

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE EL-HARRACH-ALGER-

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة-الحراش-الجزائر-

Thèse

En vue de l'obtention du Diplôme de Doctorat

En Sciences Agronomiques

THEME

**Diversité et structure entomologique en châtaigneraie
du Parc National de Chréa (Blida-Algérie)**

Par : Melle Nora KHELLAF

Jury :

Président :	M. BICHE M.	Professeur (ENSA El-Harrach)
Promoteur :	M. CHAKALI G	Professeur(ENSA El-Harrach)
Examineurs:	M.PUJADE-VILLAR J.	Professeur (Université de Barcelone)
	Mme MOUHOUCHE F.	Professeur (ENSA El-Harrach)
	M.DERRIDJ A.	Professeur (Université de Tizi-Ouzou)
MmeMEDJDOUB F.	Professeur(Université de Tizi-Ouzou)	

2015

Remerciements

Je remercie Monsieur G. CHAKALI, Professeur à L'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie au département de Zoologie Agricole et Forestière pour avoir accepté de diriger les travaux de ma recherche dans le cadre de mon Doctorat. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance pour les orientations, les conseils et l'encadrement qu'il m'a assuré.

Je remercie Monsieur M.BICHE, professeur au Département de Zoologie Agricole et Forestière à l'Institut National Agronomique pour ses encouragements et pour avoir bien voulu accepter de présider mon jury. Ma gratitude et mes remerciements vont également à Monsieur J. PUJADE-VILAR professeur à l'université de Barcelone pour soutien, ses orientations, son aide dans la taxonomie des espèces des Insectes et pour avoir accepté de faire partie du jury.

Je tiens également à remercier Mme F. MOUHOUCHE professeur à L'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie au département de Zoologie Agricole et Forestière et Mme F. MEDJBOUB professeur à l'Université de Tizi-Ouzou pour avoir acceptés de faire partie de la composante du jury.

Que soit remercié le professeur A.DERRIDJ, doyen à l'Université de Tizi-Ouzou d'avoir accepté de faire partie du jury.

J'exprime également ma reconnaissance et mes remerciements à Dr Marta Goula de l'université de Barcelone et Amador Viñolas pour leur accueil dans le cadre de séjours scientifiques et pour leur soutien et leur aide dans la confirmation des espèces de Coléoptères et les Hétéroptères.

Ce travail a trouvé un soutien particulier des services du Parc National de Chréa. Je remercie vivement tous les forestiers qui m'ont offert leur contribution. Que Messieurs le R. DAHAL et M. ZIARI trouvent l'expression de mes remerciements et toute ma gratitude.

A ces remerciements, je rends un grand hommage à Monsieur M.GHELEM, technicien au laboratoire d'entomologie pour son aide au terrain et au laboratoire

Une pensée pour mes parents, mes frères et sœurs pour leur soutien, leur encouragement constant, j'aimerais leur rendre hommage à travers ce travail.

Mes remerciements vont enfin à tous ceux qui, de près ou de loin, m'ont aidé à la réalisation de cette étude.

SOMMAIRE

Introduction.....	1
PREMIER CHAPITRE: Données sur le châtaignier <i>Castanea sativa</i> (Miller, 1768).....	4
1. Généralités, origine et extension.....	4
2. Taxonomie.....	4
3. Espèces et variétés.....	4
4. Ecologie du châtaignier.....	5
5. Distribution géographique.....	6
5.1. Dans le monde.....	6
5.2. En Algérie.....	7
6. Importance économique.....	7
7. Etat sanitaire des châtaigneraies.....	9
7.1. Impact des insectes ravageurs.....	9
7.2. Importance et menace d'introduction du cynips, espèce de quarantaine.....	10
7.3. Les maladies.....	12
DEUXIEME CHAPITRE Le Parc National de Chréa, site environnemental de l'étude	14
1. Les réserves de biosphère et leur importance en Algérie.....	14
2. Généralités sur le massif forestier de Chréa.....	15
3. Caractéristiques climatiques de la zone d'étude.....	16
3.1. Les températures.....	16
3.1. Les précipitations.....	18
3.3. Synthèse climatique.....	20
3.3.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen.....	21
3.3.2. Le climagramme d'Emberger	21
4. La végétation et sa distribution altitudinale.....	22
5. La richesse faunistique.....	23
5.1. Les vertébrés.....	23
5.2. Les invertébrés.....	24
6. Synthèse sur l'état sanitaire du peuplement de la réserve de Chréa.....	25
7. Impact des incendies sur la végétation de Chréa.....	25

TROISIEME CHAPITRE: Matériels et méthodes.....	27
1.Présentation du site d'étude.....	27
2. Méthodologie adoptée.....	28
2.1. Méthode d'étude de la diversité entomologique.....	28
2.1.1. Les pièges d'interception.....	28
2.1.2. Parapluie japonais ou nappe montée.....	30
2.1.3. Pièges à phéromones.....	30
2.1.4. Récolte directe.....	32
2.2. Méthode d'étude de la mineuse <i>Phyllonorycter messaniella</i>	32
3. Méthodes d'exploitations par les indices écologiques.....	32
3.1. Qualité de l'échantillonnage.....	32
3.2. Indices écologiques de composition	33
3.2.1. Richesse totale et moyenne.....	33
3.2.2. Fréquences centésimales.....	33
3.2.3. Fréquence d'occurrence et constances.....	33
3.3. Indices écologiques de structure.....	34
3.3.1. Diversité de Shannon-Weaver.....	34
3.3.2. Diversité maximale.....	34
3.3.2. Equitabilité.....	34
4. Méthodes d'analyses statistiques.....	35
4.1. Régressions et corrélations	35
4.2. Distribution fréquentielle.....	35
4.3. Analyse de variance.....	36
4.4. Analyse croisée.....	36
4.5. Analyse multivariée (AFC, ACP).....	36
QUATRIEME CHAPITRE: Résultats.....	38
1. Diversité entomologique.....	38
2. Principaux groupes taxonomique et leur importance.....	41
2.1. Les Coléoptères.....	41
2.1.1. Les Caraboidae.....	42
2.1.2. Les Staphylinidae.....	43
2.1.3. Les Leiodidae.....	46
2.1.4. Les Curculionidae.....	47

2.2. Les Héteroptères.....	48
2.3. Les Hyménoptères.....	51
2.4. Les Homoptères.....	55
2.5. Les Lépidoptères.....	56
2.5.1. Le bombyx disparate, <i>Lymantria dispar</i>	56
2.5.2. Les tordeuses du châtaignier, <i>Cydia fagiglandana</i> Zel. et <i>Cydia splendana</i> Hb.....	58
2.5.3. La mineuse du châtaignier, <i>Phyllonorycter messaniella</i>	59
2.5.3.1. Chronologie des écophases au terrain	60
2.5.3.2. Evaluation des infestations.....	62
2.5.3.3. Analyse biométrique des stades larvaires.....	65
3. Diversité et importance temporelle des groupements entomologiques en châtaigneraie.....	68
3.1. Analyse des composantes principales (ACP).....	71
3.2. Analyse factoriel des correspondances (AFC).....	72
4. Indices écologiques et exploitation.....	78
4.1. Qualité de l'échantillonnage.....	78
4.2. Richesse totale et moyenne.....	78
4.3. Fréquences centésimales et fréquences d'occurrence et constances des espèces récoltées	79
4.4. Indice de diversité de Shannon-Weaver et équitabilité.....	83
QUATRIEME CHAPITRE: Discussion.....	84
1. Analyse de la diversité entomologique en châtaigneraie.....	84
2. Impacte des bioagresseurs identifiés.....	85
3. Rôle des groupes entomologiques dans la gestion de l'écosystème forestier.....	87
Conclusions.....	89
Références bibliographiques.....	92

Liste des tableaux

Tableau 1 : Moyennes mensuelles des températures corrigées.....	17
Tableau 2: Moyennes mensuelles des précipitations corrigées.....	19
Tableau 3. Taxonomie des espèces répertoriées.....	38
Tableau 4: Importance des infestations aux cours du temps.....	65
Tableau 5: Caractéristiques biométriques des stades larvaires de <i>P .messaniella.</i>	67
Tableau 6: Présence spécifique des espèces au cours du temps.....	69
Tableau 7: Matrice de corrélations entre les espèces et les années.....	72
Tableau 8 : La qualité de l'échantillonnage dans la station d'étude.....	79
Tableau 9 : Richesses spécifiques de la station du Châtaignier.....	79
Tableau 10: Fréquences centésimales, fréquences d'occurrence et constance.....	80
Tableau 11: Indices de diversité de Shannon-Weaver et équitabilité.....	84

Liste des figures

Figure 1: Distribution géographique du Châtaignier <i>Castanea sativa</i>	7
Figure 2 : Ecophases du cynips du châtaignier.....	11
Figure 3: Pourriture noire causée par <i>Ciboria batschiana</i>	13
Figure 4: Pourriture verte causée par <i>Penicillium</i>	13
Figure 5. Répartition des parcs nationaux en Algérie.....	15
Figure 6 : Variations mensuelles des températures moyennes de 2004 à 2013.....	18
Figure 7: Variations moyennes des précipitations mensuelles de 2004 à 2013.....	19
Figure 8: Variations annuelles des précipitations.....	20
Figure 9 : Diagramme de BAGNOULS et GAUSSEN.....	21
Figure 10: Projection de la châtaigneraie dans le climagramme d'Emberger.....	22
Figure 11 : Vue générale de la châtaigneraie prospectée.....	27
Figure 12 : Dispositif d'installation des pièges d'interception.....	29
Figure 13: Méthode d'échantillonnage à l'aide du parapluie japonais.....	30
Figure 14: Installation des pièges à phéromones de synthèse.....	31
Figure 15 : Importance des divers groupes d'insectes répertoriés en châtaigneraie.	42
Figure 16: <i>Platyderuscalathoides</i>	43
Figure 17: <i>Syntomus fuscomaculatus</i>	43
Figure 18: <i>Nebria andalusiaca</i>	43
Figure 19 : <i>Calosoma olivieri</i>	43
Figure 20: <i>Geopselaphus innus</i>	44
Figure 21: <i>Catops rescissicollis</i>	47
Figure 22: <i>Anthocoris nemoralis</i>	48
Figure 23: <i>Alloeorhynchus putoni</i>	48
Figure 24: <i>Himacerus mirmicoides</i>	49
Figure 25: <i>Crematogasterscutellaris</i>	55

Figure 26: <i>Camponotus cruentatus</i>	55
Figure 27: <i>Aphenogaster testaceopilosa</i>	55
Figure 28 : <i>Lachnus sp.</i>	56
Figure 29: <i>Myzocallis castanicola</i>	56
Figure 30: <i>Cicadellidae sp.</i>	56
Figure 31 : Femelles de <i>Lymantria dispar</i>	58
Figure 32 : Mâle de <i>Lymantria dispar</i>	58
Figure 33: Dégâts de <i>Lymantria dispar</i> sur <i>Castanea sativa</i>	58
Figure 34 : <i>Cydia fagiglandana</i>	60
Figure 35: <i>Cydia splendana</i>	60
Figure 36: Symptômes de <i>P. messaniella</i> sur feuilles de châtaignier.....	61
Figure 37 : Cycle biologique de <i>P. messaniella</i>	62
Figure 38: Analyse de la variance des infestations en fonction du rang des feuilles	63
Figure 39: Répartition des mines en fonction de la surface des feuilles.....	64
Figure 40 : Analyse fréquentielle des longueurs des capsules céphaliques.....	66
Figure 41: Analyse fréquentielle des largeurs des capsules céphaliques.....	66
Figure 42: Corrélation entre longueurs et les largeurs des capsules céphaliques....	67
Figure 43: Cycle biologique de <i>Minotetrastichus platanellus</i>	68
Figure 44 : Cercle des corrélations des descripteurs écologiques.....	73
Figure 45 : Analyse factorielle.....	77

Introduction

En Algérie le patrimoine forestier couvre une superficie de 4,15 millions d'hectares, soit un taux de boisement de 11% pour le Nord de l'Algérie. La forêt représente 1,3 millions d'hectares et le reste constitue les maquis, les garrigues et les terres improductives aux potentialités forestières. Les principales essences qui structurent la strate arborescente sont le pin d'Alep, le pin maritime, le cèdre et les feuillues à base de Chêne vert, de chêne-liège, de chêne zen et de chêne afares (Direction Générale des Forêts, 2004). Ce patrimoine connaît actuellement une situation de plus en plus inquiétante sous l'effet de la variabilité climatique et en occurrence les événements extrêmes de la sécheresse et les changements climatiques. L'irrégularité des précipitations, les incendies périodiques et la gestion d'exploitation irrationnelle sont les principaux facteurs qui contribuent à la dégradation du couvert forestier et par conséquent la régression du patrimoine. Les répercussions néfastes de cette dégradation pourraient s'intensifier au cours des prochaines décennies si la stratégie et les concepts sylvicoles ne sont pas respectés dans le cadre de la protection environnementale de l'écosystème forestier dans la globalité.

Une impressionnante biodiversité floristique et faunistique constitue l'écosystème forestier avec laquelle il a un rapport d'interdépendance et qui participe à son fonctionnement mais à la fois à sa destruction (Slocombe, 1993). La distribution spatiale des populations est généralement abordée soit à la lumière de l'écologie des communautés, soit comme une réponse que chaque espèce présente aux variations du milieu (Niemela, 1999). Le premier modèle invoque l'existence de processus, comme les compétitions inter et intra-spécifiques, la prédation ou le parasitisme, qui régulent la distribution spatiale et temporelle des espèces et structurent les communautés. Le deuxième modèle considère que la distribution d'une espèce est un phénomène dynamique, fait d'un jeu d'extinction et de recolonisation de populations locales suivant les variations des conditions environnementales (Baguette, 1992).

Les services des écosystèmes sont des processus naturels utiles et souvent nécessaires aux populations humaines sans qu'elles aient à agir pour les obtenir (Kremen 2005). Certaines de ces fonctions, comme la production de l'oxygène de l'air, l'épuration naturelle des eaux, les ressources qui nourrissent les animaux domestiqués ou chassés ou le recyclage de la matière organique, sont essentielles à la survie (Larsen et al. 2005). Les insectes sont de principaux acteurs majeurs de certaines de ces fonctions (le recyclage de

la matière organique, la pollinisation) et, par leurs rôles écologiques, ils peuvent influencer le fonctionnement et la survie des populations humaines (Losey et Vaughan 2006). A l'inverse, l'action anthropique cause des changements majeurs et globaux du fonctionnement des écosystèmes, ceci en raison de l'importance et de l'accroissement de son impact sur des régulateurs majeurs de la structure et de la dynamique des populations. Parmi ces régulateurs se trouvent des facteurs physicochimiques (les conditions édaphiques et climatiques) mais aussi des facteurs biologiques tels que la biodiversité (Tilman, 1999). Le climat par ses variations et son changement au cours du temps présente des variations fondamentales qui influent sur la distribution des forêts, sur leur santé et leur productivité.

Les changements climatiques engendrent des perturbations populationnelle et individuelle des populations végétale et animale. Diverses espèces disparaissent au cours du temps, d'autres subissent des adaptations comportementales dans d'autres niches écologiques. Les migrations horizontales et altitudinales sont fréquentes particulièrement chez les populations d'insectes. C'est dans ce contexte que l'idée de la mise en place des réserves de biosphères forestières (réserves naturelles, réserves biologiques dirigées et intégrales) et l'obligation de créer des plans de gestion prenant en compte l'entomofaune. la considération des peuplements entomologiques comme des indicateurs et des modèles sur lesquels doit se reposer une gestion durable des écosystèmes forestiers, cas des Coléoptères Carabidae qui sont largement utilisés, dans de nombreux écosystèmes des deux hémisphères, comme indicateurs de réponse. Leur sensibilité à la gestion forestière, et notamment à la coupe, a été souvent étudiée (Niemelä, 1999). A cela s'ajoute aussi la méconnaissance du statut de la plupart des espèces forestières.

Par leur grande diversité, leur rôle écologique majeur et le caractère bio-indicateur, la prise en compte des insectes dans la gestion et la conservation des espaces naturels est croissante depuis une dizaine d'années. Cependant, l'étude de ce groupe connaît un manque de ressources professionnelles (entomologistes professionnels, formation) et d'une connaissance encore trop lacunaire de la part des gestionnaires (Bonneil, 2009)

La richesse et l'abondance des espèces est un préalable à toute évaluation de milieux et aux réflexions générales sur la conservation, il est fondamental d'instaurer une relation entre diversité entomologique et le milieu forestier de façon à ce que d'une part les spécificités de l'entomofaune soient mieux appréhendées par les forestiers et que

d'autre part les contraintes de la gestion forestière soient mieux comprises par les entomologistes. L'intérêt de prendre en compte les insectes dans la gestion d'un écosystème à caractère naturel comme la forêt n'est plus à démontrer. Les insectes représentent en effet une part prépondérante (plus de 80%) de la biodiversité animale forestière (Bouget et Nageleisen, 2009). Ce sont des acteurs du fonctionnement des écosystèmes qui interviennent à tous les niveaux des réseaux trophiques. Ils peuvent être consommateurs primaires (insectes phytophages), consommateurs secondaires ou tertiaires (prédateurs, super-prédateurs, parasites, hyperparasites). Les saprophages (saproxylophages, nécrophages, coprophages, détritivores) sont des acteurs indispensables du cycle de la matière (matière organique, éléments minéraux...). La présence ou l'absence de certaines espèces, ou plutôt de cortèges d'espèces, permet de vérifier le plus ou moins le bon fonctionnement de l'écosystème. Les insectes sont de ce fait de bons indicateurs de la qualité de l'écosystème et de l'impact de la gestion sur le milieu forestier. Du plus petit au plus grand, du plus insignifiant au plus spectaculaire, ils constituent un patrimoine très conséquent (Nageleisen *et al.*, 2009).

Le présent travail rentre dans le cadre d'étude de la biodiversité et de surveillance des essences forestières du Parc National de Chréa. Vis-à-vis de gradations des bioagresseurs au cours du temps.

L'objectif de l'investigation et de tirer des informations sur la diversité entomologiques du châtaignier introduit et les risques de migration et d'infestation de divers agresseurs des autres fagacées, en l'occurrence le chêne vert.

Dans un premier volet, nous présentons une analyse de données relatives au châtaignier et son importance comme essence forestière ainsi que les différentes contraintes auxquelles elle est sujette particulièrement les maladies parasitaires et les ravageurs. Le second volet traite les caractéristiques du site de l'étude et le troisième de la méthodologie adoptée au terrain et au laboratoire. Les résultats et les interprétations feront l'objet des deux derniers volets.

PREMIER CHAPITRE

Données sur le châtaignier *Castanea sativa*(Miller, 1768) et son importance

1. Généralités, origine et extension

Le mot Châtaignier est tiré du latin *Castanea*, lui-même dérivé du grec *kastanon*. Ce nom ferait référence à *Kastanon*, une ville de Thessalie renommée dans l'Antiquité pour la qualité des châtaignes qu'on y récoltait. *Castanea* était l'ancien nom des chênes avant de distinguer le vrai châtaignier. *Sativus* signifie « cultivé » en latin. Le châtaignier a été surnommé "arbre à pain" pour les qualités nutritives de ses fruits. Il remplaçait les céréales dans une grande partie des Cévennes. Le châtaignier est une espèce spontanée autour de la Méditerranée. On le trouve en Afrique du Nord (Algérie, Maroc, Tunisie), dans l'Europe méridionale, de la péninsule Ibérique à la Grèce ainsi qu'en Suisse, Hongrie, Bulgarie, Croatie, Albanie et aussi en Roumanie. Il s'étend aussi en Asie Mineure (Turquie) et dans la région du Caucase (Arménie, Géorgie, Azerbaïdjan...). Il a été introduit en Grande-Bretagne par les Romains. Actuellement le châtaignier est cultivé dans de nombreux pays à travers le monde (Solignat & Chapa, 1975).

2. Taxonomie

Le châtaignier *Castanea sativa* (Miller, 1768) est une dicotylédone à feuilles caduques qui comprend environ 900 espèces décrites. Cette essence forestière appartient à la division *Magnoliophyta*, à classe des *Magnoliopsida*, à l'ordre des *Fagales*, à la famille *Fagaceae* et au genre *Castanea* et à la Section des *Eucastanon* qui comprend une douzaine d'espèces. Cette essence a reçu plusieurs synonymies spécifiques ; dont les principales sont *Castanea vesca* Gaertn. et *Castanea vulgaris* Lam.

3. Espèces et variétés

Les Fagacées sont des angiospermes dicotylédones monoclamydées regroupant des arbres et arbustes à feuilles simples, à fleurs unisexuées, monoïque, groupées en chatons. La pollinisation est anémogame et les fruits sont des akènes. Cette famille domine les forêts tempérées, les régions sèches de l'hémisphère Nord avec un centre de diversité

(nombre d'espèce présentes très élevées) dans la zone tropicale du sud-est de l'Asie. Les Fagacées comptent plus de 1 000 espèces, dont pour les plus connues dans les régions tempérées, le châtaignier (*Castanea*), le hêtre (*Fagus*), et le chêne (*Quercus*). Cette famille regroupe 9 genres (Manos *et al.*, 2001): *Quercus*, *Fagus*, *Castanea*, *Castanopsis*, *Chrysolepis*, *Colombobalanus*, *Formanodendron*, *Lithocarpus*, *Trigonobalanus*. Les Fagacées sont apparues à la transition entre l'ère secondaire et tertiaire. Les séparations entre les différents genres ont eu lieu au milieu de l'ère tertiaire. Les espèces auraient divergé vers la fin de l'ère tertiaire. Le châtaignier appartient au genre *Castanea* qui regroupe 7 espèces décrites dont 4 sont des espèces cultivées : *C. sativa* ou châtaignier européen, *C. crenata* ou châtaignier américain, *C. mollissima* ou châtaignier chinois et *C. crenata* ou châtaignier japonais. Le temps de divergence minimum entre ces deux genres a été évalué à environ 60 millions d'années (Crepet, 1989).

4. Ecologie du châtaignier

Le châtaignier est un arbre majestueux de 25 à 35 m, pouvant mesurer 4 mètres de circonférence à cime large bien branchue et à grandes feuilles caduques aux bords en dents de scie et pétiole court (feuilles disposées en spirale, oblongues-lancéolées aiguës, vert luisantes dessus, pouvant aller jusqu'à 25 cm de long sur 4 à 8 cm de large) riches en tanins (pour l'essentiel des tanins ellagiques tels que castalagine et vescalagine) (Desouhant, 1997). Le fruit est un akène, cloisonné ne s'ouvrant pas à maturité. Sa graine comporte deux cotylédons solides et recouverts d'une pellicule brun clair. Lorsque les pénétrations du tan sont complètes, le fruit est cloisonné en deux ou plusieurs graines (Pratella 1994). L'enveloppe extérieure et brillante du fruit (péricarpe) adhère à la graine, mais n'est pas soudée à elle. Une bogue épineuse (cupule) protège les fruits du châtaignier. Le hile relie les châtaignes à la bogue. A maturité, l'enveloppe s'ouvre et le fruit est libéré au niveau du hile (Concédera *et al.* 2004). L'écorce jeune est lisse et gris-argenté, puis devient brun foncé avec le rhytidome qui se fissure longitudinalement, le tronc ayant tendance à devenir creux. Avec l'âge, ces rhytidomes tendent à se vriller selon une spirale lévogyre. Cet arbre monoïque à croissance sympodiale rapide fleurit au cours de la période estivale (les fleurs étant des chatons cylindriques jaune pâle), les chatons mâles, dressés à la floraison et disposés à la base des rameaux, apparaissent les premiers et répandent alors une forte odeur de sperme ou de miel, les chatons femelles se réunissent par trois et sont disposés plus au sommet. Cette essence a une longévité variable de 500 à 1500 ans. La croissance juvénile est rapide. Elle peut être soutenue

jusqu'à 60 ans. L'espèce étant auto-stérile, il faut toujours planter au moins deux variétés compatibles entre elles pour obtenir des fruits. L'enveloppe, involucre vert épineux, couvre les fruits et dissuade certains déprédateurs de s'attaquer aux châtaignes. Elle correspond à une transformation des bractées. Le châtaignier fut surnommé dans certaines régions de la Méditerranée « arbre à pain » ou « pain des pauvres » car ses fruits y remplaçaient les céréales en période de disette. À l'intérieur de la bogue se trouvent les châtaignes, au nombre de 1 à 3, qui sont, au sens botanique, des fruits secs de type akènes enveloppés par une pellicule astringente et par un tégument (Solignat & Chapa, 1975). Malgré la présence des fleurs mâles et femelles sur le même pied, la pollinisation est du type croisé et est assurée par le vent et les insectes. La fleur femelle donne un fruit non cloisonné à une seule graine appelé marron ou à plusieurs graines; dans ce cas on parle de châtaignes (Solignat *et al.*, 1975). En général, trois fruits sont regroupés dans une enveloppe externe commune appelée bogue. On parlera d'amandes et d'amandes stériles selon que le fruit s'est développé ou non dans son enveloppe. A maturité (ou avant en cas de vent), la bogue et les fruits tombent au sol. Des différences dans la date médiane de chutes des fruits existent entre années et entre arbres. Ces différences permettent de classer les châtaigniers selon leur maturité (précoce, intermédiaire et tardive). Généralement, la bogue chute après les châtaignes mais cela dépend des variétés. Les conditions climatiques particulièrement le vent et les pluies diluviennes accélèrent la chute des bogues non ouvertes (Desouhant, 1997).

5. Distribution géographique

5.1. Dans le monde

Les espèces du genre *Castanea*, semble qu'ils sont présentes dans toute l'Europe depuis 60 millions d'années, et qu'à cette époque il a colonisé l'Amérique avant sa séparation de l'Europe. Les deux genres *Quercus* et *Castanea* sont présents au sein des 3 mêmes continents, Amérique, Europe et Asie. Le châtaignier est une espèce importante économiquement pour le bois et la nourriture. Il présente comme tous les arbres un intérêt écologique certain (Durand, 2009). (Fig. 1)

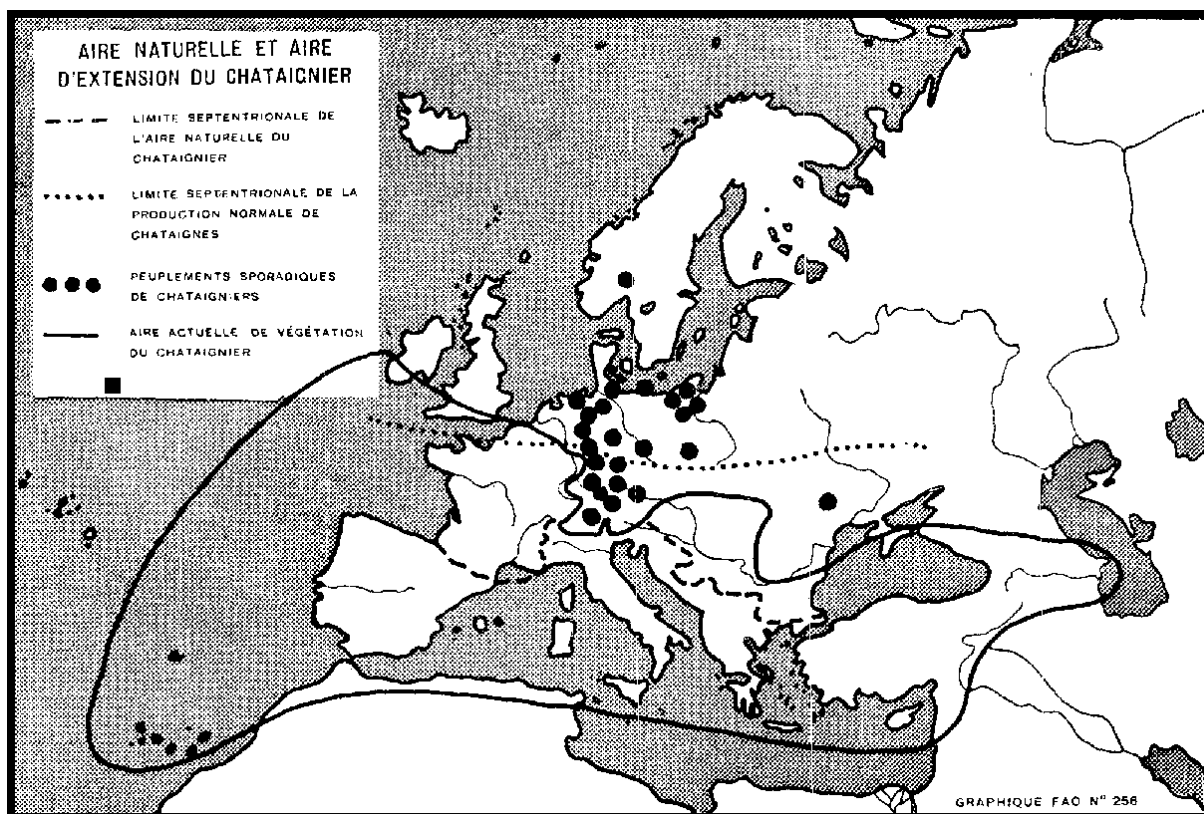


Figure 1: Distribution géographique du Châtaignier *Castanea sativa* (FAO)

5.2. En Algérie

Le châtaignier existe en Algérie par pieds isolés ou en peuplements très restreints d'Est en Ouest, le châtaignier se localise à El-Kala à 800 mètres d'altitude, à Sidi Ali Bounab (à 18 kilomètres de la ville de Tizi Ouzou) à 800 mètres d'altitude. Au niveau du Parc national de Chréa, il existe une formation plus ou moins importante sur les hauteurs de Blida à une altitude de l'ordre de 1000 mètres (Dekoumi, 1978).

6. Importance économique

Le châtaignier est l'un des plus beaux arbres à croissance rapide. Par la beauté de couronne, comme par son développement rapide, le châtaignier est un excellent arbre d'alignement et de bordure. De même il est considéré comme un arbre de pare-feux d'une efficacité extrême, faisant une ombre épaisse et étendue. L'arbre présente une longévité bicentenaire (Camus, 1929). Les fruits du châtaignier ont une haute valeur nutritive et une richesse en vitamine et en matière grasse. Ils sont consommés avec le plus grand profit par l'homme, lorsqu'ils sont de gros calibre. Les fruits de faibles dimensions sont destinés à l'alimentation des animaux domestiques. Le bois présente des usages multiples ; piquets de ferme, manches d'outils, utilisés pour les charpentes, en

menuiserie et dans l'industrie des extraits tannants (Tricaud, 1913). Les châtaignes ne sont pas utilisées uniquement pour la consommation humaine. Les châtaigneraies constituent une source importante de fourrage, non seulement en raison des châtaignes elles-mêmes, mais en raison aussi des plantes fourragères. Le bois de châtaignier est également utilisé de façon importante dans l'industrie du tannage, comme combustible, ainsi que pour la construction et la fabrication de meubles. Les châtaigniers croissent surtout dans les régions montagneuses dont ils couvrent les versants, protégeant le sol contre l'érosion. Ils constituent également une source d'emploi et de revenus pour les populations de régions de montagnes dans la nourriture desquelles la châtaigne entre pour une part très importante pendant l'hiver. Les châtaignes ont une valeur nutritive égale à celle d'autres aliments de base. Elles contiennent autant d'amidon et de protéines que les pommes de terre et le blé, un taux de sucre même supérieur (Künsch *et al.* 1998). Leur bonne valeur énergétique est aussi à souligner: 160–200 kcal pour 100 g de châtaignes fraîches et épluchées. Les châtaignes ne contiennent pas de gluten et agissent de façon basique: elles neutralisent le surplus d'acidité présent dans l'estomac, créé par les habitudes alimentaires actuelles. La châtaigne est par conséquent un aliment bien toléré également par les personnes atteintes de coeliaquie (intolérance au gluten) (Bänziger et Buri, 2003). Les châtaignes ont un taux relativement faible en eau, un taux élevé de glucides (sucre et amidon), de protéines (reclant en partie des acides aminés de première nécessité) et d'acides gras (dont des acides essentiels comme l'acide linoléique et linolénique), ainsi qu'un faible taux de matières grasses et une teneur idéale en potassium (Desmaison et Adrian, 1986; Künsch *et al.*, 1998; Bounous *et al.*, 2000). La composition chimique des fruits frais peut évoluer en fonction de la région de production et des méthodes de traitement utilisées. (Fadanelli *et al.* 1995; Conedera *et al.* 2002; Bassi *et al.* 2002). Ces caractéristiques, influent sur la conservation après la récolte, Le hile est passible d'infections parce que le tissu protecteur ne se forme pas totalement lorsque le fruit se détache de la bogue (Cavargna, 1992). Le métabolisme des châtaignes est intense au cours des jours suivant leur chute. L'entassement des fruits crée de la chaleur qui, combinée à l'eau et au dioxyde de carbone, déclenche des processus de fermentation indésirables (Giacalone et Bounous, 1993). Les châtaignes respirent et transpirent; elles perdent en humidité et se dessèchent (Anelli et Mencarelli, 1992). La teneur en glucose équivaut, en présence d'une certaine humidité, à un terrain nourricier propice au développement des champignons (Cavargna, 1992).

7. Etat sanitaire des châtaigneraies

Le châtaignier peut être attaqué par divers insectes ravageurs comme le xylébole disparate *Xyleborus dispar* (Scolytidae) qui détériore la qualité technologique du bois. Le pèritèle gris *Peritelussphaeroides* (Curculionidae) s'attaquant aux bourgeons (Bergougnoux *et al.*, 1978) ainsi que les tordeuses *Pammene juliana* et *Cydia splendana* et le charançon *Curculio elephas*. Ces trois derniers déprédateurs se développent dans les fruits (Colizza, 1929; Coutin, 1958; Bovey *et al.*, 1975). Deux champignons parasitent les châtaigniers ; *Phytophthora cinnamoni* est responsable de la maladie de l'encre, attaquant le système racinaire et *Endothia parasitica* développe le chancre de l'écorce (Grente, 1975). Ce dernier occasionne actuellement de sérieux dégâts dans les exploitations castanéicoles (Desouhant, 1997).

7.1. Impact des insectes ravageurs

Le début de l'attaque des insectes coïncide avec la ponte, qui se déroule en général lorsque les châtaignes sont encore en phase de maturation, enfermées dans les bogues suspendues à l'arbre (Giacalone et Bounous 1993). Les trois espèces de microlépidoptères ; *Pammene fasciana*, *Cydia fagiglandana* et *Cydia splendana* ainsi que le charançon *Curculio elephas* sont souvent responsables de dégâts très significatifs. Ces quatre espèces sont très faciles à distinguer sur le plan morphologique mais également par leur biologie. Les dégâts causés aux bogues et aux fruits sont de plus caractéristiques de chaque ravageur et permettent de déterminer de façon relativement sûre quel en est l'auteur. La proportion des dégâts de chaque espèce varie considérablement selon la période et le lieu. Le Carpopapse des glands (*C. fagiglandana*), par exemple, se développe préférentiellement dans les régions chaudes et sèches. Il est présent en grand nombre au cœur et au sud de l'Italie (Rotundo et Giacometti 1986; De Cristofaro et Rotundo, 1993). En revanche, il est presque absent dans les régions du nord comme le Piémont (Arzone *et al.*, 1993; Rotundo et Giacometti, 1986) ou le sud des Alpes suisses, où on ne le rencontre que sur ses hôtes prédestinés, le hêtre et le chêne (Bovey *et al.*, 1975; Rigotti, 2000). Les bogues encore vertes sont avant tout colonisées par la Tordeuse des châtaignes (*P. fasciana*), suivie du Carpopapse des châtaignes (*C. splendana*). Les fruits mûrs, en revanche, sont surtout la proie du Balanin des châtaignes (*C. elephas*) et du Carpopapse des châtaignes (*C. splendana*) (Rigotti, 2000). Seule une larve du Carpopapse des châtaignes réussit à se développer et à éclore dans chaque fruit, quel que soit le nombre d'œufs pondus (concurrence intraspécifique) (Bovey *et al.* 1975). En revanche, le Balanin des châtaignes peut provoquer de multiples orifices de sortie suite à l'absence de concurrence intraspécifique. L'ampleur des dégâts dépend aussi de la

structure de la bogue qui rend plus ou moins difficile l'accès aux fruits (nombre, longueur et densité des épines). De plus, les femelles du Balanin des châtaignes préfèrent les châtaignes qui offrent aux larves une base alimentaire suffisante (Desouhant, 1998). Une châtaigne peut être colonisée par ces deux ravageurs (Breisch, 1995) et, dans un cas extrême, l'attaque combinée peut concerner 60 à 70 % de la production des châtaignes (Bovey et al. 1975). D'autres espèces sont des hôtes sporadiques des châtaignes comme le carpocapse des noisettes *Cydia amplana* Hb. (vers rouges) et *Chymomyza amoena* Loew, une mouche des fruits (*Drosophilidae*), qui colonise occasionnellement les châtaigniers si ceux-ci avoisinent des jardins fruitiers (Rigotti, 2000).

7.2. Importance et menace d'introduction du cynips, espèce de quarantaine

Le Cynips du châtaignier (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, 1951) appartient à l'ordre des Hyménoptères et à la famille des Cynipidés. Il est connu sous le nom Chalcide du châtaignier, est considéré à l'échelle mondiale comme le ravageur le plus important des châtaigneraies. Il est inféodé à diverses espèces: *Castanea crenata*, *C. dentata*, *C. mollissima*, *C. sativa*, *C. seguinii* et à leurs hybrides. Il est largement distribué dans le monde. Originaire de l'Asie, de la Chine, il a été introduit au Japon en 1941 et en Corée vers 1963. Depuis 1974, ce ravageur s'est répandu aux USA (Géorgie, Alabama, Caroline du nord, Tennessee). A partir de l'année 2002 il a fait son apparition en Italie (Streito, 2004). En 2005 sa présence est confirmée en Slovénie ; en 2006 en France (vallée de la Roya dans les Alpes Maritimes). Les données de l'année 2013 du département de la santé des forêts mentionnent une large distribution de l'insecte particulièrement dans le Sud de la France. En 2007 des galles ont été observées dans une pépinière sur des arbres importés en Haute-Garonne. En 2009, celui-ci est identifié en Suisse.

Le cynips du châtaignier est un Hyménoptère chalcidien de 2 à 3 mm de long (Fig.2). Les femelles déposent leurs œufs dans les bourgeons au moment du débourrement (Fig.2). Les bourgeons contaminés forment des galles très caractéristiques de l'espèce. Les larves se développent dans le bourgeon (Fig.2) et les vols des adultes se produisent de la mi-mai à la fin juin. La distance de propagation varie de 10 à 20 km en moyenne. Elle peut se faire également par transport éolien (Office fédéral de l'environnement, 2014)

Les attaques de cynips provoquent une diminution de la croissance des rameaux et une baisse considérable de la fructification, dépassant 50%. Le symptôme caractéristique est la présence de galles sur les pousses ou les feuilles (Fig.2)

Du point de vu réglementation, depuis l'an née 2003, à la suite des constatations d'infestation et des dommages consécutifs observés dans la région Piémont (Italie), le cynips du châtaignier est ajouté à la liste d'alerte de l'Organisation européenne et méditerranéenne pour la protection des plantes (OEPP).

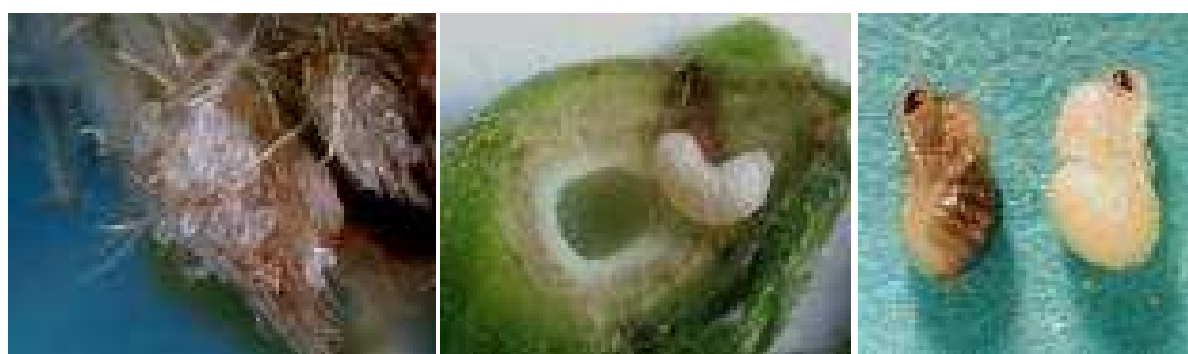
Au cours de nos prospections effectuées depuis quelques années en châtaigneraie, aucune galle n'a été détectée. Les risques et les menaces de l'installation du cynips dans les châtaigneraies d'Algérie sont à prendre en considération pour une meilleure gestion sylvicole.



(a)

(b)

<http://copaindescopeaux.fr/forum/viewtopic.php?f=21&t=6893>



(c)

(d)

(e)

<http://www.fredonaquitaine.fr/fredon/cynips/documents/fiches/fiche%20reconnaissance%20cynips%20LNPNV.pdf>

Figure 2 : Ecophases du cynips du châtaignier

(a) adultes ; (b) galles caractéristiques de l'espèce ; (c) Œufs ; (d) Larve âgée et Nymphes de cynips.

7.3. Les maladies

Les châtaignes peuvent être colonisées par divers champignons. Elles sont infectées au stade de la floraison, ou lorsque les fruits tombent au sol (Rutter *et al.* 1990). Certains champignons vivent en permanence ou pour une période restreinte de façon endophyte; colonisant les fruits (mais également d'autres parties et autres tissus des châtaigniers), sans pour autant induire des symptômes de maladie. D'autres pénètrent dans les fruits par les orifices de sortie et les galeries larvaires creusées par les insectes parasites (Breisch, 1995). La première cause de propagation de champignons dans les fruits sains est liée à un mauvais stockage. Il s'agit avant tout de fruits entreposés avec un péricarpe humide ou mouillé (Breisch, 1995). Les variétés de châtaignier et l'emplacement dans la châtaigneraie ne sont cependant pas les seules caractéristiques déterminant l'attaque par les champignons. Les conditions climatiques en période de maturité ainsi que la durée pendant laquelle les fruits restent au sol ont également une influence considérable. Le champignon parasite le plus redoutable sur châtaignes est *Ciboria batschiana*, agent responsable de la pourriture noire des châtaignes et des glands. *C. batschiana* est avant tout connu comme agent pathogène responsable de la pourriture noire des glands, car il peut détruire des récoltes entières de glands (Delatour et Morelet, 1979). Cependant, il manque encore la preuve scientifique permettant d'établir qu'il s'agit bien de la même espèce de champignon qui colonise les châtaignes. Certes, la morphologie du type de conidies (*Rhacodiella castaneae* Peyr.) et celle des quelques découvertes de marques d'ascomycètes sur les châtaignes correspondent fortement à celles du *C. batschiana*, mais seuls des examens génétiques pourraient en apporter la preuve certaine. Comme autres champignons parasites très accoutumés des châtaignes, on peut citer deux espèces de *Phomopsis*. *P. endogena* qui recouvre les cotylédons d'une pourriture brune, et, au stade final, entraîne leur momification (Ridé et Gudín, 1960). Le champignon colonise les branches, les feuilles, les bogue et les fruits. L'intensité de l'attaque peut dépendre de la sensibilité variétale et est favorisée par une exposition au soleil et un climat chaud. Avec le réchauffement climatique, *P. endogena* devrait par conséquent gagner en importance. Récemment identifié en Australie *P. castanea* comme agent responsable de la pourriture dans les stocks de châtaignes (*C. sativa*) et comme endophyte ne laissant transparaitre aucun symptôme dans les fleurs, les feuilles, les pousses et les fruits (Washington *et al.*, 1997). Les conditions climatiques et les conditions de conservation peuvent rendre occasionnellement certains autres champignons nocifs. *Botrytis cinerea* colonise les fruits lors des étés humides en utilisant les galeries des trois tordeuses connues ;

Pammene fasciana, *Cydia fagiglandana* et *C. splendana* (Breisch, 1995). Certaines espèces de *Penicillium* et de *Mucor* posent de graves problèmes lorsque les fruits sont mal stockés car elles se développent vite et produisent une énorme quantité de spores que l'on retrouve partout, que ce soit dans les airs ou à même le sol. Des fruits mal séchés ou placés dans des chambres réfrigérées mal réglées peuvent moisir en un temps record. Il n'est pas rare de trouver le champignon *Penicillium expansum* dans les stocks de châtaignes, car il peut se développer à une température de +2° C (Pratella 1994 ; Breisch 1995). Des études spécifiques ont révélé que les espèces *C. batschiana*, *Phomopsis* spp., et certaines espèces de *Mucor* et de *Penicillium* ne sont pas les seules à coloniser les fruits qui viennent de chuter des arbres. S'y ajoutent assez fréquemment *Amphiportha castanea*, *Geomyces pannorum*, *Acrospeira mirabilis*, *Trichothecium roseum*, *Wardomyces columbinus*, *Clonostachys rosea* et *Fusarium oxysporum*. Les connaissances sur l'épidémiologie de la plupart de ces champignons colonisateurs de châtaignes restent très limitées. Nous connaissons seulement le rôle d'*Amphiportha castanea*, réputé comme l'endophyte le plus commun de l'écorce des rejets de souches (Bissegger et Sieber 1994). Ce champignon a probablement un comportement similaire à celui du *Phomopsis castanea*.



Figure 3. Pourriture noire causée par *batschiana*. (Conedera et al., 2004)

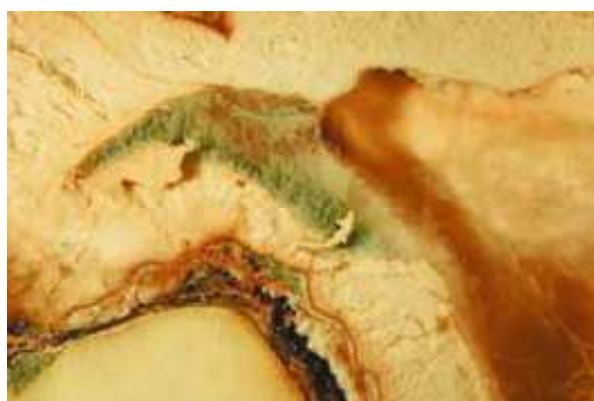


Figure 4. Pourriture verte causée par *Ciboria Penicillium* (Conedera et al., 2004)

DEUXIEME CHAPITRE

Le Parc National de Chréa, site environnemental de l'étude

1. Les réserves de biosphère et leur importance en Algérie

Le premier parc national algérien est n  en 1972, le Tassili, qui est classé comme, Patrimoine Mondial de l'humanité. Ce parc national basé surtout sur un patrimoine culturel, de caractère unique, se situe dans l'écosystème saharien. Aujourd'hui l'Algérie compte 11 parcs nationaux (Fig.5), dont huit au Nord du pays d'une superficie totale de 165 362 ha, qui relèvent de l'administration forestière il s'agit du Djurdjura, Chréa, El Kala, Gouraya et Taza classés en réserve de la biosphère ainsi que le Belezma , Theniet El Had et Tlemcen ; un en zone steppique , le parc national de Djebel Aïssa d'une superficie de 24 500 ha, dans la wilaya de N ama classé en 2003 par le ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement; deux dans le grand sud, il s'agit du parc national du Tassili , celui de l'Ahaggar classés en réserve de la biosphère. Les parcs nationaux ont été instaurés afin de conserver des échantillons représentatifs de la grande variété de paysages, de forêts, de plantes et d'animaux qui font l'unicité de l'Algérie. Ils abritent une flore remarquable dont la diversité et la rareté sont peu communes. Ils sont créés par un décret qui fixe le statut particulier du parc, il s'agit d'une véritable charte et en confie la gestion à un établissement public dont le conseil d'orientation est composé d'élus locaux, de personnalités, notamment scientifiques et de fonctionnaires.

Le classement des parcs nationaux algériens en réserve de biosphère a été effectué comme suit : 1982 et 1986 : le Parc National du Tassili a été classé patrimoine mondial de l'humanité par l'UNESCO puis comme réserve de la biosphère. En 1990, le Parc National d'El Kala, puis en 1997, Le Parc National du Djurdjura, en 2003 le Parc National de Chrea et enfin en 2004, les parcs nationaux de Taza et de Gouraya (Bessah, 2005)

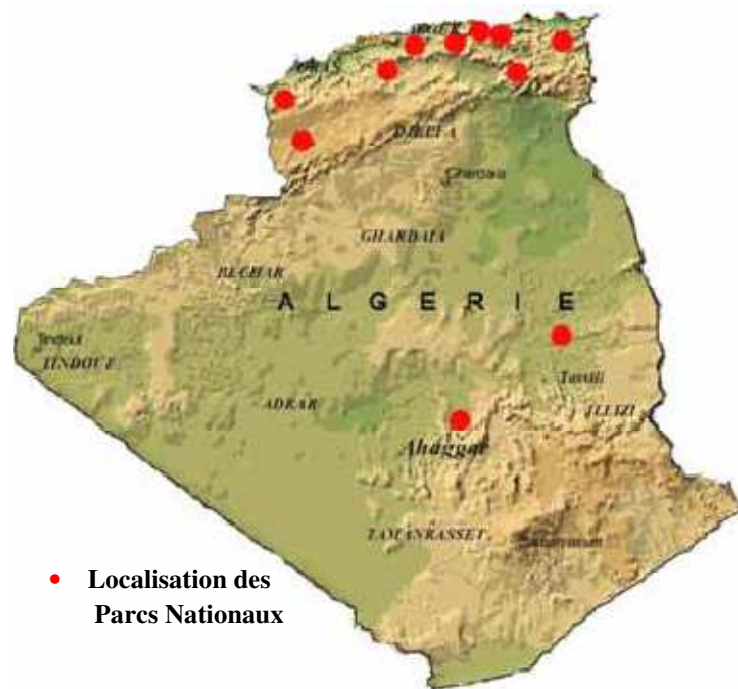


Figure 5. Répartition des parcs nationaux en Algérie (Bessah, 2005)

2. Généralités sur le massif forestier de Chréa

La réserve du Parc National de Chréa repose sur les montagnes de Mouzaïa, de Guerroumène et Feroukha, traversés par l'Oued Chiffa de direction Sud-Nord. Elle s'étend sur les flancs Nord et Sud de l'Atlas Blideen d'orientation Sud-ouest et Nord - Est, entre les latitudes Nord $36^{\circ} 19'/36^{\circ}30'$ et les longitudes Est $2^{\circ}38'/3^{\circ}02'$. L'aire de ce massif forestier est de 26587 hectares et s'étire sur une longueur de 40 Kilomètres et une largeur variable de 7 à 14 kilomètres. Sa ligne de crête principale se localise entre 1400 et 1600 mètres d'altitude dont le point le plus élevé culmine à 1629m d'altitude au pic de Sidi Abdelkader (Halimi ,1980). Le relief est très accidenté et la déclivité est très conséquente et dépasse très souvent les 20%, et plus prononcée dans divers endroits. De point de vue lithologique, l'Atlas Blideen est très homogène, il est constitué essentiellement de schistes du crétacé inférieur sans fossiles et d'éboulis de pontes de même origine, pauvre en éléments nutritifs (Halimi, 1980). Le réseau hydrographique est très dense, formé d'une multitude de talwegs dont les principaux sont ceux de Oued Chiffa, Oued Kébir (BNEF ,1984). Les sols sont caractérisés par divers endroits par des éléments grossiers : cailloux et graviers de nature siliceuse très faible en proportion de calcaire, de phosphore, et de chlore, très perméables, boueux en surface et durs après la sécheresse (Halimi, 1980). Par sa position géographique, c'est un véritable carrefour de nombreux intérêts naturels (Dahal, 2012)

3. Caractéristiques climatiques de la zone d'étude

Les paramètres climatiques sont les principaux facteurs écologiques qui influencent l'écosystème en général et la diversité floristique et faunistique dans son milieu naturel. Les populations d'insectes phytophages sont très sensibles aux variations et aux changements climatiques dans leur milieu. Il s'agit d'une double influence, à la fois directe et indirecte, car le climat conditionne déjà le développement des arbres qui servent de biotopes de sélections vis-à-vis des insectes (Chararas, 1979). Les variations climatiques du climat en général déterminent pour une grande part la distribution, l'occupation, le développement, l'activité et les pullulations des bioagresseurs (Hmimina, 1986). Villemant (2006) souligne que les étés chauds raccourcissent la durée du développement de diverses espèces d'insectes et ce qui favorise l'explosion des populations en général.

Pour une analyse plus fiable des variations climatiques de la zone d'étude du Parc National de Chréa, nous avons considéré et corrigé les données climatiques fournies par l'Office National Météorologique de Dar El-Beida. Suite à l'absence de station météorologique dans le massif forestier du Parc National de Chréa nous avons pris en considération les données de la station de Médéa la plus proche et qui se localise à une altitude de 1030 mètres. La station prospectée se trouve à 1025 mètres. Les valeurs relatives aux différentes variables climatiques ont été corrigées afin d'évaluer la différence d'altitude entre la zone d'étude et l'emplacement de la station de référence. Les corrections ont été effectuées selon les relations proposées par Seltzer (1946). La correction des gradients, pluviométrique et thermique a été effectuée par extrapolation. Pour 100 m d'altitude, les températures maxima (M) et (minima(m)) diminuent respectivement de 0,7°C et de 0,4 °C et la pluviométrie augmente de 40 mm en exposition Nord pour la même tranche altitudinale.

3.1. Les températures

La température représente un facteur limitant de première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques, et conditionne la répartition et l'occupation de la totalité des espèces, et des communautés d'êtres vivants de la biosphère (Ramade, 2003). La température agit sur le comportement et peut intervenir comme facteur de mortalité. Chararas (1979) note que la température exerce son influence de façon constante sur tous les écophases évolutives de l'insecte.

Afin de tirer plus de renseignements, nous avons considéré les températures moyennes mensuelles, maximales et minimales de la période allant de 2004 à 2013. Les valeurs corrigées sont enregistrées dans le tableau 1.

Tableau1 : Moyennes mensuelles des températures corrigées pour la période 2004-2013

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
2004	6,57	9,42	9,72	8,62	12,27	23,32	26,22	26,87	20,87	19,12	9,72	6,37
2005	5,17	3,07	10,12	12,67	20,17	23,97	27,52	24,72	20,22	17,32	10,22	6,02
2006	4,42	5,67	11,02	15,62	19,97	23,52	27,27	24,37	21,21	20,17	13,32	7,37
2007	9,22	8,52	7,97	11,52	16,67	21,92	26,92	25,72	21,82	15,57	9,82	6,77
2008	8,07	8,97	9,07	13,27	15,77	21,07	26,82	27,07	21,72	18,82	8,57	15,12
2009	5,32	6,22	9,87	9,47	18,22	24,17	28,57	26,07	19,42	17,77	16,77	9,32
2010	6,87	8,12	10,07	13,32	14,67	20,77	27,72	26,37	21,22	16,12	9,67	8,32
2011	7,47	6,12	9,47	15,42	16,77	21,37	25,87	27,62	22,72	16,57	10,97	15,67
2012	10,15	7,86	13,15	15,38	18,66	25,05	25,92	28,23	23,8	21,08	16,42	12,26
2013	11,45	10,46	14,45	14,85	17,18	20,37	24,53	25,29	24,03	23,1	14,48	11,29
Moyenne	7,47	7,44	10,49	13,01	17,04	22,55	26,74	26,23	21,70	18,56	12,00	9,85
E-TYPE	2,28	2,18	1,94	2,49	2,42	1,64	1,15	1,25	1,47	2,38	3,01	3,57

(ONM, 2014 modifié)

Les moyennes mensuelles des températures corrigées de la zone d'étude entre 2004 et 2014 varient en fonction de la saison, durant la période hivernale, les températures moyennes varient de 7°C à 10°C. Pendant la période estivale, les valeurs moyennes sont comprises entre 21,70°C et 26,74°C.

Les valeurs des écarts types calculées sont plus conséquentes en hiver avec des valeurs de 2,28 à 3,57, respectivement pour les mois de janvier et de décembre, ce qui peut influencer sur la diversité dans son environnement. L'histogramme de la figure.2 explique davantage les variations thermiques notées au cours des années considérées.

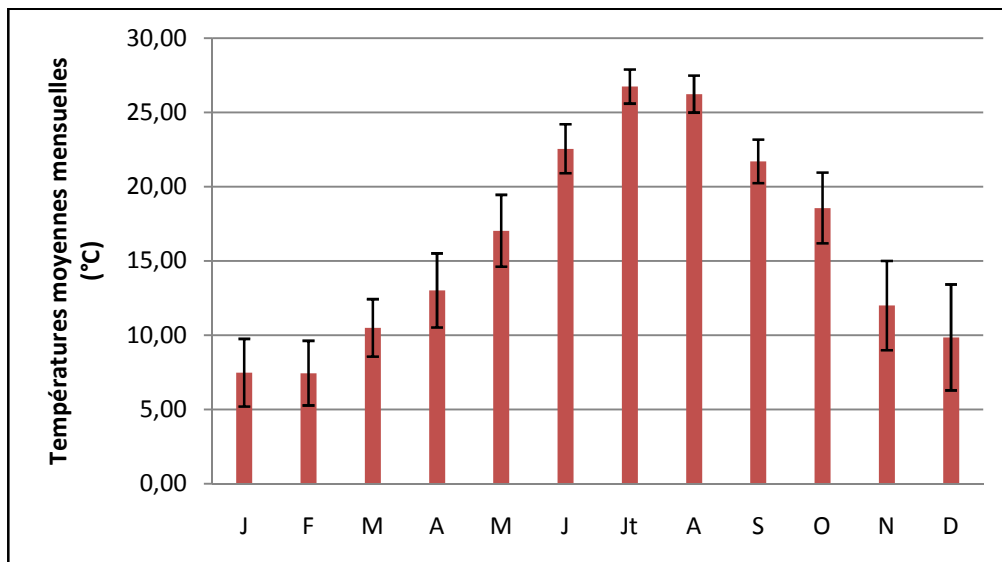


Figure 6 : Variations mensuelles des températures moyennes de 2004 à 2013 dans la châtaigneraie du parc National de Chréa

3.2. Les précipitations

Les précipitations constituent un facteur écologique d'une importance fondamentale dans l'environnement. La répartition annuelle des précipitations est importante aussi bien par son rythme que par sa valeur volumique absolue. Le volume annuel des précipitations conditionne en grande partie les biomes continentaux (Ramade, 2003). L'eau représente de 70 à 90 % des tissus de la majorité des espèces en état de vie active. L'approvisionnement en eau et la réduction des pertes constituent un problème écologique et physiologique fondamental (Dajoz, 1996). La pluviométrie a une influence sur la biologie des espèces animales, par conséquent elle agit sur la vitesse de développement des animaux, sur leur longévité et même sur leur f ecundit e (Dajoz, 1971). Les données recueillies sur les variations pluviométriques des dix dernières années sont consignées dans le tableau 2.

Tableau 2: Moyennes mensuelles des précipitations corrigées pour la période 2001-2013

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moyenne
2004	69	53	70	59	96	7	3	4	28	38	108	139	56,17
2005	83	99	33	17	3	0	0	0	34	105	61	107	45,17
2006	138	97	42	18	115	4	4	4	56	5	20	151	54,50
2007	23	84	206	166	32	3	17	10	65	80	182	78	78,83
2008	36	17	85	15	53	14	5	0	54	87	120	124	50,83
2009	181	24	77	125	45	0	6	5	85	5	20	91	55,33
2010	80	146	83	34	56	7	0	20	23	105	128	77	63,25
2011	92	164	70	67	122	24	2	6	2	56	151	64	68,33
2012	45,5	95	77,6	175,9	24,3	1,7	0	39,8	25,2	83,7	90,4	46,7	58,82
2013	99,2	98,4	62,5	79,7	119,4	7	0	3	29,3	3,5	196,8	49,6	62,37
Moyenne	84,67	87,74	80,61	75,66	66,57	6,77	3,70	9,18	40,15	56,82	107,72	92,73	59,36
E-TYPE	47,57	46,99	47,23	60,73	43,28	7,37	5,19	12,22	24,38	41,34	61,25	36,50	

(ONM, 2014 modifié)

Les valeurs moyennes mensuelles des précipitations montrent une variation inter mensuelle des pluies. Cette variation traduit une forte irrégularité entre les différents mois de l'année au cours de cette période, où le mois de novembre demeure le plus pluvieux (108mm), par opposition à la période estivale, le mois de juillet est le plus sec avec seulement 3,70mm. Une variabilité mensuelle est également notée. L'année 2011 cumule les quantités de pluie les plus importantes au cours de la période considérée. La figure 7 représente davantage les variations des moyennes mensuelles des quantités de pluie dans la zone d'étude.

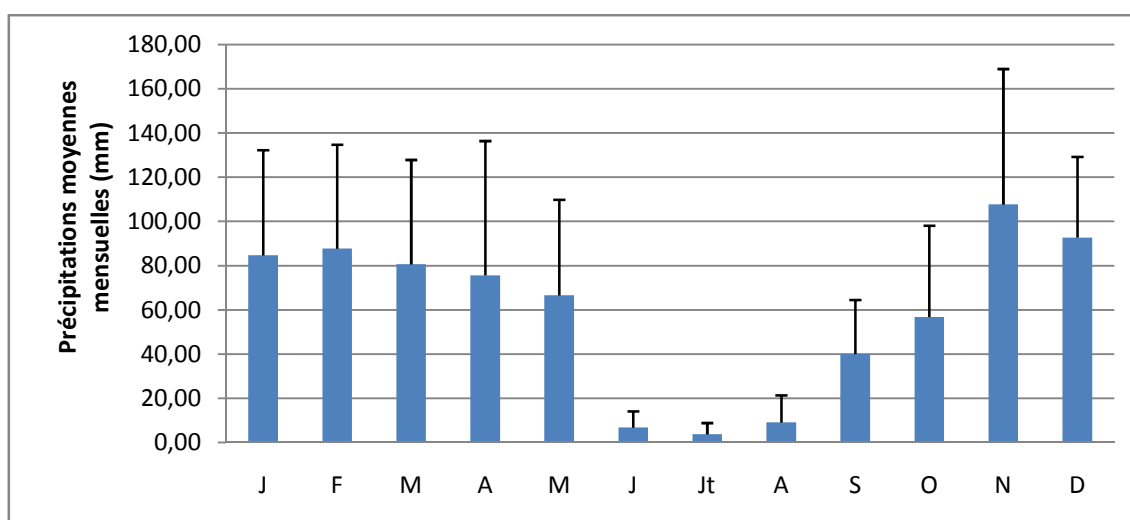


Figure 7: Variations moyennes des précipitations mensuelles de 2004 à 2013 dans la châtaigneraie du Parc National de Chréa

La figure 8, illustre les variations des valeurs des précipitations totales annuelles par rapport à la moyenne qui atteint au niveau de la station d'étude 712 mm sur une période de 10 ans.

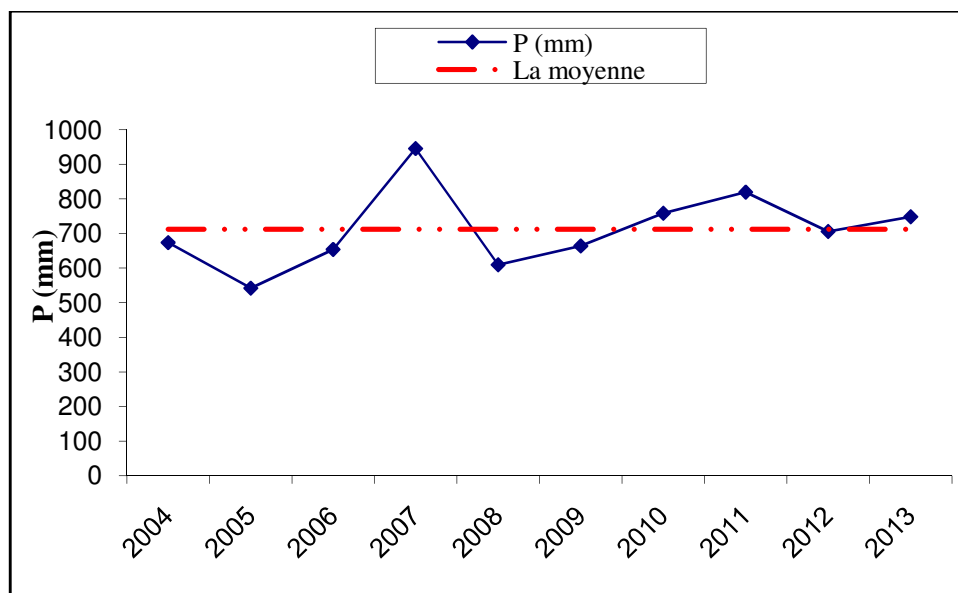


Figure 8: Variations annuelles des précipitations.

Les fluctuations observées sur courbes par rapport à la moyenne nous indiquent les années excédentaires et les années déficitaires. L'année est d'autant excédentaire que la précipitation moyenne annuelle est supérieure à la moyenne arithmétique des précipitations de la période étudié et si inférieure à la moyenne l'année est dite déficitaire. Sur les années considérées, on note un déficit pluviométrique de 5 années (2004 à 2006, de 2008 et 2009). Le déficit le plus conséquent est noté au cours de l'année 2006. L'année 2007 reste la plus arrosée.

3.3. Synthèse climatique

Les principaux facteurs climatiques qui caractérisent les milieux continentaux sont la température et les précipitations. La plupart des formules synthétiques proposées par divers auteurs combinent les facteurs température et pluviométrie pour l'élaboration de diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson et le climagramme d'Emberger, permettant d'analyser respectivement la période sèche et déterminer l'étage bioclimatique du biotope considéré.

3.3.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

Bagnouls et Gausсен (1953) considèrent qu'un mois est sec lorsque le total des précipitations exprimé en millimètre est égal ou inférieur au double de la température moyenne exprimée en degré Celsius. L'examen de diagramme ombrothermique de la station d'étude indique la présence d'une période sèche qui débute à partir de la deuxième quinzaine du mois de mai et se prolonge jusqu'à la fin du moi d'aout, soit trois mois et demi. Quant à la période humide, elle s'étale du mois de septembre jusqu'à la première quinzaine du moi de mai (Fig. 9).

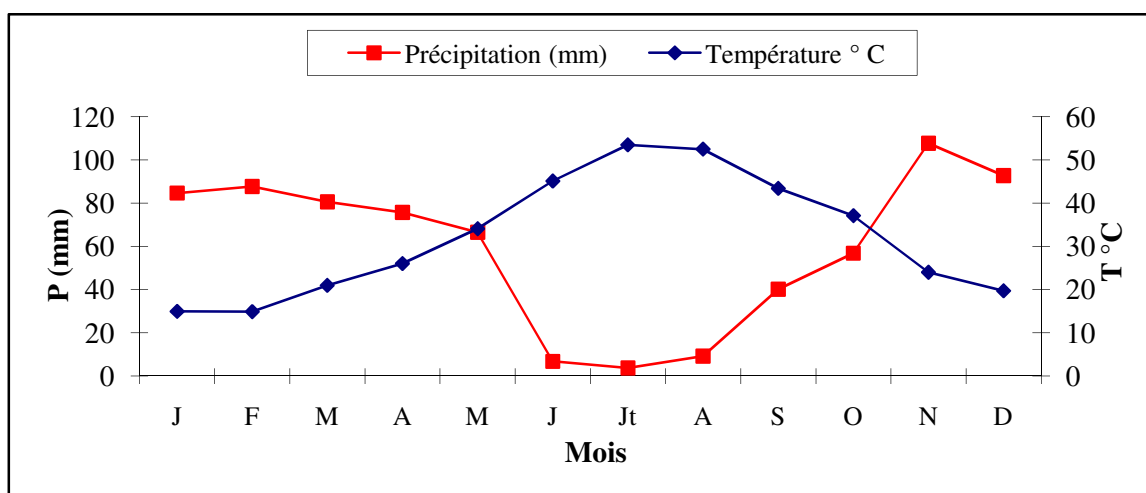


Figure 9 : Diagramme de BAGNOULS et GAUSSEN de la châtaigneraie prospectée (2004-2013)

3.3.2. Le climagramme d'Emberger

Le quotient pluviothermique établi par Emberger, permet de mettre en valeur les rapports thermiques et pluviométriques d'une région. Il est présenté par la relation simplifiée de Stewart (1969) :

$$Q = 3.43 \times P/M-m$$

Où :

Q : Quotient pluviothermique d'Emberger

M: Moyenne des températures maxima du mois le plus chaud en Kelvin

m: Moyenne des températures minima du mois le plus froid en Kelvin

P: Moyenne des précipitations annuelles en mm.

Pour la station de Chréa qui correspond à la zone d'étude, le quotient pluviothermique Q calculé est égal à **119,6**. Cette valeur nous a permis d'ajuster la châtaigneraie de Chréa dans l'étage bioclimatique subhumide   variante temp r e (Fig.10)

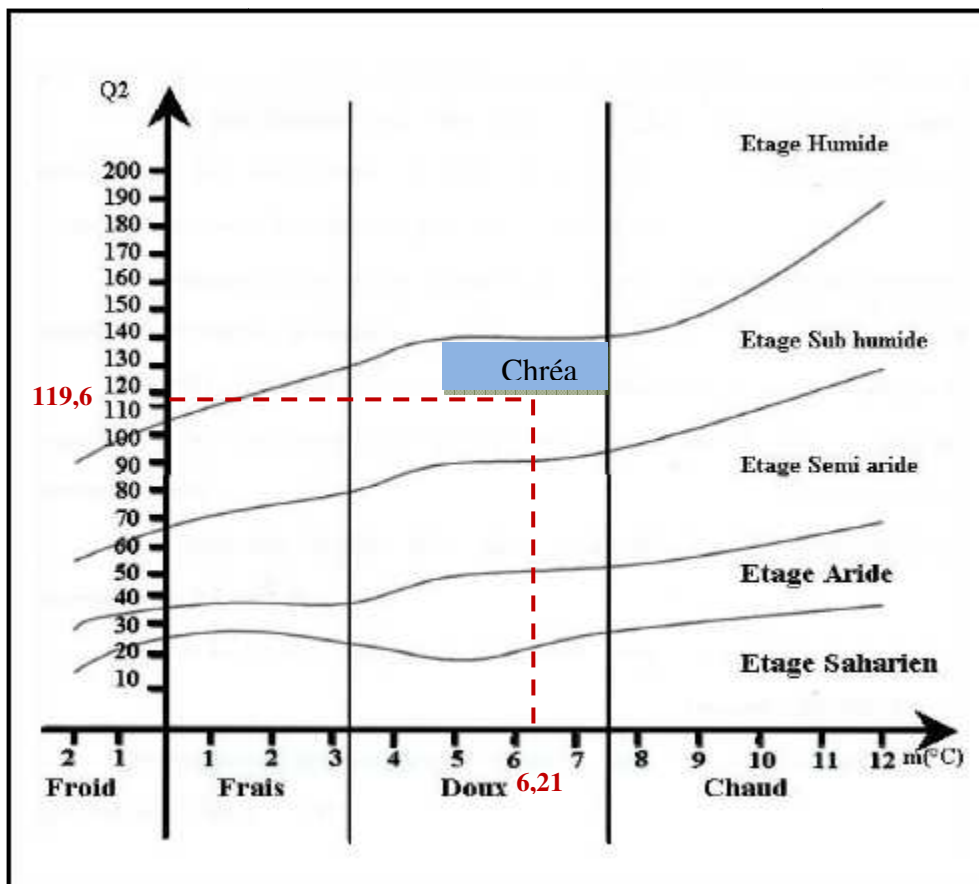


Figure 10: Projection de la châtaigneraie de Chréa dans le climagramme d'Emberger

4. La végétation et sa distribution altitudinale

L'altitude et l'exposition déterminent une répartition particulière des végétaux. Cette répartition en bandes plus ou moins régulières représente l'étage de la végétation au niveau de l'Atlas Blideen. L'étude de l'étage de cette région a été r alis e par Halimi (1980), qui distingue 3 étages climatiques et végétaux. De nombreux auteurs notamment Chekchak (1985), Bensaada (1986) et Meddour (1994) confirment l'étage de Halimi (1980). Trois étages sont décrits :

L'étage supra-méditerranéen : Correspond à l'étage bioclimatique des hautes montagnes et occupe les hautes altitudes comprises entre 1300 et 1600 mètres. Dans cette tranche altitudinale, le Cèdre de l'Atlas se trouve dans son optimum, ou il forme une futaie  quienne.

L'étage méso-méditerranéen : correspond à l'étage bioclimatique sub-humide à humide, localisé entre les altitudes variant de 800 à 1400 mètres. Cet étage caractérise la chênaie verte sous forme d'un taillis de 6 à 8 mètres de hauteur et donne un maquis très dense.

L'étage thermo-méditerranéen : Il s'étend en bioclimat sub-humide chaud, compris entre les altitudes de 200 et 700 mètres et se caractérise par la présence de peuplements purs de pin d'Alep sur le versant méridional, et le thuya sous forme de maquis très denses. La strate arbustive est dominée par l'oléolentisque.

5. La richesse faunistique

La réserve du Parc National de Chréa abrite une faune riche et variée, qui a fait l'objet de plusieurs études, notamment par De Smet (1987), Bazi (1988), Meftah (1988), Larid (1989), Attal-Bedredine (1995) et Mazari (1995). Depuis l'année 2000, plusieurs autres études complémentaires sur la biodiversité ont été menées par Belhadid (2004, 2008 et 2015), Arabdiou (2005), Morsli (2005), Hamidi (2005), Koumeri (2006), Haddar (2007), Morsli (2008), Bougherara (2009) et Mecellem (2009 et 2014).

5.1. Les vertébrés

De Smet (1987), a établi une liste regroupant 19 espèces de Mammifères dans le Parc National de Chréa. Parmi ces espèces quatre, ont déjà disparu : *Panthera pardus* (Panthère), *Panthera leo* (Lion), *Felis serval* (Serval) et *Lutra lutra* (Loutre).

Selon Meftah (1988), le répertoire des mammifères au Parc National de Chréa se présente comme suit :

Les grands mammifères

- *Felis caracal* Schreber, 1776 (Lynx caracal).
- *Hyaena hyaena* (Hyène rayée).
- *Felis sylvestris* Schreber, 1775 (Chat sauvage).
- *Vulpes vulpes* Say, 1823 (Renard).
- *Sus scrofa* Linnaeus, 1758 (Sanglier).

Mammifères moyens

- *Genetta genetta* Linnaeus, 1758 (Genette).
- *Herpestes ichneumon* Linnaeus, 1758 (Mangouste).
- *Hystrix cristata* Linnaeus, 1758 (Porc-épic).

- *Erinaceus algirus* (Hérisson d'Algérie).
- *Lepus capensis* Linnaeus, 1758 (Lièvre brun).
- *Oryctolagus cuniculus* Linnaeus, 1758 (Lapin de Garenne).

Les petits mammifères

- *Apodemus sylvaticus* Linnaeus, 1758 (Mulot sylvestre)
- *Crocidura russula* Hermann, 1780 (Musaraigne musette).
- *Mustela nivalis* Linnaeus, 1766 (Belette)
- *Eliomys quercinus* Linnaeus, 1758 (Lérot)

5.2. Les invertébrés

Les travaux effectués au Parc National de Chréa sur la faune des invertébrés ont concerné dans leur majorité l'étude de la faune de l'embranchement des Arthropodes. La synthèse de ces travaux montre une diversité arthropodologique très riche. Larid (1989) a recensé 114 espèces, réparties sur 10 ordres, Thysanourata, Dermaptera, Dictyoptera, Orthoptera, Homoptera, Heteroptera, Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera et Diptera. En yeuseraie d'altitude Attal-Bedreddine (1995) a répertorié 140 espèces d'insectes réparties entre les ordres précités. L'inventaire faunistique effectué par Mazari (1995), compte 19 ordres et plus de 173 espèces d'Arthropodes réparties en 4 classes, Arachnides, Crustacés, Myriapodes et Insectes. Cette dernière classe réunie à elle seule 11 ordres, Collemboles, Thysanoures, Odonates, Orthoptères, Dermaptères, Hétéroptères, Coléoptères, Hyménoptères, Névroptère et Lépidoptères répartis en 59 familles et 155 espèces. Belhadid (2004) a mis en évidence 116 espèces d'insectes appartenant à 11 ordres. Un effectif de 165 espèces appartenant à 13 ordres taxonomiques a été inventorié par Khoumeri (2006) en châtaigneraie et en yeuseraie. Dans la cédraie pure de Chréa, Haddar (2007) a recensé 100 espèces d'insectes appartenant à 12 ordres. Par ailleurs ces auteurs ont noté dans les listes répertoriées des espèces spécifiques et des espèces endémiques à certains biotopes, particulièrement chez les groupes d'Hétéroptères, de carabes et de fourmis. L'analyse des résultats des auteurs cités mettent en évidence une stratégie de la distribution des populations dans cette biosphère naturelle selon un plan altitudinale.

6. Synthèse sur l'état sanitaire du peuplement de la réserve de Chréa

Actuellement une attention particulière est orientée aux défoliateurs qui effectuent des gradations cycliques dans les peuplements résineuses et des feuillues. La processionnaire du pin évolue d'une manière stratégique selon un plan altitudinal. Nous assistons à une migration des populations de cet insecte vers la cédraie pure en altitude. Vraisemblablement les changements climatiques ont affecté la dynamique spatio-temporelle de la population, ses potentialités adaptatives et ses capacités de dispersion. Actuellement au Parc National de Chréa, les pins sont épargnés presque en totalité et le cèdre est plus recherché à cause d'une coévolution (Sebti, 2015). Parmi les feuillues, les fagacées sont menacées par le bombyx disparate, *Lymantria dispar*, dont la dernière gradation remonte à la période de 2006 à 2009. Des dégâts spectaculaires de grandes envergures ont concerné tous les chênes et le châtaignier dans tout le massif forestier de Blida. Par ailleurs depuis la phase de latence de ce défoliateurs, des compétiteurs se sont installés, cas des Catocala et de la tordeuse verte qui sont souvent à craindre (Mecellem, 2014).

7. Impact des incendies sur la végétation de Chréa

Le feu est un élément écologique qui est resté longtemps méconnu qui est à prendre en considération (Dajoz, 1996). Les incendies constituent le facteur principal contribuant à la dégradation et la réduction des surfaces forestières dans le monde. Le feu est également un élément important de perturbation dont les causes et les conséquences ont été très étudiées (Blondel, 1986). Trabaud (1991), juge que le feu n'apparaît plus comme un phénomène totalement négatif mais comme une perturbation ayant un impact fugace sur les composants des écosystèmes. Dajoz (1996), estime que la majorité des incendies se situe dans la région méditerranéenne et que 30 % de son territoire, a brûlé au moins une fois au cours des 25 dernières années. La plupart des feux sont aujourd'hui d'origine anthropique ce qui complique leur étude en tant que facteur spontané de perturbation (Blondel, 1986). Les incendies de forêts sont indissociables du paysage sylvicol de l'Algérie du nord et représente une des perturbations les plus importantes subies par la végétation. La forêt algérienne est dans l'ensemble très fragile aux feux. Cependant cette vulnérabilité diffère d'une forêt à une autre et surtout d'une zone bioclimatique à l'autre. L'étude conduite par Bentata (1999), montre que l'étage bioclimatique humide est le plus sensible et le plus concerné par les feux de forêt. Les forêts de l'étage bioclimatique sub-humide subissent des pertes importantes avec des dégâts très significatifs. En Algérie, chaque année durant la période estivale, c'est par

milliers d'hectares que disparaissent sous les flammes les peuplements des plus belles forêts naturelles. Selon la Direction Générale des Forêts, les superficies incendiées dans la région de Blida durant la période allant de 2006 à 2008 sont de 9344,5 ha, les essences forestières, le pin d'Alep, le Chêne liège le chêne vert, sont les plus concernés avec respectivement des pertes de 1315 ha, 412 ha et 273,4 ha.

TROISIEME CHAPITRE

Matériels et méthodes

1. Présentation du site d'étude

Le présent travail a été conduit au niveau de la châtaigneraie du Parc National de Chréa (Fig.11). Cette station s'étend sur environ 9 ha et se localise à 1025 m d'altitude entre les coordonnées géographiques ; 36° 26 50 8 N et 02° 52 20 78 E. Le peuplement repose sur un terrain plus ou moins accidenté. La pente moyenne est estimée à 10 %. La station retenue appartient à l'étage bioclimatique subhumide a hiver tempéré. La quantité pluviométrique annuelle est de l'ordre de 700 mm en moyenne. La durée de la sécheresse ne dépasse pas les quatre mois par an. La température moyenne annuelle est évaluée à 17°C. Le châtaignier est une espèce introduite au Parc National de Chréa. La distance entre les sujets est de l'ordre de 4 mètres, le sous-bois est représenté par des plantes herbacées dominées par les espèces, *Centaurea montana*, *Muscari comosum*, *Daucus carota*, *Linum strictum* et *Rubus ulmifolius*.

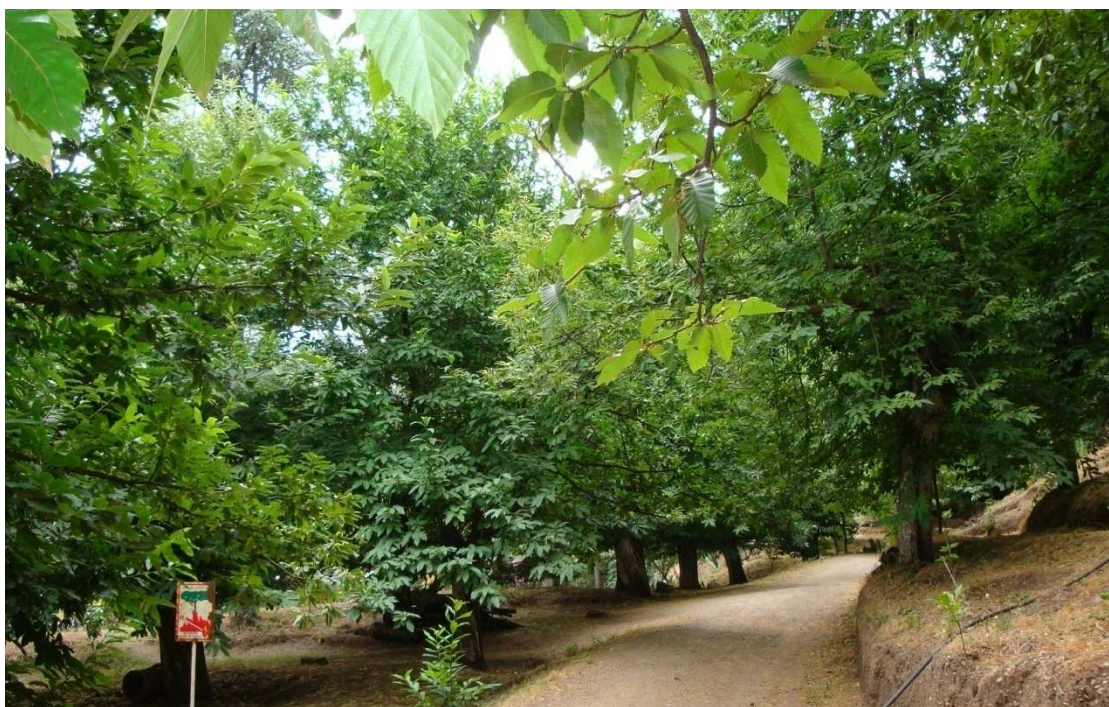


Figure 11 : Vue générale de la châtaigneraie prospectée

2. Méthodologie adoptée

2.1. Méthode d'étude de la diversité entomologique

La diversité des insectes sur une partie de la forêt vise à dresser la liste la plus exhaustive possible des espèces présentes et à recueillir, le cas échéant, des indications sur leur abondance, leur biologie et écologie et les impacts d'un ou plusieurs facteurs naturels ou anthropiques. Un répertoire entomologique est avant tout un échantillonnage puisqu'il est impossible de réaliser, sur une surface importante, un recensement exhaustif d'organismes mobiles et très diversifiés comme les Arthropodes (Conroy, 1996).

La présente étude a été effectuée au cours de la période allant du mois de mai 2011 jusqu'au mois d'août 2013.

2.1.1. Les pièges d'interception

L'utilisation des pièges de Barber ou d'interception tendent à devenir d'usage courant dans le monde (Mehenni, 1994). Ce procédé simple sert à l'échantillonnage des biocénoses d'invertébrés qui se déplacent à la surface du sol. De ce fait, ce genre de piège permet surtout la capture de divers Arthropodes marcheurs ; les Coléoptères, les Collembolés et les Araignées sont les plus fréquemment capturés. Les Diplopodes ainsi qu'un grand nombre d'insectes volants qui viennent se poser à la surface ou qui y tombent emportés par le vent sont également piégés. Il s'agit là, de la méthode adéquate permettant d'obtenir de nombreux recensements standardisés et comparables (Baguette, 1992). Le piégeage choisi s'est effectué avec des récipients en matière plastique de forme cylindrique de 12 cm de profondeur et de 9 cm de diamètre, des perforations sont effectuées dans la partie supérieure afin d'évacuer l'excès d'eau en période pluvieuse. Chaque récipient est enfoui, verticalement, de manière que le bord supérieur (ouverture) du pot coïncide parfaitement avec le niveau du sol, qui doit être bien tassé tout autour du piège afin d'éviter l'effet barrière pour la capture des espèces. Les pots sont remplis au 2/3 avec de l'eau et du formol dilué à 5 % qui joue le rôle de mouillant et conserve le matériel biologique. Il est important de placer une pierre plate au dessus de chaque pot, surélevé par quelques cailloux supports disposés en triangle afin de faciliter le passage des insectes et de réduire l'évaporation durant les grandes chaleurs estivales. Stein (1965) a montré que les espèces semi-dominantes et rares pouvaient être capturées avec seulement un nombre de cinq pièges de Barber et que le nombre quantitatif ne changeait pas quand le nombre de pièges est de vingt (Mehenni, 1994). De son côté, Obrtel (1971), juge que le nombre de pièges nécessaires à un recensement exhaustif est de l'ordre de 10 (Baguette, 1992). Pour notre cas, nous avons opté pour l'installation systématique de 10 pièges selon la méthode des transects, dans laquelle tout au long d'un transect en ligne on

place une dizaine de pièges distants systématiquement de cinq mètres (Fig.12). Une semaine après l'installation des pièges, le contenu de chaque pot est récupéré dans un sachet en matière plastique étiqueté, portant le nom de la station, la date du dépôt et du prélèvement du piège ainsi que son numéro. Le matériel biologique récolté est examiné au laboratoire et les échantillons sont séchés, débarrassés de tout débris et triés, afin d'être identifiés et comptabilisés pour tirer des informations sur la dynamique des populations des insectes dans le biotope prospecté.



Figure 12 : Dispositif d'installation des pièges d'interception

2.1.2. Parapluie japonais ou nappe montée

Le parapluie japonais se caractérise par une toile carrée de couleur claire de forme carrée et de dimensions 120 x 120 cm est tendue sur un cadre pliant en bois. La nappe est

maintenue d'une main sous le feuillage des arbres et arbustes pendant que l'on secoue brutalement les végétaux avec l'autre main sur un mètre à partir de leur extrémité. Au total 11 coups de bâton sont menés sur des branches situées aux différentes expositions d'une dizaine d'arbres. Les insectes tombent sur la surface de la nappe où ils sont facilement collectés et conservés dans des tubes. Par le biais de cette méthode on capture la majorité des insectes présents sur les branches des arbres et des arbustes qui sont généralement des Coléoptères Elateridae, des Buprestidae, des Chrysomelidae, et des Curculionidae, des Rhynchotes (Hémiptères et Homoptères), des Névroptères et des Trichoptères (Meriguet et Zagatti, 2002) (Fig. 13)



Figure 13: Le parapluie japonais

2.1.3. Pièges à phéromones

Le piège à phéromone utilisé est de type Delta est muni sur sa face basale d'une plaque engluée sur laquelle est déposée une capsule contenant la phéromone de synthèse appropriée pour le piégeage des mâles des *Cydia fagiglandana*, *Cydia splendana* et *Lymantria dispar*. L'objectif de ce dispositif de piégeage est de détecter la possibilité de présence du ravageur et d'évaluer les risques d'infestations. Le piège est mis à l'intérieur de la couronne de l'arbre suspendu par un fil à raison de 5 pièges pour chaque espèce ciblée. Les capsules de phéromones sont renouvelées 4 semaines, les mâles piégés sont récupérés au bout de 7 jours (Fig. 14)





Figure 14: Installation des pièges à phéromones de synthèse

2.1.4. Récolte directe

La récolte manuelle directe consiste à récolter les insectes facilement repérables, accessibles et à mobilité réduite. Ces derniers sont récoltés lors des sorties sur le terrain au niveau du sol, sur la strate herbacée et également sur les arbres à hauteur d'homme. Les individus capturés sont conservés dans de l'alcool à 70 % pour une identification et préparation en laboratoire.

2.2. Méthode d'étude de la mineuse *Phyllonorycter messaniella*

Suite à l'apparition de mines de *P. messaniella*, au mois de juin 2013, nous avons procédé à un échantillonnage mensuel de jeunes rameaux de croissance de 40 centimètres pour évaluer les dégâts et tirer des informations sur la distribution de la population. Un effectif de 10 rameaux par position cardinale, soit 40 rameaux sont prélevés aléatoirement à partir d'une dizaine d'arbres de châtaignier. L'expérimentation a duré de juin à novembre de l'année 2013, correspondant à la période végétative. Les échantillons sont conservés minutieusement dans des sachets en papier pour un examen et un comptage en laboratoire. Sur chaque échantillon on procède à un comptage des mines sur la surface des feuilles attaquées selon leur position sur le rameau. Les surfaces de toutes les feuilles considérées sont prises en considération pour établir la densité d'attaque. Les formes des feuilles sont découpées et pesées pour tirer les valeurs des surfaces réelles des échantillons

La chronologie des écophases est appréciée au cours du temps par des observations directes. Des échantillons de larves tous stades confondus sont pris en considération pour une analyse biométrique afin de caractériser leur stade évolutif.

3. Méthodes d'exploitations par les indices écologiques

3.1. Qualité de l'échantillonnage

Blondel (1979), définit la qualité de l'échantillonnage par la relation : $Q = a/N$

a : le nombre des espèces vues une seule fois et en un seul exemplaire par relevé.

N : le nombre de relevés.

Plus le rapport a/N se rapproche de zéro plus la qualité est bonne (Ramade, 2003).

3.2. Indices écologiques de composition

3.2.1. Richesse totale et moyenne

La richesse totale **S** représente le nombre des espèces du peuplement du site prospecté. Elle est considérée comme un paramètre fondamental d'une communauté d'espèces. La richesse moyenne **s** correspond au nombre moyen des espèces présentes dans un échantillon du biotope (Ramade, 2003).

3.2.2. Fréquences centésimales

C'est le pourcentage des individus d'une espèce (**ni**) par rapport au total des individus (Dajoz, 1971). L'abondance relative des espèces dans un peuplement ou dans un échantillon, caractérise la diversité faunistique d'un milieu donné (Frontier, 1983). La fréquence centésimale est calculée par la relation : $F\% = ni \times 100/N$

ni : le nombre des individus de l'espèce prise en considération.

N : le nombre total des individus de toute espèce confondue.

3.2.3. Fréquence d'occurrence et constances

La fréquence d'occurrence est le pourcentage du nombre de relevés contenant l'espèce prise en considération par rapport au nombre total de relevés (Dajoz, 1971).

$$C = P \times 100 / P'$$

P : le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

P' : le nombre total de relevés effectués.

En fonction de la valeur de **C**, les catégories suivantes sont définies comme suit:

- Une espèce est omniprésente si **C = 100 %**
- Une espèce est constante si **75 % ≤ C ≤ 100 %**
- Une espèce est régulière si **50 % ≤ C ≤ 74 %**
- Une espèce est accessoire si **25 % ≤ C ≤ 50 %**
- Une espèce est accidentelle si **5 % ≤ C ≤ 25 %**
- Une espèce est rare si **C ≤ 4 %**

3.3. Indices écologiques de structure

3.3.1. Diversité de Shannon-Weaver

Blondel *etal.* (1973), définissent la diversité comme le degré d'hétérogénéité d'un peuplement. Cet indice est considéré comme le meilleur moyen de traduire la diversité, il est calculé de la manière suivante : $H' = -\sum q_i \log_2 q_i$

H' : indice de diversité exprimé en unité de bits

q_i : fréquence relative de la catégorie d'individus par rapport à i qui est l'espèce considérée

log₂ : le logarithme à base de 2.

Cet indice permet d'avoir une idée sur la diversité des différents milieux, plus précisément il permet de connaître la diversité d'une espèce donnée au sein d'un peuplement. Si **H'** est élevé, le peuplement considéré est diversifié et donc le milieu est favorable. Si en revanche **H'** est faible, ce dernier est pauvre en espèces ou défavorable.

3.3.2. Diversité maximale

Blondel (1979) exprime la diversité maximale par la relation suivante :

$$H'_{\max.} = \text{Log}_2 S.$$

H'max : la diversité maximale

S : la richesse totale.

3.3.3. Equitabilité

L'indice correspond au rapport de la diversité observée **H'** à la diversité maximale **H'max** (Barbault, 1981). Blondel (1979), juge que, l'équirépartition est le rapport de la diversité observée à la diversité maximale. Elle se calcule comme suit :

$$E = \frac{H'}{H' \max.}$$

La valeur de l'équirépartition **E** varie de 0 à 1. Lorsque **E** tend vers 0 cela signifie que les effectifs des espèces récoltés ne sont pas en équilibre entre eux. Quand **E** tend vers 1 cela signifie que les effectifs des espèces capturées sont en équilibre entre eux.

4. Méthodes d'analyses statistiques

Des analyses statistiques classiques simples ont été conduites dans une grande partie des cas pris en considération : analyses fréquentielles, régressions simples et des tests de Chi², comparaisons des moyennes par des analyses de variance et des analyses multivariées (ACP) se sont avérées nécessaires pour apporter plus de fiabilité aux données recueillies au cours de l'étude.

4.1. Régressions et corrélations

L'analyse des régressions reste l'un des outils les plus couramment utilisés dans plusieurs domaines. L'objectif est de choisir un modèle afin d'établir une relation fonctionnelle conduisant à tirer d'éventuelles corrélations. L'analyse a concerné les densités des attaques en fonction des caractéristiques liées à l'arbre et à la relation des longueurs des galeries de reproduction en fonction du nombre d'encoches de pontes. Les cas considérés sont représentés par une variable explicative et une variable à expliquer. L'analyse des régressions et des corrélations nous a permis de déduire des équations qui décrivent le mieux la nature fonctionnelle de la relation entre deux variables.

Le coefficient de détermination R^2 calculé, représentant la mesure de la proportion de la variable explicative par la variable à expliquer, évalue le degré d'association entre les deux variables et permet de juger la qualité de l'ajustement des points par la droite de régression. En plus des R^2 , les probabilités sont calculées pour chaque cas pour tirer les degrés de signification. L'étude des régressions a été effectuée à l'aide du logiciel Excel.

4.2. Distribution fréquentielle

L'analyse fréquentielle est un test élémentaire en statistiques appliquées. Elle permet une description des populations après une distribution de fréquence préalable et de présenter les données sous une forme synthétique et sans perdre l'essentiel de l'information contenue dans les valeurs de la variable à établir. Les données sont classées, puis regroupées dans un nombre restreint de classes avec une signification de la probabilité. En statistique on postule souvent que les valeurs des données sont calculées à partir d'une population ayant une distribution normale. Cette analyse a concerné la biométrie larvaire. Les Chi² et les probabilités de chaque distribution significative sont calculés pour caractériser dans une première étape les données recueillies. Les distributions ont été effectuées à l'aide du logiciel Statistica 10. (2014).

4.3. Analyse de variance

Cette analyse consiste à tester les différences significatives entre les moyennes (ANOVA). Des analyses à un facteur ont été effectuées pour tester des facteurs contrôlés ayant des modalités sur les moyennes d'une variable quantitative. En nature, les variables sont complexes et nombreuses pour tirer des informations pratiques. L'analyse de variance a été effectuée à l'aide du logiciel Statistica 10 (2014)

4.4. Analyse croisée

Dans les tracés des boîtes proposées dans l'analyse croisée qui dérive de l'analyse canonique, la tendance centrale qui est la médiane et la dispersion statistique sont calculées pour chaque groupe d'observation et les valeurs sont présentées dans le style type graphique. La principale raison d'employer la médiane pour décrire la tendance centrale des données, c'est qu'elle permet de minimiser l'effet des valeurs extrêmes, soit extrêmement élevées, soit extrêmement faibles.

L'analyse a porté sur les variables liées aux taux d'infestations en relation avec la surface des feuilles et sur les mesures biométriques des longueurs et des largeurs maximales des capsules céphaliques larvaires. Cette analyse a été réalisée par le logiciel Statistica 10 (2014).

4.5. Analyse multivariée (AFC et ACP)

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) retenue, permet l'ordination des prélèvements en fonction de leurs corrélations respectives, calculés à partir de variables. Il en résulte une représentation graphique qui exprime les relations de proximité entre objets, entre variables et enfin entre objets et variables (Delagarde, 1983). Pour délimiter les unités, on considère la contribution absolue qui exprime la part d'un individu dans l'information et la contribution relative qui exprime la participation de l'axe factoriel à la dispersion des points dans le nuage. Un point bien corrélé à un axe traduit une liaison entre ce point et l'axe considéré.

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) est une autre méthode d'analyse de données multivariées qui cherche à identifier les axes principaux qui expliquent le mieux les corrélations entre variables descriptives. Elle cherche à synthétiser l'information contenue dans un tableau croisant des individus et des variables quantitatives. Produire un résumé d'information au sens de l'ACP c'est établir une similarité entre les individus, chercher des groupes d'individus homogènes, mettre en évidence une typologie d'individus. Quant aux variables, c'est mettre en évidence des liaisons entre elles, moyennant des variables synthétiques et mettre en évidence une typologie de

variables. L'ACP cherche d'une façon générale à établir des liaisons entre ces deux typologies (Legendre et Legendre, 1984). Cette analyse permet dans des cas où il est impossible de se ramener à un tableau de contingence, de disposer d'un graphique à deux dimensions d'analyse factorielle (Delagarde, 1983). Dans le présent travail l'ACP est utilisée comme analyse discriminante pour étudier la variation de l'abondance, de la fréquence centésimale et de la fréquence d'occurrence et de constance au cours des trois années d'étude.

QUATRIEME CHAPITRE

Résultats

1. Diversité entomologique

Au cours de la période d'échantillonnage allant du mois de mai 2011 à aout 2013, un nombre de 160 relevés en châtaigneraie conduits au cours de 16 sorties sur le terrain a permis d'identifier les espèces reportées dans le tableau 3 .

Tableau 3. Taxonomie des espèces répertoriées

Ordres	Familles	Espèces inventoriées	Ni
Dermaptera	Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i> (Linnaeus, 1758)	1
Thysanura	Machilidae	<i>Machilis maritima</i> (Linnaeus, 1758)	4
Isoptera	Non déterminée	<i>Termite</i>	10
Thysanoptera	Non déterminée	<i>Thrips</i>	5
Blattoptera	Blattidae	<i>Ectobia lapponica</i> (Linnaeus, 1758)	3
Orthoptera	Gryllidae	<i>Gryllomorpha longicauda</i> (Rambur, 1839)	4
Homoptera	Aphididae	<i>Myzocallis castanicola</i> (Baker, 1917)	8
		<i>Lachnus sp</i> (Burmeister, 1835)	5
	Cicadellidae	<i>Cicadellidae sp.</i> (Latreille, 1830)	1
Heteroptera	Lygaeidae	<i>Leptodemus minutus</i> (Jakovlev 1876)	1
		<i>Spilostethus pandurus</i> (Scopoli, 1763)	1
		<i>Scolopostethus decoratus</i> (Hahn, 1833)	2
	Nabidae	<i>Himacerus mirmicoides</i> (Costa, 1831)	2
		<i>Alloeorhynchus putoni</i> (Kirkaldy 1901)	1
	Coreidae	<i>Gonocerus insidiator</i> (Fabricius, 1787)	1
	Anthocoridae	<i>Anthocoris nemoralis</i> (Fabricius, 1794)	11
	Tingidae	<i>Tingis cardui</i> (Linnaeus, 1758)	1
		<i>Monosteira unicastata</i> (Mulsant & Rey, 1852)	1
	Leptopodidae	<i>Patapius spinosus</i> (Rossi, 1790)	1
	Reduviidae	<i>Peirates stridulus</i> (Fabricius, 1787)	3
	Miridae	<i>Deraeocoris (Phaeocapsus) cf. pilipes</i> (Reuter, 1879)	1
		<i>Deraeocoris punctum</i> (Rambur, 1839)	1
		<i>Campyloneura virgula</i> (Herrich-Schaeffer, 1835).	1
Rhopalidae	<i>Rhopalus subrufus</i> (Gmelin, 1790)	2	
Coleoptera	Apionidae	<i>Exapion fuscirostre</i> (Fabricius, 1775)	1
		<i>Pseudapion fulvirostre</i> (Gyllenhal, 1833)	1
	Buprestidae	<i>Anthaxia marmottani</i> (Brisout de Barneville, 1883)	2
		<i>Anthaxia fulgidipennis</i> (Lucas, 1846)	6

	<i>Agrilus elegans</i> (Musant & Rey, 1863)	2
Cantharidae	<i>Malthodes</i> sp.	12
Carabidae	<i>Chlaenius canariensis</i> (Chaudoir, 1856)	3
	<i>Calosoma olivieri</i> (Dejean, 1831)	1
	<i>Syntomus fuscomaculatus</i> (Motschulsky, 1844)	2
	<i>Platyderus calathoides</i> (Dejean, 1828)	2
	<i>Nebria andalusia</i> (Rambur, 1837)	7
	<i>Orthomus barbarus</i> (Antoine, 1941)	1
	<i>Laemostenus complanatus</i> (Dejean, 1828)	2
	<i>Carabus famini</i> (Dejean, 1826)	2
Cerambycidae	<i>Neoplagionotus scalaris</i> (Brullé, 1833)	1
Chrysomelidae	<i>Psylliodes</i> sp.	5
	<i>Phaedon</i> sp.	3
	<i>Aphthona ovata</i> (Foudras, 1860)	35
Clambidae	<i>Clambus pallidulus</i> (Reitter, 1911)	1
Coccinellidae	<i>Adalia decempunctata</i> (Linnaeus, 1758)	7
Cryptophagidae	<i>Micrambe abietis</i> (Paykull, 1798)	1
Curculionidae	<i>Echinodera costata</i> (Chrevolat, 1861)	3
	<i>Scolytus laevis</i> (Chapuis 1869)	1
	<i>Scolytus koenigi</i> (Schewyrew, 1890)	5
Dasytidae	<i>Dasytes</i> sp.	4
Dermestidae	<i>Attagenus bifasciatus</i> (Olivier, 1790)	3
Hydrophilidae	<i>Cercyon</i> sp.	1
Histerdidae	<i>Histeridae</i> sp. (Gyllenhal, 1808)	3
Kateretidae	<i>Kateretes rufilabris</i> (Latreille, 1807)	1
Latridiidae	<i>Dienerella vincenti</i> (Johnson, 2007)	1
Leiodidae	<i>Agatidium demarzoii</i> (Angelini, 1983)	36
	<i>Catops rescissicollis</i> (Peyerimhoff, 1905)	203
Oedemeridae	<i>Oedemera nobilis</i> (Scopoli, 1763)	1
Ptiliidae	Non déterminée	1
	Non déterminée	1
Ptinidae	<i>Ptinus</i> sp.	2
Scarabeidae	<i>Geotrupes</i> sp.	2
	<i>Ophomus</i> sp.	4

	Scraptiidae	<i>Anaspis quadrimaculata</i> (Gyllenhal, 1817)	1
		<i>Anaspis sp.</i>	1
	Staphylinidae	<i>Ocypus olens</i> (Muler, 1764)	125
		<i>Geopselaphus innus</i> (Peyerimhoff, 1907)	10
		<i>Micropeplus fulvus</i> (Erichson, 1840)	5
		<i>Ocypus aethiops</i> (Waltl, 1835)	6
		<i>Atheta sp.</i>	7
		<i>Xantholinus sp.</i>	1
		<i>Philonthus intermedius</i> (Lacordaire, 1835)	40
	Tenebrionidae	<i>Tentyria grossa</i> (Solier, 1835)	1
		<i>Glabrasida sp.</i>	3
		<i>Cnemeplatia atropos</i> (Kaszab, 1938)	1
	Zopheridae	<i>Tarphius fairmairei</i> (Marseul, 1873)	1
Hymenoptera	Formicidae	<i>Crematogaster scutellaris</i> (Latreille, 1802)	76
		<i>Camponotus alii</i> (Forel, 1909)	145
		<i>Aphenogaster testaceopilosa</i> (Lucas, 1849)	39
		<i>Aphenogaster sp.</i>	13
		<i>Camponotus cruentatus</i> (Latreille, 1802)	13
		<i>Pheidole pallidul</i> (Nylander, 1849)	3
	Eulophidae	<i>Minotetrastichus platanellus</i> (Mercet, 1922)	2
	Apidae	<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	4
	Ichneumonidae	Non déterminée	2
	Braconidae	<i>Aponteles sp</i>	2
	Bethylidae	<i>Bethylidae sp.</i>	3
Lepidoptera	Lymantriidae	<i>Lymantria dispar</i> (Linnaeus, 1758)	32
	Gracillariidae	<i>Phyllonorycter messaniella</i> (Zeller, 1846)	10
	Tortricidae	<i>Cydia funebrana</i> (Treitschke, 1835)	5
		<i>Cydia fagiglandana</i> (Zeller, 1841)	6
		<i>Pammene sp.</i>	2
		<i>Tortrix viridana</i> (Linnaeus, 1758)	1
Diptera	Tachinidae	<i>Tachinidae sp</i>	7
	Cyclorapha	<i>Cyclorapha sp</i>	3
	Dipter sp	<i>Diptera sp</i>	12

Ni : Nombre d'individus

Au total 1022 individus appartenant à 95 espèces ont été récoltés dans la châtaigneraie. Cette biodiversité entomologique se répartie en 12 ordres et 54 familles taxonomiques. L'ordre des Coléoptères domine avec 25 familles dont les Caraboidae et les staphilinidae sont les plus représentées. En seconde position l'ordre des Hétéroptères regroupe 9 familles: Lygaeidae, Nabidae, Coreidae, Anthocoridae, Tingidae, Leptopodidae, Reduviidae, Rhopalidae, Miridae. Les représentants de l'ordre des Hyménoptères se répartissent entre 6 familles ; Formicidae, Eulophidae, Apiidae, Ichneumonidae, Braconidae, Bethylidae. Les autres ordres sont représentés par un faible nombre ne dépassant pas 4 familles.

2. Principaux groupes taxonomique et leur importance

2.1. Les Coléoptères

L'ordre des Coléoptères représente 56% de la diversité entomologique globale de la châtaigneraie. Il est connu que ce groupe d'insectes représente la plus grande diversité biologique et possèdent diverses régimes alimentaires ; adéphage, phytophage et polyphagie. Le groupe des phytophages regroupe divers bioagresseurs très souvent nuisibles en agriculture, cas des bruches et en foresterie, cas des scolytes (*Dentroctonus frontalis*). Parmi les prédateurs, les carabes jouent un rôle régulateur de diverses populations d'Arthropodes.

La figure 15, illustre les différentes proportions des ordres répertoriés en châtaigneraie

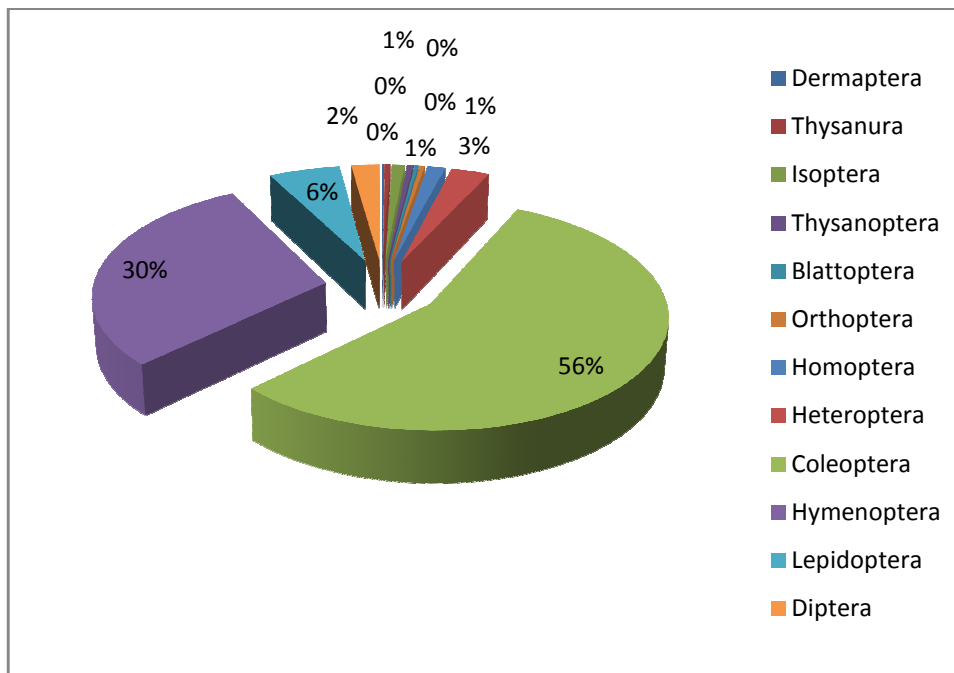


Figure 15 : Importance des divers groupes d’insectes répertoriés en châtaigneraie

2.1.1. Les Caraboidae

Une diversité de 8 espèces a été notée ; il s’agit de *Chlaenius canariensis*, *Platyderus calathoides* (Fig.16), *Syntomus fuscomaculatus* (Fig.17), *Nebria andalusia* (Fig.18), *Calosoma olivieri* (Fig.19), *Orthomus barbarus*, *Laemostenus complanatus* et de *Carabus famini*. L’espèce *Nebria andalusia* reste la plus fréquente avec un effectif de 7 individus. Les investigations conduites avant en châtaigneraie du Parc National de Chréa par Khomeri (2006) et Belhadid (2008) ont révélé une diversité d’espèces de Carabidae respectivement de 10 et 16 espèces.

La famille Carabidae devenue un modèle biologique, compte plus de 32 500 espèces décrites (Lorenz, 2005). Ces espèces sont abondantes dans les écosystèmes terrestres et se caractérisent par une flexibilité vis-à-vis des facteurs environnementaux abiotiques et biotiques. La caractéristique la plus importante de carabes est leurs habitudes alimentaires opportunistes, la plupart des carabes adultes sont principalement prédateurs ils se nourrissent d’autres arthropodes. Ce sont des bio-indicateurs des habitats qui régulent les populations de certaines espèces nuisibles et saprophages (limaces, collemboles, chenilles) (Clergue *et al.*, 2004; Kotze *et al.*, 2011). Un nombre significatif essentiellement ou occasionnellement se nourrit de graines tombées, des fruits ou du pollen (Larochelle et Larivière, 2003). De nombreuses espèces sont des prédateurs

nocturnes. Les carabes présentent de bonnes capacités de dispersion et sont aussi facilement et de manière fiable échantillonnés par diverses méthodes (Paik, 2006)



Figure 16: *Platyderuscalathoides*



Figure 17: *Syntomus fuscomaculatus*



Figure 18: *Nebria andalusiaca*



Figure 19 : *Calosoma olivieri*

2.1.2. Les Staphylinidae

Les représentants de la famille des Staphylinidae sont de 7 espèces ; *Ocypus olens*, *Geopselaphus sp*, *Micropeplus fulvus*, *Ocypus aethiops*, *Atheta sp*, *Xantholinus sp.*, *Philonthus intermedius*.

L'espèce *Ocypus olens*, appartient à la sous famille des Staphylininae qui regroupent des espèces multiformes de 3 à 30mm qui se distinguent des Paederinae par le manque d'apophyses postcoxales et des *Xantholininae* par les antennes qui ne sont pas coudées. La plupart des espèces sont de couleur noire, le genre *Philonthus* (*Philonthus intermedius*) bien représenté dans les milieux agricoles et forestiers en est l'exemple (Wittwer, 1993). Ce prédateur carnassier joue aussi un rôle important dans le recyclage de la nécromasse. Il est intégralement de couleur noire. L'abdomen est allongé, mobile et se

termine par des cèrques en forme de crochets. Les élytres sont courtes et découvrent une partie de l'abdomen. Ce groupe d'insecte est capable de voler sur de petites distances (Fisher *etal.*, 1976).

Micropeplus fulvus, de la sous famille des Micropeplinae, espèce de petite taille a une morphologie caractéristique, une structure particulière du pronotum de l'élytre et de l'abdomen. Les antennes ne comptent que neuf segments à la place des onze habituels.

Atheta sp., de la sous famille des Aleocharinae dont les larves sont des ectoparasitoïdes sur les pupes de diptères cyclorrhaphes (Klimaszewski, 1984), bien que d'autres espèces sont affiliées aux fourmis

Geopselaphus innus fait partie de la sous famille des Pselaphinae qui comprend de nombreuses espèces de très petites tailles. Ce groupe d'insectes cosmopolites est largement distribué dans le monde, essentiellement dans leur plus grande profusion dans les zones forestières tropicales humides. De nombreuses espèces vivent dans les fourmilières. La majorité des Pselaphidae sont brun ou jaunâtre couleur; mais dans les zones tempérées beaucoup sont plus sombres ou presque noir, rougeâtre ou même élytres rouge vif. La sous famille des Pselaphidae se distingue par son extrême diversité de forme, et par le grand développement fréquent des palpes maxillaires, qui parfois presque égale à la longueur des antennes (Pearce, 1957 et Bekchiev, 2011). Selon Jeannel (1950), les palpes maxillaires sont composés de cinq segments; ce qui distingue cette sous famille des autres coléoptères (Fig.20)



Figure 20: *Geopselaphus innus*

La famille Staphylinidae forment l'une des familles de coléoptères parmi les plus grandes et les plus diversifiées sur le plan biologique (Klimaszewski, 2000; Gouix et Klimaszewski, 2007), comprend plus de 50.000 espèces, réparties en 32 sous familles (Newton, 2007). Les espèces de Staphylinidae sont distribuées dans le monde entier dans presque tous les types d'écosystèmes mais leur représentation est optimale dans la litière forestière (Klimaszewski, 2000). Les Staphylins chassent à la surface du sol, sous les matières animales ou végétales en décomposition, dans la litière, sous les pierres ou l'écorce, les fleurs, les algues, les champignons et les feuilles mortes (İnanç Özgen & Sinan Anlaş, 2010). Les Staphylinidae sont souvent étroitement liés à leur biotope, en dehors des milieux cultivés, ils colonisent les forêts de feuillus et de résineux. Ils se trouvent également sous les écorces cas des espèces qui chassent les scolytes, dans des champignons et dans le bois en décomposition. Quelques espèces vivent dans les nids d'oiseaux, les terriers de petits rongeurs. D'autres encore sont myrmécophiles ou même floricoles. Les staphylins sont très forts dans la compétition qu'ils livrent aux autres arthropodes en raison de plusieurs caractéristiques biologiques et morphologiques, notamment, ils se distinguent par leurs élytres raccourcis qui laissent deux à cinq tergites à découvert, ceux-ci sont liés par une membrane pleurale bien développée portant une microstructure particulière menant à un petit corps étroit et souple; des ailes bien développées (chez la plupart des espèces), leur offrant un très bon mécanisme de dispersion; et des glandes défensives (chez de nombreuses espèces, comme celles des *Aleocharinae*), renfermant des produits chimiques visant à décourager les prédateurs (Klimaszewski, 2000). La majorité des adultes ont un comportement nocturne, évitant généralement tout contact avec la lumière et préférant les habitats humides (Wittwer, 1993). Si le large spectre de proies est la règle pour la majorité des taxons, cas des *Aleocharinae*, *Staphylininae*, *Paederinae* qui sont des prédateurs généraux (Ashe, 1984), certaines espèces sont toutefois hautement spécialisées quant au choix de leurs proies. Les représentants du genre *Stenus* chassent essentiellement des Collemboles. Le labium est transformé en langue éjectable dont le bout collant leur sert à surprendre les Collemboles avant qu'ils ne puissent prendre la fuite en sautant. Parmi les espèces de moyenne et petite taille, plusieurs genres (*Tachyporus*, *Mvctoporus*, *Anotvlus*) possèdent un régime alimentaire mixte carnivore et phytophage. Finalement, les plus petites formes sont microphages, tels que *Proteinus* ou *Micropeplus* vivant dans la litière et dans la matière végétale en décomposition (Good & Giller, 1991). Les espèces *Oxyporinae* sont des habitants des champignons frais, et des espèces de la sous tribu *Gyrophaenina* sont

exclusivement mycétophages, se nourrissant de spores et d'hyphes fongiques (Ashe, 1984).). Certaines espèces se rencontrent sous l'écorce des arbres ou des grumes (les espèces des genres *Homalota*, *Dexiogyia* et *Gnathusa*).

Selon Klimaszewski *et al.* (2005), les affinités d'habitats des staphylins sont très différentes de celles observées chez d'autres espèces de la faune vivant dans la litière, notamment les carabes. La faune des staphylins est caractérisée par un grand nombre d'espèces qui semblent présenter une affinité particulière pour la forêt non coupée et qui pourraient être considérées comme des spécialistes forestiers. Cela indique davantage que les staphylins sensibles aux perturbations de la forêt comparativement aux carabes et que, en raison de cette plus grande sensibilité, les staphylins pourraient être de meilleurs indicateurs de perturbation écologique que les carabes. Il semble que, contrairement aux carabes, peu de staphylins peuvent s'adapter pour se spécialiser dans les habitats ouverts ou se développer sur le sol minéral exposé, typique des sites fraîchement coupés.

2.1.3. Leiodidae

Cette famille compte environ 3800 espèces que l'on trouve dans le monde entier. Les membres de cette famille sont généralement de forme globulaire, toutefois certaines espèces présentent des formes plus allongées. Certaines de ces espèces possèdent des antennes en forme de massue. Les adultes et les larves de ces coléoptères se nourrissent généralement du mycélium des champignons sur les plantes ou les animaux en décomposition. Certaines espèces sont courantes dans les nids d'oiseaux ou les terriers de mammifères. De nombreuses autres sont aussi cavernicoles et ont perdu de ce fait leurs ailes et leurs yeux (Kočárek, 2003). Cette famille compte l'espèce la plus dominante au niveau de la châtaigneraie du Parc National de Chréa *Catops rescissicollis* (Fig. 21)

Agathidium demarzoii, Cette espèce appartient au genre *Agathidium* qui se caractérise par le temporum post oculaires bien développé qui s'étend du bord latéral de la tête en arrière au-delà de l'œil entre 0,5 et 1,0 fois la longueur de l'œil. La partie antérieure du mésosternum est relativement réduite, beaucoup plus courte que la partie postérieure qui est modérément à fortement concave. Les angles de l'humérus les élytres sont relativement anguleux (Miller, 2005).



Figure 21: *Catops rescissicollis*

2.1.4. Les Curculionidae

Lebalanin, *Curculio elephas*

Le balanin du châtaignier, *Curculio elephas* (Gyllenhal) est un Coléoptère de la famille des Curculionidae. Au cours de nos visites au terrain des fruits attaqués par le balanin sont caractérisés par leurs symptômes relatifs au diamètre du trou de sortie plus conséquent que ceux des tordeuses et par leur déjection grossières. Aucun adulte n'a été capturé vu la rareté de présence de l'espèce. Sa présence a été déjà confirmée par Khommeri, (2006) dans le même site.

L'imago de *C. elephas* mesure de 6 à 10 millimètres de long et présente un fort dimorphisme sexuel : les femelles ont, en moyenne, un rostre aussi long que leur corps et deux fois plus long que celui des mâles. Cet insecte univoltin qui présente quatre stades larvaires apodes (Colizza, 1929) est un important ravageur de la châtaigne qui peut aussi s'attaquer aux glands de *Quercus* sp. (Coutin, 1960; Bovey *et al.*, 1975). On le trouve en France, en Italie, en Bulgarie (Popova, 1960), en Pologne (Pomorski & Tarnawski, 1980), en Suisse dans le Tessin (Bovey *et al.*, 1975), en Allemagne (Hoffmann, 1963) et en Hongrie (Bürges & Gal, 1981a et b). Les adultes émergent de mi-août à fin septembre (Menu, 1992 ; Menu & Debouzie, 1993 et 1996). Dès leur sortie, ils s'accouplent et les femelles commencent à pondre. Les œufs sont déposés dans les amandes; aucun œuf est pondu sur le feuillage (Coutin, 1958). Les larves se nourrissent à l'intérieur de la châtaigne jusqu'à la fin de leur développement prédiapause. Selon les conditions climatiques, en particulier la température, les développements embryonnaire et larvaire

durent en moyenne 45 jours à 20° C (Manel, 1995). Une fois la phase d'alimentation achevée, les larves de quatrième stade quittent les fruits pour s'enterrer dans le sol où elles hivernent à l'intérieur d'une logette protectrice dont les parois sont tapissées de sécrétions cireuses (Colizza, 1929). La larve sort du fruit par un trou, rond, parfaitement reconnaissable, d'environ 2-3 millimètres de diamètre. Les sorties larvaires s'échelonnent de début octobre à mi-décembre (Menu & Debouzie, 1995). La diapause débute en octobre et se termine fin décembre. Entre janvier et mars, les larves sont en quiescence, et à partir de mi-mars, le développement post-quiescence reprend sans interruption jusqu'à la nymphose en juillet - août. En moyenne, 40% des émergences se font après une diapause prolongée. Ainsi, la diapause est à l'origine d'un étalement des émergences sur 2, 3 voire 4 ans (Menu, 1993a et b; Menu & Debouzie, 1993).

2.2. Les Hétéroptères

Un effectif de 9 familles d'Hétéroptères a été identifié ; Lygaeidae, Nabidae, Coreidae, Anthocoridae, Tingidae, Leptopodidae, Reduviidae, Rhopalidae, Miridae (Fig. 22, 23, 24). Ce groupe d'insecte renferme 15 espèces avec divers régimes alimentaires dans l'écosystème prospecté. En plus des ponctions de la sève, ce groupe d'insectes est responsable de la transmission de maladies.



Figure 22: *Anthocoris nemoralis*



Figure 23 : *Alloeorhynchus putoni*



Figure 24: *Himacerus mirmicoides*

Les régimes alimentaires présentent de même une grande diversité : en majorité phytophages, ils peuvent être aussi détritivores, granivores (Pyrrhocoridés), mycétophages (Aradidés), prédateurs (Cimicidés, Réduviidés, Népidés). Les Holoptiliné (Réduviidés exotiques) sont des prédateurs des fourmis, qu'ils attirent grâce à une sécrétion émise par des glandes sternales. Les Hétéroptères sont en majorité "nuisibles", du fait de leur mode d'alimentation. En effet, la salive injectée dans la plante tue et dissout les cellules autour de la piqûre, le liquide obtenu étant ensuite aspiré. Dans le cas de forte pullulation les piqûres causent des nécroses et l'injection de salive permet aussi la transmission de maladies cryptogamiques aux végétaux. Leur abondance et leur prolifération sont fort gênantes. La famille des Tingidés renferme aussi des espèces nuisibles, notamment *Stephanitispyri* (3mm) qui nuit à l'épiderme inférieur des feuilles des arbres fruitiers, surtout le poirier ainsi que *Corythucha ciliata* originaire d'Amérique du Nord, s'attaque aux platanes. En Afrique du nord, les genres *Eurygaster* et *Aelia* (Pentatomidae) étaient, certaines années, de véritables fléaux, détruisant la récolte de champs entiers, en rendant la farine impropre à la panification. L'utilisation des insecticides a permis de maîtriser ces pullulations. Actuellement ces deux genres ne se rencontrent plus que sur des graminées sauvages. Une autre forme de nuisance causée par des Hétéroptères est la transmission d'agents infectieux. La maladie de Chagas est une anthroponose due à un protozoaire flagellé transmis par des réduves, punaises hématophages des genres *Triatoma* et *Rhodnius*. La transmission du protozoaire ne se fait pas par la salive qui joue le rôle d'anticoagulant, mais par les déjections de l'insecte qui contiennent les parasites. Cette maladie est mortelle dans 10% des cas environ ; elle se traduit par des atteintes nerveuses ou cardiaques. Cette maladie sévit uniquement en Amérique Latine où elle atteint 10 à 20 millions de personnes (Bérenger, 1991)

Les Anthocoridae représentent la famille la plus fréquente au niveau de la châtaigneraie, sont entomophages dans la majorité des cas (les Anthocorinae étant plus ou moins occasionnellement phytophages) (Carayon, 1961). Un certain nombre d'études ont notamment fait objet de la nature des proies des espèces de cette famille. Citons d'une façon générale : des Collemboles, Thysanoptères, Psoques, Pucerons, Acariens, larves de Lépidoptères, soit de nombreux Arthropodes de petite taille (Hill, 1957 ; Carayon et Steffan, 1959)

Certains Coreidae tiennent le record de l'extravagance chez les Hétéroptères, par les expansions foliacées de leurs pattes (mâles surtout) et les prolongements de leur pronotum. Autre famille remarquable: les Tingidae, petites espèces aux couleurs ternes qui vues à l'œil nu paraissent insignifiantes; mais vues à l'aide d'une loupe binoculaire, elles révèlent un corps au graphisme réticulé. On trouve des Hétéroptères de toutes formes: certains sont globuleux, trapus (Plataspidae), d'autres sont allongés comme des brindilles ressemblant à des phasmes (Emesidae, Berytidae). Chez les Hétéroptères, il existe une grande variation de taille, celle-ci pouvant aller de 1.5 mm chez certains Microphysidae jusqu'à 10 cm pour quelques Belostomatidas. Comme les Coléoptères, les Hétéroptères ont conquis tous les milieux: les Nepidae, les Corixidae vivent dans l'eau; les Gérridés sur l'eau; les Hydrométridés, les Saldidés au bord de l'eau; les Tingidés et les Miridés sur les végétaux; les Cydnidés au pied de ceux-ci, parfois enfouis dans la terre; enfin les Cimicide et les Réduviidae se rencontrent dans les maisons, les nids ou les terriers.

Les Nabidae, c'est une famille qui regroupe 31 genres et environ 380 espèces (Kerzhner, I. M. 1981). Bien que toutes les espèces connues soient terrestres, certaines espèces se trouvent dans les zones humides sur le sol ou sur le bord des cours d'eau (Lattin, J. D. 1966 et Pericart, J. 1987). Certaines espèces de Nabidae sont prédatrices s'attaquent aux petits arthropodes) et d'autres sont phytophages. Leston *et al.* (1954) ont placé la famille des Nabidae au sein de la superfamille des Cimicoidea dans le groupe Cimicomorpha, l'un des deux subdivisions des Geocorisae, ou des punaises terrestres. Plus tôt, Carayon (1950) avait comparé les génitalia et les glandes odoriférantes adulte des Nabidae avec celles des Reduviidae et conclue que ces deux familles n'étaient pas étroitement liées comme l'avait suggéré les premiers travaux de Reuter (1908). Les membres de cette famille sont actifs peu de temps après l'éclosion et commencent à se nourrir immédiatement, souvent des proies beaucoup plus grandes qu'elles même (Mundinger,

1922). Les Nabidae sont des insectes ailés, et certaines espèces sont capables de se déplacer à des distances considérables (Kerzhner, 1983). Bien que de nombreux adultes Nabidae ont complètement développé des ailes (macroptères), un certain nombre d'espèces montrent un polymorphisme considérable de l'aile (mécoptères et brachyptères) (Leston, D. 1951 ; Harris, 1928). Réduction des ailes peut être légère, cas de *Nabis brevis* (Pericart, J. 1987) ou importante cas de *Phorticus brevipennis* (Kerzhner, 1970). Le degré de développement de l'aile influence la capacité de dispersion (Harrison R. G., 1980). Beaucoup d'espèce qui montrent une forte réduction des ailes se trouvent dans des habitats stables (Strawinski, 1937). Alors que les espèces ailées sont souvent associées à des habitats temporaires, y compris les agroécosystèmes (Southwood, 1960). Les Nabidae sont connus pour être largement prédateurs. L'alimentation est essentielle à la croissance et le développement, mais l'insecte est capable de survivre une courte période sans nourriture (Koschel, 1971). La plupart des nabidae hivernent dans le stade adulte et sont capables de parcourir de longues périodes sans nourriture. La plupart des proies des Nabidae sont de petits invertébrés, des insectes principalement (Kerzhner, 1981 ; Butler, 1923 et Pericart, 1987). Les Nabidae sont membres d'une guildes d'arthropodes prédateurs trouvés dans différents écosystèmes terrestres. Ils sont souvent associés avec des représentants de plusieurs autres familles d'Hétéroptères prédateurs comme les Anthocoridae, Lygaeidae, Miridae (Deraeocorinae et autres). Bien que le Nabidae est une petite famille d'environ 380 espèces, il ya un certain ordre apparent de préférences d'habitat. (Southwood, 1977) a examiné l'influence de l'habitat sur les stratégies écologiques et fourni une bonne discussion du spectre de sélection r-K. Les Nabidae sont connu pour leur adaptation de la stratégie K. notamment en ce qui concerne la dispersion, car un grand nombre d'espèce montre une sorte de réduction des ailes (Carayon, 1970). Selon Carayon (1961), les prédateurs hétéroptères notamment les Nabidae pourrait avoir un rôle important dans le contrôle naturel des espèces nuisibles, mais a estimé qu'il serait difficile de les utiliser en raison de leur polyphagie, le cannibalisme, et leur variation en nombre au fil du temps et de l'espace.

2.3. Les Hyménoptères

Plus de 100 000 espèces sont décrites dans le monde. Les espèces sociales sont les plus fréquentes et les plus étudiées vues leur importance agricole et forestière. Les apidae sont des exemples et leur rôle pollinisateur restent primordial chez les végétaux en général. Parmi les familles, les Formicidae caractérisent significativement la biodiversité des Hyménoptères identifiés.

Les Formicidae

Les fourmis constituent donc un des organismes dominants de la planète par leur abondance, leur répartition mondiale et leur impact sur la vie et l'évolution des autres constituants de la biomasse (Wilson, 1990). En dépit du fait que la famille des Formicidae est le groupe le plus homogène de tous les insectes sociaux, il n'est pas aisé de définir clairement ce taxon. Bolton (1994) considère que les Formicidae se séparent des autres hyménoptères aculéates (ceux qui possèdent un aiguillon) par l'existence d'une caste de femelles aptères, les ouvrières, assurant la pérennité des sociétés pendant plusieurs années. Il faut y ajouter quelques caractères externes, comme l'existence d'un article basal de l'antenne très long, le scape. La longueur de cet article donne toute sa mobilité au restant de l'antenne ou funicule, d'où les fréquents attouchements antennaires dont l'ouvrière use pour identifier les congénères, adversaires ou proies. Le rapport longueur du scape/longueur du funicule est, même chez les fourmis dont les antennes sont les plus courtes comme les *Leptanilla*, toujours supérieur à 0,35 (Baroni Urbani, 1989). Cette disposition est sans doute un prérequis d'une grande importance dans l'évolution de la socialité des fourmis (Dlussky, 1983 ; Baroni Urbani, 1989).

Comme chez tous les hyménoptères, la région postérieure du thorax est singulière car elle englobe la moitié supérieure du 1er segment de l'abdomen : le segment médiaire ou propodeum, parfois porteur d'épines. Ainsi, quand on fait référence au thorax des fourmis, on considère en réalité, un mesosoma ou alitronc constitué du thorax plus le propodeum. Le mesosoma est séparé du gastre par un pétiole en forme de nœud, simple ou double, ou en forme d'écaille. Ce pétiole correspond, lui, au 2e segment abdominal transformé. Le pétiole est très utilisé pour caractériser diverses sous-familles.

Il faut aussi mentionner l'existence fréquente d'une glande métapleurale, qui s'ouvre à l'arrière du thorax, mais elle est plus difficile à voir. Enfin, une glande est caractéristique de la famille des Formicidae car elle n'existe que chez les fourmis qui en sont toutes pourvues. Il s'agit de la glande post pharyngienne logée dans la tête. En plus d'une action assez modeste liée à la digestion, sa sécrétion joue un rôle fondamental dans les phénomènes de reconnaissance coloniale.

Le rôle écologique joué par les fourmis est à la mesure de leur nombre. Les fourmis participent à la décomposition de la matière organique et peuvent s'alimenter d'insectes ou de cadavres. Pavan (1959) estime que l'ensemble des fourmis rousses des Alpes italiennes capturent en 200 jours d'activité 24 000 tonnes de nourriture, dont 14 500

tonnes d'insectes. En Allemagne, la prédation annuelle exercée par un seul nid d'importance moyenne de *Formica polyctena* est estimée à huit millions d'insectes (Wellenstein, 1952). Leur action est bénéfique pour les forêts : en détruisant les chenilles défoliatrices de *Panolis flammea*, elles maintiennent de véritables îlots de verdure autour de leurs nids (Wellenstein, 1954). À raison de 2 700 à 11 200 nids à l'hectare, les Ectatomminae capturent environ 260 millions de proies par hectare et par an (Lachaud *et al.*, 1996). Il n'est donc pas surprenant que l'on ait songé à utiliser les fourmis pour protéger les récoltes (Way et Khoo, 1992). L'idée a été reprise pour les fourmis des bois. Tant en Allemagne qu'en Italie, des nids entiers de fourmis des bois ont été introduits dans des forêts qui en étaient dépourvues (Gösswald, 1956 ; Pavan 1961). Les fourmis sont également les principaux prédateurs des insectes et des araignées. Leur rôle nécrophage est important puisque 90 % des cadavres des petits insectes qui meurent dans la nature sont ramenés à une fourmilière. Leur activité est encore plus impressionnante dans les forêts et les savanes tropicales. Par exemple, les nids des fourmis champignonnistes *Atta*, qui occupent chacun une surface pouvant atteindre 600 m², contiennent 40 tonnes de terre excavée par les ouvrières et répartie dans un réseau de galeries et de chambres souterraines qui s'enfoncent jusqu'à 6 m de profondeur. Chaque nid récolte et traite annuellement des centaines de kilogrammes de végétaux. On estime que 10 tonnes de terre par hectare et par an sont remontées à la surface dans les biotopes les plus actifs (Paton *et al.*, 1995). Dans les forêts humides, où moins de 0,1 % des nutriments pénètre naturellement à plus de 5 cm de profondeur, on comprend le rôle des *Atta* dans la redistribution des éléments essentiels. Même des espèces dont la taille et les effectifs sont plus modestes, comme *Camponotus punctulatus*, contribuent de manière considérable à la redistribution des sols. Dans les prairies d'Argentine, ces fourmis remuent 2 100 kg de terre par hectare et par an (Folgarait, 1998). Le paysage peut être totalement modifié par la présence des fourmis. Les espèces moissonneuses du genre *Pogonomyrmex*, vivant dans les zones arides du continent américain, construisent des dômes avec la terre excavée. Ces dômes, qui peuvent atteindre 5,5 m de diamètre pour 1,10 m de haut, sont totalement dépourvus de végétation. Leur densité est telle qu'ils peuvent occuper 20 % de la surface du sol (Mac-Mahon *et al.*, 2000). Ces travaux de terrassement modifient sensiblement les caractères chimiques des sols. En général, la terre des monticules qui constituent les nids épigés est enrichie en matière organique, ainsi qu'en potassium, azote, phosphore, calcium, sodium et magnésium (Petal, 1978 ; Folgarait, 1998).

La classification la plus récente des Formicidae (Bolton, 2003) fait apparaître 21 sous-familles actuelles, auxquelles il faut ajouter quatre sous-familles fossiles. Elle a considérablement modifié la systématique contemporaine puisque la précédente classification (Baroni Urbani, 1989 ; Grimaldi *et al.*, 1997) ne reconnaissait que 16 sous-familles vivantes et deux sous-familles fossiles. Les quatre sous familles qui dominent la faune actuelle sont les Ponerinae, Myrmicinae, Formicinae et Dolichoderinae.

Autotal 6 espèces ont été identifiées en châtaigneraie prospectée ; il s'agit de *Crematogaster scutellar* (Fig.25), *Camponotus cruentatus* (Fig.26), *Aphenogaster testaceopilosa* (Fig.27), *Camponotus alii*, *Aphenogaster sp.*, et *Pheidole pallidula*, ce sont des espèces qui caractérisent le pourtour méditerranéen.

Crematogasterscutellaris (Olivier, 1792) est une fourmi nichant dans les bois, ou fourmi lignicole, présente sur le pourtour méditerranéen. C'est une espèce qui fonde des colonies indépendantes monogynes (avec une seule reine), mais avec une possibilité d'oligogynie (plusieurs reines acceptées par les ouvrières dans la colonie, mais les reines sont agressives entre elles) dont l'essaimage a lieu de septembre à octobre. C'est une espèce très prolifique dont la reine mesure environ 8 mm et dont les ouvrières dépassent rarement 5 mm. Elles vivent dans des nids très peu humides, généralement dans du bois. Elles hivernent de novembre à février à environ 10 °C.



Figure 25: *Crematogasterscutellaris* **Figure 26:** *Camponotus cruentatus*



Figure 27: *Aphenogaster testaceopilosa*

2.4. Les Homoptères

Ce groupe d'insecte se caractérisent par leur régime alimentaire opophages et transmettent généralement des maladies virales. Ce groupe d'insecte est plus connus en agriculture qu'en forêt. Les piqûres des Aphides dépriment les arbres et les rendent plus sensibles à l'action des ravageurs secondaires. Parmi les espèces cohabitent la couronne du châtaignier *Lachnus sp.* (Fig.28) et *Myzocallis castanicola* (Fig. 29)

Myzocallis castanicola transmette virus de la mosaïque du châtaignier ou ChMV (*Chestnut mosaic virus*), agent d'une maladie épidémique du châtaignier qui provoque des stries décolorées, des tâches, ponctuations, des lésions nécrotiques dans l'écorce et le bois qui se transforment en chancres ou déformation des feuilles de châtaignier ainsi qu'un arrêt de la croissance de l'arbre. Une forme latente de la maladie sans mosaïque peut provoquer l'apparition de rejets au niveau du porte-greffe donnant à l'arbre un port buissonnant anormal (Desvignes, 1999). Aux deux Homoptères identifiés, des cicadellidae ont été notés (Fig. 30)



Figure 28 : *Lachnus sp.*



Figure 29: *Myzocallis castanicola*



Figure 30: *Cicadellidae sp*

2.5. Les Lépidoptères

Parmi les Lépidoptères, divers ravageurs appartenant aux familles *Lymantriidae*, *Tortricidae*, *Gracillariidae* ont été notés.

2.5.1. Le bombyx disparate, *Lymantria dispar*

La châtaigneraie prospectée a connu des défoliations totales notées au cours de la dernière gradation dans le Parc National. L'infestation a été notée de 2006 à 2009. Depuis nous assistons à la phase de latence. En l'année 2011 et 2012, l'installation de phéromones spécifique dans le cadre de surveillance vis-à-vis de *Lymantria dispar* a permis des captures d'une quarantaine d'adultes mâles qui témoignent de sa présence dans le site prospecté. Les dernières captures prédisent une infestation au cours du temps pour les fagacées en général.

Par sa polyphagie, le Bombyx disparate défoliateur, peut s'attaquer à plus de 300 espèces d'arbres et arbustes. Les fagacées, principalement les chênes sont les plus recherchés (Nierhaus-Wunderwald & Wermlinger, 2001). L'insecte se caractérise par une répartition géographique remarquable par son étendue et par son extension. Le Bombyx disparate est originaire du Japon et de la Corée (Hérard et Fraval, 1980 ; Villemant, 1993). De là, il a gagné, la Chine, l'Afghanistan, l'Iran, l'Europe (de la Scandinavie à l'Espagne) et les îles de méditerranéennes. En Afrique du Nord, l'insecte est largement réparti sur les fagacées. Son cycle biologique est relativement simple, calé sur celui des arbres à feuilles caduques (Fraval, 1989). Les éclosions ont lieu au printemps. Les chenilles s'alimentent des feuilles, et se développent sur deux mois. Les mâles développent 5 stades larvaires et les femelles 6 stades (Balachowsky et Mesnil, 1935). La durée de la nymphose s'effectue entre 15 et 20 jours, après émergence la femelle effectue une ponte unique juste après l'accouplement (Fraval, 1989).

Les premières observations des infestations ont été réalisées dans la châtaigneraie prospectées en 2007, la population s'est développée d'une façon remarquable, gagnant l'extension, et favorisant l'apparition de nouveaux foyers du bombyx disparate. Des défoliations totales ont été enregistrées dans la subéraie de Bou-Arfa, dans la châtaigneraie et dans la yeuseraie en altitude (Mecellem, 2009). L'auteur précité, note en 2008 une brusque baisse des populations du ravageur avec un taux élevé de chenilles mortes observé. En règle générale la durée des infestations est de 3 à 4 ans dans les subérais littorales, et se limite à 2 ans seulement dans les chênaies de montagnes (Khouss et Demolin, 1997). L'étude spatio-temporelle de l'abondance de la spongieuse est

un aspect très important pour définir une politique efficace et une réponse peut être grandement facilitée par l'application des connaissances scientifiques pour pouvoir interpréter les tendances historiques, puis proposer un modèle de scénarios probables (Mecellem, 2014) (Fig. 31, 32 et 33).



Figure 31 : Femelles de *Lymantria dispar***Figure 32 :** Mâle de *Lymantria dispar*

(Originale)

(Originale)



Figure 33: Dégâts de *Lymantria dispar* sur *Castanea sativa* (Originale)

2.5.2. Les tordeuses du châtaignier, *Cydia fagiglandana* Zel. et *Cydia splendana* Hb

Le genre *Cydia* regroupe 200 espèces décrites dans le monde. Les larves appartenant à ce groupe sont des foreurs des fruits, des noix, des cônes et des gousses principalement des Fabaceae, Fagaceae, Pinaceae, et Rosaceae (Horak, 2006). Les larves sont de couleur blanchâtre à rougeâtre. Ce genre comprend de nombreuses espèces de ravageurs, *Cydia pomonella* en est un exemple et qui est le ravageur le plus largement distribué et important de pomme, de poire, et les noix dans le monde. Les principaux tortricidés du châtaignier en Europe, sont *Pammene fasciana* L., *Cydia fagiglandana* Zel., "et *Cydia splendana* Hb. Ces espèces peuvent entraîner, dans certains cas, la destruction de 60% de la production des châtaignes (Bovey, 1966). Les dommages peuvent être différents selon la cause de larves la chute prématurée du fruit nouvellement fécondé, la destruction de châtaigne ou seulement le péricarpe.

Le Carpocapse des glands, *Cydia fagiglandana* (Fig. 34), espèce monovoltine est largement réparti dans une grande partie de l'Europe. Il a une envergure de 15 à 18 mm. Les vols des adultes ont été notés au cours des mois d'août et de septembre en châtaigneraie prospectée. Les papillons volent préférentiellement aux sommets de leurs arbres hôtes. Les œufs sont déposés sur la base de la fleur en formation. A l'émergence les larves s'alimentent à travers le péricarpe en formation. Le trou se referme et est plus reconnaissable. Habituellement, une seule larve se trouve par fruit, qui est vidé à la période estivale. Principalement les larves après leur développement quittent les fruits par un trou très caractéristique, avant que les châtaignes tombent de l'arbre. Les larves tissent un cocon dans lequel elles hibernent, généralement au sol ou à l'intérieur des châtaignes mures jusqu'au printemps de l'année suivante. La nymphose s'effectue au mois d'avril, et dure de 15 à 20 jours. Les principales plantes hôtes sont : *Fagus sylvatica*, *Castanea sativa*, *Quercus robur*, *Quercus ilex*, *Quercus suber*, *Quercus coccifera*. Les dégâts sont variables et peuvent toucher 80% de la production de châtaignes (Bovey, 1966).

De même que l'espèce précédente, *Cydia splendana*(Fig. 35) appelée carpocapse des châtaignes s'attaque aux glands et aux châtaignes. Les dégâts peuvent toucher 50% de la récolte.

Les adultes, de couleur très grisâtre avec un léger aspect «tacheté» avec une forte ressemblance avec *Cydia fagiglandana*. Les deux espèces vivent sympatriquement ensemble et prête à confusion. Avec l'emploi des phéromones, nous avons pu capturer les deux espèces ensemble avec une forte proportion de *Cydia fagiglandana*. Le

comportement biologique des deux espèces est très comparable. *Cydia splendana* effectue une seule génération par an. Les adultes sont présents de juin à Juillet en Europe du Nord et centrale et août à septembre en Europe du Sud, comme c'est le cas en châtaigneraie prospectées.

Les femelles pondent leurs œufs isolément sur les jeunes fruits ou sur la face inférieure des feuilles près de fruit, les œufs éclosent de 9 à 12 jours après (Bovey *et al.*, 1975) . Aux premiers stades larvaires, la larve perfore les bogues, pénètre dans les amandes et occasionne une galerie dans le fruit et s'alimente de l'intérieur de ce dernier. Les larves du cinquième et dernier stade quittent le fruit en moyenne 25 à 32 jours plus tard (Bovey *et al.*, 1975). Les châtaignes infestées tombent généralement au sol. L'hivernation des chenilles âgées s'effectue généralement dans le sol. La nymphose a lieu au printemps suivant et les adultes émergent une vingtaine de jours plus tard. Les larves de *Cydia splendana* sont des ravageurs importants du châtaignier (*Castanea sativa*). Les essences des genres *Quercus*, *Fagus*, et *Juglans* peuvent être attaquées par le carpocapse du châtaignier (Bovey *et al.*, 1975)



Figure 34 : *Cydia fagiglandana*



Figure 35: *Cydia splendana*

2.5.3. La mineuse du châtaignier, *Phyllonorycter messaniella*

Au cours de nos investigations nous avons noté une nouvelle mineuse *Phyllonorycter messaniella* (Zeller, 1846) qui s'attaque aux feuilles du châtaignier. Cette espèce est très commune dans la plupart des pays d'Europe centrale et du sud. Il est connu de la Grande-Bretagne et d'Irlande, les îles anglo-normandes, les îles Canaries, Madère, les Açores, Espagne, Baléares, Portugal, France, Belgique, Autriche, Suisse, Italie, Corse, Sicile, Bulgarie, Croatie, Allemagne , Hongrie, Grèce, Crète, Macédoine, Ukraine, Moldavie et Russie (Buzsko, 2004). Hors d'Europe, il est également enregistré

au Maroc, Australie, Nouvelle-Zélande et Hawaii (New, 1981). L'espèce est connue pour être trivoltine. Les larves creusent des mines sur la face inférieure de la feuille (Fig.36), ces mines sont aussi visible sur la face supérieure de la feuille et se transforment rapidement en couleur brunâtre (Common, 1976). Les adultes de *P. messaniella* présente une envergure de 8-10 mm. La tête et le thorax sont de couleur jaune. Les ailes antérieures de couleur ocre dorée; la rayure basale étroite, bien définis, sombre et atteignant presque le milieu. Les nervures sur les ailes antérieures sont claires mais bien définies. La nervure costale 4 atteints la nervure dorsale selon un angle aigu. La nymphose s'effectue à l'intérieur de la mine, habituellement entourée par les excréments noirs très caractéristiques de l'espèce. Avant l'émergence de l'adulte la chrysalide se pousse à mi-chemin de la mine et la coque de nymphe vide reste attachée à la mine lorsque le papillon s'envole.



Figure 36: Symptômes de *P. messaniella* sur feuilles de châtaignier

Les symptômes de cette mineuse ont été observés en châtaigneraie à partir du moi d'avril 2013, les attaques se prolongent jusqu'à la fin du moi de septembre.

2.5.3.1. Chronologie des écophases au terrain

Les prospections et l'examen mensuel des échantillons de rameaux infestés ont permis de mettre en évidence au moins deux générations entre le mois de juin et de novembre. En littérature on parle de trois générations chevauchantes. Il est fort probable que la première génération a été effectuée avec le début de la période végétative au printemps. Les différentes écophases de *P. messaniella* sont illustrées par la figure 37.



Figure 37: Cycle biologique de *P. messaniella*

2.5.3.2. Evaluation des infestations

A fin dévaluer l'importance des dégâts causés par la mineuse *P. messaniella*, nous avons procédé à plusieurs analyses statistiques :

- *Analyse de la variance*

La comparaison des moyennes conduites sur les infestations et leur répartition sur les rameaux examinés sont consignés dans la figure 38.

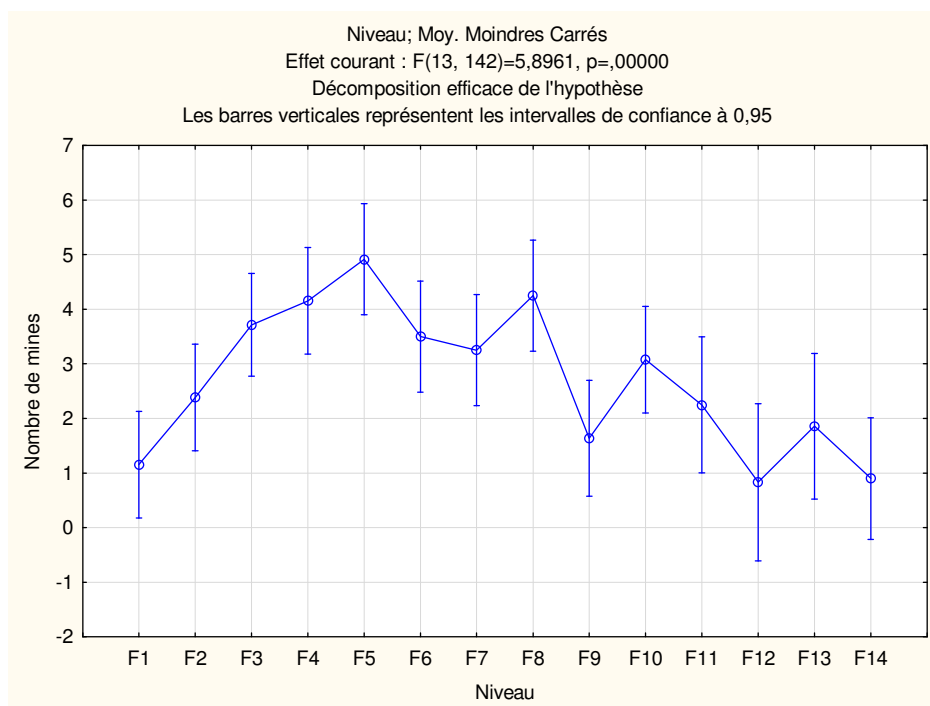


Figure 38 : Analyse de la variance des infestations en fonction du rang des feuilles

Sur l'axe des abscisses est noté le rang des feuilles selon leur répartition sur l'échantillon. La population de *P. messaniella* se répartit sur toutes feuilles des rameaux avec des degrés variables de 1 à 5 mines avec une probabilité très hautement significative ($p=0,0001$) les feuilles de la médiane restent les plus recherchées par la mineuse. Ce choix rentre dans la stratégie de ponte qui prend en compte la structure et la composition de la feuille. Cet emplacement est idéal pour une protection vis-à-vis des antagonistes en général.

- **Analyse croisées**

La figure 39, illustre la distribution du nombre des mines en fonction des surfaces des feuilles

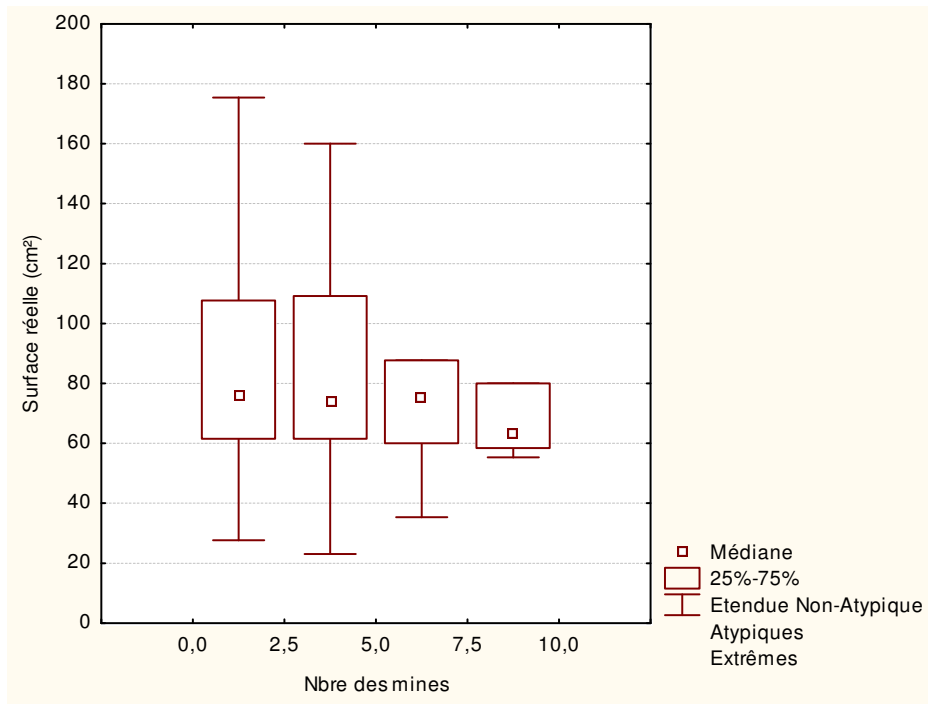


Figure 39 : Répartition des mines en fonction de la surface des feuilles

Les feuilles examinées comptent de 0 à 10 mines. Cette valeur extrême est notée une seule fois dans nos échantillons. Les surfaces de 60 à 105 cm² regroupent 50% de la population qui porte 1 à 2 mines. La valeur médiane est de l'ordre de 80cm². La variabilité de la moitié de la population se situe entre 10 à 60 cm² et entre 90 à 175 cm². La seconde boîte de surface, relative à la présence de 3 à 5 mines est presque identique à la première distribution. Les effectifs de 6 à 7 mines se répartissent pour des surfaces réduites entre 60 et 80 cm² avec une valeur médiane proche de 63 cm². La variabilité de 50% de cette population est comprise entre 38 et 60 cm². La classe de 8 à 9 mines représente 50% des surfaces comprises entre 60 et 80 cm² avec une variabilité très limitée. La mineuse a tendance à évoluer significativement en groupe davantage sur les surfaces les plus limitées. Des analyses chimiques et biochimiques des feuilles minées peuvent apporter plus d'informations sur la stratégie d'occupation.

L'importance et distribution des mines de *P. messaniella* au cours de la période estivo-automnale met en évidence des taux en décroissance. Très rares sont les feuilles qui présentent 7 à 10 mines.

La synthèse des données recueillies est consignée dans le tableau 4.

Tableau 4: Importance des infestations aux cours du temps

Nbre de mines Mois	0	1	2	3	4	5	6
Juin	510	162	63	97			
Juillet	620	202	73	16	4	4	
Août	259	206	95	80	53	80	
Septmbre	412	247	99	57	18	2	4
Octobre	256	205	133	91	65	58	55
Novembre	566	210	82	30	14	11	
Totaux	2623	1232	545	371	154	155	59
Moyennes /40	437	205	91	62	31	31	29
Moy/ Rameau	11	5,1	2,2	1,5	0,8	0,7	0,7
Pourcentage d'occupation	51,0	23,8	10,6	7,2	3,0	3,0	1,1

L'analyse des données fait ressortir un taux de 51% de feuilles saines et 23% de feuilles occupées pas un individu. Les feuilles à deux et trois mines représentent respectivement 10,6 et 7,2%. Les échantillons infestés par 4 à 6 mines se limitent entre 1,1 et 3%. Il est à noter qu'aucune infestation n'a été décelée avant 2012. Ceci laisse supposer que ce nouveau ravageur pourrait se multiplier davantage si les conditions lui restent favorable est devenir invasif. La possibilité naturelle de multiplication et d'extension en parallèle du parasitoïdes, *Minotetrastichus platanellus* n'ai pas à écarter au cours des prochaines années.

2.5.3.3. Analyse biométrique des stades larvaires de *P. messaniella*

- **Analyse fréquentielle des mensurations des longueurs et des largeurs des capsules céphaliques larvaires**

Les résultats des mesures des différents stades de développement sont illustrés par les figures 40.

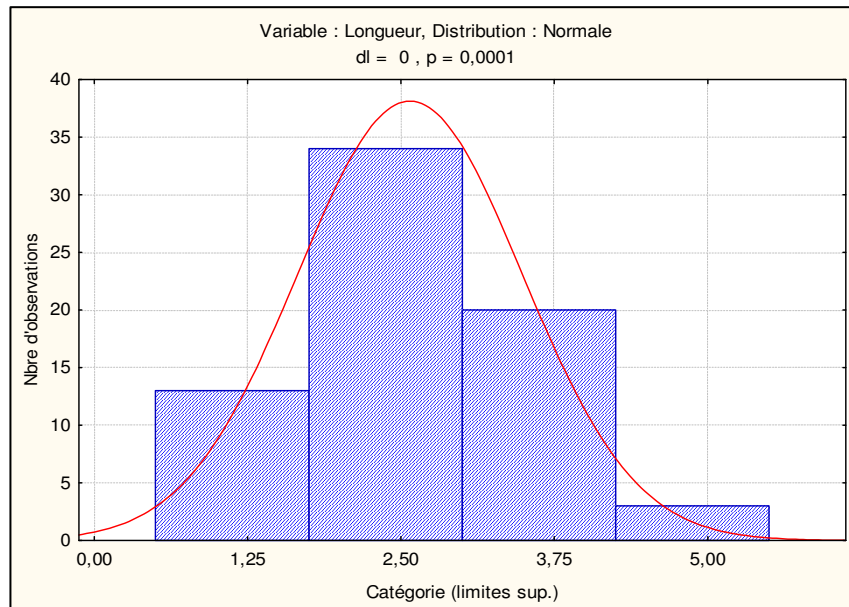


Figure 40: Analyse fréquentielle des longueurs des capsules céphaliques.

L'analyse fréquentielle des longueurs des capsules céphaliques à réparties les larves en quatre classe, relatives aux stades larvaires avec une probabilité hautement significative ($p=0,0001$). (Fig. 41)

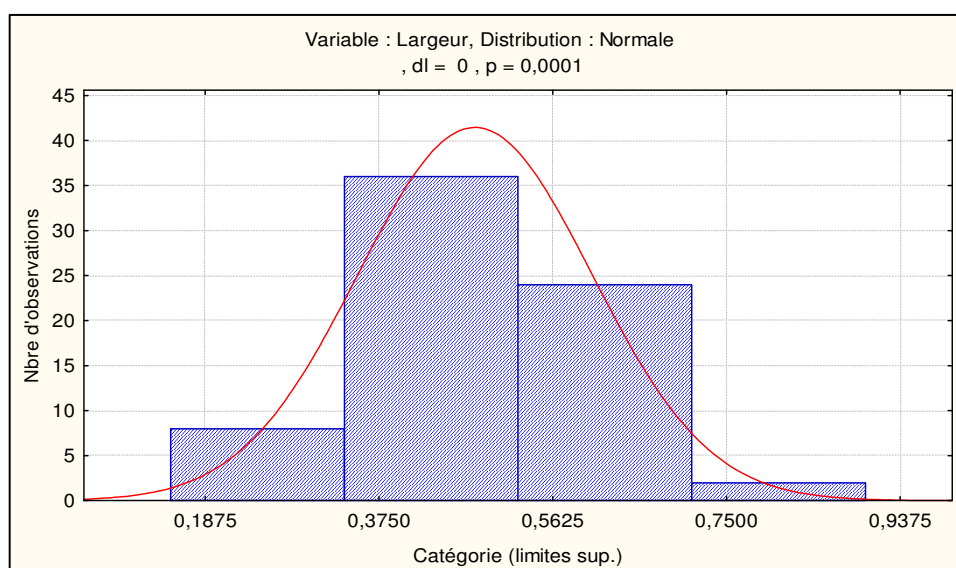


Figure 41: Analyse fréquentielle des largeurs des capsules céphaliques.

De même que les longueurs, les mensurations des largeurs ont mis en évidence 4 classes qui correspondent aux stades larvaires de la mineuse. La probabilité calculées est très hautement significative ($p=0,0001$). La synthèse des résultats biométriques relatives aux stades larvaires est regroupée dans le tableau 5.

Tableau 5: Caractéristiques biométriques des stades larvaires de *P. messaniella*

Stades larvaires	Longueurs des capsules céphaliques (mm)	Largeurs des capsules céphaliques (mm)
L1	< 1,87	< 0,34
L2	1,87-3,05	0,34-0,52
L3	3,05-4,22	0,52-0,71
L4	4,22-5,5	0,71-0,9
Probabilité	$p=0,0001^{***}$	

Au premier stade les larves présentent des capsules céphaliques d'une longueur et largeur respectivement inférieures 1,87 et 0,34 mm. Au second stade les capsules céphaliques des larves acquièrent des longueurs variant de 1,87 à 3,05 mm et des largeurs de 0,34 à 0,52 mm. Au troisième stade larvaire, les mesurent des capsules céphaliques ont des longueurs comprises entre 3,05 et 4,22 mm et des largeurs de 0,52 à 0,71. Les mesures des capsules céphaliques des larves du quatrième stade varient de 4,22 à 5,5 mm pour les longueurs et de 0,71 à 0,9 pour les largeurs. Ces résultats rejoignent ceux de Common (1976).

Les corrélations entre les longueurs et les largeurs des capsules sont représentées par la figure 42.

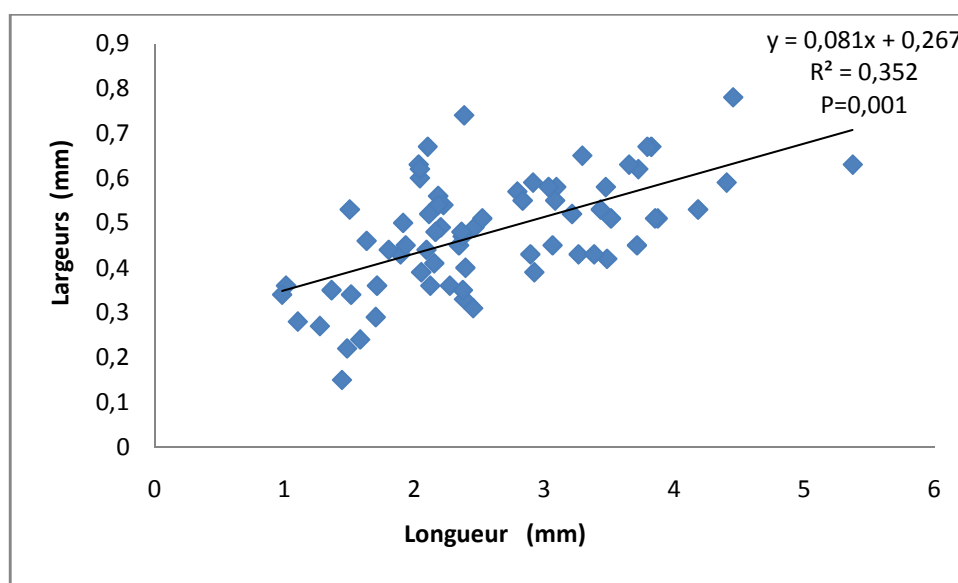


Figure 42 : Corrélacion entre les longueurs et les largeurs des capsules céphaliques

La probabilité calculée est hautement significative confirmant la corrélation entre les données des longueurs et des largeurs analysées.

Il est important de souligner la présence du parasitoïde larvaire identifié, l'espèce *Minotetrastichus platanellus* a été souvent rencontrée avec un nombre conséquent. Il est important de signaler que cette espèce n'a jamais été citée parmi le cortège des antagonistes de cette mineuse. De même cette espèce est notée pour la première fois dans le continent africain. Les différentes étapes d'évolution du parasitoïdes sont illustrées par les photos de la figure 43.

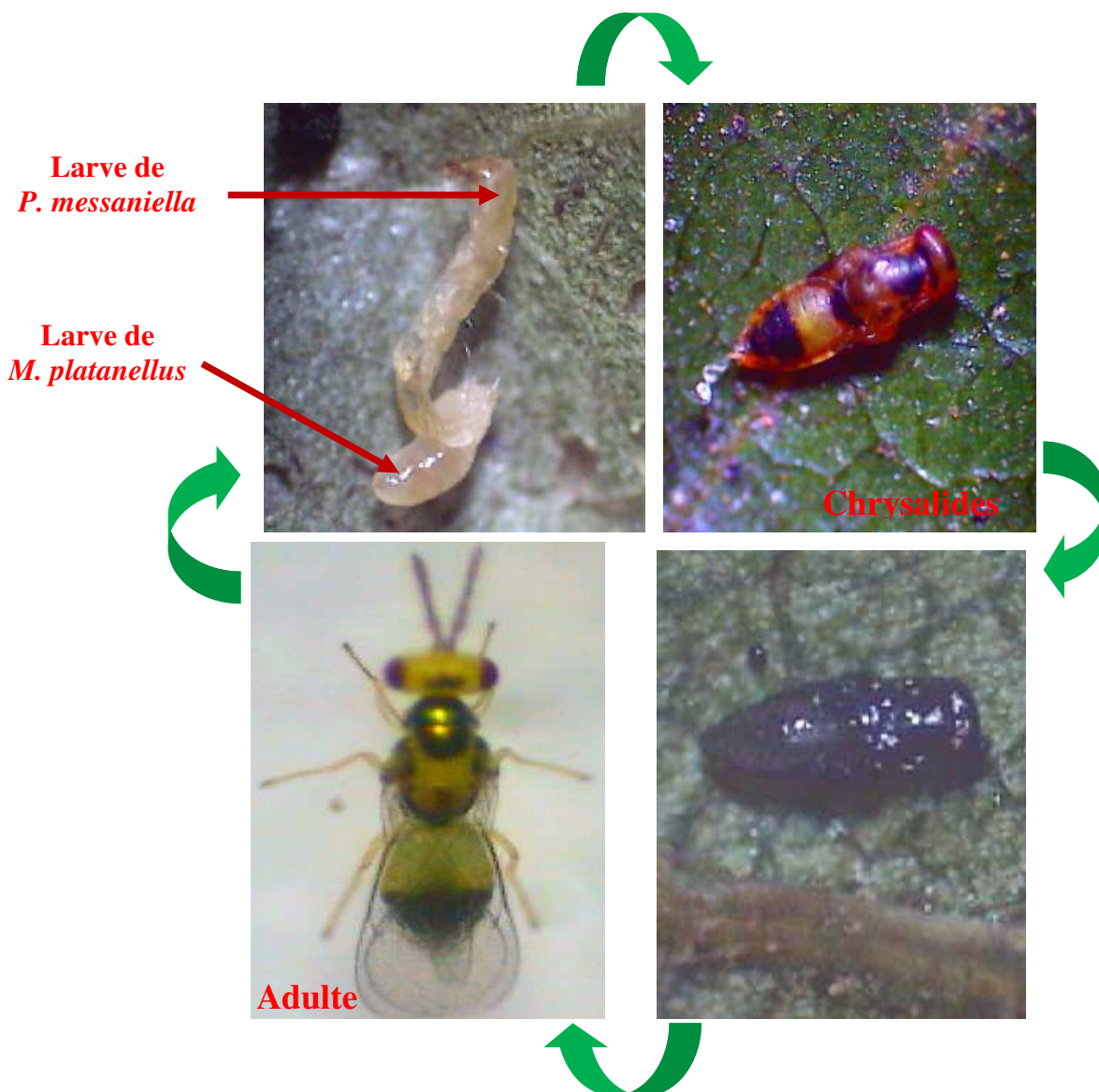


Figure 43 : Cycle biologique de *Minotetrastichus platanellus*

3. Diversité et importance temporelle des groupements entomologiques en châtaigneraie

La répartition temporelle des espèces est regroupée dans le tableau 6.

Tableau 06: Présence spécifique des espèces au cours du temps

Espèces inventoriées	Années		
	2011	2012	2013
<i>Forficula auricularia</i> (Linnaeus, 1758)	+	-	-
<i>Machilis maritima</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
<i>Termite</i>	-	+	-
<i>Thrips</i>	-	-	+
<i>Ectobia lapponica</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
<i>Gryllomorpha longicauda</i> (Rambur, 1839)	+	+	+
<i>Myzocallis castanicola</i> (Baker, 1917)	-	-	+
<i>Lachnus sp</i> (Burmeister, 1835)	-	-	+
<i>Cicadellidae sp.</i> (Latreille, 1830)	-	-	+
<i>Leptodemus minutus</i> (Jakovlev 1876)	-	+	-
<i>Spilostethus pandurus</i> (Scopoli, 1763)	-	-	+
<i>Scolopostethus decoratus</i> (Hahn, 1833)	-	-	+
<i>Himacerus mirmicoides</i> (Costa, 1831)	+	-	-
<i>Alloeorhynchus putoni</i> (Kirkaldy 1901)	-	+	-
<i>Gonocerus insidiator</i> (Fabricius, 1787)	-	-	+
<i>Anthocoris nemoralis</i> (Fabricius, 1794)	-	-	+
<i>Tingis cardui</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	-
<i>Monosteira unicastata</i> (Mulsant & Rey, 1852)	-	-	+
<i>Patapius spinosus</i> (Rossi, 1790)	-	+	-
<i>Peirates stridulus</i> (Fabricius, 1787)	-	-	+
<i>Deraeocoris (Phaeocapsus) cf. pilipes</i> (Reuter, 1879)	-	-	+
<i>Deraeocoris punctum</i> (Rambur, 1839)	-	-	+
<i>Campyloneura virgula</i> (Herrich-Schaeffer, 1835).	-	-	+
<i>Rhopalus subrufus</i> (Gmelin, 1790)	-	-	+
<i>Exapion fuscirostre</i> (Fabricius, 1775)	-	-	+
<i>Pseudapion fulvirostre</i> (Gyllenhal, 1833)	-	-	+
<i>Anthaxia marmottani</i> (Brisout de Barneville, 1883)	-	-	+

<i>Anthaxia fulgidipennis</i> (Lucas, 1846)	-	-	+
<i>Agrilus elegans</i> (Musant & Rey, 1863)	-	-	+
<i>Malthodes</i> sp.	-	-	+
<i>Chlaenius canariensis</i> (Chaudoir, 1856)	-	-	+
<i>Calosoma olivieri</i> (Dejean, 1831)	-	-	+
<i>Syntomus fuscomaculatus</i> (Motschulsky, 1844)	-	+	-
<i>Platyderus calathoides</i> (Dejean, 1828)	-	-	+
<i>Nebria andalusia</i> (Rambur, 1837)	+	-	-
<i>Orthomus barbarus</i> (Antoine, 1941)	+	-	-
<i>Laemostenus complanatus</i> (Dejean, 1828)	-	+	+
<i>Carabus famini</i> (Dejean, 1826)	-	+	-
<i>Neoplagionotus scalaris</i> (Brullé, 1833)	-	-	+
<i>Psylliodes</i> sp.	-	-	+
<i>Phaedon</i> sp.	+	+	-
<i>Aphthona ovata</i> (Foudras, 1860)	+	-	-
<i>Clambus pallidulus</i> (Reitter, 1911)	+	-	-
<i>Adalia decempunctata</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	+
<i>Micrambe abietis</i> (Paykull, 1798)	-	+	
<i>Echinodera costata</i> (Chrevolat, 1861)	-	+	+
<i>Scolytus laevis</i> (Chapuis 1869)	-	-	+
<i>Scolytus koenigi</i> (Schewyrew, 1890)	-	+	-
<i>Dasytes</i> sp.	-	-	+
<i>Attagenus bifasciatus</i> (Olivier, 1790)	-	-	+
<i>Cercyon</i> sp.	-	-	+
<i>Histeridae</i> sp. (Gyllenhal, 1808)	+	+	+
<i>Kateretes rufilabris</i> (Latreille, 1807)	-	-	+
<i>Dienerella vincenti</i> (Johnson, 2007)	-	-	+
<i>Agatidium demarzoii</i> (Angelini, 1983)	-	-	+
<i>Catops rescissicollis</i> (Peyerimhoff, 1905)	+	+	+
<i>Oedemera nobilis</i> (Scopoli, 1763)	-	-	+
<i>Ptiliidae</i> non déterminée	-	-	+
<i>Ptiliidae</i> non déterminée	-	-	+
<i>Ptinus</i> sp	-	-	+
<i>Geotrupes</i> sp.	+	-	+

<i>Ophomus sp.</i>	+	+	+
<i>Anaspis quadrimaculata</i> (Gyllenhal, 1817)	-	-	+
<i>Anaspis sp.</i>	-	-	+
<i>Ocypus olens</i> (Muler, 1764)	+	+	+
<i>Geopselaphus innus</i> (Peyerimhoff, 1907)	-	+	-
<i>Micropeplus fulvus</i> (Erichson, 1840)	+	+	-
<i>Ocypus aethiops</i> (Waltl, 1835)	+	+	-
<i>Atheta sp.</i>	-	-	+
<i>Xantholinus sp.</i>	-	-	+
<i>Philonthus intermedius</i> (Lacordaire, 1835).	+	+	+
<i>Tentyria grossa</i> (Solier, 1835)	-	-	+
<i>Glabrasida sp.</i>	-	+	-
<i>Cnemeplatia atropos</i> (Kaszab, 1938)	-	-	+
<i>Tarphius fairmairei</i> (Marseul, 1873)	-	-	+
<i>Crematogaster scutellaris</i> (Latreille, 1802)	+	+	+
<i>Camponotus alii</i> (Forel, 1909)	+	+	+
<i>Aphenogaster testaceopilosa</i> (Lucas, 1849)	+	+	+
<i>Aphenogaster sp.</i>	-	-	+
<i>Camponotus cruentatus</i> (Latreille, 1802)	+	+	+
<i>Pheidole pallidul</i> (Nylander, 1849)	-	+	+
<i>Minotetrastichus platanellus</i> (Mercet, 1922)	-	-	+
<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	+
Ichneumonidae non déterminée	-	-	+
<i>Aponteles sp</i>	-	-	+
<i>Bethylidae sp.</i>	-	-	+
<i>Lymantria dispar</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	+
<i>Phyllonorycter messaniella</i> (Zeller, 1846)	-	-	+
<i>Cydia funebrana</i> (Treitschke, 1835)	-	-	+
<i>Cydia fagiglandana</i> (Zeller, 1841)	-	-	+
<i>Pammene sp.</i>	-	-	+
<i>Tortrix viridana</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	+
Tachinidae sp	+	+	+
Cyclorapha sp	+	-	+
Diptera sp	+	+	+

En l'année 2013 une richesse conséquente et significative est notée par rapport aux deux années précédentes. Des effectifs de 187 de 262 et de 573 respectifs pour les années 2011, de 2012 et de 2013 ont été comptabilisés en châtaigneraie.

3.1. Analyse des composantes principales (ACP)

Afin d'interpréter la répartition des espèces au cours du temps, nous avons procédé à une analyse multivariée. Le tableau 7 regroupe les valeurs des corrélations possibles entre les espèces répertoriées et les années de prospection.

La valeur et le sens des relations entre les descripteurs écologiques et les axes de l'ACP sont représentés par la figure 44

Tableau 7: Matrice de corrélations entre les espèces et les années

Variables	Espèces	2011	2012	2013
Espèces	1			
2011	0,139	1		
2012	0,177	0,756	1	
2013	0,190	0,713	0,884	1

L'analyse de la matrice met en évidence une forte corrélation significative entre 2012 et 2013 avec un $R^2 = 0,884$. De même deux corrélations significatives sont notées respectivement entre 2011 – 2012 et 2011-2013 avec des valeurs de $R^2 = 0,71$ et de $0,75$

La projection des variables considérées au cours des années d'étude est représentée par la figure 43. Les années sont corrélées positivement avec l'axe F1 tandis que les espèces sont corrélées avec l'axe F2. Au cours des années de prospection les effectifs des populations sont comparables. Cependant l'année 2013 l'année représentant une plus grande diversité. La station d'étude présente homogène qui qualifie un équilibre entomologique.

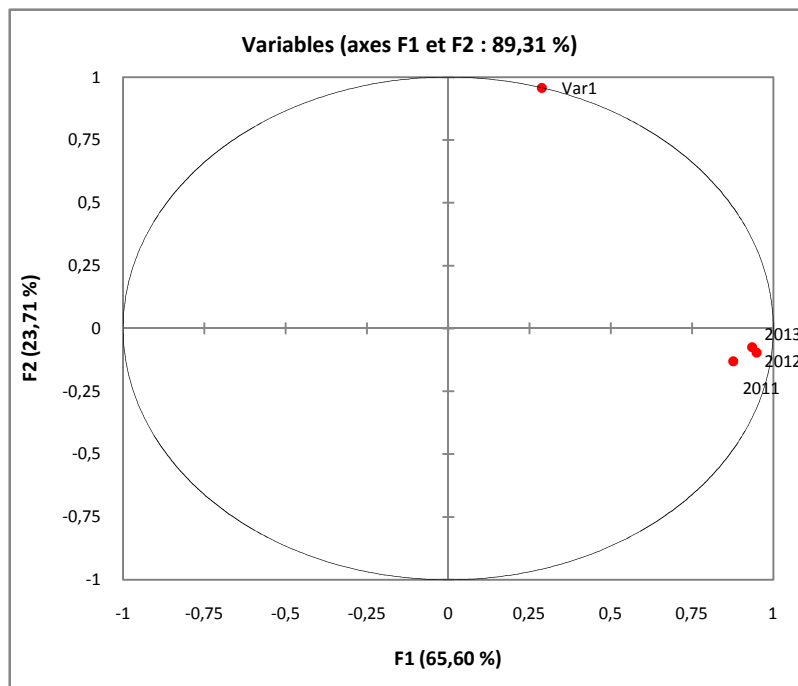


Figure 44: Cercle des corrélations des descripteurs écologiques

3.2. Analyse factoriel des correspondances (AFC)

Cette analyse permet de regrouper les espèces inventoriées selon leur contribution à la richesse totale qui caractérise les trois années de recherche. Un code relatif à chaque espèce est attribué.

Espèces	Codes
<i>Forficula auricularia</i> (Linnaeus, 1758)	001
<i>Machilis maritima</i> (Linnaeus, 1758)	002
<i>Termite</i>	003
<i>Thrips</i>	004
<i>Ectobia lapponica</i> (Linnaeus, 1758)	005
<i>Gryllomorpha longicauda</i> (Rambur, 1839)	006
<i>Myzocallis castanicola</i> (Baker, 1917)	007
<i>Lachnus</i> sp (Burmeister, 1835)	008
<i>Cicadellidae</i> sp. (Latreille, 1830)	009
<i>Leptodemus minutus</i> (Jakovlev 1876)	010
<i>Spilostethus pandurus</i> (Scopoli, 1763)	011
<i>Scolopostethus decoratus</i> (Hahn, 1833)	012
<i>Himacerus mirmicoides</i> (Costa, 1831)	013
<i>Alloeorhynchus putoni</i> (Kirkaldy 1901)	014

<i>Gonocerus insidiator</i> (Fabricius, 1787)	015
<i>Anthocoris nemoralis</i> (Fabricius, 1794)	016
<i>Tingis cardui</i> (Linnaeus, 1758)	017
<i>Monosteira unicastata</i> (Mulsant & Rey, 1852)	018
<i>Patapius spinosus</i> (Rossi, 1790)	019
<i>Peirates stridulus</i> (Fabricius, 1787)	020
<i>Deraeocoris</i> (<i>Phaeocapsus</i>) cf. <i>pilipes</i> (Reuter, 1879)	021
<i>Deraeocoris punctum</i> (Rambur, 1839)	022
<i>Campyloneura virgula</i> (Herrich-Schaeffer, 1835).	023
<i>Rhopalus subrufus</i> (Gmelin, 1790)	024
<i>Exapion fuscirostre</i> (Fabricius, 1775)	025
<i>Pseudapion fulvirostre</i> (Gyllenhal, 1833)	026
<i>Anthaxia marmottani</i> (Brisout de Barneville, 1883)	027
<i>Anthaxia fulgidipennis</i> (Lucas, 1846)	028
<i>Agrilus elegans</i> (Mulsant & Rey, 1863)	029
<i>Malthodes</i> sp.	030
<i>Chlaenius canariensis</i> (Chaudoir, 1856)	031
<i>Calosoma olivieri</i> (Dejean, 1831)	032
<i>Syntomus fuscomaculatus</i> (Motschulsky, 1844)	033
<i>Platyderus calathoides</i> (Dejean, 1828)	034
<i>Nebria andalusia</i> (Rambur, 1837)	035
<i>Orthomus barbarus</i> (Antoine, 1941)	036
<i>Laemostenus complanatus</i> (Dejean, 1828)	037
<i>Carabus famini</i> (Dejean, 1826)	038
<i>Neoplacionotus scalaris</i> (Brullé, 1833)	039
<i>Psylliodes</i> sp.	040
<i>Phaedon</i> sp.	041
<i>Aphthona ovata</i> (Foudras, 1860)	042
<i>Clambus pallidulus</i> (Reitter, 1911)	043
<i>Adalia decempunctata</i> (Linnaeus, 1758)	044
<i>Micrambe abietis</i> (Paykull, 1798)	045
<i>Echinodera costata</i> (Chrevolat, 1861)	046
<i>Scolytus laevis</i> (Chapuis 1869)	047
<i>Scolytus koenigi</i> (Schewyrew, 1890)	048

<i>Dasytes</i> sp.	049
<i>Attagenus bifasciatus</i> (Olivier, 1790)	050
<i>Cercyon</i> sp.	051
<i>Histeridae</i> sp. (Gyllenhal, 1808)	052
<i>Kateretes rufilabris</i> (Latreille, 1807)	053
<i>Dienerella vincenti</i> (Johnson, 2007)	054
<i>Agatidium demarzoi</i> (Angelini, 1983)	055
<i>Catops rescissicollis</i> (Peyerimhoff, 1905)	056
<i>Oedemera nobilis</i> (Scopoli, 1763)	057
Ptiliidae non déterminée	058
Ptiliidae non déterminée	059
<i>Ptinus</i> sp	060
<i>Geotrupes</i> sp.	061
<i>Ophomus</i> sp.	062
<i>Anaspis quadrimaculata</i> (Gyllenhal, 1817)	063
<i>Anaspis</i> sp.	064
<i>Ocypus olens</i> (Muler, 1764)	065
<i>Geopselaphus innus</i> (Peyerimhoff, 1907)	066
<i>Micropeplus fulvus</i> (Erichson, 1840)	067
<i>Ocypus aethiops</i> (Waltl, 1835)	068
<i>Atheta</i> sp.	069
<i>Xantholinus</i> sp.	070
<i>Philonthus intermedius</i> (Lacordaire, 1835).	071
<i>Tentyria grossa</i> (Solier, 1835)	072
<i>Glabrasida</i> sp.	073
<i>Cnemeplatia atropos</i> (Kaszab, 1938)	074
<i>Tarphius fairmairei</i> (Marseul, 1873)	075
<i>Crematogaster scutellaris</i> (Latreille, 1802)	076
<i>Camponotus alii</i> (Forel, 1909)	077
<i>Aphenogaster testaceopilosa</i> (Lucas, 1849)	078
<i>Aphenogaster</i> sp.	079
<i>Camponotus cruentatus</i> (Latreille, 1802)	080
<i>Pheidole pallidul</i> (Nylander, 1849)	081
<i>Minotetrastichus platanellus</i> (Mercet, 1922)	082

<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	083
Ichneumonidae non déterminée	084
<i>Apanteles</i> sp	085
<i>Bethylidae</i> sp.	086
<i>Lymantria dispar</i> (Linnaeus, 1758)	087
<i>Phyllonorycter messaniella</i> (Zeller, 1846)	088
<i>Cydia funebrana</i> (Treitschke, 1835)	089
<i>Cydia fagiglandana</i> (Zeller, 1841)	090
<i>Pammene</i> sp.	091
<i>Tortrix viridana</i> (Linnaeus, 1758)	092
<i>Tachinidae</i> sp	093
<i>Cyclorapha</i> sp	094
<i>Diptera</i> sp	095

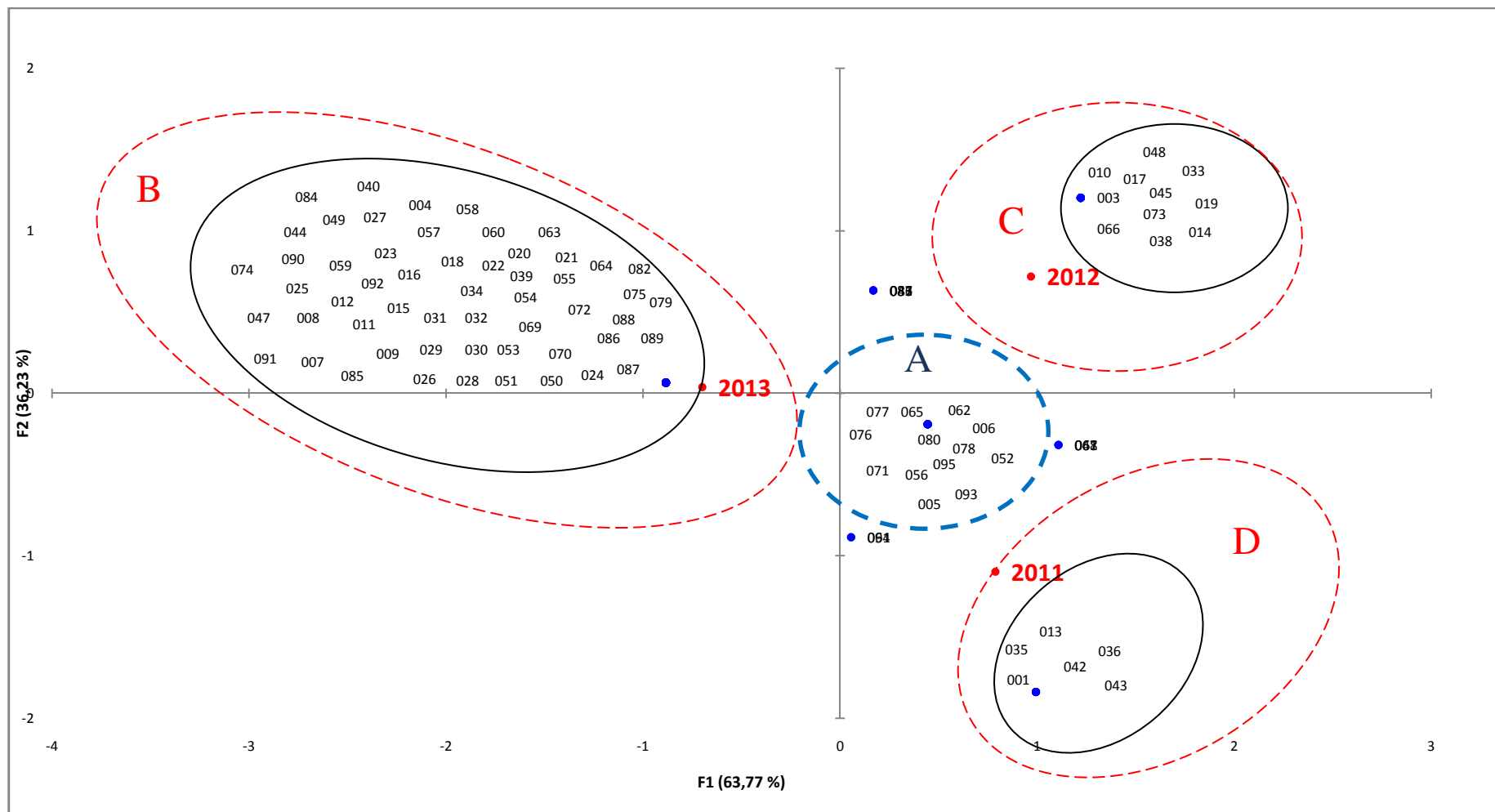


Figure 45 : Analyse factorielle des correspondances

La diversité spécifique récoltée au cours des trois années d'étude se présente dans trois quadrants. La présence de quatre regroupements (A, B, C et D) est notée. Le groupe A, renferme les espèces dites omniprésentes au cours de toute la période d'étude. Elles sont de l'ordre de 12 espèces ; *Machilis maritima*, *Ectobia lapponica*, *Gryllomorpha longicauda*, les Coléoptères *Histeridaesp. Catops rescissicollis*, *Ophomus sp.*, *Ocypus olens*, *Philonthus intermedius*, les fourmis *Crematogaster scutellaris*, *Camponotus alii*, *Aphenogaster testaceopilosa* et *Camponotus cruentatus*.

Les regroupements B, C et D, représentent les espèces répertoriées respectivement pour les années de 2013, de 2012 et de 2011

La contribution du facteur année dans la construction des deux axes est comme suit, pour l'axe F1 on note que l'année 2013 y contribue avec un taux de 43,78% et l'année 2011 participe avec un pourcentage de 37,81%.

4. Indices écologiques et exploitation

4.1. Qualité de l'échantillonnage

La valeur de la qualité de l'échantillonnage (**Q**) calculées à partir des 160 relevés effectués au cours de la période d'expérimentation est répertoriée dans le tableau 8.

Tableau 8 : La qualité de l'échantillonnage dans la station d'étude

Station	a	N	a/N
Chataigneraie	33	160	0.20

La valeur de la qualité de l'échantillonnage calculée est de 0,20. Le résultat obtenu tend vers zéro, ce qui met en évidence une bonne qualité d'échantillonnage et une efficacité des techniques de piégeage utilisées.

4.2. Richesse totale et moyenne

Les richesses totales et moyennes (**S**) et (**s**) de la station prospectée sont regroupées dans le tableau 9.

Tableau 9 : Richesses spécifiques de la station du Chataignier

	Station du Châtaignier
Richesse totale (S)	95
Richesse moyenne(s)	13

Sur la base des résultats obtenus, la valeur de la richesse totale au niveau de la châtaigneraie est de 95 espèces, Hamdi en 2005 a noté une richesse totale de 98 espèces, l'année suivante Khoumeri a enregistré 117 espèce au niveau de la même station expérimentale ; tant dit que la richesse moyenne est de 13 espèces au cours de la période expérimentale.

4.3. Fréquences centésimales et fréquences d'occurrence et constances des espèces récoltées

Les fréquences centésimales et les fréquences d'occurrence et de constance des espèces capturées durant la période d'étude dans la station prospectée sont réunies dans le tableau 10.

Tableau 10: Fréquences centésimales, fréquences d'occurrence et constance des espèces inventoriées:

Ordres	Espèces inventoriées	F %	Fo	C
Dermaptera	<i>Forficula auricularia</i> (Linnaeus, 1758)	0,10	6,25	At
Thysanura	<i>Machilis maritima</i> (Linnaeus, 1758)	0,39	18,75	At
Isoptera	<i>Termite</i>	0,98	12,5	At
Thysanoptera	<i>Thrips</i>	0,49	12,5	At
Blattoptera	<i>Ectobia lapponica</i> (Linnaeus, 1758)	0,29	18,75	At
Orthoptera	<i>Gryllomorpha longicauda</i> (Rambur, 1839)	0,39	12,5	At
Homoptera	<i>Myzocallis castanicola</i> (Baker, 1917)	0,78	18,75	At
	<i>Lachnus sp</i> (Burmeister, 1835)	0,49	12,5	At
	<i>Cicadellidae sp.</i> (Latreille, 1830)	0,10	6,25	At
Heteroptera	<i>Leptodemus minutus</i> (Jakovlev 1876)	0,10	6,25	At
	<i>Spilostethus pandurus</i> (Scopoli, 1763)	0,10	6,25	At
	<i>Scolopostethus decoratus</i> (Hahn, 1833)	0,20	6,25	At
	<i>Himacerus mirmicoides</i> (Costa, 1831)	0,20	6,25	At
	<i>Alloeorhynchus putoni</i> (Kirkaldy 1901)	0,10	6,25	At
	<i>Gonocerus insidiator</i> (Fabricius, 1787)	0,10	6,25	At
	<i>Anthocoris nemoralis</i> (Fabricius, 1794)	1,08	18,75	At
	<i>Tingis cardui</i> (Linnaeus, 1758)	0,10	6,25	At
	<i>Monosteira unicastata</i> (Mulsant & Rey, 1852)	0,10	6,25	At
	<i>Patapius spinosus</i> (Rossi, 1790)	0,10	6,25	At
	<i>Peirates stridulus</i> (Fabricius, 1787)	0,29	12,5	At

	<i>Deraeocoris (Phaeocapsus) cf. pilipes</i> (Reuter, 1879)	0,10	6,25	At
	<i>Deraeocoris punctum</i> (Rambur, 1839)	0,10	6,25	At
	<i>Campyloneura virgula</i> (Herrich-Schaeffer, 1835).	0,10	6,25	At
	<i>Rhopalus subrufus</i> (Gmelin, 1790)	0,20	6,25	At
Coleoptera	<i>Exapion fuscirostre</i> (Fabricius, 1775)	0,10	6,25	At
	<i>Pseudapion fulvirostre</i> (Gyllenhal, 1833)	0,10	6,25	At
	<i>Anthaxia marmottani</i> (Brisout de Barneville, 1883)	0,20	6,25	At
	<i>Anthaxia fulgidipennis</i> (Lucas, 1846)	0,59	12,5	At
	<i>Agrilus elegans</i> (Musant & Rey, 1863)	0,20	6,25	At
	<i>Malthodes sp.</i>	1,17	12,5	At
	<i>Chlaenius canariensis</i> (Chaudoir, 1856)	0,29	12,5	At
	<i>Calosoma olivieri</i> (Dejean, 1831)	0,10	6,25	At
	<i>Syntomus fuscomaculatus</i> (Motschulsky, 1844)	0,20	6,25	At
	<i>Platyderus calathoides</i> (Dejean, 1828)	0,20	6,25	At
	<i>Nebria andalusia</i> (Rambur, 1837)	0,68	6,25	At
	<i>Orthomus barbarus</i> (Antoine, 1941)	0,10	6,25	At
	<i>Laemostenus complanatus</i> (Dejean, 1828)	0,20	6,25	At
	<i>Carabus famini</i> (Dejean, 1826)	0,20	6,25	At
	<i>Neoplacionotus scalaris</i> (Brullé, 1833)	0,10	6,25	At
	<i>Psylliodes sp.</i>	0,49	6,25	At
	<i>Phaedon sp.</i>	0,29	6,25	At
	<i>Aphthona ovata</i> (Foudras, 1860)	3,42	56,25	Re
	<i>Clambus pallidulus</i> (Reitter, 1911)	0,10	6,25	At
	<i>Adalia decempunctata</i> (Linnaeus, 1758)	0,68	12,5	At
	<i>Micrambe abietis</i> (Paykull, 1798)	0,10	6,25	At
	<i>Echinodera costata</i> (Chrevolat, 1861)	0,29	43,75	Ac

<i>Scolytus laevis</i> (Chapuis 1869)	0,10	6,25	At
<i>Scolytus koenigi</i> (Schewyrew, 1890)	0,49	18,75	At
<i>Dasytes sp.</i>	0,39	6,25	At
<i>Attagenus bifasciatus</i> (Olivier, 1790)	0,29	6,25	At
<i>Cercyon sp.</i>	0,10	6,25	At
<i>Histeridae sp.</i> (Gyllenhal, 1808)	0,29	12,5	At
<i>Kateretes rufilabris</i> (Latreille, 1807)	0,10	12,5	At
<i>Dienerella vincenti</i> (Johnson, 2007)	0,10	12,5	At
<i>Agatidium demarzoii</i> (Angelini, 1983)	3,52	6,25	At
<i>Catops rescissicollis</i> (Peyerimhoff, 1905)	19,86	93,75	Re
<i>Oedemera nobilis</i> (Scopoli, 1763)	0,10	6,25	At
<i>Non déterminée</i>	0,10	6,25	At
<i>Non déterminée</i>	0,10	6,25	At
<i>Ptinus sp</i>	0,20	6,25	At
<i>Geotrupes sp.</i>	0,20	12,5	At
<i>Ophomus sp.</i>	0,39	18,75	At
<i>Anaspis quadrimaculata</i> (Gyllenhal, 1817)	0,10	6,25	At
<i>Anaspis sp.</i>	0,10	6,25	At
<i>Ocypus olens</i> (Muler, 1764)	12,23	87,5	Re
<i>Geopselaphus sp.</i>	0,98	12,5	At
<i>Micropeplus fulvus</i> (Erichson, 1840)	0,49	6,25	At
<i>Ocypus aethiops</i> (Waltl, 1835)	0,59	6,25	At
<i>Atheta sp.</i>	0,68	18,75	At
<i>Xantholinus sp.</i>	0,10	31,25	Ac
<i>Philonthus intermedius</i> (Lacordaire, 1835)	3,91	12,5	At
<i>Tentyria grossa</i> (Solier, 1835)	0,10	18,75	At

	<i>Glabrasida sp.</i>	0,29	12,5	At
	<i>Cnemeplatia atropos</i> (Kaszab, 1938)	0,10	6,25	At
	<i>Tarphius fairmairei</i> (Marseul, 1873)	0,10	43,75	Ac
Hymenoptera	<i>Creinatogaster scutellaris</i> (Latreille, 1802)	7,44	6,25	At
	<i>Camponotus alii</i> (Forel, 1909)	14,19	43,75	Ac
	<i>Aphenogaster testaceopilosa</i> (Lucas, 1849)	3,82	6,25	At
	<i>Aphenogaster sp.</i>	1,27	6,25	At
	<i>Camponotus cruentatus</i> (Latreille, 1802)	1,27	62,5	At
	<i>Pheidole pallidul</i> (Nylander, 1849)	0,29	43,75	Ac
	<i>Minotetrastichus platanellus</i> (Mercet, 1922)	0,20	31,25	Ac
	<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	0,39	37,5	Ac
	<i>Non déterminée</i>	0,20	43,75	Ac
	<i>Aponteles sp</i>	0,20	18,75	At
	<i>Bethylidae sp.</i>	0,29	12,5	At
Lepidoptera	<i>Lymantria dispar</i> (Linnaeus, 1758)	3,13	12,5	At
	<i>Phyllonorycter messaniella</i> (Zeller, 1846)	0,98	25	Ac
	<i>Cydia funebrana</i> (Treitschke, 1835)	0,49	12,5	At
	<i>Cydia fagiglandana</i> (Zeller, 1841)	0,59	12,5	At
	<i>Pammene sp.</i>	0,20	25	Ac
	<i>Tortrix viridana</i> (Linnaeus, 1758)	0,10	31,25	Ac
Diptera	Tachinidae sp	0,68	6,25	At
	Cyclorapha sp	0,29	6,25	At
	Diptera sp	1,17	6,25	At

N : nombre d'individu de l'espèce, F% : Fréquences centésimales ; Fo : Fréquences d'occurrence et C: constance (At. : Espèce accidentelle ; Ac. : Espèces accessoire ; Re. : Espèce régulière ; Co. : Espèce constante ; Ar : Espèce rare).

Suivant les valeurs des fréquences centésimales calculées pour chaque espèce répertoriée, *Catops rescissicollis* est l'espèce dominante au niveau de la châtaigneraie

avec une fréquence de 20% de la diversité totale des espèces. Au deuxième rang se situe la fourmi *Camponotus alii*, sa fréquence est de 14% de la diversité globale suivie par le staphylin *Ocypus olens* (12%). Les fréquences centésimales correspondantes aux autres espèces échantillonnées sont plus ou moins faibles elles oscillent de 0,1 à 7%.

En fonction des valeurs de la fréquence d'occurrence calculées, les différentes espèces du relevé sont classées en différentes catégories, accidentelle, accessoire, régulière et constante et rare. La grande majorité des insectes récoltés appartiennent à la catégorie des espèces accidentelles, ils sont au nombre de 82 espèces, 10 espèces sont accessoires. Au niveau de la châtaigneraie seulement 3 espèces, *Catops rescissicollis*, *Aphthona ovata* et *Ocypus olens* sont qualifiées de régulières.

4.4. Indice de diversité de Shannon-Weaver et équitabilité

Les résultats de l'indice de diversité de Shannon-Weaver et l'équitabilité sont consignés dans le tableau 11.

Tableau 11. Valeurs calculées des Indices de diversité de Shannon-Weaver et équitabilité des espèces répertoriées.

	Châtaigneraie
H' (en bits)	4.57
H' max. (en bits)	4.55
E	0.99

H' : indice de diversité de Shannon – Weaver ; **H' max.** : diversité maximale ; **E** : Équirépartition

L'indice de diversité de Shannon-Weaver « **H'** » est de 4.57 bits. Par ailleurs la valeur de l'équirépartition de la station d'étude tend vers 1, (**E**=0,99) qui se rapproche le plus à l'unité. Il en ressort de ces résultats, qu'il existe un certain équilibre entre les peuplements entomologiques dans le site d'étude. La châtaigneraie connaît une stabilité dans la répartition des espèces entomologiques. La châtaigneraie prospectée est incrustée à proximité du chêne vert, une fagacée naturelle, véritable foyer d'échanges d'espèces inféodées aux feuilles et aux fruits.

QUATRIEME CHAPITRE

Discussion

1. Analyse de la diversité entomologique en châtaigneraie

L'analyse de la structure des peuplements entomologiques de la châtaigneraie de Chréa a révélé la présence de 95 espèces réparties en 12 ordres et 54 familles taxonomiques. L'ordre des Coléoptères reste le plus conséquent avec 25 familles dont les caraboidae et les Staphilinidae sont représentés avec des effectifs respectivement de 8 et 7 espèces à ce titre Boughrara en 2009, a mis en évidence un effectif de 13 espèces de Carabes dans la yeuseraie du Parc National de Chréa. Dans la châtaigneraie prospect e, Khoumeri (2006) et Belhadid (2015) ont noté des diversités respectives de 11 de 14 espèces Caraboidae. Il est important de souligner la présence de *Calosoma olivieri* identifi e pour la premi refois au Parc National de Chréa.

Parmi les Coléoptères répertoriés quelques espèces capturés, qui selon Campbell (1991) sont qualifi es de rares et peu  tudi es dans les inventaires entomologiques vu leur petite taille qui rend leur échantillonnage très difficile. Il s'agit de *Geopselaphus innus* et *Clambus pallidulus* qui mesurent de 0,7 à 2 mm (Majka, 2009).

Concernant l'ordre des H t ropt re, 9 familles représentant 15 espèces à régime alimentaire diversifié ont été identifi es. Dans une yeuseraie d'altitude de la cédraie de Chréa Bougherara (2009) a identifié le même nombre d'espèces. Si nous considérons la diversité des peuplements des Hétéroptères des deux fagacées, châtaigneraie et yeuseraie, 14 espèces sont spécifiques à chaque biotope et une seule commune entre les deux (*Himacerus mirmicoides*). Ceci peut s'expliquer par l'organisation en m tapolulation des Hétéroptères, c'est-à-dire en un ensemble de sous populations plus ou moins isol es spatialement à des altitudes différentes. Cet isolement n'est cependant pas total car un certain nombre d'individus se déplacent ou migre d'une population à l'autre, ce qui permet le repeuplement des stations ou l'espèce a disparu accidentellement (Dajoz, 2002). Cet ordre est peu étudié en Algérie à l'exception de quelques travaux fragmentaires sur des espèces à intérêt agricole. Les recherches sur les espèces de punaises forestières demeurent absentes, à ce titre Bougherara (2009)   mis en évidence

la présence de la punaise *Geotomus petiti*, espèce inféodées aux fagacées qui selon la littérature demeure absente en Afrique du Nord. C'est une punaise souterraine, fousseuse qui suce la sève des racines. De même, par la présente étude, la punaise *Alloeorhynchus putoni*, espèce rare est signalée pour la première fois en Algérie.

La diversité de l'ordre des Hyménoptères est représentée en majorité par la famille des Formicidae, il est à signaler que nous avons recensé pratiquement les mêmes espèces signalées au cours des travaux précédents au Parc National de Chréa dans de divers biotopes par Hamidi (2005), Khommeri (2006) et Bougherara (2009). Cette omniprésence s'explique par la grande capacité de dispersion des fourmis et par leur aptitude à coloniser divers sites.

2. Impact des bioagresseurs identifiés

Diverses espèces d'insectes (Coléoptères et Lépidoptères) s'attaquent aux fruits et graines qui sont un aliment de choix par leurs réserves nutritives, c'est le cas du balanin *Curculio elephas* et les tordeuses *Cydia splendana* et *Cydia fagiglandana* identifiées au niveau de la châtaigneraie de Chréa. Ces ravageurs par la consommation des fruits et des graines peuvent avoir des répercussions sur la régénération du châtaigner et du chêne vert. Très souvent en fonction des années de production ce groupe d'insectes occasionne des pertes conséquentes et significatives. Selon Desouhant (1997), en conditions naturelles, une femelle dépose un ou deux œufs par châtaigne dans 77% des fruits et sélectionne ses sites de ponte, évite ceux contenant du carpocapse, *Cydiasplendana*, mais pas ceux ayant déjà reçu une ponte de balanin.

A propos du microlépidoptère identifié *Phyllonorycter messaniella*, c'est un ravageur du chêne vert et du châtaignier. Dans notre cas aucun symptôme n'a été observé sur chêne vert qui se trouve à proximité de la châtaigneraie prospectée, mais des risques d'infestations restent probables au cours des années à venir. Cette première investigation sur la chronologie de l'espèce a révélé deux générations et une possibilité d'une troisième qui reste à confirmer. Au cours de son évolution sous l'épiderme des feuilles, *Phyllonorycter messaniella* mène une vie endophyte et passe par 4 stades larvaires bien distincts et se nymphose à l'intérieure de la mine confectionnée. Parmi les parasitoïdes, *Monotetrastichus platanellus* semble jouer un rôle dans la régulation des populations larvaires de la mineuse au cours du temps.

A ce titre une surveillance rigoureuse de la dynamique des populations de cette espèce invasive doit être effectuée avec beaucoup d'attention. De même il est souhaitable de prévoir le modèle des risques de son extension vers d'autres sites potentiels de fagacées pour une gestion durable.

Concernant le Bombyx diparate *Lymantria dispar*, depuis sa dernière infestation jusqu'en 2009, nous assistons toujours à la phase de latence. Cette étude montre que dans le site d'étude il y a une relation entre l'insecte et sa plante hôte, il recherche préférentiellement les fagacées, principalement le chêne vert et le châtaignier. Le bombyx diparate est une espèce très dynamique, capable de vivre aux dépend des forêts et d'essences très variées sous des conditions climatiques très diverses, mais ce qui ressort de cette étude est que le châtaignier est parmi les hôtes préférés, et peut lui offrir un développement optimum. Régnière *et al.*, (2008), notent que l'étude de l'abondance de *Lymantria dispar* à travers le temps et l'espace, est un aspect très important pour définir une politique efficace d'intervention. Ainsi, une réponse au problème posé par l'insecte peut être grandement facilitée par l'application des connaissances scientifiques pour proposer un modèle de scénarios probables en interprétant les tendances historiques. Il est important de souligner que ce défoliateur se caractérise par une répartition géographique remarquable par son étendue et par son extension particulièrement sur les fagacées.

Les contrôles à l'aide des phéromones de synthèse au cours de la période des vols juin et juillet ont permis des captures d'un nombre de 32 individus. Cette phase de latence reste sous l'égide des conditions environnementales qui conditionnent et déclenche une nouvelle gradation. Les populations de Bombyx diparate varient de manière cyclique. Des pics se répètent périodiquement. La surveillance de la dynamique des populations par les pièges à phéromones est déterminante pour prédire des infestations d'envergures.

De même, la connaissance des effets des principaux facteurs climatiques sur le développement des espèces d'insectes, notamment la température, permet de prédire leur aire de répartition géographique potentielle et leur performance face aux changements climatiques. Le modèle a prédit que *Lymantria dispar*, polyphage, menace une grande proportion de forêts feuillues à mesure que les changements climatiques lui permettront de s'étendre plus au nord et à l'ouest jusqu'au Canada. La proportion des forêts feuillues du Canada risquent d'être endommagées par la spongieuse passera de 15% actuellement

à plus de 75 % en 2050. La stratégie de gestion visant à réduire ce risque comprend, dans une large mesure, le monitoring et la surveillance (Régnière *et al.*, 2009). Le réseau de monitoring permet de donner l'alerte de déceler la prochaine gradation et de prendre les décisions pour une meilleure gestion sylvicole. Il est temps de développer un modèle biologique en relation avec les variations et les changements climatique. En Algérie, retracer l'historique des infestations avec les aires de répartition est une information qui nous permet de prédire la prochaine gradation et les possibilités d'extension de ce défoliateur au cours du temps.

3. Rôle des groupes entomologiques dans la gestion de l'écosystème forestier

Il est souvent dit que la diversité est synonyme de stabilité des écosystèmes et le fonctionnement de ces derniers est favorisé par le niveau de diversité spécifique (Bouvarel, 1994). Outre les impacts de l'homme, la biodiversité, aux niveaux qualitatif et quantitatif, est par nature évolutive et instable. Cette dynamique d'origine naturelle ou anthropique est liée à des modifications de l'environnement physique (eau, sol, climat), de l'accès aux ressources vitales, de la constitution de la biodiversité elle-même, ou encore, de l'organisation spatiale et temporelle de cette diversité (distributions, abondances, structure, dynamique des populations) (Burgman et Lindenmayer, 1998).

Les saproxyliques bioindicateurs de la qualité de la forêt, présentent une part importante de la diversité des Coléoptères inventoriés au niveau de la châtaigneraie de Chréa. Ce groupe joue un rôle biogéochimique fondamental en participant à la dégradation du bois mort. La présence de ces espèces est avant tout liée à la maturité des sites (vieux bois), facteur favorable à la genèse et à l'expression de leurs rares habitats. Leur présence est aussi subordonnée à l'occurrence continue de ces habitats. L'ensemble du cortège des organismes saproxyliques présente une capacité à dégrader, recycler et s'auto-réguler, en l'absence de biocides, face à une opportunité trophique (abondance de bois mort). Ces insectes contribuent à l'amélioration de la fertilité du sol, ils fragmentent le bois pourri et les végétaux morts et en ingèrent une bonne partie.

Les mesures de protection des espèces se basent sur la localisation et la gestion des points chauds de la biodiversité c'est-à-dire de zones à forte biodiversité (Jepson et Canney, 2001) et la création de listes rouges d'espèces menacées (Rodrigues *et al.* 2006), contribuent aujourd'hui à éviter ces problèmes d'échelles. Afin de mieux discerner les espèces menacées d'extinction, l'idéal serait d'établir un inventaire cartographique précis

de la biodiversité des insectes et surtout d'approfondir les connaissances sur leur comportement biologique et leurs exigences écologiques (Samways, 2006).

Conclusions

L'investigation conduite dans la châtaigneraie de Parc National de Chréa nous a permis de récolter au total 1022 individus appartenant à 95 espèces. Cette biodiversité entomologique se répartit en 12 ordres et 54 familles taxonomiques. En nombre et en espèce l'ordre des Coléoptères compte les effectifs les plus conséquents et significatifs faisant partie de 25 familles. Cet ordre représente 56% de la diversité entomologique globale dont les Caraboidae et les Staphilinidae sont les plus repr sent es. En seconde position l'ordre des Hétéroptères regroupe les familles de : Lygaeidae, Nabidae, Coreidae, Anthocoridae, Tingidae, Leptopodidae, Reduviidae, Rhopalidae, Miridae. Les représentants de l'ordre des Hyménoptères se répartissent entre 6 familles ; Formicidae, Eulophidae, Apidae, Ichneumonidae, Braconidae, Bethylidae. Les autres ordres sont représentés par un faible nombre ne dépassant pas 4 familles. Parmi la diversité entomologique identifi e, des espèces phyllophages, des mineuses de feuilles, des saproxylophages et des prédateurs stricts sont présents.

Les valeurs des fréquences centésimales calcul es pour chaque espèce ont révélé que, *Catops rescissicollis* est l'espèce dominante au niveau de la châtaigneraie avec une fréquence de 20% de la diversité totale des espèces. Au deuxième rang on note l'abondance de la fourmi *Camponotus alii* avec une fréquence de 14% de la diversité totale suivie par le staphylin *Ocypus olens* (12%). Les fréquences centésimales correspondantes aux restes des espèces  chantillonn es sont plus aux moins faibles et oscillent de 0,1 à 7%.

En fonction des valeurs de la fréquence d'occurrence calcul es, les différentes espèces du relevé sont class es en différentes catégories. La grande majorité des insectes récoltés appartiennent à la catégorie des espèces accidentelles, ils sont au nombre de 82 espèces. Par ailleurs 10 espèces sont accessoires. Dans la châtaigneraie prospect e seulement 3 espèces ; *Catops rescissicollis*, *Aphthona ovata* et *Ocypus olens* sont qualifi es de régulières.

L'indice de diversité de Shannon-Weaver « **H'** » est de 4.57 bits. Cette valeur de l'équirépartition calcul e pour la station prospect e tend vers 1, (**E**=0,99), ce qui confirme un équilibre des peuplements entomologiques dans l'écosystème de la châtaigneraie.

Les analyses multivariées des différents groupes entomologiques identifiés montrent une homogénéité des peuplements au cours du temps

Cette étude a également révélé la présence de deux insectes de carpocapse appartenant aux tordeuses des châtaignes, il s'agit de *Cydia fagiglandana* et *Cydia splendana* dont les larves creusent des galeries dans les fruits et s'alimentent du contenu des amandes, à ces deux espèces s'ajoute le balanin *Curculio elephas* qui mène une vie sympatrique avec les carpocapses du châtaignier. Ces ravageurs des fruits occasionnent souvent, selon les années de production, des dégâts très considérables même sur les glands des chênes.

La présente étude a également conduit à l'identification d'espèces signalées pour la première fois en Afrique du Nord, cas de la punaise rare *Alloeorhynchus putoni*. Une autre espèce de mineuse des feuilles de *C. sativa* invasive a fait également son apparition pour la première fois en Algérie il s'agit de *Phyllonorycter messaniella* qui présente des dégâts significatifs sur les feuilles de la couronne de l'arbre et ses dégâts peuvent être redoutables à cause de la consommation intense de la partie végétative de l'arbre, induisant un effet indirecte sur la valeur alimentaire des châtaignes par la consommation intense du mésophile des feuilles. Parmi les antagonistes de la mineuse du châtaignier, l'ectoparasite larvaire *Minotetrastichus platanellusa* été noté pour la première fois en Afrique du Nord. La présence de ce parasitoïdes ouvre une perspective de recherche sur la possibilité de son utilisation en lutte biologique. Une recherche sur son comportement et son extension est souhaitable pour tirer des informations sur sa gamme d'hôtes et sur les conditions de son développement.

Le milieu forestier représente l'habitat de toute une diversité entomologique qui présente une importance majeure dans le fonctionnement de l'écosystème forestier. Cependant, la conservation de la biodiversité comme une composante du développement durable des forêts est indispensable. La conservation de l'habitat doit prendre des mesures adéquates pour assurer des conditions favorables à la diversité entomologique et les fluctuations spatiotemporelles des populations d'insectes occupants l'habitat naturel de sorte qu'elle soit stable dans le temps et l'espace. Dans notre cas le contrôle de l'état sanitaire et le maintien des peuplements du châtaignier et des autres fagacées avoisinantes du Parc National de Chréa est primordiale pour la structuration de la diversité entomologique globale qui reste la principale indicatrice d'un équilibre écologique du biotope.

Une attention et une surveillance doivent être menées en châtaigneraie, introduite dans un milieu forestier naturel, vis-à-vis les principales espèces de bioagresseurs, *Lymantria dispar*, *Phyllonorycter messaniella* et les ravageurs des glands en période de production.

Dans le milieu environnemental visité, nous assistons à un véritable échange et compétition diversifiée d'insectes entre le châtaignier et le chêne vert. Le décalage de la période du débourrement entre ces deux fagacées, joue un rôle déterminant vis-à-vis de l'installation des bioagresseurs dans leur milieu qui peuvent effectuer un développement chronologique avec leur hôte.

Malgré l'absence du *Cynips* du châtaignier dans notre inventaire, les données sur la rapidité de son extension à travers les continents euroasiatique et américain, prédisent une installation probable de ce ravageur de quarantaine. A ce propos, les sites des châtaigniers algériens doivent être entretenues et surveillées davantage vis-à-vis des échanges de plants infestés.

Les forestiers et les castanéiculteurs doivent œuvrer pour la protection des sites potentiels vis-à-vis de cette espèce gallicole qui devient très inquiétante pour divers pays méditerranéens et autres.

Références bibliographiques

1. Anelli M.; Mencarelli F., 1992. Aspetti innovativi dei trattamenti conservativi delle castagne. Atti del Convegno nazionale sulla castanicoltura da frutto. Avellino, 21 e 22 ottobre 1988. Camera di commercio industria, artigianato, agricoltura. 343–350.
1. Arabdiou Y., 2005. *Contribution à l'étude des insectes des cônes et des graines dans quelques peuplements forestiers en Algérie*. Thèse Magister Sci. Agro., Inst.Nati. Agro., El-Harrach, 103 p.
2. Arzone A.; Alma A.; Bonelli S.; Galliano A.; Ascheri B., 1993. Indagini sui principali insetti delle castagne in Piemonte. In: Antognozzi, E. (ed) International Congress on chestnut, Spoleto, Italy. 617–620.
3. Ashe, J.S. 1984. Generic revision of the subtribe Gyrophaenina (Coleoptera: Staphylinidae: Aleocharinae) with review of described subgenera and major features of evolution. *Quaest. Entomol.* 20:129–349.
4. Attal- Bedreddine A., 1995. *Contribution à l'étude de l'entomofaune du Chêne vert (Quercus ilex L.) dans le Parc National de Chréa*. Thèse Magister Sci. Agro.,Int. Nati. Agro., El-Harrach, Alger, 250 p.
5. Baguette M., 1992. *Sélection de l'habitat des Carabidae en milieu forestier*. Thèse Doctorat Sci., Dép. Biol. Unité Ecol. Biogéog., Univ. Cath. Louvain, Belgique, 104p.
6. Balachowsky A., Mesnil L.1935. *Les insectes nuisibles aux plantes cultivées*. Tome Busson, Paris, 627p.
7. Bänziger, E.; Buri, F., 2003: Kastanien. Lenzburg, Edizioni Fona. 124 p.
8. Barbault R., 1981. *Ecologie des populations et des peuplements*. Ed. Masson, Paris, 200 p.
9. Baroni Urbani C., 1989. Phylogeny and behavioural evolution in ants, with a discussion of the role of behaviour in evolutionary processes. *Ethol. Ecol. Evol.*, 1 : 137–168.
10. Bassi, D.; Casiraghi, M.C.; Magnani, I.; Vercesi, A.; Delaidelli, G., 2002: Effetto dei trattamenti postraccolta e dei metodi di conservazione sulla qualità delle castagne. In: Atti del convegno nazionale sul castagno 2001, Marradi 25–27 ottobre 2001. 244–249.
11. Bazi A., 1988. *Contribution à l'étude de l'avifaune du Parc National de Chréa*. Mém. Ing., Inst. Nati. Agro., El-Harrach, 70 p.

12. Bekchiev R., 2011. The subfamily *Pselaphinae* (Coleoptera: Staphylinidae) of Southwestern Bulgaria II: Belasitsa Mts, *Biologia* 66/3: 506—508.
13. Belhadid Z., 2015. Recherche taxonomique et écologique sur les peuplements des carabes du Parc National de Chréa (Blida-Algérie). Thèse Doctorat, Ecol. Nat. Sup. Agr., El Harrach, 106 p.
14. Belhadid Z., 2004. *Contribution à l'étude de la distribution verticale del'entomofaune dans le Parc National de Chréa*. Mém. Ing. Agro., Inst, Nati, Agro.,El-Harrach, 71 p.
15. Belhadid Z., 2008. *Distribution altitudinale des carabes dans le Parc National de Chréa (Blida)*. Thèse Magister Sci. Agro., Int. Nati. Agro., El-Harrach, Alger,97 p.
16. Benssada H., 1986. *Etude de la végétation au Djebel Mouzaia. Essai de Cartographie de la partie Est*. Mém. Ing. Agro., Inst. Nati.Agro., El-Harrach, 78p.
17. Bentata N., 1999. *Bilan et analyse des incendies de forêts en Algérie cas de la wilaya de Tizi-ouzou*, Mém. Ing. Agro, Int, Nati, Agro., El Harrach, 68 p.
18. Bérenger J.M., 1991 : Sensibilisation à l'étude des Hémiptères Hétéroptères, Insecte. N° 82· Ed" OPIE
19. Bergougnoux F., Verhale A., Breish H. & Chapa J. (1978). Le châtaignier : production et culture. CNICM, Nîmes 192p.
20. Bessah G., 2005. Les parcs nationaux d'Algérie, Première réunion du Comité de pilotage du «Réseau des parcs –INTERREG IIIC Sud » Naples-Italie, 6Pp.
21. Bissegger, M.; Sieber, T.N., 1994: Assemblages of endophytic fungi in coppice shoots of *Castaneasativa*. *Mycologia* 86, 5: 648–655.
22. Blondel J., 1979 – *Biogéographie et écologie*. Ed. Masson, Paris, 173 p.
23. Blondel J., 1986. *Biogéographie évolutive*. Ed. Masson, Paris, 221 p.
24. Blondel J., Ferry C et Frochot B., 1973. Avifaune et végétation, essai d'analyse de la diversité. *Alauda*, XII (1), pp : 63-84.
25. BNEF., 1984 – Rapport de synthèse.
26. Bolton B., 1994. *Identification Guide to the Ant Genera of the World*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
27. Bolton B., 2003. Synopsis and classification of Formicidae. *Mem. Am. Entomol. Inst.*, 71 : 1–370

28. Baroni Urbani C., 1989. Phylogeny and behavioural evolution in ants, with a discussion of the role of behaviour in evolutionary processes. *Ethol. Ecol. Evol.*, 1 : 137–168.
29. Bonneil, P., 2009. Catalogue des méthodes d'échantillonnage entomologique. In : Nageleisen, L.M. & Bouget, C. L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. Synthèse des réflexions menées par le groupe de travail « Inventaires Entomologiques en Forêt » (Inv.Ent.For.), Les Dossiers Forestiers n°19, Office National des Forêts, p. 36-52.
30. Bouget C. et Nageleisen L. M., 2009. L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation Synthèse des réflexions menées par le groupe de travail « Inventaires Entomologiques en Forêt ». Les dossiers forestiers n°19. Ed. Office national des forêts, Paris.
31. Boughrara H., 2009. Impact des feux de forêts sur la biodiversité entomologique en yeuseraie à Chréa (Blida). Mém. Ing. Agro. Ecol.Nati. Sup. Agro, El-Harrach, 94 p.
32. Bounous G.; Botta R.; Beccaro, G., 2000: Dalle castagne una sferzata di energia: valore nutritivo e pregi alimentari. Associazione per la valorizzazione della castagna, Cuneo, 20 p.
33. Bouvare L., P., 1994. La diversité biologique : Notion ambiguë. *Revue Forestière Française*, XLVI (1) : 46 - 48.
34. Bovey P., Linder A. & Müller O., 1975. Recherches sur les insectes des châtaignes au Tessin (Suisse). *Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen* 126 : 781-820.
35. Bovey, P. (1966). "Super-famille des Tortricoides," in *Entomologie Appliquée à L'agriculture*, Vol. II, ed A. S. Balachowsky (Paris: Masson), 456–893.
36. Breisch H., 1995. Châtaignes et marrons. Paris, Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes. 239p.
37. Bürges G. & Gal T., 1981a. Zur Verbreitung und Lebensweise des Kastanienrüsslers (*Curculio elephas* Gyll., Col.: Curculionidae) in Ungarn. 1. Verbreitung, Schaden, Schwärmen und Geschlechterverhältnis. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 91 : 375-382.
38. Bürges G. & Gal T., 1981b. Zur Verbreitung und Lebensweise des Kastanienrüsslers (*Curculio elephas* Gyll., Col. Curculionidae) in Ungarn. Teil 2. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 92 : 35-41.

39. Burgman, M. A., Lindenmayer, D. B., 1998 - Conservation Biology for the Australian Environment. *Surrey Beatty & sons* : 380 p.
40. Butler E. A., 1923. *A Biology of the British Hemiptera-Heteroptera*. London: Witherby. 682 pp.
41. Buzsko J., 2004. Fauna Europaea: Tortricidae. In: Karsholt, O. & Nieukerken, E.J. van (2004) Fauna Europaea: Gracillariidae. Fauna Europaea version 1.
42. Campbell, J.M. 1991. Family Clambidae: minute-beetles. In Checklist of Beetles of Canada and Alaska. Edited by Y. Bousquet. Research Branch Publication 1861/E, Agriculture Canada, Ottawa, Ontario. pp. 141–142.
43. Camus A., 1929. *Les châtaigniers*. Ed. Chevalier .Paris.120p.
44. Carayon J. et Steffan J. R., 1959. Observations sur le régime alimentaire des *Orizis* et particulièrement d'*Orius pallidicornis* (Reuter) (*Heferoptera Anthocoridz*) (*Cah. des Natur., Bull. des Natur. parisiens*, (In. SA) 15, pp.58-63
45. Carayon, J. 1950. Caracteres anatomiques et position systématique des Hemipteres Nabidae (Note preliminar). *Bull. Mus. Natl. Hist. Nat.* 22:95-101.
46. Carayon, J. 1970. Etude des *Alloeorhynchus* d'Afrique Centrale avec quelques remarques sur la classification des Nabidae (Hemiptera). *Ann. Soc. En-tomol. Fr.* (NS) 6:899-931
47. Carayon. J., 1961. Quelques remarques sur les Hémiptères-Hétéroptères: leur importance comme insectes auxiliaires et les possibilités de leur utilisation dans la lutte biologique. *Entomophaga* 6:133-41
48. Cavargna, M., 1992: La lavorazione del frutto fresco. Atti del Convegno nazionale sulla castanicoltura da frutto. Avellino, 21 e 22 ottobre 1988. Camera di commercio industria, artigianato, agricoltura. 351–365.
49. Chararas C., 1979. Ecophysiologie des insectes parasites des forêts. Ed. Chararas, Paris, 297p.
50. Chekchek M., 1985. *Cartographie de la végétation d'une partie du Parc National de Chréa (versant nord)*. Mém. Ing. Agro., Inst. Nati. Agro., El-Harrach, 135 p.
51. Clergue, B., Amiaude, B. et Plantureux, S. 2004. Évaluation de la biodiversité par des indicateurs agro-environnementaux à l'échelle d'un territoire agricole. Séminaire de l'école doctorale RP2E, Nancy, pp. 56- 62.
52. Colizza C., 1929. Contributo alla conoscenza del Balanino delle castagne (*Balaninus elephas* : Insecta Coleoptera). *Bolletino Laboratorio Entomologia Agraria "Filippo Silvestri" di Portici* 22 : 244-262.

53. Common B. (1976). The oak leafminer *Phyllonorycter messamella* (Lepidoptera: Gracillariidae) established in Australia. *J. Aust. Ent. Soc.* 15(4): 471-473
54. Conedera, M., Jermini, M., Sassella, A., & Sieber, T. N., 2004. Récolte, traitement et conservation des châtaignes. *Notice pour le praticien, WSL, Birmensdorf*, 38, 1-12.
55. Conedera, M.; Jermini, M.; Jelmini, G.; Sassella, A.; Künsch, U.; Schärer, H.; Patrian, B.; Höhn, E., 2002. Analisi chimica e sensoriale di differenti varietà di castagne. In: Bellini, E. (ed) Atti del «Convegno Nazionale Castagno 2001», Marradi (Firenze) 25–27 ottobre 2001. 268–280.
56. Conroy M.J., 1996. Designing surveys of forest diversity using statistical sampling principles. In Kohl M. et Gertner G.Z. (Eds), *Caring for the forest. Research in a changing world. Statistics, mathematics and computers. Meeting of IUFRO S4.11-00 held at IUFRO 20th World Congress*,
57. Coutin R., 1958. La biologie des insectes de la châtaigne. *Bulletin Technique du Châtaignier*, Nancy 3 : 105-111.
58. Coutin R., 1960. Estimation de l'importance des populations d'imagos de *Balaninus elephas* Gyll. dans une châtaigneraie cévenole. *Revue de Zoologie Agricole et Appliquée* 59 : 1-5.
59. Crepet W. L., 1989 : History and implications of the early North American fossil record of *Fagaceae*. Crane, P, R, Blackmore, S ed (s). Evolution, systematics, and fossil history of the Hamamelidae 2: 45-66
60. Dahel R., 2012. Parc National de Chréa révision de biosphère. Revision périodique de la réserve de biosphère de Chréa 2002-2012. 69p.
61. Dajoz R., 1971. *Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 434 p.
62. Dajoz R., 1996. *Précis d'écologie*, Ed. Dunod, Paris, 551 p.
63. Dajoz R., 2002 – *Les Coléoptères Carabidés et Ténébrionidés*. Ed. Tec. & Doc.
64. De Smet K., 1987. Présentation de la diversité de la faune dans le Parc National de Chréa et son importance dans le cadre de l'équilibre écologique. Compte rendu, stage gest., Parc National ; Réserve, Chréa 25-2/04/1987.
65. Dekoumi B., 1978. *Etude des possibilités d'extension du châtaignier Castanea sativa en Algérie*. Thèse Mag, INA ; El Harrach. Alger ,81p.
66. Delagarde J., 1983. *Initiation à l'analyse des données*. Ed. Dunod, Paris, 157 p.
67. Delatour C.; Morelet M., 1979. La pourriture noire des glands. *Rev. for. fr.* 31, 2: 101–115.

68. Desmaison A.M.; Adrian, J., 1986. La place de la châtaigne en alimentation. *Médecine et Nutrition* 22, 3: 174–180.
69. Desouhant E., 1997. *Stratégies de ponte et traits d'histoire de vie chez les insectes. Exemple du balanin de la châtaigne, Curculio elephas (Coléoptère, Curculionidae), en conditions naturelles*. Thèse de doctorat. Université Claude Bernard - Lyon I –
70. Desouhant E., 1998. Selection of fruits for oviposition by the chestnut weevil, *Curculio elephas*. *Entom. exp. appl.* 86: 71–78.
71. Desvignes, J.C. 1999. Sweet Chestnut Incompatibility And Mosaics Caused By The Chestnut Mosaic Virus (Chmv). *Acta Hort. (ISHS)* 494:451-458.
72. D.G.F, 2004. *La mise en œuvre de la convention de Lutte contre la désertification*. Rapport National.33p.
73. Dlussky G.M., 1983. A new family of Upper Cretaceous Hymenoptera: an “intermediate link” between the ants and the scolioids. *Paleo. Zhl.*, 3 : 65–67.
74. Durand J. 2009. *Contribution à la cartographie génétique chez les Fagacées*. Thèse de doctorat. Bordeaux 1.
75. Fadanelli L.; Chemolli M.; Conci, S., 1995. La conservazione delle castagne: sistemi e formule applicative. Atti del convegno «Incontro tecnico sul castagneto da frutto», Roncegno, 29 ottobre 1994. Quaderni di esperienze e ricerche, S. Michele all’Adige (TN) 2: 43–50.
76. Fisher T., Moore I., Legner E., & Orth, R. (1976). *Ocypusolens*: A predator of brown garden snail. *California Agriculture*, 30(3), 20-21.
77. Folgarait P.J., 1998. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. *Biodiv. Conserv.*, 7 : 1221–1244.
78. Fraval A., 1989. *Lymantria dispar*, Ed. Actes. Rabat, 220 p.
79. Frontier S., 1983. Stratégie d’échantillonnage en écologie. Ed. Masson, Paris, 494 p.
80. Giacalone, G.; Bounous, G., 1993: Tradizioni ed innovazioni nella trasformazione e nell’utilizzo delle castagne. *Monti boschi* 44, 5: 33–41.
81. Good J.A. et Giller P.S., 1991. The diet of predatory staphylinid beetle. A review of records *Ent. Month. Mag.* 127: 77-90.
82. Gösswald K., 1956. Neue Erfahrungen über Einwirkung der roten Waldameise auf den Massenwechsel von Schadinsekten sowie einige methodische

- Verbesserungen bei ihrem praktischen Einsatz. *Proc. 10th Int. Congr. Entomol.*, Montreal, 4 : 567–571.
83. Gouix, N.; Klimaszewski, J. 2007. Catalogue of aleocharine rove beetles of Canada and Alaska (Coleoptera, Staphylinidae, Aleocharinae). Pensoft, Sofia. 165 p.
84. Grente J. (1975). *Châtaignes et Marrons*. INVUFLEC, Nîmes, 148 p.
85. Grimaldi D., Agosti D., Carpenter J.M., 1997. New and rediscovered primitive ants (Hymenoptera: Formicidae) in Cretaceous amber from New Jersey, and their phylogenetic relationships. *Am. Mus. Novitates*, 3208 : 1–43.
86. Haddar L., 2007. *Analyse qualitative et quantitative de l'entomofaune du Cèdre de l'Atlas (Cedrus atlantica) dans le Parc National de Chréa (Blida)*. Thèse Magister Sci. Agro., Inst. Nati. Agro., El-Harrach, 130 p.
87. Halimi A., 1980. *L'Atlas blidéen, climat et étages végétaux*. Ed. Office des Publications Nationales, Alger, 523 p.
88. Hamidi A., 2005. *Ecologie des peuplements entomologiques de Châtaigneraie de Chréa*. Mém. Ing. Agro., Inst. Nati. Agro., El-Harrach, 71 p.
89. Harris. H. M., 1928. A monographic study of the hemipterous family Nabidae as it occurs in North America. *Entomol. Am.* (NS) 9:1-98
90. Harrison. R. G., 1980. Dispersal poly-morphisms in insects. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 11:95-118
91. Herard F., Fraval A., (1980). La répartition et les ennemis naturels de *Lymantria dispar* (L.) (Lép. Lymantriidae) au Maroc. *Acta. Ecologica*, 1(1) :35-48.
92. Hill, A.R., 1957. The biology of *Anthocoris nemorum* in Scotland (Hem. Anthocoridae), *Trans. R. ent. Soc. London*, 109, 379-394.
93. Hmimina M., 1986. Stratégies d'occupation des cultures et d'hivernation chez *Helicoverpa armigera* HB (Lep., Noctuidae): essai de modélisation prévisionnelle. Thèse de Doctorat ès Sciences Université de Marseille (St Jérôme), 184p.
94. Hoffmann A. (1963). Tribu des balanini : les *Balaninus*. In : *Traité d'Entomologie*, Balachowsky A.S. (Ed.) tome 1, Masson, Paris, 2 : 1125-1128.
95. Horak, M. 2006. *Olethreutine moths of Australia* (Lepidoptera: Tortricidae). Collingwood, CSIRO, 552 p.

96. İnanç Özgen & Sinan Anlaş, 2010. A cow dung investigation on *Staphylinidae* (Coleoptera) with a new record from Turkey: *Mun. Ent. Zool.* Vol. 5, No. 2, June 2010.
97. Jeannel, R., 1950. Coleopteres Pselaphides. *Faune de France* 53. Paris.
98. Jepson, P., et S. Canney. 2001. Biodiversity hotspots: hot for what? *Global Ecology and Biogeography* 10: 225-227.
99. Kerzhner, I. M. 1970. Heteroptera Nabidae from Rennell and Guadalcanal Islands. In *The Natural History of Rennell Island, British Solomon Islands*, ed. T. Wolff, 6:39-41.
100. Kerzhner, I. M. 1983. Airborne *Nabiscapsiformis* (Heteroptera: Nabidae) from the Atlantic, Indian and Pacific Oceans. *Int. J. Entomol.* 25(4):273-75
101. Kerzhner, I. M. 1981. *Fauna SSSR. Nasekomve Khobotnye. t. 13, vyp. 2. Poluzhestkokrylye Semejsrra Nabidae.* Leningrad: Akad. Nauk SSSR. 326 pp.
102. Kerzhner, I. M. 1981. *Fauna SSSR. Nasekomve Khobotnye. t. 13, vyp. 2. Poluzhestkokrylye Semejsrra Nabidae.* Leningrad: Akad. Nauk SSSR. 326 pp.
103. Khommeri N., 2006. *Contribution à l'étude du peuplement entomologique en Châtaigneraie et en Yeuseraie dans le Parc National de Chréa.* Mém. Ing. Agro. Inst. Nati. Agro., El-Harrach, 79 p.
104. Khouss M.G., Demolin G., 1997. Contribution à la dynamique intracyclique de *Lymantria dispar* L. en forêt de Tikijda (Parc National). *Bull. Soc. Hist.nat. Afr.* N° 72 : 65-79.
105. Klimaszewski, J. 1984. A revision of the genus *Aleochara* Gravenhorst of America north of Mexico (Coleoptera: Staphylinidae, Aleocharinae). *Mem. Entomol. Soc. Can.* 129:3–211.
106. Klimaszewski, J. 2000. Diversity of the rove beetles in Canada and Alaska (Coleoptera, Staphylinidae). *Mém. Soc. R. Belg. Entomol.* 39:3–126.
107. Klimaszewski, J.; Langor, D.W.; Work, T.T.; Pelletier, G.; Hammond, H.E.J.; Germain, C. 2005. The effects of patch harvesting and site preparation on ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in yellow birch dominated forests of southeastern Quebec. *Can. J. For. Res.* 35:2616–2628.
108. Kočárek, P. (2003). Decomposition and Coleoptera succession on exposed carrion of small mammal in Opava, the Czech Republic. *European journal of soil biology*, 39(1), 31-45.

109. Koschel, H. 1971. Zur Kenntnis der Raubwanze *Himacerus apterus* F. (Heteroptera, Nabidae). Teil I. II. *Z. angew. Entomol.* 68:1-24, 113-37
110. Kotze, J., Brandmayr, P., Casale, A., Dauffy-Richard, E., Dekoninck, W., Koivula, M.J., Lövei, G.L., Mossakowski, D., Noordijk, J., Paarmann, W., Pizzolotto, R., Saska, P., Schwerk, A., Serrano, J., Szyszko, J., Taboada, A., Turin, H., Venn, S., Vermeulen, R., and Zetto, T. 2011. Forty years of carabid beetle research in Europe - from taxonomy, biology, ecology and population studies to bioindication, habitat assessment and conservation. *ZooKeys*, 100: 55-148.
111. Kremen, C. 2005. Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology? *Ecology Letters* 8: 468–479.
112. Künsch, U.; Schärer, H.; Patrian, B.; Hurter, J.; Conedera, M.; Sassella, A.; Jermini, M.; Jelmini, G., 1998. Qualitätsanalysen an Tessiner Kastanien. *Agrarforschung* 5: 485–488.
113. Lachaud J.P., López Méndez J.A., Schatz B., De Carli P., Beugnon G., 1996. Comparaison de l'impact de prédation de deux ponérines du genre *Ectatomma* dans un agrosystème néotropical. *Actes Coll. Insectes Sociaux*, 10 : 67–74.
114. Larid D., 1989. *Comparaison faunistique entre trois stations au Mont Mouzaïa dans le Parc National de Chréa*. Mém. Ing. Agro., Inst. Nati. Agro., El-Harrach, 152 p.
115. Laroche A. et Larivière M. C., 2003. A natural history of the ground-beetles (Coleoptera :Carabidae) of the America north of Mexico
116. Larsen, T. H., N. M. Williams, et C. Kremen. 2005. Extinction order and altered community structure rapidly disrupt ecosystem functioning. *Ecology Letters* 8: 538–547.
117. Lattin, J. D. 1966. *Stalia major* (Costa) in North America (Hemiptera: Nabidae). *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 68:314-18
118. Laurent J.E., 1967. Contribution à la Connaissance des *Aphididae* des Forêts de France, Extrait du (Bulletin de l'École Nationale Supérieure Agronomique de Nancy - Tome IX - Fascicule IT, Ed. Centre National de Recherches Forestières, pp 93-101.
119. Lavoisier, Paris, 522p. De Cristofaro A.; Rotundo G., 1993. Chestnut fruit insect pests in the Campania Region (Southern Italy): Biology and damages. In: Antognozzi, E. (ed) International Congress on chestnut, Spoleto, Italy. 625–630.

120. Legendre L. et Legendre P., 1984. *Ecologie numérique, la structure des données écologiques*. Ed. Masson et Presses de l'Université du Québec, T. 2, Paris, 335 p.
121. Leston, D. 1951. Alary dimorphism in *Nabis apterus* F. (Hem., Nabidae) and *Coranus subapterus* Deg. (Hem., Re-duviidae). *Entomol. Mon. Mag.* 87:242-44
122. Leston, D., Pendergrast, J. G., South-wood, T. R. E. 1954. Classification of the terrestrial Heteroptera (Geocorisae). *Nature* 174:91-92
123. Lorenz W., 2005. Nomina Carabidarum, A directory of the scientific names of ground beetles (Insecta, Coleoptera « Geadephaga » : Trachypachidae and Carabidae incl. Paussinae, Cincidelinae, Rhysodinae). 2th ed. 993pp.
124. Losey, J. E., et M. Vaughan. 2006. The Economic Value of Ecological Services Provided by Insects. *BioScience* 56: 311-323.
125. MacMahon J., Mull J.F., Crist T.O., 2000. Harvester ants (*Pogonomyrmex* spp.) : their community and ecosystem influences. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 31 : 265–291.
126. Majka, C. G., & Langor, D. (2009). Clambidae (Coleoptera) of Atlantic Canada. *Journal of the Acadian Entomological Society*, 5(7), 32-40.
127. Manel S. (1995). Modélisation de la durée de développement pré-imaginale chez les poikilothermes sous régime de températures variables. Thèse de doctorat, Université Lyon I, Lyon, 191 p.
128. Manos P. S. ., Zhou Z. K., Cannon C. H., 2001. Systematics of *Fagaceae*: phylogenetic tests of reproductive trait evolution. *International Journal of Plant Sciences* 162: 1361-1379
129. Marco Conedera, Mauro Jermini, Alberto Sassella, Thomas N. Sieber, 2004. Récolte, traitement et conservation des châtaignes, Institut fédéral de recherches WSL CH-8903 Birmensdorf, 12Pp.
130. Mazari G., 1995. *Etude faunistique de quelques stations du Parc National de Chréa*. Thèse Magister Sci. Agro., Inst. Nati. Agro., El-Harrach, 165 p.
131. Mecellem D., 2009. *Bioécologie et faune associée au Bombyx, Lymantria dispar L. en phase de gradation dans le massif forestier de l'Atlas blidéen*. Mémoire Magister, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie. Algérie.
132. Mecellem D., 2014. *Structure spatio-temporelle des populations du bombyx disparate dans quelques chenaies du Nord de l'Algérie*. Thèse doctorat, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie. Algérie.

133. Meddour R., 1994. *Contribution à l'étude phytosociologique de la portion centro-orientale du Parc National de Chréa. Essai d'interprétation synthétique des étages et des séries de végétation de l'Atlas Blidéen*. Thèse Magister Sci. Agro., Inst. Nati. Agro., El-Harrach, 330 p.
134. Meftah T., 1988. *Etude des grandes Mammifères de Ghellaie (Parc National de Chréa)*. Mém. Ing. Agro. Inst. Nati. Agro., El-Harrach, 123 p.
135. Mehenni M.T., 1994. *Recherches écologiques et biologiques sur les Coléoptères des Cédraies Algériennes*. Thèse Doctorat Es. Sci. Nat. Univ. Sci. Tech. Houari Boumedienne, 239p.
136. Menu F. & Debouzie D., 1993. Coin-flipping plasticity and prolonged diapause in insects: example of the chestnut weevil *Curculio elephas* (Coleoptera : curculionidae). *Oecologia* 93 : 367-373.
137. Menu F. & Debouzie D., 1995. Larval development variation and adult emergence in the chestnut weevil *Curculio elephas* Gyllenhal (Col.: Curculionidae). *Journal of Applied Entomology* 119: 279-284.
138. Menu F. & Debouzie D., 1996. Le long sommeil des insectes. *Pour la Science* 226 : 68- 73.
139. Menu F. (1993a). Strategies of emergence in the chestnut weevil *Curculio elephas* (Coleoptera: Curculionidae). *Oecologia* 96 : 383-390.
140. Menu F. (1993b). Diapause development in the chestnut weevil *Curculio elephas*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 69 : 91-96.
141. Menu F., 1992. *Diapause prolongée et variabilité d'émergence chez les insectes. Exemple du balanin de la châtaigne Curculio elephas Gyll. (Coléoptère : Curculionidae)*. Thèse de doctorat, Université Lyon I, Lyon, 208 p.
142. Meriguet et Zagatti, 2000. Inventaire entomologique au Marais de Stors réalisé pour l'Agence des Espaces Verts de la Région Ile-de-France. Office pour les Insectes et leur Environnement. 12 pp.
143. Miller, K. B., & Wheeler, Q. D., 2005. Slime-mold beetles of the genus *Agathidium* Panzer in North and Central America, Part II. Coleoptera: Leiodidae. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 1-167.
144. Morsli S., 2005. *Ecologie des pontes et des nids de la processionnaire du pin Thaumetopoea pityocampa Denis et Schiffmüller (Lep., Thaumetopoeidae) dans la cédraie du Parc National de Chréa, et dans la pinède de la région de Djelfa*. Mém. Ing. Agro., Inst. Nati. Agro., El-Harrach, Alger, 65 p.

145. Morsli S., 2008. *Ecologie du Bombyx disparate, Lymantria dispar L. (Lep.: Lymantridae) dans le Parc National de Chréa*. Thèse Magister Sci. Agro., Inst.Nati. Agro., El-Harrach, 77p.
146. Mundinger, F. G. 1922. The life history of two species of Nabidae (Hemiptera: Heteroptera). *NY State Coll. For. Tech. Publ.* 16:149-67. plates 12-19
147. Nageleisen, L.M. & Bouget, C., coord., 2009. L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. Synthèse des réflexions men es par le groupe de travail « Inventaires Entomologiques en Forêt » (Inv.Ent.For.). Les Dossiers Forestiers n 19, Office National des Forêts, 144 p.
148. New, T.R. (1981) The Oak Leaf-Miner, *Phyllonorycter messaniella* (Zeller) (Lepidoptera: Gracillariidae), in Melbourne. *Australian Journal of Zoology*, 29: 895-905.
149. Newton, A. F. 2007. Documenting biodiversity: how well are we doing in Staphyliniformia (Coleoptera)? Entomological Society of America poster presentation D0471.
150. Niemela J., 1999. Spatial distribution of the carabid beetles in the Southern Finnish taiga: the question of scale. In the role of ground beetles in ecological and environmental studies. N. Stork ed., Intercept, Andover, 143-155.
151. Nierhaus-Wunderwald D., Wermlinger B., 2001. Le Bombyx disparate (*Lymantria dispar* L.). Inst. Fede. Rech. WSL. Birmensdorf. Vol.34, 8p.
152. Obrtel R., 1971. Number of pitfall traps in relation to the structure of the catch of soil surface Coleoptera. *Acta Entomologica Bohemoslovaca* **68**, 300-309.
153. O.N.M., 2014. *Bulletin décadaire d'information climatique et agronomique*. Ed. Office Nati. Météo. Cent. Clim. Nati., Dar El-Beida.
154. Park, J. K., Trac, D. H., & Will, K. (2006). Carabidae from Vietnam (Coleoptera). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 9(2), 85-105.
155. Paton T.R., Humphrey G.S., Mitchell P.B., 1995. *Soils : A new Global View*. Yale University Press, New Haven.
156. Pavan M., 1961. Les transplantations de *Formica lugubris* sur les Apennins de la province de Pavie. *Collona Verde*, **7** : 161-174.
157. Pavan M., 1959. Attiva' italiana per la lotta biologica con Formiche del Gruppo *Formica rufa* contro gli inetti dannosi alle foreste. *Collona Verde*, **4** : 1-79.

158. Pearce E. J. 1957, Handbooks for the identification of british insects : Coleoptera (Pselaphidae). Royal Entomological, Society Of London Vol. Iv. Part 9. Pp 37.
159. Pericart, J. 1987. *Hémiptères Nabidae d'Europe Occidentale et du Maghreb.Faune Fr.* Vol. 71. 185 pp.
160. Petal J., 1978. The role of ants in ecosystems. *In Production Ecology of Ants and Termites* (M.V. Brian Ed.), Cambridge University Press, pp. 293–325.
161. Pomorski R. & Tarnawski D.(1980). Un nouveau site d'infestation de *Curculio elephas* Gyll. (Col. Curculionidae) en Pologne. *Przeglad Zoologiczny* 24 : 213 - 214.
162. Popova I., 1960. Chestnut resistant to *Curculio elephas* Gyll. *Rast Zasht.* 8 : 69-71.
163. Pratella G.C., 1994. Note di biopatologia e tecnica della conservazione e trasporto: marroni e castagne. *Rivista di Frutticoltura* 56, 4: 75–77.
164. Ramade F., 2003. *Elément d'écologie : écologie fondamentale*, Ed. Dunod, Paris, 690p.
165. Régnière J., Nealis V., Porter K. 2008. Climate suitability and management of the gyps ymoth invasion into Canada. *Biol Invasions* 11:135–148.
166. Régnière, J., Nealis, V. et Porter, K. 2009. Climate suitability and management of the gypsy moth invasion into Canada. *Biological Invasions*, 11: 135–148
167. Reuter, O. M. 1908. Bemerkungen fiberNabiden nebst Beschreibung neuerArten. *Mem. Soc. Entomol. Belg.* 15:87-130.
168. Ridé M.; Gudin C., 1960. Sur la biologie de quelques champignons parasites de la châtaigne et plus particulièrement de *Phoma endogena* (Speg.). *Comptes rendus des séances de l'Académie d'Agriculture de France* 46: 536–543.
169. Rigotti S., 2000. Analisi delle infestazioni da insetti (*Pammene fasciana* L., *Cydia fagiglandana* Zel., *Cydia splendana* Hb., *Curculio elephas* Gyll.) delle castagne in tre selve ticinesi
170. Rodrigues, A. S. L., J. D. Pilgrim, J. F. Lamoreux, M. Hoffmann, et T. M. Brooks. 2006. The value of the IUCN Red List for conservation. *Trends in Ecology & Evolution* 21: 71-76
171. Rotundo G.; Giacometti R., 1986. Realtà e prospettive di lotta alle tortrici delle castagne. *L'Informatore agrario* 42, 41: 69–72.

172. Rotundo G. et Giacometti, R., 1992: Nuovi orientamenti nella lotta ai principali fitofagi del frutto del castagno. Convegno nazionale sulla castanicoltura da frutto. Avellino, 21 e 22 ottobre 1988. Camera di commercio industria, artigianato, agricoltura. 179–193
173. Rutter P.A.; Miller G.; Payne J.A., 1990. Chestnuts. In: Moore J.N.; Ballington J.R. (eds) Genetic resources of temperate fruits and nut crops. Wageningen, The Netherlands, The International Society for Horticultural Science. 761–788.
174. Samways, M. J. 2006. Insect Extinctions and Insect Survival. *Conservation Biology* 20: 245-246.
175. Sebti S., 2015. *Recherche écologique et répartition spatio-temporelle de la processionnaire Thaumetopoea pityocampa Schiff. Dans la région de l'Atlas blideen*. Thèse Doctorat, Ecol. Nat. Sup. Agr., El Harrach, 108 p.
176. Seltzer, P (1946) : Le climat de l'Algérie .Travaux de l'institut de météorologie et de physique du globe de l'Algérie .université d'Alger 217p.
177. Solignat G.& Chapa J. (1975). Biologie florale du châtaignier. In: *Châtaignes et Marrons* INVUFLEC, Nîmes, 148 p.
178. Solignat G., Chapa J. & Verlhac A. (1975). Principales variétés fruitières de châtaigniers cultivées en France. In *Châtaignes et Marrons* INVUFLEC, Nîmes, 148p.
179. Southwood T. R. E. 1960. The flightactivity of Heteroptera. *Trans. R. Entomol. Soc. London* 112:173-220
180. Southwood T. R. E. 1977. Habitat, the template for ecological strategies? *J. Anim. Ecol.* 46:337-65
- tehlik, J. 1954. Prispvek pozani ptery-go polymorphismu u Heteropter. *Acta Mus. Moraviae* 39:127-32
181. Stein W., 1965. Die Zusammensetzung der Carabidenfauna einer Weise mit stark.
182. Strawinski, K. 1937. Przyczynek do badan nad biologia Nabis apterus Fabr. *Pol. Pismo Entomol.* 14-15:349-63
183. Tilman, D. 1999. The ecological consequences of changes in biodiversity: A search for general principles. *Ecology* 80: 1455–1474.
184. Trabaud L., 1991. Le feu est-il un facteur de changement pour les écosystèmes écologiques du bassin méditerranéen ? *Sécheresse* 2 : 163-174.
185. Tricaud P., 1913. *Le châtaignier culture et utilisation*. Ed. Maison rustique. Paris .138p

186. Villemant C., 1993. *Les prédateurs-démantèleurs des pontes de Porthetria dispar dans les subéraies marocaines*. Thèse. Doc. Université d'Orléans, Tome 1, 281p.
187. Villemant C., 2006. Bilan de la situation de *Lymantria dispar* dans l'ouest du bassin méditerranéen. Act. Congrès. Inter. Ento.Némat. Inst. Agro. El Harrach.Alger.pp : 101-11
188. Washington W.S.; Allen A.D.; Dooley L.B., 1997: Preliminary studies on *Phomopsis castanea* and other organisms associated with healthy and rotted chestnut fruit in storage. Australas. Plant Pathol. 26, 37–43.
189. Way M.J., Khoo K.C., 1992. Role of ants in pest management. *Annu. Rev. Entomol.*, 37 : 479–503.
190. Wellenstein G., 1952. Zur Ernährungsbiologie der Roten Waldameise (*Formica rufa* L.). *Z. Pflanzenkr.*, 59 : 430–451.
191. Wellenstein G., 1954. Die insektenjagel der Roten Waldameise. *Z. Angew. Entomol.*, 36 : 185–217.
192. Wilson D.S., 1990. Weak altruism, strong group selection. *Oikos*, 59 : 135–140
193. Wittwer A. 1993. Peuplements de Staphylinidae (*Insecta, Coleoptera*) de quelques prairies et champs cultivés de l'ouest de la Suisse. Université De Neuchatel Institut De Zoologie. p164.

Résumé. Diversité et structure entomologique en châtaigneraie du Parc National de Chréa (Blida-Algérie). L'étude conduite dans la châtaigneraie de Parc National de Chréa a permis de récolter 1022 individus appartenant à 95 espèces. Cette biodiversité entomologique se répartit entre 12 ordres et 54 familles taxonomiques. En nombre et en espèce l'ordre des Coléoptères compte les effectifs les plus conséquents et significatifs, représentés par 25 familles, soit 56% de la diversité entomologique globale. Diverses espèces de bioagresseurs du châtaignier ont été mis en évidence, les tordeuses ; *Cydia fagiglandana* et *C. splendana*, et la mineuse *Phyllonorycter messaniella* sont des exemples. Les valeurs des fréquences centésimales ont révélé que, *Catops rescissicollis* est l'espèce dominante au niveau de la châtaigneraie avec une fréquence de 20% de la diversité totale des espèces. Au deuxième rang on note la présence de la fourmi *Camponotus alii* (14%) suivie par le staphylin *Ocypus olens* (12%). L'indice de diversité de Shannon-Weaver est de 4.57 bits, ce qui confirme un équilibre du milieu entre les peuplements entomologiques du site prospecté. Des espèces sont signalées pour la première fois en Afrique du Nord, le cas de la punaise rare *Alloeorhynchus putoni*, de la mineuse *Phyllonorycter messaniella* et de son ectoparasite larvaire *Minotetrastichus platanellus*. Les analyses multivariées des différents groupes entomologiques confirment que la diversité de la station d'étude présente un équilibre entomologique homogène.

Mots clés. Diversité, Entomologie, Châtaignier, Chréa.

Abstract. Entomological diversity and structure of the chestnut National Park Chréa (Blida, Algeria). The study in the chestnut Chrea National Park has raised 1022 individuals belonging to 95 species. This entomological biodiversity is divided between 12 orders and 54 taxonomic families. Number and the order Coleoptera species account the most consistent and significant numbers represented by 25 families, 56% of the overall entomological diversity. Various species of pests chestnut were highlighted, leaf rollers; *Cydia fagiglandana* and *C. splendana* and leafminer *Phyllonorycter messaniella* are examples. Centesimal frequency values revealed that *Catops rescissicollis* is the dominant species at the chestnut with a frequency of 20% of the total species diversity. In second place we note the presence of the ant *Camponotus alii* (14%) followed by the Devil's coach horse beetle rove (12%). The Shannon-Weaver diversity index is 4.57 bits, confirming a balance between the middle stands the entomological survey site. Species are reported for the first time in North Africa, the case of rare bug *Alloeorhynchus putoni*, leafminer *Phyllonorycter messaniella* and its larval ectoparasite *Minotetrastichus platanellus*. Multivariate analyzes of the various entomological groups confirm that the diversity of the study station has an homogeneous entomological balance.

Key words : Diversity, Entomology, Chestnut, Chréa.

ملخص التنوع الحشري في غابة الكستناء الحديقة الوطنية الشريعة (البليدة، الجزائر)

التنوع الحشري في غابة الكستناء الحديقة الوطنية للشريعة (البليدة، الجزائر). وأثارت الدراسة في الكستناء الشريعة الحديقة الوطنية 1022 أفراد ينتمون إلى 95 نوعا. وينقسم هذا التنوع البيولوجي الحشري بين 12 و 54 أسر تصنيفية. عدد وترتيب الأنواع مغممات الأجنحة تمثل النوع الأكثر تواجدا و يمثلها 25 عائلة، أو 56% من التنوع الحشري العام. وسلط الضوء على أنواع مختلفة من الحشرات المضرّة بالكستناء مثل *Cydia fagiglandana* و *Cydia splendana* ونافقة أوراق *Phyllonorycter messaniella* أمثلة. كشفت القيم تردد منوي التقسيم التي *Catops rescissicollis* هي الأنواع السائدة في الكستناء مع تردد من 20% من تنوع الأنواع الكلي. في المركز الثاني نلاحظ وجود النمل (*Camponotus alii* 14% ، يليه *Ocypus olens* (12%) مؤشر التنوع شانون-ويفر هو 4.57 ، مما يؤكد على التوازن في موقع المسح الحشري. يتم الإبلاغ عن الأنواع لأول مرة في شمال أفريقيا، *Alloeorhynchus putoni*، نافقة أوراق *Phyllonorycter messaniella* ولها طفيلي خارجي البرقات *Minotetrastichus platanellus*. وتؤكد التحليلات متعددة المتغيرات لمختلف المجموعات الحشرية أن غابة الكستناء تتميز بتوازن حشري متجانس. الكلمات الرئيسية: التنوع، الحشرات، كستناء، الشريعة.