*, 77, 293-302.
- QUEZEL, P., 1956.- Contribution à l'étude des forêts de chênes à feuilles caduques d'Algérie. *Mem. Soc.Hist.Nat. Afrique du Nord, Alger*, N.S :1-57
- QUEZEL, P., 1976. –Les forêts du pourtour méditerranéen. Forêts et Maquis méditerranéen. *Ecologie, conservation, et aménagement. Unesco. Note technique. Rap. 2. Paris.* pp. 9-33.
- QUEZEL, P., 1980. –L'homme et la dégradation récente des forêts au Maghreb et au Proche-Orient. *Nat. Mons. N.H.S.*, 3p.
- QUEZEL, P. & BARBERO, M., 1987.- A propos des forêts de *Quercus ilex* dans les Cévennes. *Bull. Soc. Linn. de Provence, Marseille*, 38 : 101-117.
- QUEZEL, P., 1988.- Esquisse phytogéographique de la végétation climacique potentielle des grandes Iles méditerranéennes. *Bull. Ecol.* 18 : 121-127.
- QUEZEL, P. 1989.- Mise en place des structures de végétation circumméditerranéenne actuelle .*Landscape Ecology. Study of mediterranean ecosystems. Proceeding in The man and the biosphere. Symposium XXI, international Grasslands congress. Nice:* 16 – 32.
- RAMADE, F., 1984. - *Elément d'écologie: Ecologie fondamentale.* Ed: Mc Graw Hill. Paris. 397p.

- REMAUDIÈRE, G. & VICTORIA SECO FERNANDEZ, M., 1990.-Claves de pulgones alados de la region mediterranea (Hom.Aphidoidea).Vol : 1-2. Ed: Universitat de Leon. España. 205p.
- RETALLACK, G.J., 1997. - Early forest soils and their role in Devonian global change. *Nature*. 276: 583-585.
- RIVAS-MARTINEZ, S., 1975.- La vegetation de la classe *Quercetea ilicis* en Espagne y Portugal. *Ann.Inst. Bot. Cavanilles*, 31(2): 205-259.Madrid.
- ROBINEAU, R., 2007.- Guide des papillons nocturnes de France.Ed : Delachaux et Niestlé.287p.
- RONQUIST F., 1999.- Phylogeny and early evolution of Cynipoidea (Hymenoptera). *Systematic Entomology*. 20 (4): 309-335.
- ROS-FARRE, P., & PUJADE-VILLAR, J., 1998. - Estudio mediante una trampa Malaise de la comunidad de Cynipidos cecidogenos e inquilinos de Santa Coloma, Andorra (Hymenoptera, Cynipidae). *Ecologia*, 12 : 441-454.
- ROSS-ARNETT, J.R., 2000.- American insects. A hand book of the Insects of America North of Mexico.Second edition. 1024p.
- ROUSI, M., TAHVANAINEN, J. & HRENTTONEN, J.,1997.- Clonal variation in susceptibility of white birches (*Betula spp.*) to mammalian and insect herbivores. *Forest, Science*, 43: 396-402.
- SAADOUN, H., 1989. - Les insectes du chêne vert (*Quercus ilex* L.) dans la forêt du massif de Zaccar (Miliana).Thèse. Ing. Agro. Inst. Nat. Agro. EL Harrach. Alger. 98p.
- SAPORTA G., 2006.- Probabilités, Analyse des données et Statistiques. Ed. Technip. 220p.
- SAUVAGE, C., 1961. - Flore des suberaies marocaines (Catalogue des Cryptogames vasculaires et des Phanérogames). *Trav.Inst. Sci.Cherif. Bot.*, 22- 252.
- SAYAH T., 2003.- Bio-Ecologie de l'entomofaune du chêne vert (*Quercus ilex*) dans les yeuseraies de Bordj Ghedir (Bordj Bou Arréridj).Thèse.Mag.Univ. Const.101p+ Ann.

- SCHNEIDER, N., 1989. Les Psocoptères du Grand Duché de Luxembourg.III. Faunistique et écologie des espèces urbaines. Bull. Ann. Soc. R. Belge Entomol. 118. 131-144.
- SCHOTT, C., 1994. Catalogue et Atlas des Coléoptères d'Alsace. Ed. Société Alsacienne d'Entomologie. (6). Scolytidae, Platypodidae.86p.
- SCHOWALTER, T. D., 1985 - Adaptations of insects to disturbance. In: S.T.A. Pickett.P.S. White. The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press. London. 235- 252.
- SCHVESTER, D., 1985.-Regards sur la santé de nos forêts. Les Insectes et la forêt française.R.F.F.37 : 5p.
- SCHVESTER, D., 1986.-Problèmes entomologiques forestiers en zone méditerranéenne française. Bull. OEPP, EPPO. 16 : 603-611.
- SHORTHOUSE, J.D. & ROHFRITSCH, O., 1992.- Biology of Insect-induced galls. Oxford University, Press. New York. Oxford. 285p.
- SEGU-LOPEZ, G., & PUJADE VILLAR, J., 2000.- Noves aportacions dels Eupelmids braquidters (Chalcidoidea, Eupelmidae), collectats a la península Iberica i les Illes Balears. Sessio conjunta d'entomologia ICHN-SCL. 71-73.
- SEIGUE, A., 1985. –La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. Ed. Maisonneuve et Larose. Paris. pp. 82- 91.
- SEIGUE, A., 1987. - La flore méditerranéenne française. Aménagement et protection contre les incendies. EDISUD, Aix en Provence. 159 p.
- SELTZER, P., 1946.- Le climat de l'Algérie. Inst. Météo. Phys.Géol.Univ. Alger. 219p.
- SEMENIA, Y. & BERLAND, L., 1988.-Atlas d'Entomologie. Névroptères de France et d'Europe. Soc.Nouv.Ed : Boubée, Paris. 190p.
- SEURAT, L.G., 1924. - Zoologie forestière de l'Algérie (leçon faite le 12 Février 1924). Publication de l'Université d'Alger, Ecole des Brigadiers des Eaux et Forêts. 54p.
- SKUHRAVA, M., SKUHRAVA, V., BLASCO-ZUMETA, J. & PUJADE-VILLAR, J., 2006.- Gall midges (Diptera :Cecidomyiidae) of Iberian Peninsula 2. Zoogeographical analysis of the gall midge fauna.Buln.Asoc.Esp.Ent.30 (1-2) :93-159.

- SOMON, E., 1987.- Arbres, Arbustes et Arbrisseaux d'Algérie. Ed.O.P.U.143pp.
- SORIA S., 1987.- Les Lépidoptères défoliateurs de *Quercus pyrenaica*. Willdenow. 1805. Minist,Agro. Pesca y alimentacion.Fuera de serie, 7. 299p.
- SOUTHWOOD, T.R.E., 1966.- Ecological methods. Ed. Methuen & Co. London. 391pp.
- STEWART, PH., 1969.-Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Bull. Soc. Ent. Afri du Nord, Alger, 59, 1-4 :23-36.
- STONE, G.N., SCHONROGGE, K., ATKINSON, R.J., BELLIDO, D. & PUJADE-VILLAR, J., 2002.-The population biology of oak gallwaps (Hymenoptera: Cynipidae). Animal Review of Entomology, 47: 633-668
- SUSMEL, L., VIOLA, F. & BASSATO, G., 1976.- Ecologia della Lecceta del Supramonte de Orgosolo (Sardegna Centro- orientale).Annali del Centro di Economia Montana delle Venezie 10 :1-216.
- TAUZIN, P., 2005.-Ethiology and distribution of the “hermit beetle” in France (Coleoptera, Cetoniidae, Trichiinae, Osmodermatinae). Bull. Assoc Planète cétoine: Cetoniimania,1et2. 131-153.
- THIELE, U., 1977.- Carabid beetles in their environnements. Spinger,Berlin.
- THIENNEMAN A., 1932.- Grundzüge einer allgemeinen Ökologie. Arch. Hydrob, 35, 267- 285.
- TREHEN, P., 1970.- Répartition de Diptères à larves édaphiques en fonction de la texture et des états hydriques de divers types de sols, cas particulier des Empididae. Colloque, Dijon. 273-287.
- TUTIN,T,G.,BURGES,N,A.,CHATER,A,O.,EDMONDSON,J,R.,HEYWOOD, V,H., MOORE,D,M., VALENTINE, D,H., WALTERS, S,M. & WEBB, D,A., 1993.- Flora Europaea. Vol.1. 2nd. Cambridge. Cambridge University Press.
- VASQUEZ, L.L.M., 2006.- La lutte contre les parasites agricoles à Cuba. Les applications des pesticides chimiques par calendrier agro-écologique de lutte contre les ravageurs.Plants, 10 (33) :221-243.

- VERNET, J. L., 1972.- Nouvelle contribution à l'histoire de la végétation holocène des grands Causses, d'après les charbons de bois. Bull. Soc. Bot. Fr.35 : 169-182.
- VIKBERG, V., 1986.- Achecklist of aculeate Hymenoptera of Finland (Hymenoptera, Apocrita, Aculeata). Not. Ento. 66 (2): 65-85.
- VILHELMSSEN, L., ISIDORO, N., ROMANI, R., BASIBUYUK, H.H. & QUICKE, D.L.J., 2001.- Location and oviposition in a basal group of parasitic wasp: The subgenial organ, ovopositor apparatus, and associated structures in the Orussidae (Hymenoptera, Insecta). Zoomorphology, 121: 63-84
- VILHELMSSEN, L., 2003a.- Phylogeny and classification of Orussidae (Insecta: Hymenoptera), a basal parasitic wasp. Taxon. Zoological journal of the Linnean society, 139: 337-418.
- VILHELMSSEN L., 2003b.- Larval anatomy of Orussidae (Hymenoptera). Journal of Hymenoptera Research, 12, 346-354.
- VILHELMSSEN L., 2007.- The phylogeny of Orussidae (Insecta: Hymenoptera) revisited. Arthropods systematics and Phylogeny, 65 (2) :111-118.
- VILLA, J. M., 1976. – Notice explicative de la carte géologique au 1/50 000. Feuille de Sétif. Service de la carte géologique de l'Algérie.
- VILLEMANT C., 1989a.- Ennemis naturels et introduits des œufs et des pontes. In A Fraval: *Lymantria dispar*. Coll. Doc .Sci. Tech. Actes Editions. Rabat. 93-124. In Villemant, C & Fraval, A : La faune du chêne liège. Actes Editions, Rabat.
- VILLEMANT C., 1991. Faune du liège et des crevasses. In Villemant, C. & Fraval, A : La faune du chêne liège. Actes Editions, Rabat. 69-77.
- VILLEMANT C. & FRAVAL A., 1991. - Insectes et Acariens phyllophages. In Villemant, C. & Fraval, A : La faune du chêne-liège. Actes Edition. Rabat. 27-68.
- VILLEMANT, C. & FRAVAL, A., 1993.- La faune entomologique du chêne-liège de la Mamora (Maroc). Ecol.Medit. 19(3,4).89-98.
- VILLIERS, A., 1977.- Hémiptères. Atlas entomol. Ed. Boubée. Paris. 301p.

- WAHIS, R., 2006.- Mise à jour du catalogue systématique des Hyménoptères Pompilidae de la région Ouest-européenne. Additions et corrections. Notes faunistiques de Gembloux. 59 (1). 31-3
- WALKER, K., 2008.- Ambrosia beetle (*Xyleborus monographus*), Pest and Diseases. Image Library. 2 (51): 309p.
- WILLIAMS, D. W., & LIEBHOL, M., 1995.- Forest defoliators and climate change: Potential changes in spatial distribution of outbreaks of western spruces budworm (Lepidoptera:Tortricidae) and gypsymoth (Lepidoptera:Lymantriidae).Env. Entomo. 24: 1-6.
- YEFREMOVA, Z.A., 2002. Catalogue of the Eulophidae (Hymenoptera of Russia). Linzer. Biol. Beitr. 34 (1). 574- 576.
- YEFREMOVA, Z.A., 2007. Two Eulophids species (Hymenoptera : Chacidoidea-Eulophidae) attacking cocoons of Tenthredinidae and Diprionidae (Hymenoptera:Tenthredinoidea) in South Tyrol, Italy. Ann .Soc. Entomol. Fr (n.s) 43(1) : 27-35.
- ZAHRADNIK, J. & SEVERA F., 1984.-Guide des Insectes. Ed. Hatier.Fribourg. 318p.
- ZAHRADNIK, J., 1991.- La grande Encyclopédie des Insectes. Ed . Grund....P
- ZEROVA, M.D., 1978.- Chalcid wasp Eurytomidae (Hymenoptera). Inser: Fauna of Ukraine. Vol,11,pt 9, Kiev. Naukova Dumka.Publ. 465p.
- ZEROVA, M.D., 1992.- Problems of phylogeny and development of trends in the family Eurytomidae. Chalcid Forum,Washington.N. 15, 2-6.
- ZERAIA L., 1978.- La forêt Algérienne, Approche socio-écologique. Bull publié par l'union des Ingénieurs Algériens. El Hindessa (2) : 48-61

Sites consultés :

<http://www.bibliolife.com/opensource>; <http://mfc.cfl.scfirncan.gc.1-fra-htm>;
<http://www.faunaeur.org>; http://www.2lrm.sc/eu/col_a.htm

Appareil photo utilisé : Sony,DSC-W55, 7,2 mega pixels, objectif :2,8-5,2/6,3-18,9.

Les photos des Diptères :*Rhamphomyia sp* ,*Sciapus sp*, *Platypalpus sp* et *Bibio hortulanus*. Celles des Hyménoptères :*Zygota sp* et *Bethylus sp* ;ainsi que celles du Coléoptère *Xyleborus sp* ont été prises à partir du site internet « galerie des photos des différentes espèces »

ANNEXES

Répertoire des Coléoptères, Hémiptères, Hyménoptères, Diptères et
Lépidoptères récoltés au niveau des stations

	Stations	A	B	C	D
code	espèces				
	Coléoptères				
1	<i>Rhizotrogus sp</i>	-	-	*	*
2	<i>Rhizotrogus carduorum</i>	*	-	*	-
3	<i>Rhizotrogus eleagnus</i>	-	-	*	-
4	<i>Otiorrhynchus</i>	*	-	*	*
5	<i>Sitona</i>	*	*	*	-
6	<i>Phyllobius oblongus</i>	*	-	*	-
7	<i>Attelabus nitens</i>	*	-	*	*
8	<i>Orthotomicus sp</i>	-	-	*	-
9	<i>Xyleborus sp</i>	*	-	*	-
10	<i>Xyleborus monographus</i>	-	-	*	-
11	<i>Colotes(Homoeodipris) javeti</i>	*	-	-	-
12	<i>Dasytes</i>	*	-	-	*
13	<i>Aplocnemus</i>	-	*	*	-
14	<i>Psilotrix</i>	-	-	*	-
15	<i>Ptinus obesus</i>	*	-	-	-
16	<i>Ptinus sp</i>	*	-	*	-
17	<i>Olibrus sp</i>	-	-	*	-
18	<i>Phalacrus sp</i>	*	-	*	-
19	<i>Staphylinus sp</i>	*	-	*	-
20	<i>Staphylinus olens</i>	*	-	*	-
21	<i>Ocypus</i>	*	*	-	-
22	<i>Omalium</i>	-	-	*	*
23	<i>Megarthus</i>	-	*	-	-
24	<i>Clytra sp</i>	*	*	*	-
25	<i>Clytra novempunctata</i>	*	*	*	-
26	<i>Psylliodes sp</i>	*	*	-	-
27	<i>Chaetocnema</i>	-	*	-	-
28	<i>Longitarsus</i>	-	*	*	-

	Stations	A	B	C	D
code	espèces				
29	<i>Altica</i>	-	*	-	*
30	<i>Lachnea vicina</i>	*	-	-	-
31	<i>Catops coracinus</i>	*	*	-	-
32	<i>Catops erro</i>	-	-	*	-
33	<i>Corticaria</i>	-	*	-	-
34	<i>Malthinus sp</i>	-	*	-	-
35	<i>Malthinus striatulus</i>	-	-	*	-
36	<i>C. quatuordecimpustula</i>	-	*	*	-
37	<i>Xylopertha sp</i>	-	-	*	-
38	<i>Anthaxia sp</i>	-	-	*	-
39	<i>Anth.(cratomeris)hungarica</i>	-	-	*	-
40	<i>Agrilus viridis</i>	-	-	*	-
41	<i>Ebaeus sp</i>	-	-	*	-
42	<i>Attagenus bifasciatus</i>	-	-	*	-
43	<i>Dermestes undulates</i>	-	-	-	*
44	<i>Hister</i>	-	-	*	*
45	<i>Meligethes sp</i>	-	-	*	-
46	<i>Carpophilus hemipterus</i>	*	*	-	-
47	<i>Calosoma inquisitor</i>	-	-	-	*
48	<i>Metabletus fuscomaculatus</i>	-	-	*	*
49	<i>Bembidium</i>	-	-	*	*
50	<i>Aethiessa floralis</i>	*	-	-	*
51	<i>Scarabeus cicatricosus</i>	*	*	-	*
52	<i>Cetonia funeraria</i>	*	*	*	-
53	<i>Geotrupes leavigatus</i>	-	-	*	-
54	<i>Cryptophagus sp</i>	*	*	*	-
55	<i>Cerambyx cerdo</i>	-	-	*	-
56	<i>Pimelia interstitialis</i>	*	*	*	-
57	<i>Balaninus sp</i>	-	*	*	*
	Hyménoptères				
58	<i>Sycophila binotata</i>	*	-	-	-
59	<i>Mesopolobus lichtensteini</i>	*	*	*	*
60	<i>Necremnus sp</i>	*	-	*	-
61	<i>Crysocharis sp</i>	-	-	*	-
62	<i>Eupelmus seculatus</i>	*	-	-	-

	Stations	A	B	C	D
code	espèces				
63	<i>Synopeas sp</i>	-	*	-	*
64	<i>Apanteles sp</i>	*	*	*	-
65	<i>Microgaster sp</i>	*	*	-	-
66	<i>Taphaeus sp</i>	-	-	*	-
67	<i>Bracon sp</i>	*	*	-	-
68	<i>Pantoclis sp</i>	*	-	-	-
69	<i>Acusta sp</i>	-	*	-	*
70	<i>Zygota sp</i>	-	-	*	-
71	<i>Creumatogaster scutellaris</i>	*	*	*	-
72	<i>Camponotus sp</i>	*	*	*	-
73	<i>Plagiolepis sp</i>	*	*	*	-
74	<i>Eumenes sp</i>	-	-	*	-
75	<i>Phygadeuon sp</i>	-	-	*	-
76	<i>Telenomus sp</i>	*	*	-	-
77	<i>Monodontomerus</i>	-	*	*	-
78	<i>Osmia sp</i>	*	-	*	-
79	<i>Bethylus sp</i>	*	*	*	-
80	<i>Priocnemis sp</i>	-	-	*	-
81	<i>Aphanogmus sp</i>	-	*	-	*
82	<i>Orussus taorminensis</i>	-	-	-	*
83	<i>Plagiotrochus amenti</i>	*	-	-	-
84	<i>Plagiotrochus coriaceus</i>	*	-	-	-
85	<i>Plagiotrochus quercus illicis</i>	-	-	*	-
86	<i>Synergus clandestinus</i>	-	*	-	-
87	<i>Plagiotrochus yeusei</i>	-	*	-	-
88	<i>Plagiotrochus gibbosus</i>	-	-	*	-
89	<i>Synergus crassicornis</i>	-	*	-	-
90	<i>Plagiotrochus vilageliui</i>	-	*	-	-
91	<i>Saphonicrus lusatinicus</i>	-	-	*	-
92	<i>Plagiotrochus razeti</i>	-	-	*	-
	Hémiptère -hétérop				
93	<i>Anthocoris nemorum</i>	*	*	-	-
94	<i>Spilostethus pandurus</i>	-	-	*	-
95	<i>Spilostethus militaris</i>	*	-	*	-
96	<i>Lygaeus saxatilis</i>	*	*	-	-

	Stations	A	B	C	D
code	espèces				
97	<i>Lygaeus equestris</i>	-	*	*	-
98	<i>Dicranocephalus agilis</i>	*	-	-	-
99	<i>Coreomeris denticulatus</i>	-	-	*	-
100	<i>Syromastus rhombeus</i>	-	-	*	-
101	<i>H. (Aptus) mirmicoides</i>	-	-	*	-
102	<i>Loricula (Loricula) freyi</i>	*	-	*	-
103	<i>Berytinus nortiragus</i>	*	-	*	-
	Hémiptère-homop				
104	<i>Lachnus roboris</i>	*	*	*	-
105	<i>Cinaria sp</i>	*	*	-	-
106	<i>Pterochloroides persicae</i>	*	*	*	*
107	<i>Hyperomyzus lactucae</i>	*	*	-	-
108	<i>Diuraphis noxia</i>	-	*	-	-
109	<i>Rhopalosiphum padi</i>	-	*	-	-
110	<i>Wahlgreniella nervata</i>	*	*	*	-
111	<i>Paraclietus</i>	-	-	*	-
112	<i>Thelaxes sp</i>	*	-	*	-
113	<i>Kermococcus roboris</i>	*	-	*	*
114	<i>Pseudococcus sp</i>	*	*	*	-
115	<i>Lepidosaphes ulmi</i>	*	*	*	*
116	<i>Chionarpis salicis</i>	*	-	*	-
117	<i>Eupteryx sp</i>	*	*	*	-
118	<i>Cicadella viridis</i>	*	-	*	-
119	<i>Epiptera europea</i>	*	*	-	-
120	<i>Issus coleoptratus</i>	-	*	-	-
121	<i>Aleurodes sp</i>	-	-	-	*
	Diptères				
122	<i>Platypalpus sp</i>	*	-	*	-
123	<i>Tipula sp</i>	*	-	*	*
124	<i>Suillia variegata</i>	-	*	*	-
125	<i>Suillia sp</i>	-	*	*	-
126	<i>Rhamphomyia sp</i>	-	*	*	-
127	<i>Empis sp</i>	*	*	-	-
128	<i>Cantarinia ilicis</i>	*	-	*	-

	Stations	A	B	C	D
code	espèces				
129	<i>Dryomyia lichtensteini</i>	*	*	*	*
130	<i>Musca sp1</i>	*	*	*	-
131	<i>Musca sp2</i>	*	-	*	-
132	<i>Dilophus</i>	*	-	-	-
133	<i>Bibio hortulanus</i>	-	*	-	-
134	<i>Calliphora sp</i>	*	*	-	-
135	<i>Salticella sp</i>	*	-	-	-
136	<i>Eupeodes corollae</i>	-	*	*	-
137	<i>Sarcophaga sp1</i>	*	-	-	-
138	<i>Sarcophaga sp2</i>	-	-	-	*
139	<i>Sciapus</i>	*	*	-	-
	Lépidoptères				
140	<i>Lymantria dispar</i>	*	-	-	-
141	<i>Tortrix viridana</i>	*	*	*	-
142	<i>Pieris brassicae</i>	*	*	-	-
143	<i>Pieris rapae</i>	*	-	-	-
144	<i>Gonepteryx cleopatra</i>	-	-	*	-
145	<i>Collias croceus</i>	-	-	*	-
146	<i>Vanessa cardui</i>	-	-	-	*
147	<i>Vanessa polychloros</i>	-	-	-	*
148	<i>Plebejus argus</i>	-	-	-	*
149	<i>Carcina quercana</i>	*	*	-	-
150	<i>Scopula sp</i>	*	*	-	-
151	<i>Iphiclides podalirius</i>		-	-	-
152	<i>Phyllonorycter pseudojoviella</i>	*	*	*	*

*= espèce présente, - = espèce absente

Autres espèces de l'ordre des Diptères déterminées:

- Famille Muscidae: espèce *Helina sp*
- Famille Chyromyidae: *Chyromyia sp*
- Famille Chlorophidae: *Thaumatomyia sp*
- Famille Anthomyidae : *Bothanophila sp*
- Famille Phoridae : *Megascelia sp*

Publications